



Peraturan Klasifikasi dan Konstruksi

Bagian 1 Kapal Samudra

Volume II

PERATURAN LAMBUNG

Edisi Konsolidasi 2022

Biro Klasifikasi Indonesia



Peraturan Klasifikasi dan Konstruksi

Bagian 1 Kapal Samudra

Volume II

PERATURAN LAMBUNG

Edisi Konsolidasi 2022

Biro Klasifikasi Indonesia

Menggandakan seluruh atau sebagian isi dari Peraturan ini, harus mendapatkan ijin tertulis dari Kantor Pusat Biro Klasifikasi Indonesia.

Kata Pengantar

Dalam edisi ini tidak ada amendemen baru yang ditambahkan, hanya menggabungkan antara edisi 2021, RCN No.1, dan RCN No.2. Rangkuman dari edisi sebelumnya dan amandemen termasuk tanggal pemberlakukannya ditunjukkan pada Tabel berikut:

No	Amendemen Peraturan	Tanggal efektif	Tautan
1	Consolidated Edition 2021	-	
2	RCN No.1, May 2021	1 Juli 2021	
3	RCN No.2, November 2021	1 Januari 2022	

Catatan:

- Versi lengkap edisi dan amendemen Peraturan sebelumnya termasuk pemberitahuan perubahannya tersedia melalui tautan di atas.
- Secara umum, tanggal efektif peraturan /RCN diberikan pada table diatas, Namun, beberapa persyaratan dalam amandemen mungkin ditentukan secara berbeda, lihat pemberitahuan amandemennya untuk detailnya.

Peraturan ini adalah versi terjemahan dari Rules for Hull (Pt.1, Vol.II) Consolidated Edition 2022. Jika terdapat perbedaan penafsiran agar merujuk ke versi asli yang tersedia dalam Bahasa Inggris. Referensi dalam Peraturan ini dapat mengacu ke versi terjemahannya, jika tersedia.

Peraturan ini dapat diunduh melalui www.bki.co.id. Setelah diunduh, Peraturan ini akan menjadi salinan yang tidak terkendali. Edisi terbaru dapat diperiksa melalui situs web BKI.

Pertanyaan atau komentar lebih lanjut tentang Peraturan ini disambut baik dan dapat dikomunikasikan ke Kantor Pusat BKI.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Daftar Isi

Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	v
Bab 1 Definisi, Umum.....	1-1
A. Validitas, Kesetaraan.....	1-1
B. Daerah Pelayaran Samudra Terbatas.....	1-2
C. Kapal untuk Penggunaan Khusus	1-2
D. Aksesibilitas	1-2
E. Stabilitas	1-2
F. <i>Getaran dan Kebisingan</i>	1-4
G. Dokumen Untuk Persetujuan.....	1-4
H. Definisi	1-7
J. Konvensi dan Kode Internasional.....	1-11
K. Toleransi Pembulatan	1-11
L. Regulasi dari Pemerintah Negara Bendera	1-11
M. Program Komputer	1-12
N. Kecakapan Pengerjaan.....	1-13
Bab 2 Material.....	2-1
A. Umum	2-1
B. Baja Struktur Lambung untuk Pelat dan Profil	2-1
C. Baja Tempa dan Baja Tuang.....	2-9
D. Paduan Aluminium.....	2-9
E. Baja Austenitik	2-10
Bab 3 Prinsip Desain.....	3-1
A. Umum	3-1
B. Flens Atas dan Bawah Konstruksi Lambung Kapal	3-2
C. Panjang Tidak Ditumpu	3-3
D. Sambungan Ujung.....	3-4
E. Lebar Efektif Pelat.....	3-6
F. Pembuktian Kekuatan Bukling	3-6
G. Kekakuan Pelintang dan Penumpu	3-19
H. Detail Struktur.....	3-20
J. Evaluasi Tegangan Takik.....	3-24
K. Penambahan Korosi	3-26
L. Tegangan Tambahan pada Penampang Asimetris	3-27
M. Pengujian Kompartemen Kedap air dan Kedap cuaca	3-28
Bab 4 Beban Desain	4-1
A. Umum, Definisi	4-1
B. Beban Laut Eksternal	4-2
C. Beban Muatan, Beban pada Geladak Akomodasi	4-7
D. Beban pada Struktur Tangki.....	4-8
E. Desain Nilai Komponen Percepatan.....	4-11
Bab 5 Kekuatan Memanjang	5-1
A. Umum	5-1

B.	Beban-beban pada Lambung Kapal.....	5–8
C.	Modulus penampang, Momen Inersia, Kekuatan Geser dan Bukling	5–14
D.	Tegangan Desain	5–24
E.	Beban Air Tenang Izin	5–29
F.	Nilai Pedoman untuk Geladak dengan Bukaan Besar.....	5–32
Bab 6	Pelat Kulit	6–1
A.	Umum, Definisi	6–1
B.	Pelat Alas.....	6–2
C.	Pelat Kulit Sisi.....	6–5
D.	Pelat Sisi Bangunan Atas	6–7
E.	Penguatan Alas Depan	6–7
F.	Penguatan di daerah Baling-baling dan Braket Poros Baling-baling, Lunas Bilga	6–8
G.	Bukaan di Pelat Kulit	6–9
H.	Pintu Haluan dan Pintu Dalam	6–10
J.	Pintu Lambung Sisi dan Pintu Buritan	6–22
K.	Kubu-kubu.....	6–25
Bab 7	Geladak	7–1
A.	Geladak Kekuatan	7–1
B.	Geladak Bawah.....	7–8
C.	Helidek dan Luas Area Pendaratan Helikopter.....	7–10
Bab 8	Struktur Alas	8–1
A.	Alas Tunggal	8–1
B.	Alas Ganda	8–3
C.	Struktur Alas di Ruang Mesin disekitar Perangkat Penggerak Utama	8–12
D.	Pendorong Melintang	8–15
E.	Perhitungan Pengedokan	8–17
Bab 9	Sistem Gading	9–1
A.	Gading Melintang.....	9–1
B.	Pembujur Alas, Sisi dan Geladak, Pelintang Sisi	9–8
Bab 10	Balok Geladak dan Penumpu Konstruksi Geladak	10–1
A.	Umum	10–1
B.	Balok dan Penumpu Geladak	10–2
C.	Pilar	10–4
D.	Kantilever	10–5
E.	Penumpu Lubang Palka dan Penumpu yang Merupakan Bagian dari Konstruksi Memanjang Kapal	10–6
Bab 11	Sekat Kedap Air	11–1
A.	Umum	11–1
B.	Ukuran Konstruksi.....	11–5
C.	Terowongan Poros	11–10
Bab 12	Struktur Tangki	12–1
A.	Umum	12–1
B.	Ukuran Konstruksi.....	12–6
C.	Tangki dengan Panjang atau Lebar yang Besar	12–11
D.	Tangki Minyak Nabati.....	12–12
E.	Tangki Lepas.....	12–12
F.	Tangki Air Minum.....	12–13
G.	Sekat Berlubang	12–13

H.	Tangki Bahan Bakar dan Minyak Pelumas pada Alas Ganda	12–14
Bab 13	Konstruksi Linggi Haluan dan Linggi Buritan	13–1
A.	Definisi	13–1
B.	Linggi Haluan	13–1
C.	Linggi Buritan	13–2
D.	Braket Baling-Baling	13–10
E.	Tabung Buritan Elastis	13–11
Bab 14	Kemudi dan Instalasi Olah Gerak	14–1
A.	Umum	14–1
B.	Gaya Kemudi dan Momen Torsi	14–5
C.	Ukuran Konstruksi Tongkat Kemudi	14–8
D.	Kopling Kemudi	14–17
E.	Badan Kemudi, Bantalan Kemudi	14–24
F.	Desain Momen Luluh Tongkat Kemudi	14–32
G.	Penahan, Alat Pengunci	14–32
H.	Tabung Baling-baling	14–33
J.	Perangkat untuk Meningkatkan Efisiensi Propulsi	14–34
K.	Sirip Penstabil	14–35
L.	Kesetaraan	14–35
Bab 15	Penguatan untuk Pelayaran di Es	15–1
A.	Umum	15–1
B.	Persyaratan untuk Notasi ES1 – ES4	15–8
C.	Persyaratan untuk Notasi Klas ES	15–21
Bab 16	Bangunan Atas dan Rumah Geladak	16–1
A.	Umum	16–1
B.	Pelat Sisi dan Geladak Bangunan Atas Tidak Efektif	16–3
C.	Sekat Ujung Bangunan Atas dan Dinding Rumah Geladak	16–4
D.	Geladak dari Rumah Geladak Pendek	16–7
E.	Dudukan Elastis Rumah Geladak	16–7
F.	Pemecah Ombak	16–11
Bab 17	Lubang Palka Muatan	17–1
A.	Umum	17–1
B.	Tutup Palka	17–4
C.	Ambang dan Penumpu Tutup Palka	17–22
D.	Bukaan Kecil dan Palka	17–25
E.	Lubang Palka Ruang Mesin dan Ketel	17–30
F.	Pengaturan Pengaman Tutup Palka muatan untuk Kapal Curah yang tidak Dibangun sesuai dengan UR S21 (Rev.3)	17–31
Bab 18	Perlengkapan	18–1
A.	Umum	18–1
B.	Angka Perlengkapan	18–4
C.	Jangkar	18–6
D.	Kabel Rantai	18–9
E.	Bak Rantai	18–11
F.	Perlengkapan Tambat	18–12
G.	Perlengkapan Tarik	18–20
H.	Pengaturan tambat dan tarik	18–24
J.	Pendukung struktur lambung mesin jangkar dan penahan rantai jangkar	18–26

Bab 19	Sambungan Las.....	19-1
A.	Umum	19-1
B.	Desain	19-2
C.	Analisa Tegangan	19-17
Bab 20	Kekuatan Lelah	20-1
A.	Umum	20-1
B.	Analisa Kekuatan Lelah untuk Tepi Pelat Bebas dan Sambungan Las dengan menggunakan Klasifikasi Detail.....	20-6
C.	Analisa Kekuatan Lelah untuk Sambungan Las Berdasarkan pada Tegangan Lokal	20-12
Bab 21	Perlengkapan Lambung	21-1
A.	Umum	21-1
B.	Sekat Pemisah	21-1
C.	Papan Pelapis	21-2
D.	Jendela Bundar, Jendela dan Jendela Cahaya	21-3
E.	Perlengkapan Kulit Sisi, Lubang Pembuangan dan Lubang Pembebasan	21-6
F.	Pipa Udara, Pipa Limpah, Pipa Duga	21-12
G.	Ventilator	21-15
H.	Pemuatan Kontainer	21-17
J.	Perencanaan Pengikatan.....	21-18
K.	Geladak Kendaraan	21-18
L.	Peralatan Keselamatan Jiwa.....	21-20
M.	Tiang Sinyal dan Radar	21-20
N.	Peralatan Bongkar Muat dan Angkat	21-22
O.	Akses ke Daerah Muatan dari Kapal Tangki Minyak dan Kapal Curah.....	21-23
P.	Akses ke Kapal.....	21-25
Q.	Perlindungan Awak Kapal.....	21-25
R.	Sarana Aman untuk Jalan Awak Kapal.....	21-26
S.	Pintu.....	21-27
T.	Bukaan Ruang Permesinan.....	21-28
Bab 22	Perlindungan Konstruksi Terhadap Kebakaran.....	22-1
A.	Umum	22-1
B.	Kapal Penumpang yang Membawa lebih dari 36 Penumpang	22-2
C.	Kapal Penumpang yang Membawa tidak lebih dari 36 Penumpang	22-26
D.	Kapal Penumpang dengan 3 atau lebih Zona Vertikal Utama atau dengan Panjang Garis Muat 120 m atau lebih.....	22-45
E.	Kapal Barang 500 GT atau lebih	22-46
F.	Kapal Tangki Minyak 500 GT atau lebih	22-59
G.	Geladak Helikopter	22-63
Bab 23	Kapal Curah, Kapal Bijih Tambang, dan Kapal dengan Penguantan untuk Muatan Curah dan Muatan Berat	23-1
A.	Penguantan untuk Muatan Curah dan Muatan Berat.....	23-1
B.	Kapal Curah	23-2
C.	Kapal Bijih Tambang.....	23-12
D.	Beban Izin pada Ruang Muat Mempertimbangkan Kebocoran	23-13
E.	Evaluasi Ukuran Konstruksi Sekat Melintang Bergelombang Kedap Air pada Kapal Curah Dengan Mempertimbangkan Ruang Muat Bocor	23-18
F.	Desain Kondisi Pemuatan untuk notasi BC-A, BC-B dan BC-C	23-31
G.	Pemasangan Akil pada Kapal Curah, Kapal Bijih Tambang dan Kapal Muatan Kombinasi.....	23-31
H.	Pengangkutan Gulungan Baja di Kapal Barang Kering Serbaguna.....	23-32

J.	Evaluasi Ukuran Konstruksi Sekat Melintang Kedap Air Bergelombang antara Ruang muat No. 1 dan 2, dengan Ruang muat No. 1 bocor, untuk Kapal Curah yang sudah jadi.....	23–36
K.	Evaluasi pemuatan ruang muat yang diizinkan pada ruang muat No.1 dengan ruang muat No.1 bocor untuk Kapal curah yang sudah jadi.....	23–41
L.	Kriteria pembaharuan untuk gading kulit sisi dan braket di Kapal Curah Kulit Sisi Tunggal dan Kapal OBO Kulit Sisi Tunggal yang tidak dibangun sesuai dengan UR S21 Rev.1 atau revisi selanjutnya ..	23–43
Bab 24	Kapal Tangki Minyak.....	24–1
A.	Umum	24–1
B.	Kekuatan Penumpu dan Pelintang di Daerah Tangki Muatan.....	24–15
C.	Sekat Memanjang dan Sekat Melintang Kedap Minyak.....	24–18
D.	Sekat Berlubang	24–19
E.	Palka	24–19
F.	Detail Struktur pada Ujung-Ujung Kapal	24–19
G.	Kapal untuk Mengangkut Muatan Kering atau Minyak dalam Bentuk Curah	24–22
H.	Kapal Tangki Kecil.....	24–23
J.	Daftar Produk 1.....	24–25
K.	Daftar Produk 2.....	24–26
L.	Persyaratan Tambahan untuk Kapal Tangki dengan Operasi Penjemputan	24–28
Bab 25	Kapal Pengangkut Bahan Kimia Berbahaya dalam Bentuk Curah	25–1
Bab 26	Kapal Pengangkut Gas Cair dalam Bentuk Curah	26–1
Bab 27	Kapal Tunda.....	27–1
A.	Umum	27–1
B.	Struktur Lambung	27–2
C.	Peralatan Tarik/ Perencanaan Tarik.....	27–4
D.	Instalasi Penggerak Kemudi/Perencanaan Kemudi.....	27–13
E.	Perlengkapan Jangkar/Tambat	27–14
F.	Integritas Kedap Cuaca dan Stabilitas	27–14
G.	Rute Penyelamatan Darurat dan Tindakan Keselamatan.....	27–15
H.	Persyaratan tambahan untuk Kapal Tunda Pengiring Aktif.....	27–16
Bab 28	Kapal Panangkap Ikan.....	28–1
Bab 29	Kapal Penumpang dan Kapal Penggunaan Khusus	29–1
I.	Kapal Penumpang.....	29–1
A.	Umum	29–1
B.	Dokumen untuk Persetujuan	29–2
C.	Subdivisi Kedap Air.....	29–2
D.	Alas Ganda	29–2
E.	Bangunan Atas	29–2
F.	Bukaan pada Pelat Kulit	29–2
G.	Material untuk Tutup Bukaan	29–3
H.	Perencanaan Kebocoran Silang.....	29–3
J.	Saluran Pipa	29–3
K.	Jendela Bundar dan Jendela	29–4
II.	Kapal Penggunaan Khusus	29–4
A.	Umum	29–4
B.	Dokumen untuk Persetujuan	29–5
Bab 30	Kapal untuk Perairan Dangkal yang Terlindung.....	30–1

A.	Umum	30-1
B.	Pelat Kulit	30-1
C.	Sekat Kedap Air dan Sekat Tangki	30-1
D.	Bukaan Geladak	30-2
E.	Perlengkapan	30-3
Bab 31	Tongkang dan Ponton.....	31-1
A.	Umum	31-1
B.	Kekuatan Memanjang	31-2
C.	Sekat Kedap Air dan Sekat Tangki	31-2
D.	Detail Konstruksi pada Ujung-Ujung	31-3
E.	Kemudi	31-3
F.	Alat Pendorong dan Penarik, Komponen Penghubung	31-3
G.	Perlengkapan	31-4
Bab 32	Kapal Keruk.....	32-1
A.	Umum	32-1
B.	Dokumen untuk Persetujuan	32-2
C.	Ukuran Utama.....	32-2
D.	Kekuatan Memanjang	32-2
E.	Pelat Kulit	32-3
F.	Geladak	32-3
G.	Konstruksi Alas	32-3
H.	Konstruksi Hopper dan Sumur	32-5
J.	Lunas Kotak	32-6
K.	Linggi Buritan dan Kemudi	32-7
L.	Kubu-Kubu, Perencanaan Sistem Limpah	32-7
M.	Tongkang Bongkar Muat Sendiri	32-8
N.	Perlengkapan	32-9
Bab 33	Peraturan Khusus Dok Terapung.....	33-1
Bab 34	Kapal Suplai	34-1
A.	Umum	34-1
B.	Pelat Kulit, Gading-Gading	34-1
C.	Geladak Cuaca	34-2
D.	Bangunan Atas dan Rumah Geladak	34-2
E.	Akses ke Ruangan.....	34-3
F.	Perlengkapan	34-3
Bab 35	Penguatan Terhadap Tubrukan.....	35-1
A.	Umum	35-1
B.	Perhitungan Energi Deformasi	35-2
C.	Perhitungan Kecepatan Kritis	35-4
Bab 36	Subdivisi dan Stabilitas	36-1
A.	Umum	36-1
B.	Stabilitas Utuh.....	36-4
C.	Stabilitas Bocor	36-5
D.	Alas Ganda	36-8
F.	Bukaan Eksternal.....	36-10
G.	Bukaan pada pelat kulit dibawah geladak sekat kapal penumpang dan geladak lambung timbul kapal barang	36-11
H.	Perencanaan Kebocoran-Silang	36-13

Bab 37 Persyaratan Khusus Survei Bawah Air.....	37-1
A. Umum	37-1
B. Pengaturan Khusus untuk Survei Bawah Air	37-1
C. Dokumen untuk Persetujuan, Percobaan	37-2
Bab 38 Perlindungan Korosi	38-1
A. Umum	38-1
B. Cat Dasar.....	38-1
C. Ruang Berongga.....	38-2
D. Kombinasi Material.....	38-2
E. Periode Pelepasan Perlengkapan dan Sandar.....	38-2
F. Perlindungan Korosi Tangki Air Balas.....	38-2
G. Perlindungan Korosi Ruang Muat	38-3
H. Perlindungan Korosi Lambung Kapal Dibawah Air	38-3
J. Perlindungan Korosi Tangki Muat Minyak pada Kapal Tangki Minyak Mentah.....	38-4
Bab 39 Persyaratan untuk Penggunaan Pelat Baja yang Sangat Tebal di Kapal Kontainer	39-1
A. Umum	39-1
B. Uji Tidak Merusak (NDT) selama pembangunan (Langkah No.1 dari Tabel 39.2)	39-2
C. NDT berkala setelah penyerahan (Langkah No.2 dari Tabel 39.2)	39-3
D. Desain penahan retak getas (Langkah No 3, 4 dan 5 dari Tabel 39.2)	39-3
E. Langkah-langkah untuk Pelat Baja Sangat Tebal.....	39-6
Lampiran 1 Pedoman kondisi pemuatan balas kapal barang terkait tangki balas yang terisi sebagian....	A1-1
A. Umum	A1-1
B. Kasus A dan B.....	A1-1
C. Kasus C – Kapal pembawa bijih tambang konvensional (dengan pengaturan TAB biasa) dengan dua pasang tangki air balas yang terisi sebagian	A1-7
Lampiran 2 Definisi dan Istilah	A2-1
A. Definisi	A2-1
B. Istilah	A2-1

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 1 Definisi, Umum

A.	Validitas, Kesetaraan.....	1-1
B.	Daerah Pelayaran Samudra Terbatas.....	1-2
C.	Kapal untuk Penggunaan Khusus	1-2
D.	Aksesibilitas	1-2
E.	Stabilitas	1-2
F.	<i>Getaran dan Kebisingan</i>	1-4
G.	Dokumen Untuk Persetujuan.....	1-4
H.	Definisi.....	1-7
J.	Konvensi dan Kode Internasional.....	1-11
K.	Toleransi Pembulatan	1-11
L.	Regulasi dari Pemerintah Nasional	1-11
M.	Program Komputer	1-12
N.	Kecakapan Pengerjaan.....	1-13

Catatan:

Paragraf yang dicetak miring umumnya berupa catatan dan rekomendasi yang bukan merupakan bagian dari aturan Klasifikasi.

A. Validitas, Kesetaraan

1. Peraturan ini berlaku untuk kapal samudra yang terbuat dari baja dengan Notasi Klas **A 100** yang memiliki rasio lebar dan tinggi dalam batas yang umum untuk kapal samudra dan memiliki **H** yang tidak kurang dari:

- **L/16** untuk daerah pelayaran samudra tidak terbatas dan **P** (pelayaran samudra terbatas)
- **L/18** untuk **L** (pelayaran pantai)
- **L/19** untuk **T** (pelayaran perairan yang terlindung).

Tinggi yang lebih kecil dapat disetujui jika dibuktikan adanya kekuatan, kekakuan dan keselamatan kapal yang setara.

Desain struktur lambung Kapal Curah panjang $L \geq 90$ m dan Kapal Tangki Minyak Lambung dengan panjang $L \geq 150$ m yang kontrak pembangunannya pada atau setelah 1 Juli 2015 dengan pelayaran samudra tidak terbatas, harus dilaksanakan berdasarkan [Rules for Bulk Carriers and Oil Tankers \(Pt.1, Vol.XVII\)](#).

Untuk Kapal Curah dan Kapal Tangki Minyak Lambung Ganda yang tidak termasuk dalam paragraf di atas masing-masing akan mengikuti persyaratan dalam [Bab 23](#) dan [Bab 24](#).

Desain struktur lambung Kapal Kontainer atau kapal-kapal yang diperuntukkan utamanya untuk membawa muatan dengan panjang $L \geq 90$ m dan dioperasikan untuk pelayaran samudra tidak terbatas, yang kontrak pembangunannya pada atau setelah 1 Juli 2016, harus dilaksanakan berdasarkan [Rules for Containerships \(Pt.1, Vol.XVIII\)](#).

2. Kapal-kapal yang tipe, perlengkapan atau beberapa bagianya tidak sesuai terhadap Peraturan Konstruksi dapat diklasikan jika bagian-bagian struktur atau perlengkapannya terbukti setara dengan yang dipersyaratkan BKI untuk Notasi Klas yang dimaksud.

3. Untuk Karakter Klas dan Notasi Klas lihat [Guidance for Class Notations \(Pt.0, Vol.B\)](#).

4. Untuk kapal-kapal yang sesuai untuk survei bawah air akan disematkan Notasi Klas “IW”, persyaratan [Bab 37](#), harus ditaati.

5. Notasi Klas Tambahan untuk kapal yang memenuhi analisa kekuatan yang diperluas

RSD Analisa ruang muat yang dilakukan oleh desainer dan diperiksa oleh BKI

RSD (F25) Analisa kelelahan berdasarkan beban siklis $6,25 \cdot 10^7$ pada Spektrum Atlantik Utara yang dilakukan oleh BKI

RSD (F30) Analisa kelelahan berdasarkan beban siklis $7,5 \cdot 10^7$ pada Spektrum Atlantik Utara yang dilakukan oleh BKI

Penilaian kelelahan dilakukan untuk seluruh sudut bukaan palka pada setiap level/tingkat geladak, gading-gading membujur dan las tumpul dari pelat geladak dan pelat kulit sisi (jika ada).

RSD (ACM) Penambahan Marjin korosi sesuai dengan daftar rincian dalam dokumen/berkas teknis. Analisis dilakukan oleh BKI.

RSD (GFE) Analisis global dengan metode elemen hingga yang dilakukan sesuai dengan [Guidelines for Global Strength Analysis of Container Ships \(Pt.1, Vol.6\)](#).

B. Daerah Pelayaran Samudra Terbatas

1. Untuk menentukan ukuran konstruksi struktur memanjang dan melintang kapal yang dimaksudkan untuk beroperasi dalam salah satu daerah pelayaran samudra terbatas P, L dan T, beban dinamis dapat dikurangi sebagaimana ditentukan dalam [Bab 4 dan 5](#).

2. Untuk definisi dari daerah pelayaran samudra terbatas P, L dan T lihat [Guidance for Class Notations \(Pt.0, Vol.B\), Table 1.4](#).

3. Untuk Kapal-kapal dengan daerah pelayaran hanya di perairan domestik Indonesia maka [Peraturan Kapal Domestik \(Bag.8, Vol.I\)](#) dapat diterapkan.

C. Kapal untuk Penggunaan Khusus

Bila sebuah kapal dirancang untuk membawa muatan khusus (misalnya kayu gelondongan) yang pemuatan, penyimpanan dan pembongkarannya menyebabkan tegangan konstruksi yang signifikan di daerah ruang muat, maka struktur-struktur tersebut harus diperiksa kemampuannya dalam menahan beban-beban tersebut.

D. Aksesibilitas

1. Semua bagian lambung harus dapat diakses untuk survei dan pemeliharaan.

2. Untuk akses yang aman ke daerah muatan di Kapal Tangki Minyak dan Kapal Curah lihat [Bab 21, O](#).

E. Stabilitas

1. Umum

Kapal dengan panjang 24 m keatas hanya akan disematkan tanda Klasnya setelah menunjukkan bahwa stabilitas utuhnya cukup untuk daerah pelayaran yang dimaksud.

Stabilitas utuh yang cukup berarti memenuhi standar yang ditetapkan oleh pihak Pemerintah yang berwenang. Jika diharuskan karena alasan khusus, BKI memiliki kewenangan untuk menyimpang dari hal ini dengan mempertimbangkan ukuran dan jenis kapal. Dalam kondisi apapun, tingkat stabilitas utuh untuk kapal dari semua ukuran tidak boleh kurang dari yang dipersyaratkan oleh Resolusi IMO 267(85) (Adopsi dari International Code on Intact Stability, 2008 (2008 IS Code)), kecuali pembatasan operasional khusus yang termuat dalam Notasi Klas memungkinkan hal ini.

Part B, Chapter 2.3 dari Resolusi di atas hanya akan diperhitungkan dengan saran khusus dari pihak Pemerintah yang berwenang.

Namun demikian, buku informasi stabilitas awal yang disetujui oleh Klas sebagai pengganti buku informasi stabilitas akhir dapat disediakan di atas kapal untuk jangka waktu tertentu.

Perhatian khusus harus diberikan pada efek permukaan bebas cairan dalam tangki yang terisi sebagian. Tindakan pencegahan khusus harus diambil untuk tangki-tangki yang disebabkan geometrinya, mungkin mempunyai momen permukaan bebas yang berlebihan, sehingga membahayakan stabilitas awal kapal, misalnya tangki-tangki pada alas ganda yang membentang dari sisi ke sisi. Pada umumnya konstruksi tangki-tangki yang demikian harus dihindari.

Bukti persetujuan dari pihak Pemerintah yang berwenang dapat dipertimbangkan untuk keperluan Klasifikasi.

Ketentuan diatas tidak mempengaruhi setiap persyaratan stabilitas utuh yang dihasilkan dari perhitungan stabilitas kebocoran, misalnya untuk kapal yang akan disematkan simbol .

2. Kapal dengan pembuktian stabilitas kebocoran

2.1 Apabila Pemerintah Negara Bendera dan semua Konvensi dan Kode Internasional yang wajib berlaku (termasuk amandemennya) mensyaratkan kapal untuk memenuhi persyaratan stabilitas kebocoran, maka perhitungan stabilitas kebocoran harus dibuktikan¹.

2.2 Persyaratan stabilitas kebocoran akan di tentukan di [Bab 36, C](#) dan kapal-kapal yang telah dibuktikan stabilitas kebocoran akan di sematkan simbol .

2.3 Pemerintah Negara Bendera dapat memberikan pembebasan terhadap persyaratan kapal individu atau kapal yang diklasikan pada Negara Bendera yang jalur pelayarannya tidak lebih dari 20 nautikal miles dari daratan terdekat. Pembebasan tersebut akan diberikan jika kapal tersebut dipertimbangkan sifat dan kondisi pelayarannya terlindung sedemikian rupa sehingga pemberlakuan persyaratan stabilitas kebocoran tidak perlu.

(SOLAS Ch.II-1, Regulation 1.4)

3. Perangkat anti oleng

3.1 Jika tangki digunakan sebagai peralatan anti oleng, maka pengaruh momen tangki maksimum yang mungkin pada stabilitas-utuh harus diperiksa. Pembuktian masing-masing harus dilakukan untuk beberapa sarat dan mengambil titik berat maksimum yang diizinkan yang diperoleh dari kurva batas stabilitas sebagai dasar. Umumnya sudut oleng tidak boleh lebih dari 10°.

3.2 Bila kapal oleng lebih dari 10°, maka [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\)](#), Sec. 11, P.1.4 harus dipenuhi.

3.3 Semua perangkat harus memenuhi [Rules for Electrical Installations \(Pt.1, Vol.IV\)](#) Sec. 7, G.

¹ Untuk kapal – kapal yang hanya berlayar di perairan domestik Indonesia, jika dipersyaratkan maka persyaratan stabilitas kebocoran harus memenuhi regulasi Pemerintah Republik Indonesia.

F. Getaran dan Kebisingan

1. Getaran Mekanis

Kondisi operasi yang paling sering dialami sejauh mungkin harus bebas dari getaran resonansi dari lambung kapal dan masing-masing komponen struktur. Oleh karena itu, gaya eksitasi yang berasal dari sistem penggerak dan fluktuasi tekanan sejauh mungkin agar dibatasi. Disamping pemilihan unit penggerak, perhatian khusus harus diberikan pada bentuk kapal termasuk linggi buritan, dan juga meminimalkan kemungkinan kavitasasi. Pada pembentukan haluan pada kapal besar, pertimbangan harus diberikan untuk membatasi eksitasi dari gelombang laut. Sejauh beban kritis tidak dapat dihilangkan, maka langkah-langkah yang sesuai harus diambil berdasarkan investigasi teoritis pada tahap desain awal. Masalah kelelahan harus dimasukkan dalam pertimbangan. Untuk instalasi mesin, peralatan dan instalasi lainnya, sejauh mungkin tingkat getaran agar dijaga berada dibawah persyaratan yang ditentukan dalam Rules for Machinery Installations (Pt.1, Vol.III) Sec. 1.

Evaluasi getaran di area akomodasi dan kerja harus mengikuti ISO 6954 kecuali peraturan nasional atau internasional atau standar lainnya diwajibkan. Disarankan untuk menggunakan kurva transisi yang lebih rendah dari ISO 6954 sebagai kriteria untuk desain, sedangkan kurva atas dapat digunakan untuk evaluasi pengukuran getaran.

2. Kebisingan

Harus diambil tindakan pencegahan yang tepat untuk membatasi kebisingan serendah mungkin khususnya pada ruangan awak kapal, ruang kerja, akomodasi penumpang dan lain-lain.

Jika ada, perlu diperhatikan regulasi tentang pembatasan tingkat kebisingan dari Pemerintah Negara Bendera kapal didaftarkan.

G. Dokumen Untuk Persetujuan

1. Untuk menjamin kesesuaian dengan Peraturan, maka dokumen dan gambar berikut harus dikirimkan dalam bentuk dokumen elektronik² yang menunjukkan susunan dan ukuran bagian-bagian konstruksi :

1.1 Penampang Tengah Kapal

Gambar penampang melintang (penampang tengah kapal, atau penampang sejenis lainnya) harus berisi semua data yang diperlukan dari ukuran konstruksi memanjang dan melintang lambung dan juga detail dari perlengkapan jangkar dan tambat.

1.2 Penampang memanjang

Gambar penampang memanjang harus berisi semua detail data yang diperlukan dari ukuran konstruksi memanjang dan melintang struktur lambung dan lokasi sekat kedap air dan susunan struktur penguatan geladak dari bangunan atas dan rumah geladak dan juga struktur penguat dari tiang muat, crane dan lain-lain.

1.3 Geladak

Gambar geladak menunjukkan ukuran struktur geladak, panjang dan lebar lubang palka, bukaan di atas kamar mesin dan kamar boiler, dan bukaan geladak lainnya. Pada setiap geladak, harus dinyatakan beban

² Detail daftar dokumen elektronik yang perlu dikirimkan untuk persetujuan akan diberikan berdasarkan permintaan

geladak yang disebabkan oleh muatan sebagai dasar dalam menentukan ukuran geladak dan penguatnya. Selain itu, detail beban-beban yang mungkin disebabkan oleh truk forklif, dan peti kemas harus disebutkan.

1.4 Kulit

Gambar bukaan kulit, yang berisi detail lengkap tentang lokasi dan ukuran bukaan dan gambar kotak katup laut.

1.5 Penguatan es

Gambar-gambar yang tercantum dalam [1.1-1.4](#), [1.6](#), [1.7](#) dan [1.9](#) memuat semua detail yang diperlukan untuk penguatan untuk pelayaran di es.

1.6 Sekat

Gambar-gambar sekat melintang, memanjang dan sekat pemisah (berlubang) dan semua batas tangki, dengan detail berat jenis cairan, tinggi pipa limpah, dan tekanan kerja dari katup pelepas tekanan hampa (jika ada).

1.7 Struktur Alas

1.7.1 Gambar-gambar alas tunggal dan ganda yang menunjukkan perencanaan penumpu memanjang dan melintang dan juga pembagian ruangan kedap air dan kedap minyak dari alas ganda. Untuk Kapal Curah dan Kapal Pengangkut Bijih Tambang, data beban maksimum pada alas dalam agar disebutkan.

1.7.2 Rencana pengedokan dan perhitungan pengedokan mengacu pada [Bab 8, E.](#) agar dimasukkan sebagai informasi.

1.8 Dudukan Mesin dan boiler

Gambar-gambar dudukan mesin dan boiler, struktur alas di bawah dudukan dan struktur melintang dalam kamar mesin, dengan detail pengikatan pelat pondasi mesin dengan dudukan, dan juga jenis dan daya mesin.

1.9 Linggi haluan dan buritan, dan kemudi

Gambar-gambar linggi haluan dan buritan, kemudi, termasuk elemen tumpuan kemudi. Gambar-gambar kemudi harus berisi detail kecepatan kapal, material bantalan yang digunakan, dan penguatan untuk pelayaran di es.

Gambar penyangga baling-baling dan tempat keluar poros.

1.10 Lubang palka

Gambar-gambar konstruksi palka dan penutup palka.

Gambar-gambar ambang palka harus memuat semua detail, misalnya: alas bantalan dengan semua detail yang relevan mengenai beban-beban dan substruktur-substrukturnya, termasuk potongan lubang untuk pemasangan peralatan seperti penahan, peralatan pengaman dll. yang diperlukan untuk pengoperasian palka.

Perencanaan struktur dari stay dan penegar serta substrukturnya harus diperlihatkan.

1.11 Kekuatan Memanjang

Semua dokumen yang diperlukan untuk perhitungan momen bending, gaya geser dan, jika perlu momen torsi. Hal ini termasuk distribusi beban untuk kondisi pembebasan yang direncanakan dan distribusi modulus penampang dan modulus inersia sepanjang kapal.

Informasi petunjuk pemuatan sesuai dengan [Bab 5, A.4](#).

1.12 Material

Gambar-gambar yang disebutkan dalam [1.1 - 1.10](#) dan [1.15](#) harus berisi detail-detail tentang material lambung (mis: kelas mutu baja struktur lambung, standar dan nomor material). Jika menggunakan baja dengan tegangan tarik yang tinggi atau material selain baja dari struktur lambung biasa, gambar-gambar untuk kemungkinan perbaikan harus ditempatkan di atas kapal.

1.13 Sambungan las

Daftar gambar dalam [1.1 - 1.10](#) dan [1.15](#) harus berisi detail sambungan las, misalnya: bentuk las, ukuran dan kualitas las. Data yang relevan terkait pembuatan dan pengujian sambungan las lihat [Rules for Welding \(Pt.1, Vol.VI\)](#).

1.14 Peralatan pengikatan dan penyimpanan (*stowage*)

Gambar-gambar berisi detail-detail terkait penyimpanan dan pengikatan muatan (mis: peti kemas, kendaraan di atas geladak)

Di dalam gambar letak sambungan dan sub-struktur yang sesuai di kapal harus ditunjukkan secara detail.

1.15 Substruktur

Gambar-gambar sub-struktur di bawah mesin kemudi, mesin jangkar dan penahan rantai jangkar dan juga tiang muatan dan dewi-dewi sekoci bersama dengan detail beban-beban yang disalurkan ke elemen struktur.

1.16 Kondisi penutupan

Untuk memeriksa kondisi penutupan, detail-detail peralatan penutup dari semua bukaan pada geladak terbuka di posisi 1 dan 2 berdasarkan ICLL dan pada kulit kapal, yaitu lubang palka, pintu muatan, pintu, jendela dan jendela bundar, ventilator, bukaan bangunan atas, lubang orang, saluran saniter dan lubang pembuangan.

1.17 Keutuhan kedap air

Gambar-gambar berisi subdivisi utama dan lokal bagian dalam lambung. Informasi mengenai perencanaan sekat kedap air memanjang dan melintang, jalan masuk ruang muat, saluran ventilasi udara, perencanaan titik pemberaman dan kebocoran silang.

1.18 Stabilitas utuh

Analisa tes kemiringan dilakukan setelah menyelesaikan pembangunan baru dan/atau konversi, untuk menentukan data kapal kosong.

Informasi stabilitas utuh yang berisi semua informasi yang diperlukan untuk perhitungan stabilitas dalam berbagai kondisi pemuatan. Untuk penetapan awal dari klas bangunan baru, data pendahuluan dapat disetujui.

1.19 Stabilitas bocor

Informasi Stabilitas bocor berisi semua informasi yang diperlukan untuk menetapkan kondisi yang jelas untuk stabilitas utuh

Perencanaan kontrol kebocoran dengan detail-detail pada pembagian ruangan kedap air, bukaan yang mudah ditutup di sekat kedap air, serta perencanaan kebocoran silang dan bukaan-bukaan pembuangan.

1.20 Struktur perlindungan kebakaran

Sebagai tambahan terhadap rencana kontrol kebakaran dan keselamatan serta gambar-gambar perencanaan pemisah (insulasi, pemisah-A, -B dan C) termasuk informasi nomor persetujuan BKI.

Gambar-gambar instalasi penyejuk udara dan ventilasi

1.21 Informasi khusus untuk pemeriksaan

1.21.1 Kapal-kapal yang dibangun untuk tujuan khusus, gambar-gambar dan informasi dari bagian-bagian yang pemeriksaannya diperlukan untuk menilai kekuatan dan keselamatan kapal.

1.20.2 Dokumen-dokumen tambahan dan gambar dapat disyaratkan, jika dianggap perlu.

1.20.3 Setiap penyimpangan dari gambar yang telah disetujui harus mendapat persetujuan sebelum pekerjaan dimulai.

H. Definisi

1. Umum

Kecuali disebutkan sebaliknya, ukuran sesuai dengan [2.](#) dan [3.](#) harus disisipkan [m] ke dalam formula yang dinyatakan dalam Bab-Bab selanjutnya.

2. Ukuran utama

2.1 Panjang L

Panjang (*rule length*) L adalah jarak dalam meter yang diukur pada garis air di sarat ukuran konstruksi dari sisi depan linggi haluan sampai ke sisi belakang linggi kemudi, atau garis sumbu tongkat kemudi jika tidak ada linggi kemudi. L tidak boleh kurang dari 96% dan tidak boleh lebih dari 97% panjang ekstrim pada garis air di sarat ukuran konstruksi.

Pada kapal-kapal tanpa tongkat kemudi (misalnya: kapal-kapal yang dilengkapi dengan pendorong azimut), panjang harus diambil sama dengan 97% panjang ekstrim pada garis air di sarat ukuran konstruksi.

Pada kapal yang bentuk buritan dan haluannya tidak lazim, panjang L akan dipertimbangkan secara khusus

(IACS UR S2.1)

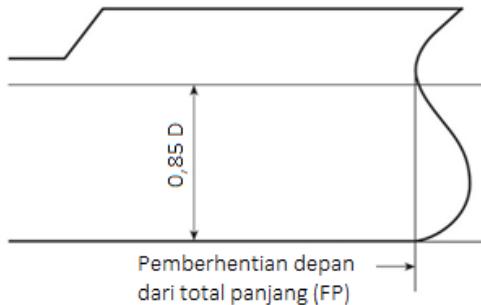
2.2 Panjang L_c

Panjang L_c harus diambil sebesar 96% dari total panjang garis air pada 85% tinggi tanpa kulit yang paling rendah H_c yang diukur dari bagian atas lunas, atau panjang dari sisi depan haluan ke sumbu tongkat kemudi di garis air tersebut, jika itu lebih besar. Pada kapal-kapal yang didesain dengan lunas miring, garis air tempat pengukuran panjang ini harus paralel dengan garis air yang didesain.

Untuk kapal-kapal tanpa tongkat kemudi, panjang L_c harus diambil sebesar 96% garis air pada 85% tinggi tanpa kulit paling rendah.

Jika bentuk haluan cekung di atas garis air pada 85% tinggi tanpa kulit paling rendah, baik pada masing-masing pemberhentian depan dari panjang total dan sisi depan dari linggi haluan harus diambil pada proyeksi vertikal ke garis air pada titik paling belakang dari kontur linggi haluan (di atas garis air tersebut) (lihat [Gambar 1.1](#)).

(ICLL Annex I, Ch. I, 3(1); MARPOL 73/78 Annex 1, 1.19; IBC Code 1.3.19 and IGC Code 1.2.23)



Gambar. 1.1 Panjang L_c pada kasus kontur linggi haluan cekung

2.3 Panjang L^*

Panjang L^* kapal adalah panjang yang diukur antara garis tegak haluan dan garis tegak buritan yang diambil pada ujung-ujung garis muat subdivisi tertinggi.

(SOLAS 74 Chapter II-1, Reg. 2)

2.4 Panjang subdivisi L_s

Definisi pada SOLAS 74, Sec. II-1, Reg. 25 – 2.2.1 dan [Bab 36, B.2](#). agar dijadikan acuan.

2.5 Garis tegak haluan F.P.

Garis tegak haluan bertepatan dengan sisi depan linggi haluan pada garis air pada tempat masing-masing panjang L , L_c , atau L^* diukur .

2.6 Lebar B

Lebar B adalah lebar kapal terbesar tanpa kulit kapal.

2.7 Tinggi H

Tinggi H adalah jarak vertikal dari garis dasar³ sampai pinggir atas balok geladak menerus teratas diukur pada pertengahan panjang L .

Di daerah bangunan atas efektif, tinggi H harus diukur sampai ke geladak bangunan atas untuk penentuan ukuran konstruksi kapal.

2.8 Tinggi H_c

Tinggi tanpa kulit H_c [m] adalah jarak vertikal yang diukur dari bagian atas lunas sampai bagian atas balok geladak lambung timbul pada sisi kapal.

³ Garis dasar adalah garis yang melewati atas pelat lunas pada pertengahan panjang L

Pada kapal-kapal yang memiliki pinggir atas lambung kapal yang dibulatkan, tinggi tanpa kulit harus diukur hingga titik perpotongan dari garis geladak dan sisi tanpa kulit, dengan perpanjangan dua garis tersebut seolah-olah pinggir atas lambung memiliki desain sudut.

Jika geladak lambung timbul berundak dan bagian yang naik dari perpanjangan geladak membentang melewati titik di mana tinggi tanpa kulit harus ditentukan, maka tinggi tanpa kulit harus diukur terhadap garis referensi yang diperpanjang dari bagian geladak terendah sepanjang garis sejajar dengan bagian yang naik tersebut.

(ICLL Annex I, Ch. I, 3(5))

2.9 Sarat T

Sarat, **T**, adalah sarat air musim panas dalam meter yang diukur dari bagian atas lunas atau nilai yang lebih besar jika nilai tersebut telah ditentukan sebagai sarat air ukuran konstruksi. Kedua nilai sarat tersebut harus dicantumkan pada gambar penampang melintang terlepas bahwa kedua nilai tersebut mempunyai nilai yang sama atau tidak.

3. Jarak gading a

Jarak gading **a** akan diukur dari tepi tanpa kulit ke tepi tanpa kulit gading setelahnya.

4. Koefisien Blok **C_B**

Koefisien blok tanpa kulit pada garis air di sarat ukuran konstruksi **T_{sc}** berdasarkan panjang **L** dan lebar tanpa kulit **B_{sc}**.

$$C_B = \frac{\text{displasemen tanpa kulit } [m^3] \text{ pada sarat ukuran konstruksi } T_{sc}}{L \cdot B_{sc} \cdot T_{sc}}$$

Dimana

- B_{sc}** = lebar kapal terbesar tanpa kulit [m], diukur ditengah kapal pada sarat ukuran konstruksi,
T_{sc}
- T_{sc}** = sarat ukuran konstruksi [m], dimana persyaratan kekuatan untuk ukuran konstruksi kapal terpenuhi dan menunjukkan kondisi pemuatan penuh. Sarat ukuran konstruksi tidak boleh kurang dari lambung timbul yang telah disematkan.

(IACS UR S2.2)

5. Kecepatan kapal **v₀**

Kecepatan dinas maksimum [knot], dimana kapal didesain untuk mempertahankannya pada sarat garis air musim panas dan pada RPM baling-baling sesuai dengan kecepatan kontinyu maksimum atau MCR (*Maximum Continuous Rating*)

Dalam kasus *pitch* baling-baling yang dapat diatur (CPP), kecepatan **v₀** ditentukan berdasarkan *pitch* maksimum.

6. Definisi geladak

6.1 Geladak sekat

Geladak sekat adalah geladak tempat berakhirnya sekat kedap air.

6.2 Geladak lambung timbul

- 1) Geladak lambung timbul umumnya adalah keseluruhan geladak teratas yang terpapar cuaca dan air laut, yang memiliki peralatan penutup permanen semua bukaan di bagian cuaca tersebut dan di bawahnya semua bukaan di sisi kapal dilengkapi dengan peralatan permanen penutup kedap air.
- 2) Geladak bawah sebagai geladak lambung timbul

Atas pilihan Pemilik kapal dan mendapat persetujuan dari Pemerintah, geladak bawah dapat dijadikan sebagai geladak lambung timbul asalkan geladak tersebut adalah geladak permanen dan menyeluruh yang menerus dari arah haluan ke buritan minimalnya antara ruang mesin dan sekat ceruk haluan serta menerus melintang kapal.

Untuk definisi lebih detail, lihat ICLL.

(ICLL Annex I, Ch.1, 3(9))

6.3 Geladak kekuatan

Geladak kekuatan adalah geladak atau bagian geladak yang membentuk *upper flange* dari struktur memanjang efektif.

6.4 Geladak cuaca

Geladak cuaca adalah semua geladak terbuka dan bagian geladak yang terpapar air laut.

6.5 Geladak bawah

Geladak bawah adalah geladak kedua, ketiga, dan seterusnya yang dimulai dari geladak pertama di bawah geladak menerus teratas.

6.6 Geladak bangunan atas

Geladak bangunan atas yang terletak tepat di atas geladak menerus teratas disebut sebagai geladak akil, geladak anjungan, dan geladak kimbul. Geladak bangunan atas yang terletak di atas geladak anjungan disebut sebagai geladak bangunan atas kedua, ketiga dan seterusnya.

6.7 Posisi lubang palka, pintu masuk, dan ventilasi

Untuk susunan palka, pintu dan ventilasi maka ditetapkan daerah berikut:

Pos. 1

- di geladak lambung timbul yang terbuka,
- di geladak penggal,
- di geladak bangunan atas pertama yang terbuka di atas geladak lambung timbul dalam seperempat L_c ke depan.

Pos. 2

- di geladak bangunan atas yang terbuka dibelakang dari seperempat L_c ke depan yang terletak sedikitnya satu ketinggian standar bangunan atas di atas geladak lambung timbul
- di geladak bangunan atas yang terbuka didalam seperempat L_c ke depan yang terletak sedikitnya dua ketinggian standar bangunan atas di atas geladak lambung timbul

(IACS UR S21A 1.2.2)

J. Konvensi dan Kode Internasional

Jika referensi yang digunakan dari Konvensi dan Kode Internasional, hal tersebut didefinisikan sebagai berikut

1. ICLL

International Convention on Load Lines, 1966 as amended.

2. MARPOL 73/78

International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973 including the 1978 Protocol as amended.

3. SOLAS 74

International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974 as amended.

4. IBC-Code

International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk as amended.

5. IGC-Code

International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk as amended.

Untuk interpretasi dari Konvensi dan Kode Internasional tersebut, [Guidance for Code and Convention Interpretation \(Pt.1, Vol.Y\)](#) harus ditaati.

K. Toleransi Pembulatan

Jika dalam penentuan tebal pelat sesuai dengan ketentuan dari Bab-Bab selanjutnya nilainya berbeda penuh atau setengah mm maka nilai tersebut dapat dibulatkan ke bawah/ke atas menjadi penuh atau setengah milimeter. Untuk masing-masing nilai di bawah 0,2 atau 0,7 dibulatkan ke bawah dan diatas 0,2 atau 0,7 mm dibulatkan ke atas.

Jika ketebalan pelat tidak dibulatkan, maka ketebalan yang disyaratkan harus dicantumkan dalam gambar.

Modulus penampang profil yang biasa dalam pasaran termasuk lebar efektif menurut [Bab 3, E. dan F.](#) dapat 3% lebih kecil dari nilai yang dipersyaratkan sesuai dengan aturan untuk penentuan ukuran konstruksi di Bab-Bab selanjutnya.

L. Regulasi dari Pemerintah Negara Bendera

Untuk kemudahan pengguna Peraturan ini, maka beberapa Bab berisi petunjuk acuan regulasi dari Pemerintah Negara Bendera, yang berbeda dari persyaratan tertentu Peraturan BKI ini yang mungkin memiliki pengaruh terhadap ukuran konstruksi dan konstruksi. Acuan ini telah ditandai secara khusus.

Pemenuhan terhadap regulasi Pemerintah Negara Bendera tersebut bukan merupakan persyaratan untuk penetapan Klas.

M. Program Komputer

1. Umum

1.1 Dalam rangka meningkatkan fleksibilitas dalam desain struktur kapal, BKI menyetujui juga perhitungan langsung dengan program komputer. Tujuan dari analisis tersebut adalah pembuktian kesetaraan desain dengan persyaratan peraturan.

1.2 Perhitungan langsung dapat juga digunakan dalam rangka mengoptimalkan sebuah desain, pada kasus ini hanya hasil akhir yang harus dikirimkan untuk pemeriksaan.

2. Program

2.1 Pilihan program komputer sesuai dengan teknologi terkini adalah bebas. Program dapat diperiksa oleh BKI melalui perhitungan pembanding dengan contoh-contoh uji yang telah ditetapkan sebelumnya. Namun, umumnya persetujuan untuk program komputer tidak diberikan oleh BKI

2.2 BKI siap untuk melaksanakan perhitungan-perhitungan berikut ini dalam layanan jasa konsultasi komersil.

2.2.1 Kekuatan

Perhitungan kekuatan Linear dan/atau non-linear dengan metode elemen hingga:

Untuk tampilan otomatis perhitungan ini, sejumlah program pengolahan data yang efektif sebelum dan sesudahnya adalah menyediakan hal-hal sbb:

- perhitungan beban di laut dengan *strip method* yang telah dimodifikasi atau dengan metode *3D-panel*
- perhitungan percepatan resultan untuk memastikan keseimbangan quasi-statis
- perhitungan struktur komposit
- evaluasi deformasi, tegangan, perilaku bukling, kekuatan ultimat dan tegangan lokal, penilaian kekuatan lelah

2.2.2 Getaran

Perhitungan getaran bebas dengan metode elemen hingga demikian juga getaran paksa karena eksitasi harmonis atau kejut:

- getaran global lambung, buritan kapal, rumah geladak dan lain lain
- getaran komponen lokal utama, seperti kemudi, tiang radar dan lain lain
- getaran lokal bidang pelat, penegar dan panel
- getaran sederhana atau elastis ganda yang dipasang menjadi satu (agregat)

Sejumlah program pengolahan data sebelum dan sesudah disediakan juga untuk analisis yang efektif:

- perhitungan eksitasi permesinan (gaya dan momen)
- perhitungan eksitasi baling-baling (fluktuasi tekanan dan reaksi bantalan poros)
- Perhitungan massa hidrodinamis
- Evaluasi grafis tingkat amplitudo sesuai rekomendasi ISO 6954 atau sesuai standar lainnya
- prediksi kebisingan

2.2.3 Ketahanan terhadap tubrukan

Perhitungan ketahanan struktur terhadap tubrukan dengan pemberian Notasi Klas Tambahan “COLL” sesuai dengan Bab 35.

2.3 Untuk perhitungan model dengan komputer, kondisi batas dan kasus beban harus disepakati dengan BKI. Dokumen-dokumen perhitungan yang harus dikirimkan termasuk input dan output. Selama pemeriksaan mungkin diperlukan pembuktian bahwa BKI melakukan perhitungan perbandingan yang terpisah.

N. Kecakapan Pengerjaan

1. Umum

1.1 Persyaratan yang harus dipenuhi oleh pabrik

1.1.1 Pabrik harus dilengkapi dengan perlengkapan dan fasilitas yang sesuai guna memungkinkan penanganan yang layak dari material, proses pembuatan, komponen struktur dan lain-lain. Oleh karena itu BKI berhak untuk memeriksa pabrik atau untuk membatasi lingkup pengerjaan sesuai dengan potensi yang tersedia di pabrik.

1.1.2 Pabrik harus memiliki personel berkualifikasi yang mencukupi. BKI harus diberitahu nama dan lingkup tanggung jawab dari semua personel pengawasan dan kontrol. BKI berhak meminta bukti kualifikasi.

1.2 Kendali mutu

1.2.1 Sejauh diperlukan dan berguna, maka personel pabrik harus memeriksa semua komponen konstruksi baik selama pengerjaan maupun pada penyelesaian untuk menjamin bahwa semuanya lengkap, ukurannya benar dan pengerjaannya memenuhi standar praktek bangunan kapal yang baik.

1.2.2 Setelah pemeriksaan dan perbaikan oleh pabrik, pada bagian yang sesuai maka komponen konstruksi harus diperlihatkan kepada Surveyor BKI untuk pemeriksaan, normalnya dalam kondisi tanpa cat dan memungkinkan akses yang layak untuk pemeriksaan.

1.2.3 Surveyor dapat menolak komponen yang belum diperiksa secara cukup oleh pabrik dan dapat meminta penyerahan ulang komponen tersebut setelah pemeriksaan dan perbaikan sukses dilakukan oleh pabrik.

2. Detail Struktur

2.1 Detail-detail dalam dokumen pengerjaan

2.1.1 Semua detail-detail penting yang berhubungan dengan mutu dan kemampuan fungsi dari komponen terkait harus dimasukkan dalam dokumen pengerjaan (mis: gambar kerja dll). Jika relevan, hal ini tidak hanya termasuk ukuran konstruksi tetapi juga hal-hal lain seperti toleransi yang diizinkan, kondisi permukaan (mis: penyelesaian dengan api pada potongan tepi dan lapisan las) dan metode manufaktur khusus yang digunakan demikian juga pemeriksaan dan persyaratan persetujuan. Standar-standar (kerja atau nasional, dll) yang digunakan harus diselaraskan dengan BKI. Standar tersebut harus sesuai dengan IACS Recommendation 47 Shipbuilding and Repair Quality Standard untuk bangunan baru. Untuk detail sambungan las, lihat Bab 19, A.1.

2.1.2 Jika, karena tidak adanya atau ketidakcukupan detail-detail dalam dokumen pembuatan, sehingga mutu atau kemampuan fungsi dari komponen tidak dapat dijamin atau diragukan, maka BKI dapat mensyaratkan perbaikan yang diperlukan. Hal ini termasuk pengadaan bagian pelengkap atau tambahan bagian (misalnya penguatan) meskipun hal ini tidak disyaratkan pada saat persetujuan gambar atau jika persyaratan tersebut tidak jelas akibat dari ketidakcukupan pendetailan.

2.2 Potongan lubang, tepi pelat

2.2.1 Tepi bebas (permukaan potong) dari potongan lubang, sudut palka dll. harus disiapkan secara benar dan harus bebas dari takik.

Sebagaimana lazimnya, garis pemotongan dsb. tidak boleh di las, tetapi harus digerinda dengan halus. Semua tepian harus dihancurkan atau pada kasus bagian yang bertegangan tinggi harus dibundarkan.

2.2.2 Tepi bebas pada pelat atau flens yang dipotong dengan api atau mesin tidak boleh bersudut tajam dan harus diselesaikan sebagaimana diatur dalam [2.2.1](#). Hal ini juga berlaku pada garis pemotongan dll. khususnya untuk tepi atas dari pelat lajur sisi atas dan demikian pula untuk sambungan las, perubahan luas penampang atau bagian-bagian yang tidak kontinyu yang sejenis.

2.3 Pembentukan dingin

2.3.1 Untuk pelat hasil pembentukan dingin (pelengkungan, pembengkokan, pembentukan bentuk manik-manik (beading)), jari-jari lengkungan minimum rata-rata sebaiknya tidak kurang dari $3t$ (t = tebal pelat) dan minimal $2t$. Mengenai pengelasan di daerah pembentukan dingin, lihat [Bab 19, B.2.6](#).

2.3.2 Untuk mencegah keretakan, maka sisa-sisa bekas pemotongan api atau geram pemotongan harus disingkirkan sebelum dilakukan pembentukan dingin. Setelah pembentukan dingin semua komponen struktur dan khususnya ujung lengkungan (tepi pelat) harus diperiksa terhadap keretakan. Kecuali jika retak tepi dapat diabaikan, maka semua komponen yang retak harus ditolak. Perbaikan dengan pengelasan tidak diizinkan.

2.4 Perakitan, kesegaranan

2.4.1 Penggunaan gaya yang berlebihan harus dihindari selama perakitan tiap-tiap komponen struktur atau selama penggabungan bagian. Sedapat mungkin distorsi yang besar dari tiap-tiap komponen konstruksi harus diperbaiki sebelum perakitan selanjutnya.

2.4.2 Penumpu, balok, penegar, gading-gading dll. Yang terpotong oleh sekat, geladak, dll. harus disegarkan dengan akurat.

Dalam kasus komponen yang penting, bila diperlukan control pemboran (control drillings) harus dibuat, yang kemudian harus dilas kembali setelah pengkerjaan selesai.

2.4.3 Setelah pengelasan selesai, pelurusan dan kesegaranan harus dilaksanakan sedemikian rupa sehingga tidak mempengaruhi sifat-sifat material secara signifikan. Bila ada keraguan, BKI dapat meminta untuk dilakukan uji prosedur atau uji kerja.

3. Perlindungan korosi

Untuk perlindungan korosi, lihat [Bab 38](#).

Bab 2 Material

A.	Umum.....	2-1
B.	Baja Struktur Lambung untuk Pelat dan Profil	2-1
C.	Baja Tempa dan Baja Tuang.....	2-9
D.	Paduan Aluminium.....	2-9
E.	Baja Austenitik	2-10

A. Umum

Semua material yang akan digunakan untuk bagian-bagian struktur yang disebutkan dalam Peraturan Konstruksi harus sesuai dengan [Rules for Materials \(Pt.1, Vol.V\)](#). Material yang sifatnya tidak sesuai dari persyaratan Aturan ini hanya dapat digunakan setelah mendapat persetujuan khusus.

Paragraf-paragraf di bab ini didasarkan pada konvensi dan/atau kode internasional berikut:

IACS UR S4 Rev.3

IACS UR S6 Rev.9 Corr.1

Pada akhir setiap paragraf yang relevan, paragraf yang sesuai dengan konvensi dan/atau kode internasional dicantumkan referensi di dalam tanda kurung.

B. Baja Struktur Lambung untuk Pelat dan Profil

1. Baja struktur lambung kekuatan normal

1.1 Baja struktur lambung kekuatan normal adalah suatu baja struktur lambung dengan titik luluh atas nominal minimum R_{eH} 235 N/mm² dan kuat tarik R_m 400 - 520 N/mm², lihat juga [Bab 17.A.4](#)

1.2 Faktor material k dalam formula yang disebutkan dalam Bab-bab selanjutnya harus diambil 1,0 untuk baja struktur lambung kekuatan normal.

1.3 Baja struktur lambung kekuatan normal dikelompokkan dalam tingkat mutu material KI-A, KI-B, KI-D, KI-E, yang berbeda satu dengan lainnya pada sifat ketangguhannya. Untuk penggunaan masing-masing tingkat mutu pada bagian struktur lambung, lihat [3](#).

1.4 Jika untuk struktur khusus penggunaan baja dengan kuat luluh kurang dari 235 N/mm² telah disetujui, maka faktor material k ditentukan dengan:

$$k = \frac{235}{R_{eH}}$$

2. Baja struktur lambung kekuatan lebih tinggi

2.1 Baja struktur lambung kekuatan lebih tinggi adalah suatu baja struktur lambung, yang kuat luluh dan kuat tariknya melebihi kuat luluh dan kuat tarik baja struktur lambung kekuatan normal. Menurut [Rules for Materials \(Pt.1, Vol.V\)](#), tegangan luluh atas nominal R_{eH} untuk 3 kelompok baja struktur lambung kekuatan lebih tinggi telah ditetapkan berturut-turut pada 315, 355 dan 390 N/mm². Bila baja struktur lambung kekuatan lebih tinggi digunakan, untuk perhitungan ukuran konstruksi, nilai dalam [Tabel 2.1](#) harus digunakan untuk faktor Material k yang disebutkan dalam berbagai Bab.

Untuk baja konstruksi lambung kekuatan lebih tinggi yang lain dengan tegangan luluh nominal sampai 390 N/mm^2 , faktor material k dapat ditentukan melalui formula berikut:

$$k = \frac{295}{R_{eH} + 60}$$

(IACS UR S4)

Tabel 2.1 Faktor material k

$R_{eH} [\text{N/mm}^2]$	k
315	0,78
355	0,72
390	0,66 Jika penilaian kelelahan struktur dilakukan untuk memverifikasi pemenuhan dengan persyaratan BKI 0,6 Dalam kasus lain

Catatan:

Khususnya ketika baja struktur lambung kekuatan lebih tinggi digunakan, pembatasan tegangan izin karena kriteria kekuatan bukling dan luluh dapat dipersyaratkan.

2.2 Baja struktur lambung kekuatan lebih tinggi dikelompokkan dalam tingkat mutu material berikut, yang berbeda satu dengan lainnya pada sifat ketangguhannya:

- KI-A 32/36/40
- KI-D 32/36/40
- KI-E 32/36/40
- KI-F 32/36/40.

Dalam Tabel 2.7 tingkat mutu material baja kekuatan lebih tinggi ditandai dengan huruf "H".

2.3 Bila bagian struktur seluruhnya atau sebagian dibuat dari baja struktur lambung kekuatan lebih tinggi, maka notasi yang sesuai akan dicantumkan dalam sertifikat kapal.

2.4 Pada gambar yang dikirimkan untuk persetujuan harus ditunjukkan bagian-bagian struktur yang dibuat dari baja struktur lambung kekuatan tinggi. Gambar ini harus disimpan di kapal yang akan digunakan jika perbaikan harus dilakukan.

2.5 Mengenai pengelasan baja struktur lambung kekuatan lebih tinggi, lihat Rules for Welding (Pt.1, Vol.V) Sec. 12.

3. Pemilihan material untuk lambung

3.1 Kelas material

Kelas material seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 2.2 ditetapkan untuk pemilihan material bagian struktur lambung,

3.2 Pemilihan material untuk bagian struktur memanjang

Material-material dalam berbagai variasi komponen kekuatan, tingkat mutu materialnya tidak boleh kurang dari kelas dan tingkat mutu material yang ditentukan dari Tabel 2.2 hingga Tabel 2.9. Persyaratan umum diberikan pada Tabel 2.2, sedangkan persyaratan minimum tambahan diberikan dalam tabel berikut:

[Tabel 2.3](#): untuk kapal dengan panjang lebih dari 150 m dan geladak kekuatan tunggal, tidak termasuk kapal pengangkut gas cair yang tercakup dalam [Tabel 2.4](#)

[Tabel 2.4](#): untuk kapal pembawa gas cair tipe membran dengan panjang lebih dari 150 m,

[Tabel 2.5](#): untuk kapal dengan panjang lebih dari 250 m,

[Tabel 2.6](#): untuk kapal curah satu sisi yang tunduk pada peraturan SOLAS XII/6.4,

[Tabel 2.7](#): untuk kapal dengan penguatan es.

[Tabel 2.8](#): untuk kapal dengan crane

Persyaratan tingkat mutu material untuk bagian lambung pada setiap kelas tergantung pada ketebalan yang ditentukan dalam [Tabel 2.9](#).

Untuk bagian-bagian kekuatan yang tidak disebutkan dalam [Tabel 2.2](#) hingga [2.7](#), Tingkat mutu material A/AH boleh digunakan secara umum. Tingkat mutu baja harus sesuai dengan kelas material dan tebal pelat terpasang.

Material pelat untuk gading linggi buritan yang menumpu kemudi dan bos baling-baling, kemudi, tanduk kemudi dan penyangga poros baling-baling secara umum tingkat mutunya tidak lebih rendah dari kelas II.

(IACS UR S6.1)

Tabel 2.2 Kelas dan tingkat mutu material secara umum

Kategori bagian struktur	Kelas atau tingkat mutu material
Sekunder: A1. Lajur sekat memanjang, yang bukan termasuk kategori Primer A2. Pelat geladak cuaca, yang bukan termasuk kategori Primer atau kategori Khusus A3. Pelat sisi	<ul style="list-style-type: none"> – Kelas I dalam 0,4L bagian tengah kapal – Tingka mutu material A/AH di luar 0,4L bagian tengah kapal
Primer: B1. Pelat alas, termasuk pelat lunas B2. Pelat geladak kekuatan, tidak termasuk dalam kategori khusus B3. Pelat memanjang yang menerus diatas geladak kekuatan, tidak termasuk ambang palka memanjang B4. Lajur teratas sekat memanjang B5. Lajur tegak (penegar sisi palka) dan lajur teratas bagian yang miring dalam tangki sayap atas	<ul style="list-style-type: none"> – Kelas II dalam 0,4L bagian tengah kapal – Tingka mutu material A/AH di luar 0,4L bagian tengah kapal
Khusus: C1. Pelat sisi lajur atas pada geladak kekuatan ¹ C2. Pelat lajur sisi geladak pada geladak kekuatan ¹ C3. Lajur geladak pada sekat memanjang tidak termasuk pelat geladak di daerah sekat sisi dalam dari kapal lambung ganda ¹	<ul style="list-style-type: none"> – Kelas III dalam 0,4L bagian tengah kapal – Kelas II diluar 0,4L bagian tengah kapal – Kelas I diluar 0,6L bagian tengah kapal
C4. Pelat geladak kekuatan diluar sudut bukaan palka ruang muat pada kapal kontainer dan kapal lain dengan konfigurasi bukaan palka yang serupa	<ul style="list-style-type: none"> – Kelas III dalam 0,4L bagian tengah kapal – Kelas II diluar 0,4L bagian tengah kapal – Kelas I diluar 0,6L bagian tengah kapal – Min. Kelas III dalam daerah ruang muat
C5. Pelat geladak kekuatan di sudut bukaan palka ruang muat pada kapal curah, kapal bijih tambang, kapal muatan kombinasi dan kapal lain dengan bentuk bukaan palka yang serupa	<ul style="list-style-type: none"> – Kelas III dalam 0,6L bagian tengah kapal
C5.1 Geladak geladak bubungan dan pelat geladak bagian dalam pada sudut bukaan untuk kubah cairan dan gas tangki tipe membran dalam kapal tangki pengangkut gas cair.	<ul style="list-style-type: none"> – Kelas II dalam sisa daerah ruang muat
C6. Lajur bilga pada kapal dengan alas ganda selebar kapal dan panjangnya kurang dari 150 m ¹	<ul style="list-style-type: none"> – Kelas II dalam 0,6L bagian tengah kapal – Kelas I diluar 0,6L bagian tengah kapal
C7. Lajur bilga pada kapal lainnya ¹	<ul style="list-style-type: none"> – Kelas III dalam 0,4L bagian tengah kapal – Kelas II diluar 0,4L bagian tengah kapal – Kelas I diluar 0,6L bagian tengah kapal
C8. Ambang palka memanjang dengan panjang lebih dari 0,15L termasuk ambang pelat atas dan flens.	<ul style="list-style-type: none"> – Kelas III dalam 0,4L bagian tengah kapal – Kelas II di luar 0,4L bagian tengah kapal
C9. Braket ujung dan peralihan rumah geladak dari ambang palka memanjang ruang muat.	<ul style="list-style-type: none"> – Kelas I di luar 0,6L bagian tengah kapal – Tidak kurang dari kelas D/DH

¹ Lajur tunggal yang disyaratkan harus dari kelas III dalam 0,4L bagian tengah kapal harus mempunyai lebar tidak kurang dari 800 + 5L mm, tidak boleh lebih besar dari 1800 mm, kecuali jika dibatasi oleh bentuk desain kapal.

(IACS UR S6 Tabel 1)

Tabel 2.3 Tingkat mutu material minimum untuk kapal dengan panjang lebih dari 150 m dan geladak kekuatan tunggal, tidak termasuk kapal pengangkut gas cair pada Tabel 2.4.

Kategori bagian struktur	Tingkat mutu material
<ul style="list-style-type: none"> Pelat memanjang geladak kekuatan yang berkontribusi pada kekuatan memanjang. Pelat memanjang menerus komponen kekuatan di atas geladak kekuatan. 	Tingkat mutu material B/AH dalam 0,4L bagian tengah kapal
Lajur sisi tunggal untuk kapal tanpa sekat memanjang menerus bagian dalam antara alas dan geladak kekuatan	Tingkat mutu material B/AH di daerah ruang muat

(IACS UR S6 Tabel 2)

Tabel 2.4 Tingkat mutu material minimum untuk kapal pengangkut gas cair tipe membran dengan panjang lebih dari 150 m *

Kategori bagian struktur	Tingkat mutu material
Pelat memanjang dari geladak kekuatan yang berkontribusi pada kekuatan memanjang.	Tingkat mutu material B/AH dalam 0,4L bagian tengah kapal
Pelat memanjang menerus dari komponen kekuatan di atas geladak kekuatan. Pelat geladak bubungan	Kelas II dalam 0,4L bagian tengah kapal Tingkat mutu material B/AH dalam 0,4L bagian tengah kapal

* Tabel 2.4 digunakan untuk kapal pengangkut gas cair tipe membran dengan perencanaan geladak ditunjukkan dalam Gambar 2.1. Tabel 2.4 Boleh dipakai untuk tipe kapal yang sama dengan perencanaan "geladak ganda" di atas geladak kekuatan.

(IACS UR S6 Tabel 3)

Tabel 2.5 Tingkat mutu material minimum untuk kapal dengan panjang lebih dari 250 m

Kategori bagian struktur	Tingkat mutu material
Pelat sisi lajur atas pada geladak kekuatan ¹	Tingkat mutu material E/EH dalam 0,4L bagian tengah kapal
Pelat lajur sisi geladak pada geladak kekuatan ¹	Tingkat mutu material E/EH dalam 0,4L bagian tengah kapal
Lajur bilga ¹	Tingkat mutu material D/DH dalam 0,4L bagian tengah kapal

¹ Lajur tunggal yang disyaratkan harus menggunakan tingkat mutu material E/EH dan dalam 0,4L bagian tengah kapal harus memiliki lebar tidak kurang dari 800 + 5L [mm], tidak lebih besar dari 1800 mm, kecuali dibatasi oleh bentuk desain kapal.

(IACS UR S6 Tabel 4)

Tabel 2.6 Tingkat mutu material minimum untuk kapal curah dengan kulit sisi tunggal berdasarkan regulasi SOLAS XII/6.4

Kategori bagian struktur	Tingkat mutu material
Braket bawah dari gading sisi ^{1,2}	Tingkat mutu material D/DH
Lajur pelat sisi baik keseluruhan atau sebagian antara dua titik yang terletak 0,125 l di atas dan di bawah perpotongan antara pelat sisi dan pelat miring hoper bilga atau pelat alas dalam ² .	Tingkat mutu material D/DH

¹ Istilah "braket bawah" berarti bilah pada braket terbawah dan bilah pada bagian bawah dari gading sisi sampai 0,125 l di atas dan di bawah perpotongan antara pelat sisi dan pelat miring hoper bilga atau pelat alas dalam.

² Jarak tak ditumpu gading sisi l didefinisikan sebagai jarak antara penumpu struktur

(IACS UR S6 Tabel 5)

Tabel 2.7 Tingkat mutu material minimum untuk penguatan kapal pelayaran di es

Kategori bagian struktur	Tingkat mutu material
Lajur pelat sisi disekitar dari area penguatan di es	Tingkat mutu material B/AH

(IACS UR S6 Tabel 6)

Tabel 2.8 Tingkat mutu material minimum di daerah kolom dan pondasi crane

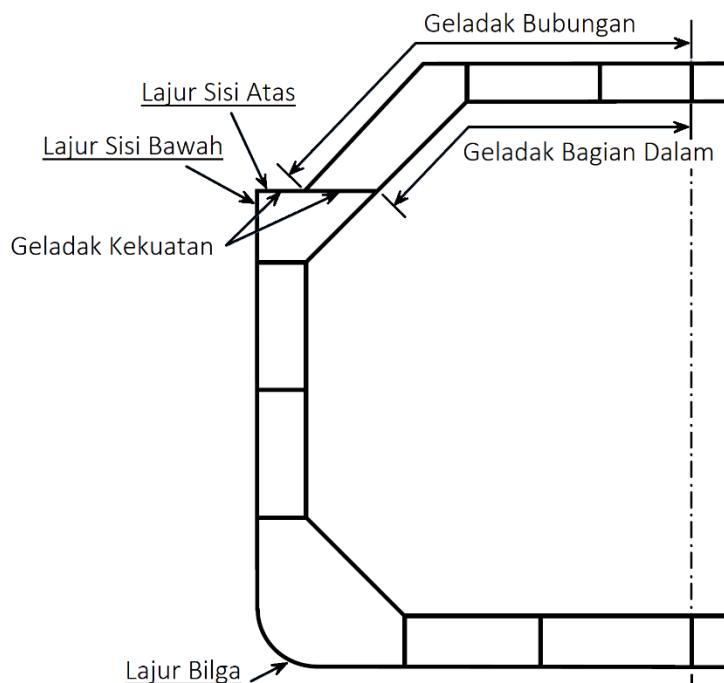
Tebal t [mm]	> 12,5	> 25	> 70
	≤ 12,5	≤ 25	≤ 70
Tingkat mutu material minimum	A/AH	B/AH	D/DH
Persyaratan untuk tingkat mutu material berlaku untuk suhu desain hingga 0°C. Untuk suhu desain yang lebih rendah persyaratan untuk tingkat mutu material yang ditentukan dalam Guidelines for Loading Gear on Seagoing Ships and Offshore Installations (Pt.4, Vol. 3) harus dipertimbangkan.			

Tabel 2.9 Tingkat mutu baja yang digunakan, tergantung pada ketebalan pelat dan kelas material

Tebal t [mm] ¹	> 15	> 20	> 25	> 30	> 35	> 40	> 50
Kelas material	≤ 15	≤ 20	≤ 25	≤ 30	≤ 35	≤ 40	≤ 50
I	A/AH	A/AH	A/AH	A/AH	B/AH	B/AH	D/DH
II	A/AH	A/AH	B/AH	D/DH	D/DH ⁴	D/DH ⁴	E/EH
III	A/AH	B/AH	D/DH	D/DH ⁴	E/EH	E/EH	E/EH

¹ Tebal aktual dari bagian struktur.
² Untuk ketebalan t > 60 mm E/EH.
³ Untuk ketebalan t > 100 mm mutu baja harus disetujui BKI.
⁴ Untuk tegangan luluh nominal $R_{eH} \geq 390 \text{ N/mm}^2$ EH.

(IACS UR S6 Tabel 7)



Gambar 2.1 Tipikal perencanaan geladak untuk kapal pengangkut Gas Cair (LNG) tipe membran

3.3 Pemilihan material untuk bagian struktur lokal

3.3.1 Pemilihan material untuk bagian struktur lokal, yang bukan bagian dari struktur memanjang lambung, secara umum dapat dilakukan sesuai [Tabel 2.10](#). Untuk bagian-bagian yang dibuat dari baja tempa atau baja tuang [C](#). harus digunakan.

Tabel 2.10 Pemilihan material untuk bagian struktur lokal

Bagian Struktur	Kelas material
urlup jangkar, tabung buritan, pipa penopang ³	I
pelat hadap dan bilah dari sistem penegar, penutup palka	II ¹
badan kemudi ² , tanduk kemudi, sepatu kemudi, linggi buritan, penyangga poros baling-baling, pipa selubung	II

¹ Cukup material kelas I, bila profil hasil canai digunakan atau komponen dipotong dari pelat dengan kondisi pengiriman "normalisasi", "normalisasi canai" atau "termomekanikal-canai".

² Lihat [3.3.2](#)

³ Untuk pipa penopang untuk ruang kargo, mengacu [Tabel 2.12](#) dapat diterapkan.

(IACS UR S6.1)

3.3.2 Untuk pelat kemudi dan badan kemudi, yang menerima konsentrasi tegangan (misal disekitar daerah tumpuan bawah kemudi setengah gantung), harus dari material kelas III.

3.3.3 Untuk pelat atas pondasi mesin yang terletak diluar $0,6L$ di tengah kapal, baja struktur lambung kekuatan normal tingkat mutu material A dapat juga digunakan untuk ketebalan diatas 40 mm.

Untuk bagian struktur yang tidak secara khusus disebutkan, biasanya tingkat mutu material A/AH dapat digunakan. Namun demikian, BKI dapat juga mensyaratkan tingkat mutu material yang lebih tinggi tergantung pada tingkat tegangan.

3.4 Pemilihan material untuk bagian struktur yang berada pada suhu rendah

3.4.1 Pemilihan material untuk bagian struktur yang secara tetap terbuka terhadap suhu dibawah 0°C , misalnya di dalam atau di dekat ruang muat berpendingin, ditentukan oleh suhu desain struktur tersebut. Suhu desain adalah suhu yang ditentukan dengan cara perhitungan distribusi suhu dengan memperhitungkan desain suhu lingkungan. Desain suhu lingkungan pada pelayaran samudera tak terbatas adalah:

Udara : $+5^{\circ}\text{C}$

Air laut : 0°C

3.4.2 Untuk kapal yang dimaksudkan untuk beroperasi secara permanen di daerah dengan suhu udara rendah (di bawah -10°C), mis. pelayaran reguler selama musim dingin ke perairan Arktik atau Antartika, material struktur terbuka harus dipilih berdasarkan suhu desain t_D , akan diambil seperti yang ditentukan dalam [3.4.5](#).

Material dalam berbagai bagian kekuatan di atas garis air balas terendah (BWL) yang terpapar ke udara (termasuk bagian struktur yang dicakup oleh Catatan 6 dari [Tabel 2.11](#)) dan Material pelat batas tangki muat yang mana [3.4.6](#) dapat diterapkan tidak boleh dari kelas yang lebih rendah daripada kelas I, II dan III, seperti yang diberikan pada [Tabel 2.11](#), tergantung pada kategori bagian struktur (Sekunder, Primer dan Khusus). Untuk bangunan tidak terbuka (kecuali seperti yang ditunjukkan pada Catatan 6 dari [Tabel 2.11](#)) dan bangunan di bawah garis air balas terendah, berlaku [3.2](#) dan [3.3](#).

(IACS UR S6.2)

3.4.3 Persyaratan tingkat mutu material untuk bagian lambung dari tiap kelas material tergantung pada ketebalan dan suhu desain yang ditentukan pada [Tabel 2.12](#). Untuk suhu desain $t_D < -55^\circ\text{C}$, material harus dipertimbangkan secara khusus.

(IACS UR S6.2)

3.4.4 Lajur tunggal yang dipersyaratkan untuk kelas III atau kelas mutu material E/EH atau FH harus memiliki lebar tidak kurang $800 + 5L$ [mm], maksimum 1800 mm.

Material pelat untuk linggi buritan, tanduk kemudi, kemudi dan braket poros tidak boleh memiliki kualitas yang lebih rendah dari kelas material yang sesuai yang diberikan dalam [3.3](#).

(IACS UR S6.2)

3.4.5 Suhu desain t_D harus diambil sebagai suhu udara rata-rata harian terendah di daerah operasi, lihat [Gambar 2.2](#). Definisi berikut berlaku:

- Nilai tengah : Nilai tengah statistik selama periode observasi
- Rata-rata : Nilai rata-rata selama satu hari dan malam.
- Terendah : Nilai terendah selama setahun.

Untuk pelayaran yang dibatasi oleh musim, nilai terendah yang diharapkan dalam periode operasi berlaku.

(IACS UR S6.3)

3.4.6 Muatan dingin untuk kapal selain pengangkut gas cair

Untuk kapal selain kapal pengangkut gas cair, dimaksudkan untuk memuat kargo cair yang memiliki suhu di bawah -10°C , mis. pemuatan dari tangki penyimpanan dingin darat selama kondisi musim dingin, kelas mutu material dari pelat batas tangki kargo ditentukan pada [Tabel 2.12](#) berdasarkan berikut ini:

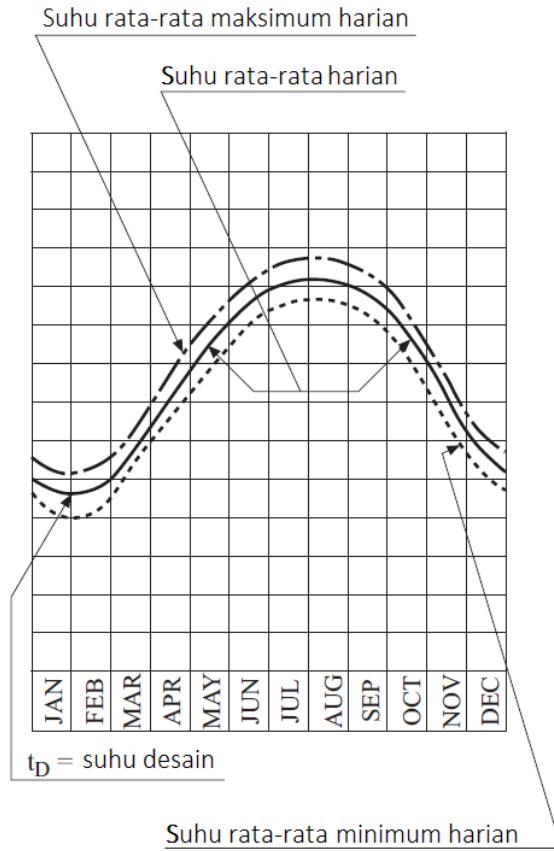
- t_c desain suhu kargo minimum dalam $^\circ\text{C}$
- kelas baja yang sesuai dengan Kelas I seperti yang diberikan pada [Tabel 2.11](#)

Suhu kargo minimum desain, t_c harus ditentukan dalam Petunjuk pemuatan.

(IACS UR S6.4)

4. Bagian struktur yang menerima tegangan pada arah tebal

Dalam hal tegangan lokal yang tinggi pada arah tebal, misalnya akibat tegangan penyusutan pada sambungan-T tirus tunggal atau ganda dengan volume deposit las yang besar, baja dengan sifat material yang terjamin pada arah tebal sesuai [Rules for Materials \(Pt.1, Vol.V\) Sec 4](#), harus diterapkan.



Gambar 2.2 Definisi suhu yang umum digunakan

C. Baja Tempa dan Baja Tuang

Baja tempa dan baja tuang untuk linggi haluan, linggi buritan, linggi kemudi, demikian juga komponen struktur yang lain, yang disebutkan dalam aturan ini harus memenuhi [Rules for Materials \(Pt. 1, Vol.V\)](#). Kuat tarik baja tempa dan baja tuang tidak boleh kurang dari 400 N/mm^2 . Baja tempa dan baja tuang harus dipilih berdasarkan pertimbangan [B.3.](#) ditambah persyaratan ketangguhan dan kemampuan las.

D. Paduan Aluminium

1. Bila paduan Aluminium, yang cocok untuk air laut, seperti ditentukan dalam [Rules for Materials \(Pt. 1, Vol.V\)](#), digunakan untuk struktur bangunan atas, rumah geladak, tutup palka dan struktur sejenis, maka konversi ukuran struktur dari baja ke aluminium dilakukan dengan menggunakan faktor material:

$$k_{A\ell} = \frac{635}{R_{p0,2} + R_m}$$

$R_{p0,2}$ = tegangan uji 0,2% paduan aluminium [N/mm^2]

R_m = kuat tarik paduan aluminium [N/mm^2]

Untuk sambungan las, nilai masing-masing dalam kondisi las harus diambil. Jika angka-angka ini tidak tersedia, nilai masing-masing untuk kondisi anil pelunakan akan digunakan.

Metode konversi:

- modulus penampang: $W_{A\ell} = W_{St} \cdot k_{A\ell}$
- tebal pelat : $t_{A\ell} = t_{St} \cdot \sqrt{k}$

2. Modulus elastisitas yang lebih kecil harus diperhitungkan ketika menentukan kekuatan bukling bagian struktur yang menerima tekanan. Hal ini diberlakukan juga pada bagian struktur dimana defleksi maksimum yang diizinkan ditentukan.

3. Konversi ukuran konstruksi dari bagian struktur utama lambung dari baja ke paduan aluminium akan dipertimbangkan secara khusus dengan memperhitungkan modulus elastisitas yang lebih kecil, bila dibandingkan dengan baja, dan aspek kekuatan lelah, khususnya pada sambungan las.

E. Baja Austenitik

Bila baja austenitik yang digunakan memiliki rasio $R_{p0,2}/R_m 0,5$, maka dengan persetujuan khusus tegangan uji 1% ($R_{p1,0}$) dapat digunakan untuk penetapan ukuran konstruksi sebagai pengganti tegangan uji 0,2% ($R_{p0,2}$).

Tabel 2.11 Kelas material dan kualitas struktur yang terkena suhu rendah

Kategori bagian struktur	Kelas material	
	Dalam 0,4L bagian tengah kapal	Diluar 0,4L bagian tengah kapal
Sekunder: Pelat geladak yang terkena cuaca, secara umum Pelat samping di atas BWL ⁵ Sekat melintang di atas BWL ^{5,6} Pelat batas tangki kargo yang terkena dingin ⁷	I	I
Primer: Pelat geladak kekuatan ¹ Bagian memanjang menerus di atas geladak kekuatan, tidak termasuk ambang palka memanjang Sekat memanjang di atas BWL ^{5,6} Pelat tangki sayap atas di atas BWL ^{5,6}	II	I
Khusus: Pelat lajur sisi atas pada geladak kekuatan ² Pelat lajur sisi geladak pada geladak kekuatan ² Lajur geladak pada sekat memanjang ³ Ambang palka memanjang menerus ⁴	III	II

¹ Pelat di sudut bukaan palka besar untuk dipertimbangkan secara khusus. Kelas III atau kelas E/EH untuk diterapkan pada posisi di mana tekanan lokal yang tinggi dapat terjadi.
² Tidak kurang dari grade E/EH dalam 0,4L bagian tengah kapal dengan panjang melebihi 250 meter.
³ Di kapal dengan lebar melebihi 70 meter paling sedikit tiga geladak geladak untuk kelas III.
⁴ Tidak kurang dari kelas D/DH.
⁵ BWL = garis air basas
⁶ Berlaku untuk pelat yang terpasang pada pelat envelope lambung kapal yang terkena suhu udara rendah. Setidaknya satu lajur harus dipertimbangkan dengan cara yang sama seperti pelat yang terbuka dan lajur paling sedikit harus 600 mm.
⁷ Untuk batas tangki muat pelat yang terkena muatan dingin untuk kapal selain pengangkut gas cair, lihat B.3.4.6

(IACS UR S6 Tabel 8)

Tabel 2.12 Persyaratan kelas material untuk kelas I, II dan III pada suhu rendah

Kelas I										
Tebal pelat [mm]	t_D -11°C s/d -15°C		t_D -16°C s/d -25°C		t_D -16°C s/d -35°C		t_D -36°C s/d -45°C		t_D -46°C s/d -55°C	
	kekuatan normal	Kecepatan lebih tinggi								
$t \leq 10$	A	AH	A	AH	B	AH	D	DH	D	DH
$10 < t \leq 15$	A	AH	B	AH	D	DH	D	DH	D	DH
$15 < t \leq 20$	A	AH	B	AH	D	DH	D	DH	E	EH
$20 < t \leq 25$	B	AH	D	DH	D	DH	D	DH	E	EH
$25 < t \leq 30$	B	AH	D	DH	D	DH	E	EH	E	EH
$30 < t \leq 35$	D	DH	D	DH	D	DH	E	EH	E	EH
$35 < t \leq 45$	D	DH	D	DH	E	EH	E	EH		FH
$45 < t \leq 50$	D	DH	E	EH	E	EH		FH		FH
Kelas II										
Tebal pelat [mm]	t_D -11°C s/d -15°C		t_D -16°C s/d -25°C		t_D -16°C s/d -35°C		t_D -36°C s/d -45°C		t_D -46°C s/d -55°C	
	kekuatan normal	Kecepatan lebih tinggi								
$t \leq 10$	A	AH	B	AH	D	DH	D	DH	E	EH
$10 < t \leq 20$	B	AH	D	DH	D	DH	E	H	E	EH
$20 < t \leq 30$	D	DH	D	DH	E	EH	E	EH		FH
$30 < t \leq 40$	D	DH	E	EH	E	EH		FH		FH
$40 < t \leq 45$	E	EH	E	EH		FH		FH		
$45 < t \leq 50$	E	EH	E	EH		FH		FH		
Kelas III										
Tebal pelat [mm]	t_D -11°C s/d -15°C		t_D -16°C s/d -25°C		t_D -16°C s/d -35°C		t_D -36°C s/d -45°C		t_D -46°C s/d -55°C	
	kekuatan normal	Kecepatan lebih tinggi								
$t \leq 10$	B	AH	D	DH	D	DH	E	EH	E	EH
$10 < t \leq 20$	D	DH	D	DH	E	EH	E	EH		FH
$20 < t \leq 25$	D	DH	E	EH	E	EH	E	FH		FH
$25 < t \leq 30$	D	DH	E	EH	E	EH		FH		FH
$30 < t \leq 35$	E	EH	E	EH		FH		FH		
$35 < t \leq 40$	E	EH	E	EH		FH		FH		
$40 < t \leq 50$	E	EH		FH		FH				

(IACS UR S6 Tabel 9)

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 3 Prinsip Desain

A.	Umum.....	3–1
B.	Flens Atas dan Bawah Konstruksi Lambung Kapal	3–2
C.	Panjang Tidak Ditumpu.....	3–3
D.	Sambungan Ujung	3–4
E.	Lebar Efektif Pelat.....	3–6
F.	Pembuktian Kekuatan Bukling	3–6
G.	Kekakuan Pelintang dan Penumpu	3–19
H.	Detail Struktur	3–20
J.	Evaluasi Tegangan Takik	3–24
K.	Penambahan Korosi.....	3–26
L.	Tegangan Tambahan pada Penampang Asimetris.....	3–27
M.	Pengujian Kompartemen Kedap air dan Kedap cuaca	3–28

A. Umum

1. Ruang Lingkup

Bab ini berisi definisi dan desain kriteria umum untuk elemen-elemen struktur lambung serta petunjuk terkait detail-detail struktur berdasarkan konvensi internasional dan/atau kode berikut:

IACS UR S11 Rev.7

Pada akhir setiap paragraf yang relevan, paragraf yang sesuai dengan konvensi internasional dan/atau kode dicantumkan referensi di dalam tanda kurung.

2. Tegangan izin dan persyaratan karakteristik penampang profil

Dalam Bab-Bab selanjutnya, tegangan izin telah dinyatakan sebagai tambahan terhadap formula untuk perhitungan modulus dan luas penampang dari bilah gading, balok, penumpu, penegar dsb, dan dapat digunakan pada saat penentuan ukuran konstruksi elemen tersebut dengan cara perhitungan kekuatan secara langsung.

Modulus penampang dan luas bilah yang dipersyaratkan, secara prinsip dihitung pada sumbu yang parallel terhadap pelat yang terpasang (terhubung).

Untuk profil yang umum tersedia di pasaran dan dipasang secara tegak lurus pada pelat, umumnya karakteristik penampangnya disediakan dalam tabel.

Jika bilah penegar dan penumpu tidak dipasang secara tegak lurus ke pelat (misalnya gading-gading pada pelat kulit di haluan yang melebar), maka karakteristik penampang (momen inersia, modulus penampang dan luas geser) harus ditentukan terhadap sumbu yang sejajar dengan pelat.

Untuk profil bulb dan flat bar modulus penampang dari profil yang miring termasuk pelatnya dapat dihitung secara sederhana dengan mengalikan nilai yang sesuai dari profil yang dipasang secara tegak dengan $\sin \alpha$ dimana α adalah sudut terkecil antara pelat bilah dengan pelat yang terpasang.

Catatan:

Untuk profil bulb dan flat bar "secara umum hanya perlu diperhitungkan jika" kurang dari 75°.

Selain itu, untuk profil asimetris dimana tegangan tambahan terjadi sesuai L. modulus penampang yang dipersyaratkan harus diperbesar dengan faktor k_{SP} yang tergantung dengan jenis profil, lihat L.

3. Panel pelat yang mendapatkan tekanan lateral

Formula untuk panel pelat yang mengalami tekanan lateral seperti yang ditunjukkan dalam Bab-Bab selanjutnya didasarkan pada asumsi panel pelat datar yang memiliki aspek rasio $b/a \geq 2,24$.

Untuk panel pelat melengkung dan/atau panel pelat yang memiliki aspek rasio lebih kecil dari $b/a \approx 2,24$, tebal pelat dapat dikurangi sebagai berikut:

$$t = C \cdot a \cdot \sqrt{p \cdot k} \cdot f_1 \cdot f_2 + t_k$$

C = konstanta, misalnya $C = 1,1$ untuk pelat tangki

f_1 = faktor kelengkungan, didefinisikan sebagai:

$$= 1 - \frac{a}{2r} \geq 0,75$$

f_2 = faktor aspek rasio, didefinisikan sebagai:

$$= \sqrt{1,1 - 0,5 \cdot \left[\frac{a}{b} \right]^2} \leq 1,0$$

r = jari-jari kelengkungan

a = lebar yang lebih kecil dari panel pelat

b = lebar yang lebih besar dari panel pelat

p = beban desain yang berlaku

t_k = penambahan korosi menurut [K](#).

Formula di atas tidak berlaku untuk panel pelat yang mendapatkan tekanan es sesuai dengan [Bab 15](#) dan untuk pelat kulit sisi dengan konstruksi memanjang sesuai dengan [Bab 6](#).

4. Kekuatan lelah

Jika analisis kekuatan lelah dipersyaratkan atau akan dilaksanakan pada struktur atau detail-detail struktur, maka hal tersebut harus sesuai dengan persyaratan [Bab 20](#).

B. Flens Atas dan Bawah Konstruksi Lambung Kapal

1. Semua bagian struktur memanjang yang menerus sampai dengan z_0 di bawah geladak kekuatan pada sisi kapal dianggap sebagai flens atas konstruksi lambung kapal dan sampai dengan z_u di atas garis dasar dianggap sebagai flens bawah konstruksi lambung kapal.

2. Jika flens atas dan/bawah konstruksi lambung kapal terbuat dari baja struktur lambung dengan kekuatan normal, batas vertikal tersebut $z_0 = z_u$ sama dengan $0,1 \cdot H$.

Pada kapal-kapal dengan bagian struktur memanjang menerus di atas geladak kekuatan merupakan suatu ketinggian fiktif $H' = e_B + e'_D$ harus diterapkan.

e_B = jarak antara sumbu netral penampang tengah kapal dan garis dasar [m]

e'_D lihat [Bab 5, C.4.1](#)

3. Batas vertikal z dari flens atas dan bawah konstruksi lambung kapal yang masing-masing terbuat dari salah satu kualitas baja tarik lebih tinggi tidak boleh kurang dari.

$$z = e(1 - n \cdot k)$$

e = jarak dari sisi geladak atau garis dasar terhadap sumbu netral penampang tengah kapal.
 Untuk kapal dengan bagian struktur memanjang menerus di atas geladak kekuatan, lihat Bab 5, C.4.1.

$$n = \frac{W_{(a)}}{W}$$

$W_{(a)}$ = modulus penampang geladak atau alas aktual

W = modulus penampang geladak atau alas sesuai peraturan

Jika digunakan dua tingkat mutu material baja yang berbeda, maka harus diperhatikan bahwa tegangan pada titik manapun tidak boleh lebih tinggi dari tegangan izin sesuai Bab 5, C.1.

C. Panjang Tidak Ditumpu

1. Penegar, Gading

Panjang tidak ditumpu ℓ adalah panjang sebenarnya dari penegar diantara dua penumpu atau lainnya yang panjangnya mencakup ujung sambungan (braket). Jarak gading dan panjang tidak ditumpu biasanya diasumsikan diukur pada bidang vertikal yang sejajar dengan garis tengah kapal.

Namun, jika sisi kapal menyimpang lebih dari 10° dari bidang tersebut, jarak gading dan panjang tidak ditumpu harus diukur sepanjang sisi kapal.

Panjang tali busur antara titik tumpuan dapat digunakan sebagai pengganti panjang sesungguhnya dari gading-gading lengkung.

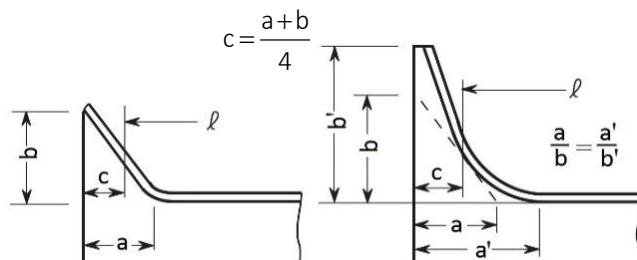
2. Elemen sekat bergelombang

Panjang tidak ditumpu ℓ dari elemen sekat bergelombang adalah panjang antara alas atau geladak dan panjang antara penumpu vertikal atau penumpu horizontal. Bila elemen sekat bergelombang dihubungkan ke elemen tipe kotak yang kekakuanya relatif lebih kecil, maka tingginya harus dimasukkan dalam panjang tidak ditumpu ℓ kecuali jika ada pembuktian dengan perhitungan lain, maka bisa tidak dimasukkan

3. Pelintang dan Penumpu

Panjang tidak ditumpu ℓ dari pelintang dan penumpu dihitung sesuai dengan Gambar 3.1, yang tergantung pada jenis ujung sambungan.

Dalam kasus khusus, kekakuan dari penumpu yang bersebelahan harus diperhitungkan ketika menentukan pajang yang tidak ditumpu dari penumpu.



Gambar 3.1 Panjang tidak ditumpu, ℓ

D. Sambungan Ujung

1. Definisi

Untuk menentukan ukuran konstruksi balok, penegar dan penumpu digunakan istilah "tumpuan jepit" dan "tumpuan sederhana".

"Tumpuan jepit" akan diasumsikan, misalnya jika penegar disambung secara kaku pada bagian lain dengan memakai braket atau menerus melewati penumpu.

"Tumpuan sederhana" akan diasumsikan, misalnya jika ujung penegar ditirus atau penegar hanya dihubungkan dengan pelat saja, lihat juga [3](#).

2. Braket

2.1 Untuk penentuan ukuran konstruksi braket persyaratan modulus penampang profil sangat menentukan. Jika profil dengan modulus penampang yang berbeda saling terhubung satu sama lain, ukuran konstruksi braket umumnya ditentukan oleh profil yang lebih kecil.

2.2 Ketebalan braket tidak boleh kurang dari:

$$t = c \cdot \sqrt[3]{\frac{W}{k_1}} + t_k \quad [\text{mm}]$$

c = 1,2 untuk braket tanpa flens

= 0,95 untuk braket dengan flens

k₁ = faktor material k untuk profil sesuai [Bab 2, B.2](#).

t_k = penambahan korosi sesuai dengan [K](#).

W = modulus penampang profil yang lebih kecil [cm³]

t_{min} = 5,0 + t_k [mm]

t_{max} = tebal bilah profil yang lebih kecil.

Untuk ketebalan minimum di dalam tangki dan ruang muat kapal curah lihat [Bab 12, A.7, Bab 23, B.5.3](#) dan [Bab 24, A.12](#).

2.3 Panjang lengan braket tidak boleh kurang dari:

$$\ell = 46,2 \cdot \sqrt[3]{\frac{W}{k_1}} \cdot \sqrt{k_2} \cdot c_t \quad [\text{mm}]$$

ℓ_{\min} = 100 [mm]

c_t = $\sqrt{\frac{t}{t_a}}$

t_a = tebal braket "saat dibangun" [mm]

\geq t menurut [2.2](#)

W = lihat [2.2](#)

k₂ = faktor material k untuk braket sesuai dengan [Bab 2, B.2](#)

Panjang lengan ℓ adalah panjang sambungan las.

Catatan:

Untuk panjang lengan diluar ketentuan, tebal braket harus dihitung dengan perhitungan langsung dengan mempertimbangkan faktor keamanan yang cukup terhadap bukling.

- 2.4 Tebal leher las “a” sambungan las harus ditentukan sesuai dengan Bab 19, C.2.7.
- 2.5 Jika braket dengan flens digunakan, lebar flens harus ditentukan sesuai dengan formula berikut:

$$b = 40 + \frac{W}{30} \quad [\text{mm}]$$

b tidak boleh diambil kurang dari 50 mm dan tidak perlu diambil lebih besar dari 90 mm.

3. Penirusan ujung penegar

Penegar dapat ditirus pada ujungnya, jika tebal pelat yang didukung oleh penegar tidak kurang dari:

$$t = c \sqrt{\frac{p \cdot a \cdot (\ell - 0,5 \cdot a)}{R_{eH}}} \quad [\text{mm}]$$

p = beban desain [kN/m^2]

ℓ = panjang penegar yang tidak ditumpu [m]

a = jarak penegar [m]

R_{eH} = titik luluh atas nominal minimum material pelat [N/mm^2] menurut Bab 2, B

c = 15,8 untuk sekat kedap air dan untuk sekat tangki saat dibebani oleh p_2 menurut Bab 4. D.1.2

= 19,6 lainnya

4. Elemen-elemen sekat bergelombang

Yang harus diperhatikan bahwa gaya yang bekerja pada penumpu dari sekat bergelombang sudah disalurkan dengan benar ke dalam struktur yang berdekatan dengan memasang elemen struktur seperti karling, penumpu atau wrang yang segaris dengan elemen bergelombang.

Catatan:

Jika karling atau unsur-unsur yang sejenis tidak dapat dipasang segaris dengan potongan bilah elemen sekat bergelombang, potongan bilah ini tidak dapat dimasukkan ke modulus penampang pada titik tumpuan untuk menyalurkan momen pada kondisi batas.

Penyimpangan dari formula yang ditetapkan dalam Bab 11, B.4.3, modulus penampang elemen sekat bergelombang dapat ditentukan dengan formula berikut:

$$W = t \cdot b (d + t) \quad [\text{cm}^3]$$

E. Lebar Efektif Pelat

1. Gading dan Penegar

Secara umum, jarak gading dan penegar dapat diambil sebagai lebar efektif pelat.

2. Penumpu

2.1 Lebar efektif pelat “ e_m ” dari gading dan penumpu dapat ditentukan sesuai dengan [Tabel 3.1](#) dengan mempertimbangkan jenis pembebanan.

Perhitungan khusus dapat dipersyaratkan untuk menentukan lebar efektif flens satu sisi atau tidak simetris.

Tabel 3.1 Lebar efektif e_m gading dan penumpu

ℓ/e	0	1	2	3	4	5	6	7	≥ 8
e_{m1}/e	0	0,36	0,64	0,82	0,91	0,96	0,98	1,00	1,00
e_{m2}/e	0	0,20	0,37	0,52	0,65	0,75	0,84	0,89	0,90

e_{m1} diterapkan bila penumpu dibebani oleh beban yang terdistribusi secara merata atau yang lain dengan tidak kurang dari 6 beban tunggal dengan jarak yang sama.
 e_{m2} diterapkan bila penumpu yang dibebani dengan 3 atau kurang beban tunggal.
Nilai tengah dapat diperoleh dengan interpolasi langsung.
 ℓ = panjang antara titik-nol kurva momen bending, yaitu panjang yang tidak ditumpu dalam kasus penumpu tumpuan sederhana dan $0,6 \times$ panjang yang tidak ditumpu dalam kasus kedua ujungnya dijepit.
 e = lebar pelat yang ditumpu, diukur dari pusat ke pusat dari bidang yang tidak ditumpu dan berdekatan.

2.2 Luas penampang efektif pelat tidak boleh kurang dari luas penampang pelat hadap.

2.3 Jika sudut α antara bilah penegar atau penumpu lain dan pelat terpasang kurang dari 75° modulus penampang yang dipersyaratkan harus dikalikan dengan faktor $1/\sin \alpha$.

2.4 Lebar efektif penegar dan penumpu yang mendapatkan tegangan tekan dapat ditentukan sesuai dengan [F.2.2](#), tapi dalam kasus apapun akan diambil lebih besar dari lebar efektif yang ditentukan oleh [2.1](#).

3. Kantilever

Jika kantilever dipasang di setiap gading, lebar efektif pelat dapat diambil sebagai jarak gading. Jika kantilever dipasang pada jarak yang lebih besar maka lebar efektif pelat di masing-masing penampang dapat diambil kurang lebih sebagai jarak penampang melintang dari titik pembebanan yang bekerja, bagaimanapun, tidak lebih besar dari jarak kantilever.

F. Pembuktian Kekuatan Bukling

Metode perhitungan didasarkan pada DIN standar 18800.

Semua bagian struktur yang mengalami tegangan tekan dan/atau geser harus diperiksa untuk kecukupan ketahanannya terhadap bukling. Untuk tujuan ini, desain tegangan menurut [Bab 5, D](#) dan tegangan akibat beban lokal harus dipertimbangkan.

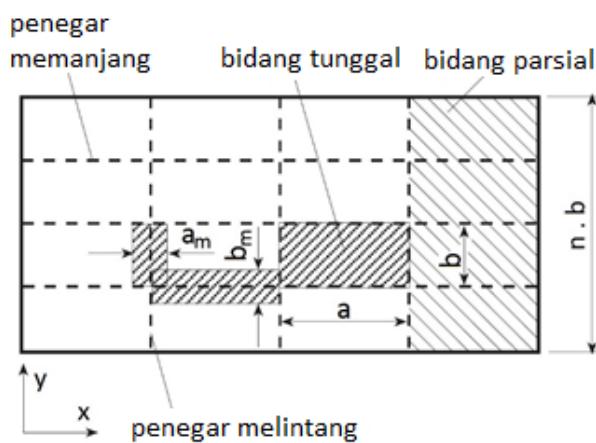
Untuk bagian struktur yang berkontribusi terhadap kekuatan memanjang lihat juga [Bab 5, C.7](#).

1. Definisi

a = panjang bidang pelat tunggal atau parsial [mm]

- b = lebar bidang pelat tunggal [mm]
 α = aspek rasio bidang pelat tunggal
 $= \frac{a}{b}$
 n = jumlah bidang pelat tunggal dengan lebar b dalam bidang pelat parsial atau total
 t = tebal pelat nominal [mm]
 $= t_a - t_k$ [mm]
 t_a = tebal pelat saat dibangun [mm]
 t_k = penambahan korosi menurut K. [mm]
 σ_x = tegangan membran pada arah x [N/mm^2]
 σ_y = tegangan membran pada arah y [N/mm^2]
 τ = tegangan geser pada bidang xy [N/mm^2]

Tegangan tekan dan geser harus diambil sebagai nilai positif, tegangan tarik harus diambil sebagai nilai negatif.



memanjang : Penegar pada arah memanjang a
 melintang : Penegar pada arah melintang b

Gambar 3.2 Definisi bidang pelat yang mengalami bukling

Catatan:

Jika tegangan σ_x^* dan σ_y^* pada arah x dan y mengandung efek Poisson, nilai tegangan modifikasi σ_x dan σ_y menurut Tabel 3.2 dapat digunakan sebagai pembuktian kekuatan bukling.

Tabel 3.2 Koreksi efek Poisson

Kedua σ_x^* dan σ_y^* adalah tegangan tekan			Salah satu dari σ_x^* atau σ_y^* adalah tegangan tarik
$\sigma_x^* \geq 0,3 \cdot \sigma_y^*$ or $\sigma_y^* \geq 0,3 \cdot \sigma_x^*$	$\sigma_x^* < 0,3 \cdot \sigma_y^*$	$\sigma_y^* < 0,3 \cdot \sigma_x^*$	$\sigma_x = \sigma_y$
$\sigma_x^* = \frac{\sigma_x^* - 0,3 \cdot \sigma_y^*}{0,91}$	$\sigma_x = 0$	$\sigma_x = \sigma_x^*$	$\sigma_x = \sigma_x^*$
$\sigma_y^* = \frac{\sigma_y^* - 0,3 \cdot \sigma_x^*}{0,91}$	$\sigma_y = \sigma_y^*$	$\sigma_y = 0$	$\sigma_y = \sigma_y^*$

ψ = Rasio tegangan tepi menurut Tabel 3.5

F_1 = faktor koreksi untuk kondisi batas pada penegar memanjang menurut Tabel 3.3

σ_e = tegangan acuan

$$= 0,9 \cdot E \left(\frac{t}{b} \right)^2 \quad [\text{N/mm}^2]$$

E = modulus young

= $2,06 \cdot 10^5$ $[\text{N/mm}^2]$ untuk baja

= $0,69 \cdot 10^5$ $[\text{N/mm}^2]$ untuk paduan aluminium

Tabel 3.3 Faktor Koreksi F_1

1,0 untuk penegar yang ditirus di kedua ujungnya
Nilai panduan, jika kedua ujungnya secara efektif terhubung ke struktur yang berdekatan*: 1,05 untuk flat bar 1,10 untuk profil bulb 1,20 untuk profil L dan T 1,30 untuk penumpu dengan kekakuan tinggi (mis: pelintang alas)
* Nilai yang tepat dapat ditentukan dengan perhitungan langsung.

R_{eH} = titik luluh nominal $[\text{N/mm}^2]$ untuk baja konstruksi lambung sesuai Bab 2, B.2

= 0,2 % tegangan uji $[\text{N/mm}^2]$ untuk paduan aluminium

= 1,0 % tegangan uji $[\text{N/mm}^2]$ untuk baja austenitik dan baja austenitik-feritik (= duplex)

Lihat juga Rules for Materials (Pt.1, Vol.V)

S = faktor keamanan

= 1,1 secara umum

= 1,2 untuk struktur yang secara eksklusif terkena beban lokal

= 1,05 untuk kombinasi pada beban-beban independen secara statistik

Untuk konstruksi dari paduan aluminium, faktor keamanan harus dinaikkan pada setiap kasus sebesar 0,1.

λ = acuan derajat kelangsungan

$$= \sqrt{\frac{R_{eH}}{K \cdot \sigma_e}}$$

K = faktor bukling menurut [Tabel 3.5 dan 3.6](#)

Secara umum, rasio lebar bidang pelat terhadap ketebalan pelat harus tidak melebihi $b/t = 100$.

2. Pembuktian bidang pelat tunggal

2.1 Pembuktian harus diberikan bahwa kondisi berikut terpenuhi untuk bidang pelat tunggal $a \cdot b$:

$$\left(\frac{|\sigma_x| \cdot S}{\kappa_x \cdot R_{eH}} \right)^{e_1} + \left(\frac{|\sigma_y| \cdot S}{\kappa_y \cdot R_{eH}} \right)^{e_2} - B \left(\frac{\sigma_x \cdot \sigma_y \cdot S^2}{R_{eH}^2} \right) + \left(\frac{|\tau| \cdot S \cdot \sqrt{3}}{\kappa_\tau \cdot R_{eH}} \right)^{e_3} \leq 1,0$$

Setiap bagian formula pada kondisi di atas tidak boleh melebihi 1,0.

Faktor reduksi κ_x , κ_y dan κ_τ diberikan dalam [Tabel 3.5](#) dan/atau [3.6](#)

Dimana $\sigma_x \leq 0$ (tegangan tarik), $\kappa_x = 1$.

Dimana $\sigma_y \leq 0$ (tegangan tekan), $\kappa_y = 1$.

Eksponen e_1 , e_2 dan e_3 serta faktor B harus dihitung atau ditetapkan secara terpisah:

Tabel 3.4 Eksponen e_1 - e_3 dan faktor B

Eksponen e_1 - e_3 dan faktor B	bidang pelat	
	datar	lengkung
e_1	$1 + \kappa_x^4$	1,25
e_2	$1 + \kappa_y^4$	1,25
e_3	$1 + \kappa_x \cdot \kappa_y \cdot \kappa_\tau^2$	2,0
B σ_x dan σ_y postif (tegangan tekan)	$(\kappa_x \cdot \kappa_y)^5$	0
B σ_x atau σ_y negatif (tegangan tarik)	1	-

2.2 Lebar efektif pelat

Lebar efektif pelat dapat ditentukan dengan formula berikut:

$$b_m = \kappa_x \cdot b \quad \text{untuk penegar memanjang}$$

$$a_m = \kappa_y \cdot a \quad \text{untuk penegar melintang}$$

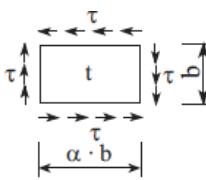
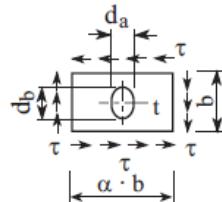
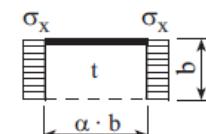
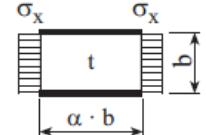
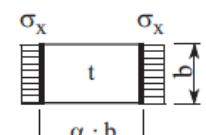
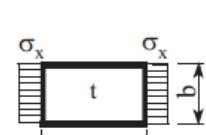
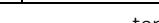
Lihat juga [Gambar 3.2](#).

Lebar efektif pelat tidak dapat diambil lebih besar dari nilai yang didapatkan dari [E.2.1](#).

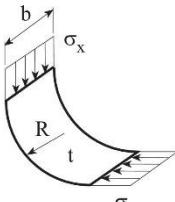
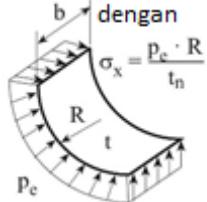
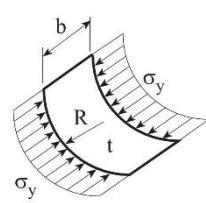
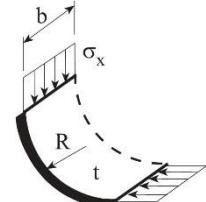
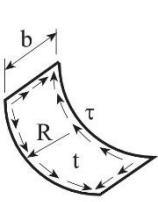
Tabel 3.5 Bidang Pelat Datar

Kasus Pembebatan	Rasio tegangan tepi ψ	Aspek rasio α	Faktor bukling K	Faktor reduksi κ
[1]	$1 \geq \psi \geq 0$	$\alpha \geq 1$	$K = \frac{8,4}{\psi+1,1}$	$\kappa_x = 1$ untuk $\lambda \leq \lambda_c$
	$0 > \psi > -1$		$K = 7,63 - \psi (6,26 - 10\psi)$	$\kappa_x = c \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{0,22}{\lambda^2} \right)$ untuk $\lambda > \lambda_c$
	$\psi \leq -1$		$K = (1 - \psi)^2 \cdot 5,975$	$C = (1,25 - 0,12 \cdot \psi) \leq 1,25$ $\lambda_c = \frac{c}{2} \left(1 + \sqrt{1 - \frac{0,88}{c}} \right)$
[2]	$1 \geq \psi \geq 0$	$\alpha \geq 1$	$K = F_1 \left(1 + \frac{1}{\alpha^2} \right)^2 \frac{2,1}{(\psi+1,1)}$	$\kappa_y = c \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{R + F^2(H-R)}{\lambda^2} \right)$
	$1 \leq \alpha \leq 1,5$	$0 > \psi > -1$	$K = F_1 \left[\left(1 + \frac{1}{\alpha^2} \right)^2 \frac{2,1}{1,1} (1 + \psi) - \frac{\psi}{\alpha^2} (13,9 - 10 \cdot \psi) \right]$	$c = (1,25 - 0,12 \cdot \psi) \leq 1,25$ $R = \lambda \left(1 - \frac{\lambda}{c} \right)$ untuk $\lambda < \lambda_c$ $R = 0,22$ untuk $\lambda \geq \lambda_c$
			$K = F_1 \left[\left(1 + \frac{1}{\alpha^2} \right)^2 \frac{2,1}{1,1} (1 + \psi) - \frac{\psi}{\alpha^2} (5,87 + 1,87 \cdot \alpha^2 + \frac{8,6}{\alpha^2} - 10 \cdot \psi) \right]$	$F = \left(1 - \frac{0,91}{\lambda_p^2} - 1 \right) c_1 \geq 0$ $\lambda_c = \frac{c}{2} \left(1 + \sqrt{1 - \frac{0,88}{c}} \right)$ $\lambda_p^2 = \lambda^2 - 0,5 \quad 1 \leq \lambda_p^2 \leq 3$ $c_1 = 1$ untuk σ_y akibat beban langsung
			$K = F_1 \left(\frac{1-\psi}{\alpha} \right)^2 \cdot 5,975$	$c_1 = \left(1 - \frac{F_1}{\alpha} \right) \geq 0$ untuk σ_y akibat beban bending (secara umum) $c_1 = 0$ untuk σ_y akibat bending dalam kasus beban ekstrim (misalnya sekat kedap air)
	$\psi \leq -1$	$1 \leq \alpha \leq (1-\psi) \frac{3}{4}$	$K = F_1 \left[\left(\frac{1-\psi}{\alpha} \right)^2 \cdot 3,9675 + 0,5375 \left(\frac{1-\psi}{\alpha} \right)^4 + 1,87 \right]$	$H = \lambda - \frac{2 \cdot \lambda}{c(T + \sqrt{T^2 - 4})} \geq R$ $T = \lambda + \frac{14}{15 \cdot \lambda} + \frac{1}{3}$
		$\alpha > (1-\psi) \frac{3}{4}$		
[3]	$1 \geq \psi \geq 0$	$\alpha > 0$	$K = \frac{4 \left(0,425 + \frac{1}{\alpha^2} \right)}{3 \cdot \psi + 1}$	$\kappa_x = 1$ untuk $\lambda \leq 0,7$
	$0 > \psi \geq -1$		$K = 4 \left(0,425 + \frac{1}{\alpha^2} \right) (1 + \psi) - 5 \cdot \psi (1 - 3,42 \cdot \psi)$	$\kappa_x = \frac{1}{\lambda^2 + 0,51}$ untuk $\lambda > 0,7$
[4]	$1 \geq \psi \geq -1$	$\alpha > 0$	$K = \left(0,425 + \frac{1}{\alpha^2} \right) \frac{3-\psi}{2}$	

Tabel 3.5 Bidang Pelat Datar (lanjutan)

Kasus Pembebaan	Rasio Tegangan tepi ψ	Aspek rasio α	Faktor bukling K	Faktor reduksi κ
[5]		–	$K = K_t \cdot \sqrt{3}$ $\kappa_t = 5,34 + \frac{4}{\alpha^2}$ $\kappa_t = \left[4 + \frac{5,34}{\alpha^2} \right]$	$\kappa_9 = 1 \quad \text{untuk } \lambda \leq 0,84$ $\kappa_9 = \frac{0,84}{\lambda} \quad \text{untuk } \lambda > 0,84$
[6]		–	$K = K' \cdot r$ $K' = K \text{ sesuai baris 5}$ $r = \text{Faktor reduksi}$ $= \left(1 - \frac{d_a}{a} \right) \left(1 - \frac{d_b}{b} \right)$	
[7]		$\alpha \geq 1,64$ $\alpha < 1,64$	$K = 1,28$ $K = \frac{1}{\alpha^2} + 0,56 + 0,13\alpha^2$	$\kappa_x = 1 \quad \text{untuk } \lambda \leq 0,7$ $\kappa_x = \frac{1}{\lambda^2 + 0,51} \quad \text{untuk } \lambda > 0,7$
[8]		$\alpha \geq \frac{2}{3}$ $\alpha < \frac{2}{3}$	$K = 6,97$ $K = \frac{1}{\alpha^2} + 2,5 + 5 \cdot \alpha^2$	$\kappa_x = 1 \quad \text{untuk } \lambda \leq 0,83$ $\kappa_x = 1,13 \left[\frac{1}{\lambda} - \frac{0,22}{\lambda^2} \right] \quad \text{untuk } \lambda > 0,83$
[9]		$\alpha \geq 4$ $4 > \alpha > 1$ $\alpha \leq 1$	$K = 4$ $K = 4 + \left[\frac{4-\alpha}{3} \right]^4 2,74$ $K = \frac{4}{\alpha^2} + 2,07 + 0,67\alpha^2$	
[10]		$\alpha \geq 4$ $4 > \alpha > 1$ $\alpha \leq 1$	$K = 6,97$ $K = 6,97 + \left[\frac{4-\alpha}{3} \right]^4 3,1$ $K = \frac{4}{\alpha^2} + 2,07 + 4\alpha^2$	
Penjelasan untuk kondisi batas :   				

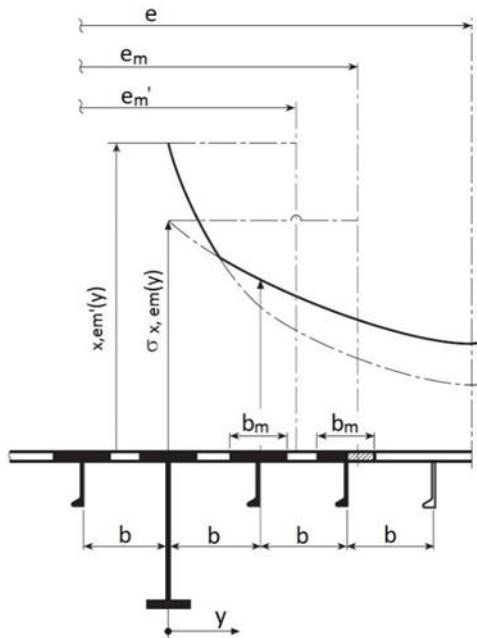
Tabel 3.6 Bidang pelat lengkung R/t 2500¹⁾

Kasus Pembebanan	Aspek rasio b/R	Faktor bukling K	Faktor reduksi κ
[1a]		$\frac{b}{R} \leq 1,63 \sqrt{\frac{R}{t}}$ $K = \frac{b}{\sqrt{R \cdot t}} + 3 \frac{(R \cdot t)^{0,175}}{b^{0,35}}$	$\kappa_x = 1$ ²⁾ untuk $\lambda \leq 0,4$ $\kappa_x = 1,274 - 0,686 \lambda$ untuk $0,4 < \lambda \leq 1,2$
[1b]		$\frac{b}{R} > 1,63 \sqrt{\frac{R}{t}}$ $K = 0,3 \frac{b^2}{R^2} + 2,25 \left(\frac{R^2}{b \cdot t} \right)^2$	$\kappa_x = \frac{0,65}{\lambda^2}$ untuk $\lambda > 1,2$
[2]	$\frac{b}{R} \leq 0,5 \sqrt{\frac{R}{t}}$ 	$K = 1 + \frac{2}{3} \frac{b^2}{R \cdot t}$	$\kappa_y = 1$ ²⁾ untuk $\lambda \leq 0,25$
	$\frac{b}{R} > 0,5 \sqrt{\frac{R}{t}}$	$K = 0,267 \frac{b^2}{R \cdot t} \left[3 - \frac{b}{R} \sqrt{\frac{t}{R}} \right]$ $\geq 0,4 \frac{b^2}{R \cdot t}$	$\kappa_y = 1,233 - 0,933$ untuk $0,25 < \lambda \leq 1$ $\kappa_y = 0,3/\lambda^3$ untuk $1 < \lambda \leq 1,5$ $\kappa_y = 0,2/\lambda^2$ untuk $\lambda > 1,5$
[3]	$\frac{b}{R} \leq \sqrt{\frac{R}{t}}$ 	$K = \frac{0,6 \cdot b}{\sqrt{R \cdot t}} + \frac{\sqrt{R \cdot t}}{b} - 0,3 \frac{R \cdot t}{b^2}$	Sebagaimana kasus pembebanan [1a]
	$\frac{b}{R} > \sqrt{\frac{R}{t}}$	$K = 0,3 \frac{b^2}{R^2} + 0,291 \left(\frac{R^2}{b \cdot t} \right)^2$	
[4]		$K = K_\tau \cdot \sqrt{3}$ $K_\tau = \left[28,3 + \frac{0,67 \cdot b^3}{R^{1,5} \cdot t^{1,5}} \right]^{0,5}$	$\kappa_\theta = 1$ untuk $\lambda \leq 0,4$ $\kappa_\theta = 1,274 - 0,686 \lambda$ untuk $0,4 < \lambda \leq 1,2$ $\kappa_\theta = \frac{0,65}{\lambda^2}$ for $\lambda > 1,2$
	$\frac{b}{R} > 8,7 \sqrt{\frac{R}{t}}$	$K_\tau = 0,28 \frac{b^2}{R \sqrt{R \cdot t}}$	
Penjelasan untuk kondisi batas :   			
<ol style="list-style-type: none"> 1) Untuk bidang pelat lengkung dengan radius yang sangat besar, nilai κ tidak perlu diambil kurang dari yang diperoleh pada bidang pelat datar yang diperlukan. 2) Untuk bidang pelat lengkung tunggal, misalnya lajur bilga, yang terletak dalam bidang parsial atau total, faktor reduksi κ dapat diambil sebagai berikut: <p>Kasus beban [1b] : $\kappa_x = 0,8/\lambda^2 \leq 1,0$ Kasus beban [2] : $\kappa_y = 0,65/\lambda^2 \leq 1,0$</p>			

Catatan:

Lebar efektif e'_m penumpu dengan pelat berpenegar flens dapat ditentukan sebagai berikut:

Penegar paralel terhadap bilah penumpu:



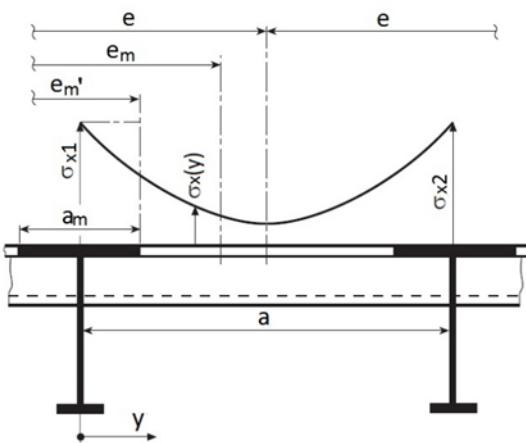
$$b < e_m$$

$$e'_m = n \cdot b_m$$

n = jumlah integer jarak penegar b di dalam lebar efektif "e_m" sesuai [Tabel 3.1](#) di [E.2.1](#)

$$= \text{int} \left(\frac{e_m}{b} \right)$$

Penegar tegak lurus terhadap bilah penumpu:



$$a \geq e_m$$

$$e'_m = n \cdot a_m < e_m$$

$$n = 2,7 \cdot \frac{e_m}{a} \leq 1$$

e = lebar pelat yang ditumpu sesuai dengan [E.2.1](#)

Masing-masing untuk $b \geq e_m$ atau $e_m < b$, b dan a harus ditukar.

a_m dan b_m untuk pelat flens pada umumnya ditentukan pada $\psi = 1$.

Distribusi tegangan antara dua penumpu:

$$\sigma_x(y) = \sigma_{x1} \cdot \left(1 - \frac{y}{e} \left[3 + c_1 - 4 \cdot c_2 - 2 \frac{y}{e} (1 + c_1 - 2 \cdot c_2) \right] \right)$$

$$c_1 = \frac{\sigma_{x2}}{\sigma_{x1}} \quad 0 \leq c_1 \leq 1$$

$$c_2 = \frac{1,5}{e} \cdot (e''_{m1} + e''_{m2}) - 0,5$$

σ_{x1}, σ_{x2} = tegangan normal pada pelat flens penumpu 1 dan 2 yang berdekatan dengan jarak e

e''_{m1} = lebar efektif proporsional pada masing-masing untuk e'_{m1} dan e_{m1} dari penumpu 1 dalam jarak e

$$= \frac{e'_{m1}}{e_{m1}}$$

e''_{m2} = lebar efektif proporsional pada masing-masing untuk e'_{m2} dan e_{m2} dari penumpu 2 dalam jarak e

$$= \frac{e'_{m2}}{e_{m2}}$$

y = jarak dari lokasi yang dipertimbangkan pada penumpu 1

Ukuran konstruksi pelat dan penegar secara umum ditentukan sesuai dengan tegangan maksimum $\sigma_x(y)$ pada masing-masing bilah penumpu dan penegar. Untuk penegar yang mengalami tekanan yang ditempatkan paralel dengan bilah penumpu dengan jarak b , maka tidak boleh dimasukkan nilai yang lebih kecil dari $0,25 \cdot R_{eH}$ untuk $\sigma_x(y=b)$.

Distribusi tegangan geser pada pelat flens dapat diasumsikan secara linier.

2.3 Bilah dan flens

Untuk bilah dan flens tanpa berpenegar dari profil dan penumpu, pembuktian kecukupan kekuatan bukling seperti pada bidang pelat tunggal harus dilakukan sesuai dengan [2.1](#).

Catatan:

Dalam $0,6L$ pada bagian tengah kapal, nilai-nilai panduan berikut direkomendasikan untuk rasio dari tinggi bilah dan tebal bilah dan/atau lebar flens dan tebal flens:

$$\text{Flat bar} : \frac{h_w}{t_w} \leq 19,5 \sqrt{k}$$

$$\text{Profil } L, T \text{ dan bulb:} \quad \text{bilah} : \frac{h_w}{t_w} \leq 60,0 \sqrt{k}$$

$$\text{flens} : \frac{b_i}{t_f} \leq 19,5 \sqrt{k}$$

b_i = b_1 atau b_2 sesuai dengan [Gambar 3.3](#), nilai yang lebih besar harus diambil.

3. Pembuktian bidang parsial dan total

3.1 Penegar memanjang dan melintang

Pembuktian harus dilakukan bahwa penegar memanjang yang menerus dan melintang pada bidang pelat parsial dan total memenuhi persyaratan yang diatur pada [3.2](#) dan [3.3](#).

3.2 Bukling lateral

$$\frac{\sigma_a + \sigma_b}{R_{eH}} S \leq 1$$

σ_a = tegangan tekan yang terdistribusi secara merata pada arah sumbu penegar [N/mm²]

= σ_x untuk penegar memanjang

= σ_y untuk penegar melintang

σ_b = tegangan bending pada penegar

$$= \frac{M_0 + M_1}{W_{st} \cdot 10^3} \quad [\text{N/mm}^2]$$

M_0 = momen bending akibat deformasi w pada penegar

$$= F_{Ki} \frac{p_z \cdot W}{c_f - p_z} \quad [\text{N} \cdot \text{mm}] \quad \text{dengan } (c_f - p_z) > 0$$

M_1 = momen bending akibat beban lateral p yang didefinisikan sebagai:

$$= \frac{p \cdot b \cdot a^2}{24 \cdot 10^3} \quad [\text{N} \cdot \text{mm}] \quad \text{untuk penegar memanjang}$$

$$= \frac{p \cdot a(n \cdot b)^2}{c_s \cdot 8 \cdot 10^3} \quad [\text{N} \cdot \text{mm}] \quad \text{untuk penegar melintang}$$

p = beban lateral [kN/m²] sesuai [Bab 4](#)

F_{Ki} = gaya bukling ideal pada penegar [N]

$$F_{Kix} = \frac{\pi^2}{a^2} E \cdot I_x \cdot 10^4 \quad \text{untuk penegar memanjang}$$

$$F_{Kiy} = \frac{\pi^2}{(n \cdot b)^2} E \cdot I_y \cdot 10^4 \quad \text{untuk penegar melintang}$$

I_x, I_y = momen inersia penegar memanjang atau melintang termasuk lebar efektif pelat sesuai [2.2](#) [cm⁴]

$$I_x \geq \frac{b \cdot t^3}{12 \cdot 10^4}$$

$$I_y \geq \frac{a \cdot t^3}{12 \cdot 10^4}$$

p_z = beban lateral nominal pada penegar akibat σ_x, σ_y dan τ [N/mm²]

$$p_{zx} = \frac{t_a}{b} \left(\sigma_{x1} \left(\frac{\pi \cdot b}{a} \right)^2 + 2 \cdot c_y \cdot \sigma_y + \sqrt{2} \tau_1 \right) \quad \text{untuk penegar memanjang}$$

$$p_{zy} = \frac{t_a}{b} \left(2 \cdot c_x \cdot \sigma_{x1} + \sigma_y \left(\frac{\pi \cdot a}{n \cdot b} \right)^2 \cdot \left(1 + \frac{A_y}{a \cdot t_a} \right)^2 + \sqrt{2} \cdot \tau_1 \right) \quad \text{untuk penegar melintang}$$

σ_{x1} = tegangan membran terkoreksi pada arah x [N/mm²]

$$= \sigma_x \left(1 + \frac{A_x}{b \cdot t_a} \right) \quad [\text{N/mm}^2]$$

c_x, c_y = Faktor yang memperhitungkan tegangan vertikal terhadap sumbu penegar dan variabel terdistribusi sepanjang panjang penegar

$$= 0,5 (1 + \psi) \quad \text{untuk } 0 \leq \psi \leq 1$$

$$= \frac{0,5}{1 - \psi} \quad \text{untuk } \psi < 0$$

ψ = rasio tegangan tepi sesuai Tabel 3.5

A_x, A_y = luas penampang dari masing-masing penegar memanjang atau melintang [mm²]

τ_1 = tegangan geser terkoreksi [N/mm²] pada bidang x-y, didefinisikan sebagai:

$$= \left[\tau - t \sqrt{R_{eh} \cdot E \left(\frac{m_1}{a^2} + \frac{m_2}{b^2} \right)} \right] \geq 0$$

untuk penegar memanjang:

$$\frac{a}{b} > 2,0 : \quad m_1 = 1,47 \quad m_2 = 0,49$$

$$\frac{a}{b} < 2,0 : \quad m_1 = 1,96 \quad m_2 = 0,37$$

untuk penegar melintang:

$$\frac{a}{n \cdot b} \geq 0,5 : \quad m_1 = 0,37 \quad m_2 = \frac{1,96}{n^2}$$

$$\frac{a}{n \cdot b} < 0,5 : \quad m_1 = 0,49 \quad m_2 = \frac{1,47}{n^2}$$

w = $w_0 + w_1$

w_0 = asumsi ketidak sempurnaan [mm],

$$\frac{a}{250} \geq w_{0x} \leq \frac{b}{250} \quad \text{untuk penegar memanjang}$$

$$\frac{n \cdot b}{250} \geq w_{0x} \leq \frac{a}{250} \quad \text{untuk penegar melintang}$$

bagaimanapun juga, $w_0 \leq 10$ mm

Catatan:

Untuk penegar yang ditirus (sniped) di kedua ujungnya w_0 harus diambil tidak kurang dari jarak dari titik tengah pelat terhadap sumbu netral profil termasuk lebar efektif pelat.

- w_1 = deformasi penegar karena beban lateral p pada titik tengah dari panjang tidak ditumpu pada penegar [mm]. Dalam kasus beban terdistribusi merata nilai berikut untuk w_1 dapat digunakan:
- $$= \frac{p \cdot b \cdot a^4}{384 \cdot 10^7 \cdot E \cdot I_x} \quad \text{untuk penegar memanjang}$$
- $$= \frac{5 \cdot a \cdot p \cdot (n \cdot b)^4}{384 \cdot 10^7 \cdot E \cdot I_x \cdot c_s^2} \quad \text{untuk penegar melintang}$$
- c_f = tumpuan elastis yang diberikan oleh penegar [N/mm²]
- $$c_{fx} = F_{Kix} \cdot \frac{\pi^2}{a^2} \cdot (1 + c_{px}) \quad \text{untuk penegar memanjang}$$
- $$c_{fy} = c_s \cdot F_{Kiy} \cdot \frac{\pi^2}{(n \cdot b)^2} \cdot (1 + c_{py}) \quad \text{untuk penegar melintang}$$
- c_{px} = koefisien, didefinisikan sebagai:
- $$= \frac{1}{1 + \frac{0,91}{c_{x\alpha}} \cdot \left(\frac{12 \cdot 10^4 \cdot I_x}{t^3 \cdot b} - 1 \right)}$$
- $c_{x\alpha}$ = koefisien, didefinisikan sebagai:
- $$= \left[\frac{a}{2b} + \frac{2b}{a} \right]^2 \quad \text{untuk } a \geq 2 \cdot b$$
- $$= \left[1 + \left(\frac{a}{2b} \right)^2 \right]^2 \quad \text{untuk } a < 2 \cdot b$$
- c_{py} = koefisien, didefinisikan sebagai:
- $$= \frac{1}{1 + \frac{0,91}{c_{y\alpha}} \cdot \left(\frac{12 \cdot 10^4 \cdot I_y}{t^3 \cdot a} - 1 \right)}$$
- $c_{y\alpha}$ = $\left[\frac{n \cdot b}{2a} + \frac{2a}{n \cdot a} \right]^2$ untuk $n \cdot b \geq 2 \cdot a$
- $$= \left[1 + \left(\frac{n \cdot b}{2a} \right)^2 \right]^2 \quad \text{untuk } n \cdot b < 2 \cdot a$$
- c_s = faktor yang memperhitungkan kondisi batas dari penegar melintang
- = 1,0 untuk penegar dengan tumpuan sederhana
- = 2,0 untuk penegar dengan sebagian dijepit
- W_{st} = modulus penampang penegar (memanjang atau melintang) [cm³] termasuk lebar pelat efektif menurut 2.2

Jika tidak ada beban lateral p yang bekerja, tegangan bending σ_b harus dihitung pada titik tengah jarak penegar untuk serat yang menghasilkan nilai tegangan terbesar. Jika terdapat beban lateral p yang bekerja,

perhitungan tegangan harus dilakukan untuk kedua serat luas penampang melintang penegar (jika diperlukan untuk bidang tegangan biaksial pada sisi pelat).

Catatan:

Penegar memanjang dan melintang yang tidak mengalami beban lateral p memiliki ukuran konstruksi yang cukup, jika momen inersia I_x dan I_y tidak kurang dari yang diperoleh dengan formula berikut:

$$I_x = \frac{p_{zx} \cdot a^2}{\pi^2 \cdot 10^4} \left(\frac{w_{ox} \cdot h_w}{R_{eH}} + \frac{a^2}{\pi^2 \cdot E} \right) [cm^4]$$

$$I_y = \frac{p_{zy} \cdot (n \cdot b)^2}{\pi^2 \cdot 10^4} \left(\frac{w_{oy} \cdot h_w}{R_{eH}} + \frac{(n \cdot b)^2}{\pi^2 \cdot E} \right) [cm^4]$$

3.3 Bukling Torsional

3.3.1 Penegar memanjang:

$$\frac{\sigma_x \cdot S}{K_T \cdot R_{eH}} \leq 1,0$$

$$K_T = 1,0 \quad \text{untuk } \lambda_T \leq 0,2$$

$$= \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda_T^2}} \quad \text{untuk } \lambda_T > 0,2$$

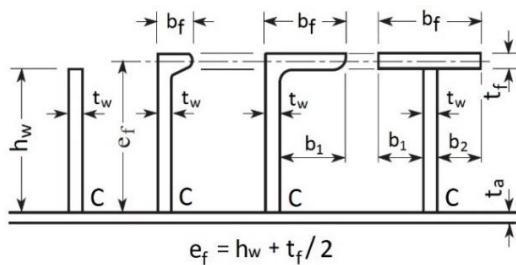
$$\phi = 0,5 (1 + 0,21 (\lambda_T - 0,2) + \lambda_T^2)$$

λ_T = acuan derajat kelangsingan

$$\lambda_T = \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{KIT}}}$$

$$\sigma_{KIT} = \frac{E}{I_p} \left(\frac{\pi^2 \cdot I_\omega \cdot 10^2}{a^2} \varepsilon + 0,385 \cdot I_T \right) [N/mm^2]$$

Untuk I_p , I_T , I_ω lihat [Gambar 3.3](#) dan [Tabel 3.7](#).



Gambar 3.3 Ukuran utama tipikal penegar memanjang

I_p = momen inersia polar penegar terhadap poin C [cm^4]

I_T = momen inersia St. Vernant penegar [cm^4]

I_T = momen inersia sektoral penegar terhadap poin C [cm⁶]

ε = derajat fiksasi

$$= 1 + 10^{-4} \sqrt{\frac{a^4}{I_\omega \left(\frac{b}{t^3} + \frac{4 \cdot h_w}{3 \cdot t_w^3} \right)}}$$

h_w = tinggi bilah [mm]

t_w = tebal bilah [mm]

b_f = lebar flens [mm]

t_f = tebal flens [mm]

A_w = luas bilah $h_w \times t_w$

A_f = luas flens $b_f \times t_f$

3.3.2 Penegar melintang

Untuk penegar melintang yang dibebani dengan tegangan tekan dan yang tidak ditumpu oleh penegar memanjang, pembuktian harus dilakukan sesuai dengan 3.3.1 dengan prinsip yang sama.

Tabel 3.7 Rumus untuk perhitungan momen inersia I_p , I_T , dan I_ω

Profil	I_p	I_T	I_ω
Flat bar	$\frac{h_w^3 \cdot t_w}{3 \cdot 10^4}$	$\frac{h_w \cdot t_w^3}{3 \cdot 10^4} \left[1 - 0,63 \frac{t_w}{h_w} \right]$	$\frac{h_w^3 \cdot t_w^3}{36 \cdot 10^6}$
Profil dengan bulb atau flens	$\left[\frac{A_w \cdot h_w^2}{3} + A_f \cdot e_f^2 \right] 10^{-4}$	$\frac{h_w \cdot t_w^3}{3 \cdot 10^4} \left[1 - 0,63 \frac{t_w}{h_w} \right] + \frac{b_f \cdot t_f^3}{3 \cdot 10^4} \left[1 - 0,63 \frac{t_f}{b_f} \right]$	Untuk profil bulb dan L: $\frac{A_f \cdot e_f^2 \cdot b_f^2}{12 \cdot 10^6} \left[\frac{A_f + 2,6 A_w}{A_f \cdot A_w} \right]$ Untuk profil T: $\frac{b_f^3 \cdot t_f \cdot e_f^2}{12 \cdot 10^6}$

G. Kekakuan Pelintang dan Penumpu

Momen inersia pelintang dan penumpu geladak, tidak boleh kurang dari:

$$I = c \cdot W \cdot \ell \quad [\text{cm}^4]$$

c = 4,0 jika kedua ujungnya ditumpu sederhana

= 2,0 jika salah satu ujungnya dijepit

= 1,5 jika kedua ujungnya dijepit

W = modulus penampang bagian struktur yang diperhitungkan [cm³]

ℓ = panjang yang tidak ditumpu bagian struktur yang diperhitungkan [m]

H. Detail Struktur

1. Kontinuitas struktur

1.1 Kontinuitas struktur harus dipertahankan sepanjang kapal. Dalam perencanaan struktur, ketika perubahan signifikan terjadi, struktur transisi yang memadai harus disediakan.

(IACS UR S11.3.2)

1.2 Bila sistem konstruksi memanjang berubah ke sistem konstruksi melintang, kontinuitas struktur atau skarping yang memadai harus disediakan.

2. Bagian-bagian memanjang

2.1 Semua bagian memanjang diperhitungkan untuk perhitungan modulus penampang tengah kapal harus diteruskan sepanjang penampang tengah kapal yang dipersyaratkan dan harus ditiru secara bertahap hingga ukuran konstruksi akhir yang dipersyaratkan (lihat juga Bab 5, C.1).

2.2 Diskontinuitas secara tiba-tiba pada kekuatan bagian konstruksi memanjang harus sedapat mungkin dihindari. Jika bagian memanjang memiliki ukuran konstruksi yang berbeda tersambung satu sama lain, harus dibuat dengan transisi yang halus.

Terkait dengan hal tersebut, perhatian khusus harus diberikan pada konstruksi memanjang ambang palka yang menerus dan membentuk bagian struktur memanjang lambung kapal.

2.3 Di ujung sekat memanjang atau dinding memanjang menerus, braket skarping/peralihan yang sesuai harus disediakan.

2.4 Secara umum, struktur memanjang harus didesain sedemikian rupa sehingga melewati struktur pelintang secara menerus. Diskontinuitas besar harus dihindari.

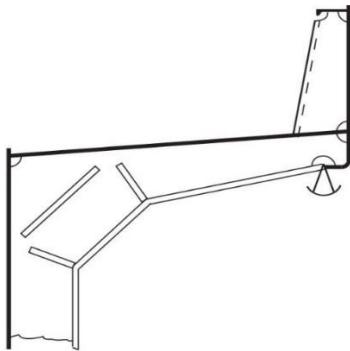
2.5 Jika struktur memanjang harus terputus (zig-zag), elemen perpindahan struktur yang cukup harus disediakan.

3. Pelintang dan penumpu

3.1 Jika pelintang dan penumpu dipasang saling terhubung pada bidang yang sama, diskontinuitas besar pada kekuatannya harus dihindari. Secara umum, tinggi bilah penumpu yang lebih kecil, tidak boleh kurang dari 60% tinggi bilah yang lebih besar.

3.2 Taper antara pelat hadap dengan dimensi yang berbeda harus dilakukan secara bertahap. Secara umum taper tidak boleh melebihi 1 : 3. Pada titik pertemuan gaya yang bekerja di pelat hadap harus ditransmisikan dengan baik.

3.3 Untuk mentransmisikan gaya yang bekerja, pelat hadap harus ditumpu pada tekukannya. Untuk penumpu pelat hadap kantilever, lihat [Gambar 3.4](#).



Gambar 3.4 Penumpu pelat hadap kantilever

3.4 Atas persetujuan khusus, penegar pada tekukan dapat diabaikan jika kondisi berikut dipenuhi:

$$\sigma_a \leq \sigma_p \frac{b_e}{b_f} \quad [\text{N/mm}^2]$$

σ_a = tegangan aktual pelat hadap pada tekukan [N/mm^2]

σ_p = tegangan yang diizinkan pada pelat hadap [N/mm^2]

b_f = lebar pelat hadap [mm]

b_e = lebar efektif pelat hadap :

$$= t_w + n_1 [t_f + c (b - t_f)] \quad [\text{mm}]$$

t_w = tebal bilah [mm]

t_f = tebal pelat hadap [mm]

b = koefisien, yang didefinisikan sebagai:

$$= \frac{1}{n_1} (b_f - t_w) \quad [\text{mm}]$$

$$c = \frac{1}{\left[\frac{(b - t_f)^2}{(R \cdot t_t)} \right] - n_2} + \frac{n_3 \cdot t_f}{\alpha^2 \cdot R}$$

c_{\max} = 1

2α = sudut tekukan [$^\circ$], lihat [Gambar 3.5](#)

α_{\max} = 45°

R = jari-jari pelat hadap yang dibundarkan [mm]

= t_f untuk pelat hadap tekuk

n_1 = 1 untuk pelat hadap tidak simetris (pelat hadap pada satu sisi saja)

= 2 untuk pelat hadap simetris

n_2 = 0 untuk pelat hadap yang tidak ditumpu oleh braket

$$= 0,9 \cdot \frac{(b - t_f)^2}{R \cdot t_f} \leq 1,0 \quad \text{untuk pelat hadap pada bilah penumpu banyak}$$

n_3 = 3 jika tidak ada penegar radial yang dipasang

= 3000 jika dua atau lebih penegar radial dipasang atau jika satu penegar tekuk dipasang sesuai dengan [Gambar 3.5\(a\)](#).

$$n_3 = \left(\frac{d}{t_f} - 8 \right)^4 \text{ jika satu penegar dipasang sesuai dengan } \text{ [Gambar 3.5\(b\)](#).}$$

$$3 \leq n_3 \leq 3000$$

$$d = \text{jarak penegar dari tekukan [mm]}$$

Untuk pembuktian kekuatan lelah pada sambungan las di tekukan, faktor konsentrasi tegangan K_S (sudut 2α sesuai dengan [Gambar 3.5](#) $< 35^\circ$) terkait dengan tegangan σ_a di pelat hadap dengan tebal t_f dapat diperkirakan sebagai berikut dan dapat dievaluasi dengan kasus 5 pada [Tabel 20.3](#):

$$K_S = \frac{t_f}{t_n} \left[1 + \frac{6 \cdot n_4}{1 + \left[\frac{t_f}{t_n} \right]^2} \cdot \tan \left[\frac{t_n}{R} \cdot 2\alpha \right] \right]$$

$$n_4 = 7,143 \quad \text{untuk } \frac{d}{t_f} > 8$$

$$= \frac{d}{t_f} - 0,51 \cdot \sqrt[4]{\frac{d}{t_f}} \quad \text{untuk } 8 \geq \frac{d}{t_f} > 1,35$$

$$= 0,5 \cdot \frac{d}{t_f} + 0,125 \quad \text{untuk } 1,35 \geq \frac{d}{t_f} \geq -0,25$$

Sambungan las harus dibentuk sesuai dengan [Gambar 3.6](#).

Ukuran konstruksi penegar (panduan):

$$\text{tebal : } t_b = \frac{\sigma_a}{\sigma_p} t_f \cdot 2 \sin \alpha \quad [\text{mm}]$$

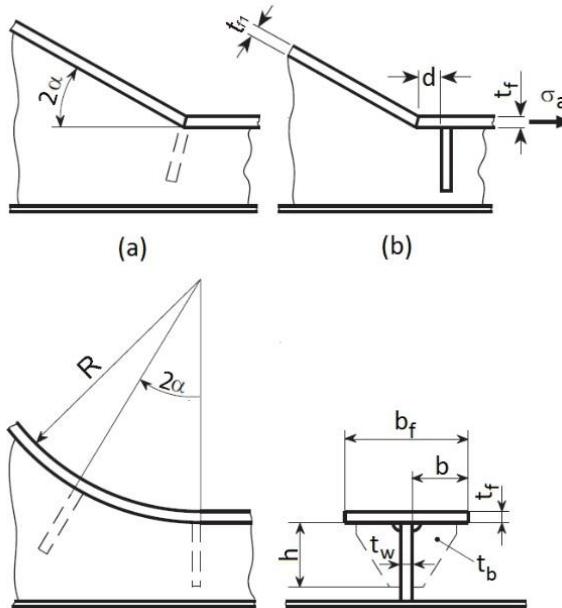
$$\text{tinggi : } h = 1,5 \cdot b \quad [\text{mm}]$$

3.5 Untuk mencegah pelat hadap mengalami tripping, penegar dengan jarak yang cukup atau braket tripping harus disediakan. Jarak elemen braket tripping ini tidak boleh melebihi $12 \cdot b_f$.

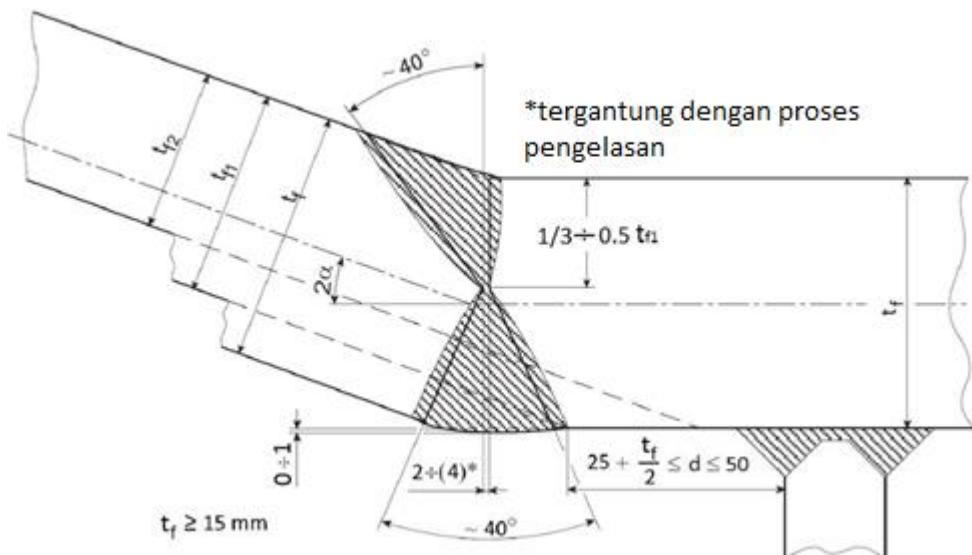
3.6 Bilah harus diperkuat untuk mencegah bukling (lihat juga [F.](#)).

3.7 Lokasi lubang peringan harus sedemikian rupa sehingga jarak dari tepi lubang ke pelat hadap tidak kurang dari $0,3 \times$ tinggi bilah.

3.8 Didaerah tegangan geser yang tinggi, lubang peringan pada bilah harus sedapat mungkin dihindari.



Gambar 3.5 Tipikal penegar pelat hadap pada tekukan yang dilbundarkan



Gambar 3.6 Pengelasan dan penumpu tekukan

4. Tekukan (umum)

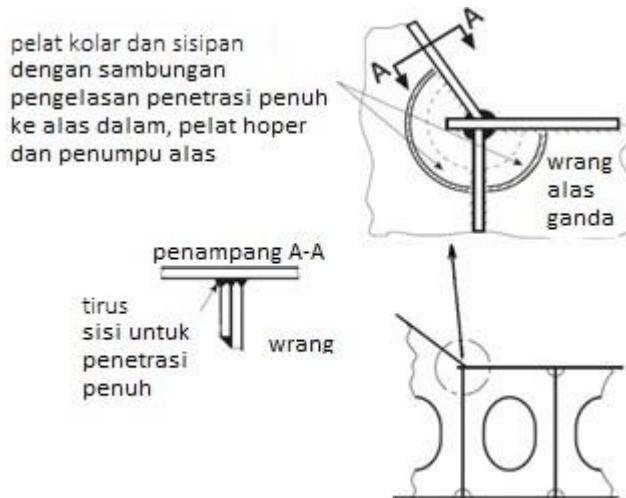
Bagian konstruksi berflens yang menyalurkan gaya tegak lurus terhadap tekukan harus ditumpu secukupnya pada tempat tekukan, yaitu tekukan pada alas dalam harus diletakkan diatas wrang, penumpu memanjang atau sekat.

Jika struktur memanjang, seperti sekat atau geladak memanjang, termasuk tekukan yang dibentuk oleh dua pelat yang dilas tumpul, tekukan tersebut harus ditumpu disekitar sambungan bukan tepat di lokasi sambungan. Jarak minimum d ke struktur penumpu harus:

$$d = 25 + \frac{t_f}{2}$$

tetapi tidak boleh lebih dari 50 mm, lihat [Gambar 3.6](#).

Pada kapal curah di tempat tekukan antara alas dalam dan tangki sisi miring disekitar pelat wrang, potongan lubang pengelasan harus ditutup dengan pelat kolar atau pelat sisipan, lihat [Gambar 3.7](#). Dalam kedua kasus tersebut disyaratkan las penetrasi penuh pada alas dalam dan penumpu alas.



Gambar 3.7 Tekukan pada alas ganda

J. Evaluasi Tegangan Takik

Evaluasi tegangan takik σ_K untuk perilaku material elastis-linier pada tepi pelat bebas, misalnya pada sudut palka, bukaan geladak, dinding, penumpu, dll., pada umumnya, harus memenuhi kriteria dibawah ini:

$$\sigma_K \leq f \cdot R_{eH}$$

$f = 1,1$	untuk baja struktur lambung kekuatan normal
$= 0,9$	untuk baja struktur lambung kekuatan lebih tinggi dengan $R_{eH} = 315 \text{ N/mm}^2$
$= 0,8$	untuk baja struktur lambung kekuatan lebih tinggi dengan $R_{eH} = 355 \text{ N/mm}^2$.
$= 0,73$	untuk baja struktur lambung kekuatan lebih tinggi dengan $R_{eH} = 390 \text{ N/mm}^2$

Jika tepi pelat bebas dari takik dan sudut yang bulat, maka tegangan takik σ_K dengan nilai yang lebih besar 20% dapat diizinkan.

Lebih lanjut, peningkatan tegangan dapat diizinkan berdasarkan analisa kekuatan lelah sesuai [Bab 20](#).

Untuk beberapa jenis bukaan, faktor takik K_t untuk perhitungan tegangan takik σ_K diberikan dalam [Gambar 3.8](#) dan [3.9](#). Faktor takik tersebut berlaku untuk kondisi tegangan dengan tegangan normal uniaksial atau biaksial.

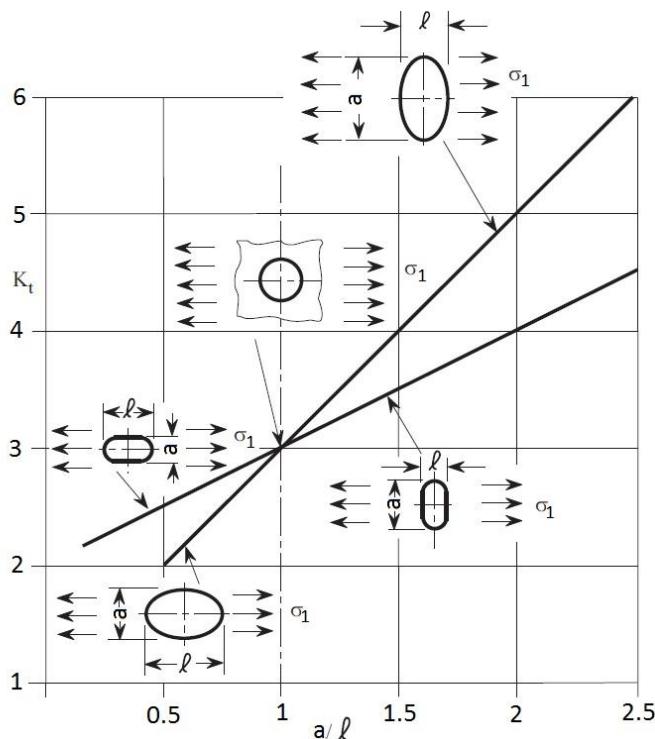
Dalam kasus tegangan gabungan akibat beban memanjang dan geser, tegangan takik maksimum σ_{Kmax} dari bukaan persegi panjang dengan sudut bundar dapat diperkirakan dihitung sebagai berikut:

$$\sigma_{Kmax} = +K_{tv} \cdot \sqrt{\sigma_1^2 + 3 \cdot \tau_1^2} \quad \text{Untuk } \sigma_1 = \text{tegangan tarik}$$

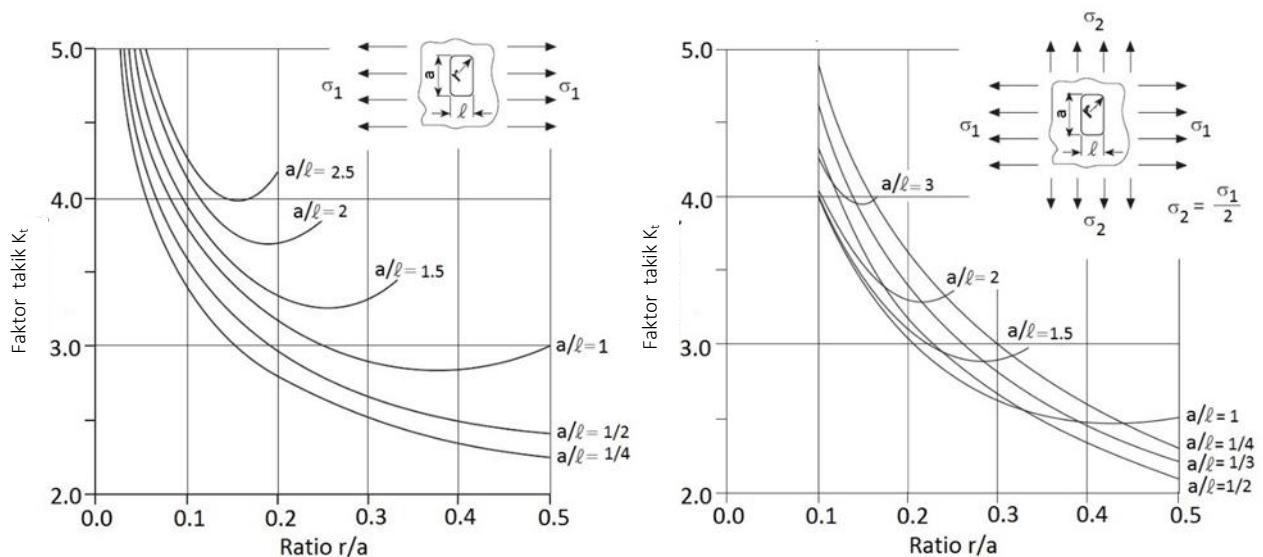
$$= -K_{tv} \cdot \sqrt{\sigma_1^2 + 3 \cdot \tau_1^2} \quad \text{Untuk } \sigma_1 = \text{tegangan tekan}$$

$$\begin{aligned} K_{tv} &= \text{Faktor takik untuk tegangan ekuivalen} \\ &= m\sqrt{p} + c \end{aligned}$$

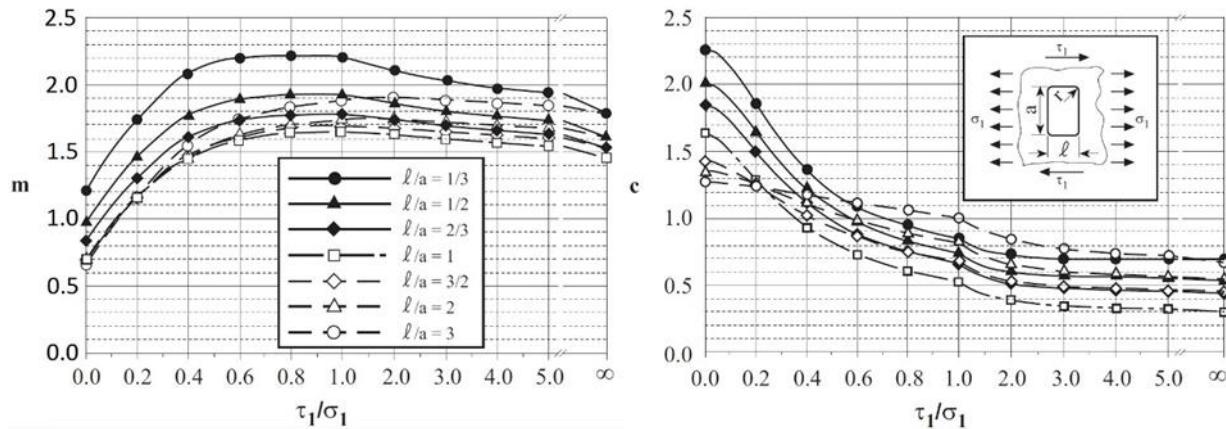
- m, c = parameter sesuai dengan [Gambar 3.10](#)
 ℓ, a = panjang dan tinggi bukaan
 τ_1 = tegangan geser yang berkaitan dengan luas penampang kotor
 σ_1 = tegangan memanjang (pada arah memanjang ℓ pada bukaan) terkait dengan luas penampang kotor
 r = radius pada sudut yang dibundarkan
 ρ = rasio dari panjang yang lebih kecil terhadap jari-jari sudut (ℓ/r atau a/r)
 ρ_{\min} = 3



Gambar 3.8 Faktor takik K_t untuk bukaan yang dibundarkan J



Gambar 3.9 Faktor takik K_t untuk bukaan persegi panjang dengan sudut dibundarkan pada kondisi tegangan uniaksial (kiri) dan pada kondisi tegangan biaksial (kanan)



Gambar 3.10 Parameter m dan c untuk menentukan faktor-faktor takik pada bukaan persegi panjang yang dibebani oleh tegangan gabungan memanjang dan geser

Catatan:

Karena faktor takik dan tegangan ekuivalen selalu positif, tanda σ_1 menentukan superposisi yang paling tidak menguntungkan dari komponen tegangan pada tiap sudut dari keempat sudut tersebut. Beban yang hanya beban geser saja, menghasilkan tegangan takik yang besarnya sama dengan dua nilai positif dan dua nilai negatif pada sudut yang berseberangan.

Evaluasi tegangan takik yang akurat dapat dimungkinkan dengan cara perhitungan elemen hingga. Untuk pemeriksaan kelelahan, peningkatan tegangan akibat bentuk potongan lubang harus diperhitungkan, lihat [Tabel 20.3](#).

Catatan:

Faktor-faktor takik ini hanya dapat digunakan untuk penumpu dengan bukaan banyak, jika tidak ada korelasi antara bukaan-bukaan yang berbeda terkait deformasi dan tegangan.

K. Penambahan Korosi

1. Persyaratan ukuran konstruksi pada Bab-bab selanjutnya menunjukkan penambahan korosi secara umum t_k sebagai berikut:

$$t_k = 1,5 \text{ [mm]} \quad \text{untuk } t' \leq 10 \text{ mm}$$

$$= \frac{0,1 \cdot t'}{\sqrt{k}} + 0,5 \text{ [mm]}, \text{ mak. } 3,0 \text{ mm} \quad \text{untuk } t' > 10 \text{ mm}$$

t' = tebal yang dipersyaratkan tidak termasuk t_k [mm]

k = faktor material sesuai dengan [Bab 2, B.2](#)

2. Untuk elemen struktur di daerah tertentu t_k tidak boleh kurang dari yang diberikan pada [Tabel 3.8](#). Untuk perlindungan korosi lihat [Bab 38](#).

3. Untuk struktur di dalam ruang kering seperti penumpu kotak kapal kontainer dan untuk ruangan yang sama, penambahan korosi adalah:

$$t_k = \frac{0,1 \cdot t'}{\sqrt{k}}, \quad \text{maks. } 2,5 \text{ mm}$$

Namun, tidak boleh kurang dari 1,0 mm.

Tabel 3.8 Penambahan korosi minimum

Daerah	$t_{K\min}$ [mm]
Dalam tangki balas, jika geladak cuaca membentuk bagian atas tangki, 1,5 m di bawah bagian atas tangki ¹ .	2,5
– Di tangki minyak kargo, jika geladak cuaca membentuk bagian atas tangki, 1,5 m di bawah bagian atas tangki. – Bagian horisontal dalam tangki muatan minyak dan bahan bakar.	2,0
Pelat geladak di bawah rumah geladak dipasang secara elastis.	3,0
Sekat memanjang pada kapal yang diberikan Notasi G dan mengalami operasi keruk (<i>Grab</i>)	2,5
¹ $t_K = 2,5$ mm untuk semua struktur dalam tangki sisi atas dari kapal pengangkut curah.	

4. Untuk dinding dalam dan geladak ruang kering di dalam daerah akomodasi kapal, penambahan korosi dapat dikurangi menjadi nol. Dalam hal ini geladak harus dilindungi oleh lapisan pelindung.

Untuk daerah bangunan atas lainnya penambahan korosi harus ditentukan sesuai dengan formula berikut:

$$t_K = 1,0 \quad [\text{mm}] \quad \text{untuk } t' \leq 10 \text{ mm}$$

$$t_K = \frac{0,1 \cdot t'}{\sqrt{k}} + 0,5 \leq 3,0 \quad [\text{mm}] \quad \text{untuk } t' > 10 \text{ mm}$$

5. Penambahan korosi untuk tutup palka dan ambang palka harus ditentukan sesuai dengan [Bab 17](#).

L. Tegangan Tambahan pada Penampang Asimmetris

1. Tegangan tambahan untuk analisis kekuatan lelah

Tegangan tambahan σ_h yang terjadi di penampang tidak-simetris dapat dihitung dengan formula berikut:

$$\sigma_h = \frac{Q \cdot \ell_f \cdot t_f}{c \cdot W_y \cdot W_z} \left(b_1^2 - b_2^2 \right) \quad [\text{N/mm}^2]$$

Q = beban pada profil yang paralel dengan bilahnya dalam jarak yang tidak ditumpu ℓ_f [kN]

= $p \cdot a \cdot \ell_f$ [kN] dalam kasus beban terdistribusi merata p [kN/m²]

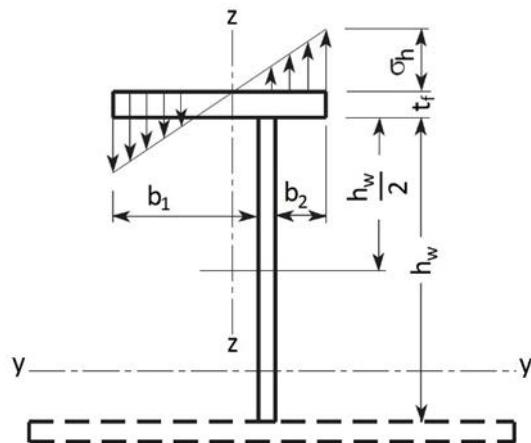
ℓ_f = panjang yang tidak ditumpu dari flens [m]

t_f, b_1, b_2 = ukuran flens [mm] seperti yang ditunjukkan [Gambar 3.11](#).

$b_1 \geq b_2$

W_y = modulus penampang profil terhadap sumbu y-y termasuk lebar efektif pelat [cm³]

W_z = modulus penampang sebagian profil yang terdiri dari flens dan setengah dari daerah bilah terhadap sumbu z-z [cm³] (Penampang bulb dapat dikonversi menjadi penampang L yang serupa)



Gambar 3.11 Profil asimetris

c = faktor yang tergantung dengan jenis beban, kekakuan bilah dan panjang profil serta jenis tumpuan profil

Untuk profil yang dijepit pada kedua ujungnya dan konstanta daerah pembebahan $c = 80$ dapat diambil untuk pendekatan.

Sebuah perhitungan yang teliti dapat dipersyaratkan, misalnya untuk gading memanjang pada kapal tangki.

Tegangan tambahan σ_h ini harus ditambahkan secara langsung ke tegangan yang lain seperti yang dihasilkan dari bending lokal dan global pada lambung kapal.

2. Koreksi modulus penampang

Modulus penampang yang dipersyaratkan W_y menurut A.2 harus dikalikan dengan faktor K_{sp} menurut Tabel 3.9.

Tabel 3.9 Faktor peningkatan k_{sp}

Jenis Profil	k_{sp}
Flat bar dan profil T simetris	1,00
Profil bulb	1,03
profil T asimetris $\frac{b_2}{b_1} \approx 0.5$	1,05
Siku canai (profil L)	1,15

M. Pengujian Kompartemen Kedap air dan Kedap cuaca

1. Pengujian kekedapan dan struktur kompartemen kedap air dan kedap cuaca harus dilakukan sesuai dengan [Rules for Classification and Surveys \(Pt. 1, Vol. I\), Annex A.6](#).

Ketinggian tekanan tangki menurut [Bab 4, D.1](#) harus diperhatikan.

2. Untuk semua tangki, uji operasional harus dilakukan pada saat kapal mengapung atau selama pelayaran percobaan. Fungsi yang tepat dari saluran pengisian dan penghisap serta katup demikian juga fungsi dan kekedapan ventilasi, pipa duga dan limpah harus diuji.

3. Dalam kasus kapal tangki, ruang pompa digunakan sebagai pengganti koferdam yang terletak di antara tangki muat dan ruang mesin, maka sekat ruang mesin/ruang pompa tidak perlu diuji kekedapan air.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 4 Beban Desain

A.	Umum, Definisi	4-1
B.	Beban Laut Eksternal	4-2
C.	Beban Muatan, Beban pada Geladak Akomodasi	4-7
D.	Beban pada Struktur Tangki.....	4-8
E.	Desain Nilai Komponen Percepatan.....	4-11

A. Umum, Definisi

1. Umum

Bab ini memberikan data mengenai beban desain untuk menentukan elemen ukuran konstruksi struktur lambung dengan menggunakan formula desain yang diberikan dalam Bab-bab selanjutnya atau dengan menggunakan perhitungan langsung. Porsi dinamis pada beban desain adalah nilai-nilai desain yang hanya diterapkan dalam konsep desain pada Volume ini.

2. Definisi

2.1 Pusat beban

2.1.1 Untuk Pelat:

- Sistem penegar vertikal:
 $0,5 \cdot$ jarak penegar di atas tumpuan bawah bidang pelat, atau tepi bawah pelat jika ketebalan berubah di dalam bidang pelat.
- Sistem penegar horisontal:
Titik tengah bidang pelat.

2.1.2 Untuk penegar dan penumpu:

- Pusat bentangan ℓ .

2.2 Definisi simbol

v_0	= kecepatan kapal sesuai dengan Bab 1, H.5
ρ_c	= berat jenis muatan sesuai kondisi penyimpanan [t/m^3]
ρ	= berat jenis cairan [t/m^3] = $1,0$ [t/m^3] untuk air tawar dan air laut
z	= jarak vertikal pusat beban struktur di atas garis dasar [m]
x	= jarak dari ujung belakang pada panjang L [m]
p_0	= beban dasar dinamis eksternal = $2,1 \cdot (C_B + 0,7) \cdot c_0 \cdot c_L \cdot f$ [kN/m^2] untuk arah gelombang berlawanan atau searah dengan arah maju kapal
p_{01}	= $2,6 \cdot (C_B + 0,7) \cdot c_0 \cdot c_L$ [kN/m^2] untuk arah gelombang melintang terhadap arah maju kapal
C_B	= koefisien blok menurut Bab 1, H.4 , di mana C_B tidak kurang dari 0,60

- c_0 = koefisien gelombang
- $$= \left[\frac{L}{25} + 4,1 \right] c_{RW} \quad \text{untuk } L < 90 \text{ m}$$
- $$= \left[10,75 - \left[\frac{300-L}{100} \right]^{1,5} \right] c_{RW} \quad \text{untuk } 90 \leq L \leq 300 \text{ m}$$
- $$= 10,75 \cdot c_{RW} \quad \text{untuk } 300 < L < 350 \text{ m}$$
- $$= \left[10,75 - \left[\frac{L-350}{150} \right]^{1,5} \right] \cdot c_{RW} \quad \text{untuk } 350 \leq L \leq 500 \text{ m}$$
- c_L = koefisien panjang
- $$= \sqrt{\frac{L}{90}} \quad \text{untuk } L < 90 \text{ m}$$
- $$= 1,0 \quad \text{untuk } L \geq 90 \text{ m}$$
- c_{RW} = koefisien daerah pelayaran
- $$= 1,00 \quad \text{untuk daerah pelayaran samudra tidak terbatas}$$
- $$= 0,90 \quad \text{untuk daerah pelayaran P}$$
- $$= 0,75 \quad \text{untuk daerah pelayaran L}$$
- $$= 0,60 \quad \text{untuk daerah pelayaran T}$$
- f = faktor probabilitas
- $$= 1,0 \quad \text{untuk panel pelat pada lambung terluar (pelat kulit, geladak cuaca)}$$
- $$= 0,75 \quad \text{untuk bagian penguat sekunder pada lambung terluar (gading, balok geladak), tetapi tidak kurang dari } f_Q \text{ menurut Bab 5, D.1}$$
- $$= 0,60 \quad \text{untuk penumpu dan sistem penumpu pada lambung terluar (gading besar, senta, sistem grillage), tetapi tidak kurang dari } f_a/1,25$$
- c_D, c_F = faktor distribusi sesuai [Tabel 4.1](#).

B. Beban Laut Eksternal

1. Beban pada geladak cuaca

1.1 Beban pada geladak cuaca harus ditentukan sesuai dengan formula berikut:

$$p_D = p_0 \frac{20 \cdot T}{(10 + z - T) H} c_D \quad [\text{kN/m}^2]$$

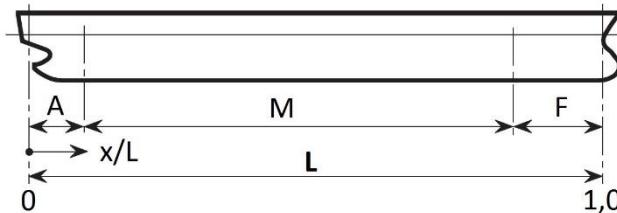
- p_{Dmin} = beban minimum [kN/m^2] pada geladak cuaca, yang didefinisikan sebagai:
- $$= \max[16 \cdot f; 0,7 \cdot p_0] \quad \text{untuk geladak kekuatan yang diperlukan sebagai geladak cuaca dan untuk geladak akil}$$
- $$= P_L + P_Z \quad \text{bila muatan geladak dimaksudkan untuk diangkut di atas geladak cuaca}$$
- P_L = beban pada geladak muatan sesuai dengan [C.1](#) [kN/m^2]

- P_z = beban tambahan [kN/m^2] di atas geladak muatan pada kasus tinggi penyimpanan yang rendah, didefinisikan sebagai:
- $$= 10 \cdot (1 - h_c) \quad \text{untuk } h_c \leq 1 \text{ m}$$
- $$= 0 \quad \text{untuk } h_c > 1 \text{ m}$$
- h_c = tinggi penyimpanan muatan [m]

Tabel 4.1 Faktor distribusi untuk beban laut di sisi-sisi kapal dan geladak cuaca

Rentang		Faktor c_D	Faktor c_F^1
A	$0 \leq \frac{x}{L} < 0,2$	$1,2 - \frac{x}{L}$	$1,0 + \frac{5}{C_B} \left(0,2 - \frac{x}{L} \right)$
M	$0,2 \leq \frac{x}{L} < 0,7$	1,0	1,0
F	$0,7 \leq \frac{x}{L} \leq 1,0$	$1,0 + \frac{c}{3} \left(\frac{x}{L} - 0,7 \right)$ $c = 0,15 \cdot L - 10$ dimana: $L_{\min} = 100 \text{ m}$ $L_{\max} = 250 \text{ m}$	$1,0 + \frac{20}{C_B} \left(\frac{x}{L} - 0,7 \right)^2$

¹ Dalam rentang A rasio x/L tidak boleh kurang dari 0,1, dalam rentang F rasio x/L tidak boleh lebih besar dari 0,93



Gambar 4.1 Penampang memanjang A, M, dan F sesuai Tabel 4.1

2. Beban pada struktur sisi, haluan dan buritan kapal

2.1 Beban pada sisi kapal

Beban eksternal p_s di sisi kapal harus ditentukan berdasarkan 2.1.1 dan 2.1.2.

2.1.1 Untuk elemen pusat pembebanan yang terletak di bawah garis air muat:

$$p_s = 10 \cdot (\mathbf{T} - z) + p_0 \cdot c_F \left(1 + \frac{z}{\mathbf{T}} \right) \quad [\text{kN/m}^2]$$

untuk arah gelombang searah atau berlawanan dengan arah maju kapal.

$$p_{s1} = 10 \cdot (\mathbf{T} - z) + p_{01} \left[1 + \frac{z}{\mathbf{T}} \left(2 - \frac{z}{\mathbf{T}} \right) \right] \cdot 2 \frac{|y|}{B} \quad [\text{kN/m}^2]$$

untuk arah gelombang melintang terhadap arah maju kapal termasuk peningkatan tekanan kuasi-statis akibat oleng.

$$y = \text{jarak horisontal antara pusat beban dan garis tengah kapal [m]}$$

2.1.2 Untuk elemen-elemen pusat pembebanan yang terletak di atas garis air muat:

$$p_s = p_0 \cdot c_f \cdot \frac{20}{10 + z - T} \quad [\text{kN/m}^2]$$

untuk arah gelombang searah atau berlawanan dengan arah maju kapal.

$$p_{s1} = p_{01} \frac{20}{5 + z - T} \cdot \frac{|y|}{B} \quad [\text{kN/m}^2]$$

untuk arah gelombang melintang terhadap arah maju kapal termasuk peningkatan tekanan kuasi-statis akibat oleng.

2.2 Beban pada struktur haluan

Beban desain untuk struktur haluan dari depan ke $0,1L$ di belakang F.P. dan diatas garis air balas sesuai dengan sarat T_b di 4. harus ditentukan sesuai dengan formula berikut :

$$p_e = c \left[0,2 \cdot v_0 + 0,6 \sqrt{L} \right]^2 \quad [\text{kN/m}^2]$$

dengan

$$L_{\max} = 300 \text{ m}$$

$$c = 0,8 \quad \text{secara umum}$$

$$= \frac{0,4}{(1,2 - 1,09 \cdot \sin \alpha)} \quad \begin{aligned} &\text{untuk sisi haluan dengan pelebaran yang sangat besar dimana} \\ &\text{sudut flare } \alpha \text{ lebih besar dari } 40^\circ \end{aligned}$$

Sudut Flare α pada pusat beban harus diukur pada bidang gading antara garis vertikal dan garis singgung terhadap pelat kulit sisi.

Untuk bentuk haluan yang tidak biasa, p_e dapat dipertimbangkan secara khusus.

p_e tidak boleh lebih kecil dari p_s sesuai dengan 2.1.1 atau 2.1.2.

Dibelakang $0,1L$ dari FP sampai dengan $0,15L$ dari FP tekanan antara p_e dan p_s harus dirubah secara berangsur-angsur.

Beban desain untuk pintu haluan diberikan pada Bab 6, H.3.

2.3 Beban pada struktur buritan

Beban desain untuk struktur buritan dari ujung belakang sampai $0,1L$ di depan ujung belakang L dan di atas desain sarat balas terendah pada garis tengah tongkat kemudi sampai dengan $T + c_0/2$ harus ditentukan sesuai dengan formula berikut:

$$p_e = c_A \cdot L \quad [\text{kN/m}^2]$$

dengan

$$L_{\max} = 300 \text{ m}$$

$$c_A = 0,3 \cdot c \geq 0,36$$

$$c = \text{lihat 2.2}$$

p_e = tidak boleh lebih kecil dari p_s , masing-masing sesuai dengan 2.1.1 atau 2.1.2

3. Beban pada alas kapal

Beban eksternal p_B pada alas kapal harus ditentukan sesuai dengan nilai yang terbesar dari formula berikut:

$$p_B = 10 \cdot T + p_0 \cdot c_F \quad [\text{kN/m}^2]$$

Untuk arah gelombang searah atau berlawanan dengan arah maju kapal.

$$p_{B1} = 10 \cdot T + p_{01} \cdot 2 \frac{|y|}{B} \quad [\text{kN/m}^2]$$

Untuk arah gelombang melintang terhadap arah maju kapal termasuk peningkatan tekanan kuasi-statis karena oleng.

4. Tekanan desain slamming pada alas

Tekanan desain slamming pada alas di lambung haluan dapat ditentukan dengan formula berikut:

$$p_{SL} = 162 \cdot \sqrt{L} \cdot c_1 \cdot c_{SL} \cdot c_A \cdot c_s \quad [\text{kN/m}^2] \quad \text{untuk } L \leq 150 \text{ m}$$

$$= 1984 (1,3 - 0,002 \cdot L) c_1 \cdot c_{SL} \cdot c_A \cdot c_s \quad [\text{kN/m}^2] \quad \text{untuk } L > 150 \text{ m}$$

$$c_1 = 3,6 - 6,5 \cdot \left[\frac{T_b}{L} \right]^{0,2} \quad 0 \leq c_1 \leq 1,0$$

T_b = desain sarat balas terendah di FP untuk kondisi balas normal [m], sesuai dengan penguatan alas depan harus dilakukan, lihat Bab 6, E.

Nilai ini harus dicatat dalam Sertifikat Klas dan dalam petunjuk pemuatan.

Jika pertukaran air balas dengan metode berurutan dikehendaki untuk diterapkan, T_b harus dipertimbangkan dalam urutan pertukaran.

Catatan:

Pengecualian dimungkinkan sehubungan dengan pengamatan desain sarat balas terendah T_b , jika selama pertukaran air balas kondisi cuaca diamati dan parameternya dicantumkan dalam lampiran Sertifikat Klas.

c_{SL} = faktor distribusi, lihat juga Gambar 4.2

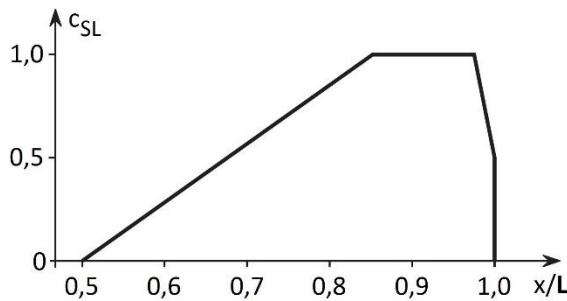
$$c_{SL} = 0 \quad \text{untuk } \frac{x}{L} \leq 0,5$$

$$= \frac{\frac{x}{L} - 0,5}{c_2} \quad \text{untuk } 0,5 < \frac{x}{L} \leq 0,5 + c_2$$

$$= 1,0 \quad \text{untuk } 0,5 + c_2 < \frac{x}{L} \leq 0,65 + c_2$$

$$= 0,5 \left[1 + \frac{1 - \frac{x}{L}}{0,35 - c_2} \right] \quad \text{untuk } > 0,65 + c_2$$

- $$c_2 = 0,33 \cdot c_B + \frac{L}{2500}$$
- $c_{2\max} = 0,35$
- $c_A = 10/A$ dengan $0,3 < c_A \leq 1,0$
 $= 1,0$ untuk panel pelat dan penegar
- A = luasan pembebanan diantara penumpu struktur yang dipertimbangkan [m^2]
- $$c_s = \frac{1 + c_{RW}}{2}$$
- c_{RW} = lihat A.2.2



Gambar 4.2 Faktor Distribusi c_{SL}

5. Beban geladak terbuka pada bangunan atas dan rumah geladak

Tergantung dengan tipe bangunan atas dan geladak, beban P_{DA} harus ditentukan sesuai dengan 5.1 dan 5.2.

5.1 Beban pada geladak terbuka dan bagian-bagian geladak bangunan atas dan rumah geladak, yang bukan sebagai geladak kekuatan, harus ditentukan sebagai berikut:

$$p_{DA} = p_D \cdot n \quad [\text{kN}/\text{m}^2]$$

p_D = beban sesuai dengan 1.1

$$n = 1 - \frac{z - H}{10}$$

= 1,0 untuk geladak akil

$$n_{\min} = 0,5$$

Untuk rumah geladak, nilai hasil perhitungan dapat dikalikan dengan faktor

$$\left(0,7 \frac{b'}{B'} + 0,3 \right)$$

b' = lebar rumah geladak

B' = lebar kapal terbesar pada posisi yang dipertimbangkan.

Kecuali untuk geladak akil, beban minimum adalah:

$$p_{DA\min} = 4,0 \quad [\text{kN}/\text{m}^2]$$

5.2 Untuk bagian atas atap ruang kemudi yang terbuka, beban tidak boleh kurang dari:

$$p = 2,5 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

C. Beban Muatan, Beban pada Geladak Akomodasi

1. Beban pada geladak muatan

1.1 Beban pada geladak muatan harus ditentukan sesuai dengan formula berikut:

$$p_L = p_c (1 + a_v) \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$p_c = \text{beban muatan statis [kN/m}^2\text{]}$$

jika tidak ada beban muatan yang diberikan: $p_c = 7 \cdot h$ untuk geladak antara tidak kurang dari 15 kN/m^2

$$h = \text{tinggi rata-rata geladak antara [m]}$$

pada sekitar selubung palka, peningkatan ketinggian kargo harus diperhitungkan

$$a_v = \text{faktor percepatan, ditentukan sebagai berikut:}$$

$$= F \cdot m$$

$$F = 0,11 \frac{v_0}{\sqrt{L}}$$

$$m = m_0 - 5(m_0 - 1) \frac{x}{L} \quad \text{untuk } 0 \leq \frac{x}{L} \leq 0,2$$

$$= 1,0 \quad \text{untuk } 0,2 < \frac{x}{L} \leq 0,7$$

$$= 1 + \frac{m_0 + 1}{0,3} \left[\frac{x}{L} - 0,7 \right] \quad \text{untuk } 0,7 < \frac{x}{L} \leq 1,0$$

$$m_0 = (1,5 + F)$$

$$v_0 = \text{lihat A.2.2 } v_0 \text{ tidak boleh kurang dari } \sqrt{L} \text{ [kN]}$$

1.2 Untuk geladak muatan kayu dan kokas, beban di geladak harus ditentukan dengan formula berikut:

$$p_L = 5 \cdot h_s (1 + a_v) \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$h_s = \text{ketinggian ruang penyimpanan muatan [m]}$$

1.3 Beban akibat gaya tunggal P_E (misalnya dalam kasus kontainer) harus ditentukan sebagai berikut:

$$P = P_E (1 + a_v) \text{ [kN]}$$

1.4 Tekanan muatan untuk muatan curah harus ditentukan dengan formula berikut:

$$p_{bc} = p_c (1 + a_v) \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$p_c = \text{beban muatan curah statis}$$

$$= 9,81 \cdot p_c \cdot h \cdot n \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

- h = jarak antara tepi teratas muatan dan pusat beban [m]
 n = $\tan^2 \left(45^\circ - \frac{\gamma}{2} \right) \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha$
 α = sudut [°] diantara elemen struktur yang dipertimbangkan dan bidang horisontal
 γ = sudut muatan diam [°]

2. Beban pada alas dalam

2.1 Beban muatan pada alas dalam harus ditentukan sebagai berikut:

$$p_i = 9,81 \frac{G}{V} \cdot h (1 + a_v) \quad [\text{kN/m}^2]$$

- G = massa muatan dalam ruang muat [t]
 V = volume muatan [m^3] (tidak termasuk lubang palka)
 h = tinggi titik tertinggi muatan di atas alas dalam [m], dengan asumsi ruang muat terisi penuh.
 a_v = lihat [1.1](#)

Untuk perhitungan a_v , harus diambil pada jarak antara titik pusat gravitasi ruang muat dan ujung belakang dari panjang L

2.2 Untuk beban alas dalam, dalam kasus bijih yang disimpan dalam bentuk kerucut, lihat [Bab 23, B.3](#).

3. Beban pada geladak akomodasi dan permesinan

3.1 Beban geladak ruang akomodasi dan ruang layanan adalah:

$$p = 3,5 (1 + a_v) \quad [\text{kN/m}^2]$$

3.2 Beban geladak permesinan adalah:

$$p = 8,0 (1 + a_v) \quad [\text{kN/m}^2]$$

3.3 Jika diperlukan, gaya tunggal yang signifikan harus diperhitungkan juga.

D. Beban pada Struktur Tangki

1. Tekanan desain untuk tangki yang terisi

1.1 Tekanan desain untuk kondisi berlayar adalah yang terbesar dari nilai berikut:

$$p_1 = 9,81 \cdot h_1 \cdot \rho (1 + a_v) + 100 \cdot p_v \quad [\text{kN/m}^2]$$

atau

$$p_1 = 9,81 \theta \rho \theta h_p + 100 \theta p_v \quad [\text{kN/m}^2]$$

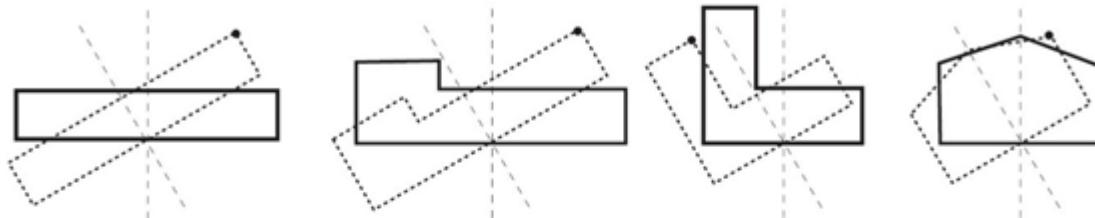
Untuk perhitungan p_1 , dua titik tertinggi pada struktur tangki harus diidentifikasi untuk kondisi oleg ke sisi kiri dan kanan kapal (lihat [Gambar 4.2](#)). Semua jarak dan tinggi yang digunakan dalam perhitungan harus diukur dalam kondisi tegak.

- h_1 = jarak dari pusat beban sampai bagian atas tangki [m]
- h_p = tinggi tekanan [m] pada kondisi oleng, didefinisikan sebagai:
 $= \max[\Delta y_p \cdot \sin \varphi + c_p \cdot \Delta z_p \cdot \cos \varphi; \Delta y_s \cdot \sin \varphi + c_s \cdot \Delta z_s \cdot \cos \varphi] - h_{ap}$ dengan $h_p \geq 0$
- Δ_{yi} = jarak melintang [m] antara pusat beban dan titik tertinggi, didefinisikan sebagai:
 Δ_{yP} jarak antara pusat beban dan titik tertinggi untuk oleng ke sisi kiri kapal
 Δ_{ys} jarak antara pusat beban dan titik tertinggi untuk oleng ke sisi kanan kapal
- Δ_{zi} = jarak vertikal [m] antara pusat beban dan titik tertinggi, didefinisikan sebagai:
 Δ_{zP} jarak antara pusat beban dan titik tertinggi untuk oleng ke sisi kiri kapal
 Δ_{zs} jarak antara pusat beban dan titik tertinggi untuk oleng ke sisi kanan kapal
- c_i = koefisien posisi relatif pusat beban terhadap titik tertinggi dalam kondisi tegak yang yang diperhitungkan, didefinisikan sebagai:
 $c_p, c_s = 1$ jika posisi pusat beban lebih rendah dari titik tertinggi yang dipertimbangkan
 $c_p, c_s = -1$ jika posisi pusat beban lebih tinggi dari titik tertinggi yang dipertimbangkan
- a_v = lihat C.1.1
- φ = desain sudut oleng [$^\circ$] untuk tangki
 $= \arctan\left(f_{bk} \cdot \frac{H}{B}\right)$ secara umum
 $\geq 20^\circ$ untuk ruang muat dengan penutup palka yang membawa cairan
- f_{bk} = 0,5 untuk kapal dengan lunas bilga
 $= 0,6$ untuk kapal tanpa lunas bilga
- b = lebar bagian atas tangki [m]
- h = tinggi maksimum tangki [m]
- h_{ap} = tinggi kantong udara [m], didefinisikan sebagai:
 $= 0$ secara umum
 $= 0,2 \sqrt{\frac{b \cdot h}{\tan \varphi}} \cdot \sin \varphi$ untuk tangki muatan dan ruang muat yang digunakan juga sebagai tangki balas.
- y = jarak pusat beban dari bidang pusat vertikal memanjang tangki [m]
- p_v = tekanan pengatur katup pelepas tekanan [bar], jika katup pelepas tekanan dipasang
 $=$ tekanan kerja selama pertukaran air balas [bar]
 $= \frac{\Delta - 2,5}{10} + \Delta p_v$
- Δz = jarak dari puncak limpah ke bagian atas tangki [m]
- Δp_v = tekanan hilang pada saluran limpah [bar]
- Δp_{vmin} = 0,1 [bar]

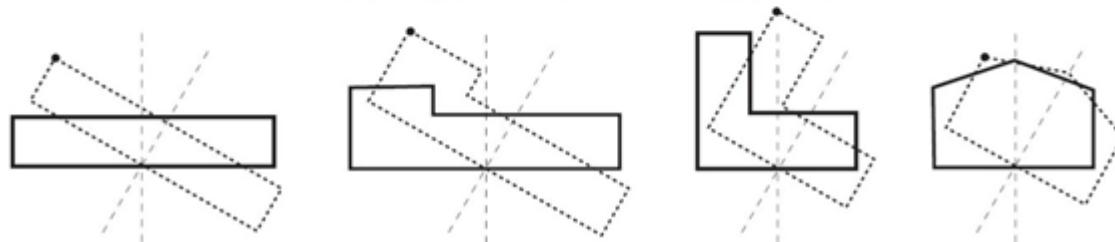
p_{vmin} = 0,1 [bar] selama pertukaran air balas, baik pada metode berurutan maupun metode sekali isi
 = 0,2 [bar] (2,0 mWS) untuk tangki muatan kapal tangki (lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.15](#)).

Pengatur tekanan yang lebih kecil dari 0,2 bar dapat diterima dalam kasus khusus. Pengatur tekanan aktual akan dimasukkan ke dalam sertifikat Klas.

Titik tertinggi untuk oleng ke kiri kapal



Titik tertinggi untuk oleng ke kanan kapal



Gambar 4.2 Titik tertinggi untuk bentuk tangki yang berbeda

1.2 Beban statis maksimum p_2 pada struktur tangki harus ditentukan dengan formula berikut:

$$p_2 = 9,81 \cdot h_2 \quad [\text{kN/m}^2]$$

h_2 = tinggi beban [m], didefinisikan sebagai:

= maks. $[h_{2,1}; h_{2,2}; h_{2,3}; h_{2,4}]$

$h_{2,1}$ = jarak [m] dari pusat beban ke puncak limpah menurut [Bab 21, F](#). Pipa ventilasi tangki dari tangki muatan kapal tangki tidak dapat dianggap sebagai pipa limpah.

$h_{2,2}$ = jarak [m] dari pusat beban ke titik $2,5 \cdot \rho$, di atas bagian atas tangki. Massa jenis cairan yang akan dimuat tidak boleh kurang dari 1 t/m^3 .

$h_{2,3}$ = jarak [m] dari pusat beban ke titik tertinggi sistem limpah, jika tangki terhubung ke sistem tersebut.

Peningkatan tekanan dinamis karena limpahan harus diperhitungkan. (lihat juga [Regulation for Construction, Equipment and Testing of Closed Fuel Oil Overflow Systems](#)).

$h_{2,4}$ = jarak [m] dari pusat beban ke titik $10 \cdot p_v$ [m] di atas bagian atas tangki, jika katup pelepas tekanan dipasang. Pengatur tekanan p_v dari katup pelepasan tekanan tidak boleh kurang dari $0,25 \cdot \rho$ [bar]

2. Desain tekanan untuk tangki yang terisi sebagian

2.1 Untuk tangki yang mungkin diisi sebagian antara 20% dan 90% dari tingginya, desain tekanan tidak boleh kurang dari yang diberikan oleh formula berikut:

2.1.1 Untuk struktur yang terletak dalam $0,25\ell_t$ dari sekat yang membatasi permukaan cairan bebas pada arah memanjang kapal:

$$p_d = \left(4 - \frac{L}{150} \right) \ell_t \cdot \rho \cdot n_x + 100 p_v \quad [\text{kN/m}^2]$$

ℓ_t = jarak [m] antara sekat melintang atau sekat melintang berlubang efektif pada ketinggian dimana struktur tersebut berada.

n_x = faktor distribusi, didefinisikan sebagai:

$$= 1 - \frac{4}{\ell_t} x_1$$

x_1 = jarak elemen struktur dari ujung tangki pada arah memanjang kapal [m]

2.1.2 Untuk struktur yang terletak dalam $0,25 \cdot b_t$ dari sekat yang membatasi permukaan cairan bebas pada arah melintang kapal:

$$p_d = \left(5,5 - \frac{B}{20} \right) b_t \cdot \rho \cdot n_y + 100 \cdot p_v \quad [\text{kN/m}^2]$$

b_t = jarak [m] antara sisi tangki atau sekat memanjang berlubang efektif pada ketinggian dimana struktur tersebut berada.

n_y = faktor distribusi, didefinisikan sebagai:

$$= 1 - \frac{4}{b_t} y_1$$

y_1 = jarak elemen struktur dari sisi tangki pada arah melintang kapal [m]

2.2 Untuk tangki dengan rasio $\ell_t/L > 0,1$ atau $b_t/B > 0,6$, perhitungan langsung untuk tekanan p_d dapat dipersyaratkan.

E. Desain Nilai Komponen Percepatan

1. Komponen percepatan

Formula berikut dapat diambil sebagai panduan ketika menghitung komponen percepatan karena gerakan kapal. Percepatan a_x , a_y and a_z adalah percepatan maksimum tanpa dimensi (yaitu, relatif terhadap percepatan gravitasi g) pada arah x, y dan z. Untuk tujuan perhitungan percepatan-percepatan tersebut dianggap bekerja secara terpisah.

Komponen-komponen percepatan memperhitungkan komponen-komponen gerak berikut:

Percepatan melintang (vertikal terhadap sisi kapal) akibat sway, yaw, dan roll termasuk komponen gravitasi roll.

$$a_y = \pm a_0 \sqrt{0,6 + 2,5 \left[\frac{x}{L} - 0,45 \right]^2 + k \left[1 + 0,6 \cdot k \frac{z-T}{B} \right]}$$

Percepatan vertikal (vertikal terhadap garis alas) akibat heave, dan pitch.

$$a_z = \pm a_0 \sqrt{1 + \left[5,3 - \frac{4,5}{L} \right]^2 \left[\frac{x}{L} - 0,45 \right]^2 \left[\frac{0,6}{C_B} \right]^{1,5}}$$

Percepatan memanjang (pada arah memanjang) akibat surge dan pitch termasuk komponen gravitasi dari pitch.

$$a_x = \pm a_0 \sqrt{0,06 + A^2 - 0,25 \cdot A}$$

dimana

a_0 = koefisien, didefinisikan sebagai:

$$= \left[0,7 - \frac{L}{1200} + 5 \cdot \frac{z-T}{L} \right] \frac{0,6}{C_B}$$

a_0 = percepatan dasar, didefinisikan sebagai:

$$= \left[0,2 \frac{v_0}{\sqrt{L_0}} + \frac{3 - c_0 - c_L}{L_0} \right] f_0$$

L_0 = panjang kapal L [m], untuk penentuan a_0 panjang L_0 tidak boleh kurang dari 100 m

$$k = \frac{13 \cdot \overline{GM}}{B}$$

\overline{GM} = tinggi metasenter [m]

k_{min} = 1,0

f_Q = faktor probabilitas tergantung pada tingkat probabilitas Q seperti dijelaskan pada [Tabel 4.2](#).

Tabel 4.2 Faktor probabilitas f_Q untuk spektrum garis lurus dari rentang tegangan akibat gelombang

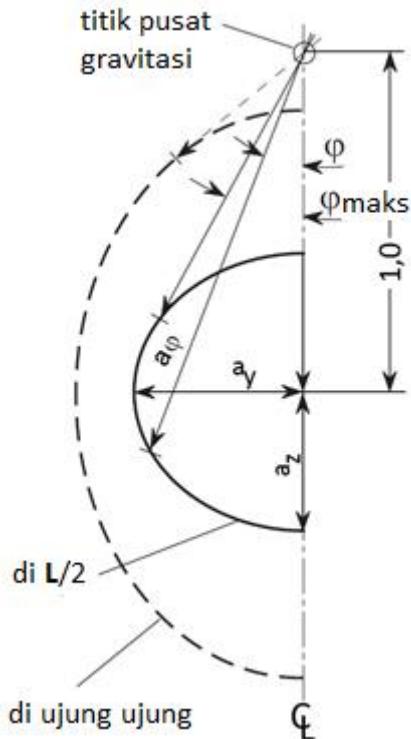
Q	f_Q
10^{-8}	1,000
10^{-7}	0,875
10^{-6}	0,750
10^{-5}	0,625
10^{-4}	0,500

2. Percepatan kombinasi

Percepatan kombinasi a_β dapat ditentukan dengan menggunakan "percepatan elips" sesuai dengan [Gambar 4.3](#) (mis. bidang y-z).

φ = sudut oleng

φ_{max} = sudut oleng maksimum



Gambar 4.3 Percepatan Elips

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 5 Kekuatan Memanjang

A.	Umum.....	5–1
B.	Beban-beban pada Lambung Kapal	5–8
C.	Modulus penampang, Momen Inersia, Kekuatan Geser dan Bukling	5–14
D.	Tegangan Desain.....	5–24
E.	Beban Air Tenang yang Diizinkan.....	5–29
F.	Nilai Pedoman untuk Geladak dengan Bukaan Besar	5–32

A. Umum

1. Ruang Lingkup dan Referensi

1.1 Untuk kapal dengan panjang 65 m dan lebih, ukuran konstruksi struktur lambung memanjang harus ditentukan dengan berdasarkan perhitungan momen bending dan gaya geser memanjang sesuai dengan Bab ini. Untuk kapal dengan panjang kurang dari 65 m, modulus penampang minimum di tengah kapal sesuai dengan [C.2](#) harus dipenuhi.

1.2 Momen bending dan gaya geser kondisi gelombang yang ditentukan di [B.3](#) adalah nilai-nilai desain yang berhubungan dengan formulasi ukuran konstruksi, sesuai dengan tingkat probabilitas $Q = 10^{-8}$. Pengurangan nilai dapat digunakan untuk menentukan tegangan kombinasi seperti yang ditentukan pada [D.1](#).

- 1.3** Paragraf-paragraf pada Bab ini didasarkan pada konvensi dan/atau kode internasional berikut:
- IACS UR S1 Rev.7
 - IACS UR S5 Rev.1
 - IACS UR S7 Rev.4
 - IACS UR S11 Rev.10
 - ICLL Annex 1, Ch. II, Reg. 10

Pada akhir setiap paragraf yang relevan, paragraf yang sesuai dengan konvensi dan/atau kode internasional dicantumkan referensi di dalam tanda kurung.

Untuk jenis kapal tertentu referensi disediakan tersendiri sbb:

- untuk kapal curah, kapal bijih dan kapal pengangkut kombinasi lihat [Bab 23, B.2](#)
- untuk kapal pengangkut gas cair lihat [Rules for Ship Carrying Liquified Gas in Bulk \(Pt.1, Vol.IX\)](#)

2. Perhitungan Khusus

Kurva momen bending dan gaya geser kondisi air tenang untuk kondisi pemuatan dan balas yang direncanakan harus dihitung.

3. Asumsi Untuk Perhitungan Kondisi Pemuatan

3.1 Secara umum, sebagaimana didefinisikan dalam [4.4.2](#) desain kondisi pemuatan kargo dan balas, didasarkan pada jumlah bunker, air minum dan perlengkapan pada saat keberangkatan dan kedatangan harus dipertimbangkan untuk perhitungan momen bending kondisi air tenang M_{sw} dan gaya geser kondisi air tenang Q_{sw} .

Jika jumlah dan pengaturan bahan habis pakai pada setiap tahap pelayaran transisi/transit dianggap menghasilkan kondisi pemuatan yang lebih buruk, perhitungan untuk kondisi transisi/transit tersebut harus dikirimkan untuk disetujui sebagai tambahan untuk kondisi keberangkatan dan kedatangan.

Serta, jika setiap pengisian dan/atau pengurusan balas direncanakan selama pelayaran, perhitungan kondisi transisi/transit sebelum dan sesudah pengisian dan/atau pengurusan setiap tangki balas harus dikirimkan dan jika disetujui dimasukkan dalam dokumen petunjuk pemuatan sebagai pedoman.

(IACS UR S11.2.1.2)

3.2 Untuk jenis kapal selain yang di daftar di [4.4.2](#) dan kapal khusus, perhitungan momen bending dan gaya geser untuk kondisi pemuatan lainnya sesuai dengan layanan yang direncanakan dapat dipersyaratkan untuk diinvestigasi, lihat juga [Bab 23, B.2](#).

3.4 Untuk kapal dengan desain dan bentuk yang tidak biasa serta untuk kapal dengan bukaan geladak besar analisa tegangan kompleks pada kapal di gelombang menjadi penting, analisa biasanya akan dilakukan dengan menggunakan program komputer yang disetujui oleh BKI dan data olahan yang dipersiapkan oleh galangan.

4. Informasi Petunjuk Pemuatan

4.1 Umum, definisi

4.1.1 Setiap kapal baru, nakhoda harus dibekali dengan informasi dalam mengatur pemuatan dan balas kapalnya secara sedemikian rupa, untuk menghindari timbulnya tegangan yang tidak dapat diterima pada struktur kapal, persyaratan ini tidak berlaku untuk panjang tertentu, asalkan desain atau klas kapal oleh Pemerintah Negara Bendera menganggap hal itu tidak perlu.

(ICLL Annex 1, Ch. II, Reg. 10 (1))

Informasi harus diberikan kepada Nakhoda dalam bentuk yang sudah disetujui oleh Pemerintah atau organisasi yang diakui. Informasi stabilitas dan pemuatan yang berhubungan dengan kekuatan kapal sesuai persyaratan di atas harus dibawa di atas kapal setiap saat berserta bukti bahwa informasi tersebut telah disetujui oleh Pemerintah.

(ICLL Annex 1, Ch. II, Reg. 10 (2))

Catatan:

Atas permintaan, BKI dapat menyiapkan informasi petunjuk pemuatan.

Perubahan informasi harus disediakan, jika ada perubahan yang dilakukan terhadap kapal sehingga secara aktual mempengaruhi informasi pemuatan atau stabilitas yang telah diberikan kepada Nakhoda. Jika perlu, kapal tersebut harus diuji kemiringan ulang.

(ICLL Annex 1, Ch. II, Reg. 10 (4))

4.1.2 Petunjuk pemuatan yang telah disetujui harus disediakan untuk semua kapal kecuali dari Kategori II dengan panjang kurang dari 90 m dimana bobot mati tidak melebihi 30% displasemen pada garis muat musim panas.

Selain itu, instrumen pemuatan yang telah disetujui harus disediakan untuk semua kapal Kategori I dengan panjang 100 m atau lebih.

(IACS UR S1.2.1)

Dalam kasus-kasus tertentu, misalnya kondisi pemuatan ekstrim atau konfigurasi struktur yang tidak biasa, BKI dapat mempersyaratkan instrumen pemuatan yang disetujui untuk kapal Kategori I dengan panjang kurang dari 100 m.

Persyaratan khusus untuk kapal curah, kapal bijih tambang dan kapal pengangkut kombinasi diberikan dalam [Bab 23, B.10](#).

Catatan:

Untuk definisi dari keseluruhan sistem komputer pemuatan (*loading computer system*), terdiri dari modul-modul yang lebih lanjut misalnya komputer stabilitas sesuai dengan IACS UR L5, lihat [Guidelines for Certification of Loading Computer Systems \(Pt.4, Vol.1\) Sec.1.A](#).

4.1.3 Definisi-definisi yang berlaku sebagaimana berikut:

Petunjuk pemuatan adalah dokumen yang menjelaskan:

- kondisi pemuatan yang menjadi dasar desain kapal, termasuk batasan dari momen bending dan gaya geser pada kondisi air tenang yang diizinkan,
- hasil perhitungan momen bending, gaya geser pada kondisi air tenang dan bila berlaku pembatasan beban-beban akibat torsi dan lateral,
- beban lokal yang diizinkan pada struktur (misal: tutup palka, geladak, alas ganda, dll).

(IACS UR S1.1.2)

Instrumen pemuatan adalah instrumen analog atau digital yang telah disetujui dan terdiri dari:

- komputer pemuatan (Perangkat keras) dan
- program pemuatan (Perangkat lunak)

dengan sarana tersebut dapat dipastikan dengan mudah dan cepat bahwa pada poin-poin pembacaan tertentu, momen bending, gaya geser pada kondisi air tenang dan bila berlaku momen torsi pada kondisi air tenang dan beban lateral, dalam setiap kondisi pemuatan atau balas tidak akan melebihi nilai izin yang telah ditentukan.

Petunjuk operasional yang telah disetujui harus selalu disediakan dalam instrumen pemuatan.

Program pemuatan tunggal tidak dapat diterima.

(IACS UR S1.1.2)

Komputer pemuatan harus mendapat uji tipe dan bersertifikat, lihat juga [4.5](#). Uji tipe untuk perangkat keras dapat diabaikan, jika redundansi telah dijamin melalui sertifikasi instrumen pemuatan kedua.

Uji tipe diperlukan jika:

- komputer dipasang di anjungan atau di ruang yang berdekatan
- disediakan antarmuka operasi kapal terhadap sistem lain.

Untuk uji tipe, peraturan dan pedoman yang relevan harus ditaati.

Program pemuatan harus disetujui dan disertifikasi, lihat juga [4.3.1](#) dan [4.5](#).

Kategori kapal pada Bab ini didefinisikan untuk semua kapal samudra yang diklasikan dengan panjang 65 m ke atas dengan kontrak pembangunan pada atau setelah 1 Juli 1998 sebagai berikut:

Kapal Kategori I:

- Kapal dengan bukaan besar, menurut [F.](#), dengan memperhitungkan tegangan kombinasi akibat momen bending vertikal dan horizontal, beban torsional dan lateral pada lambung kapal.
- Kapal tangki kimia dan pengangkut gas.
- Kapal dengan panjang lebih dari 120 m, dimana kargo dan/atau balas yang terdistribusi tidak merata.

- Kapal dengan panjang kurang dari 120 m, bila desainnya memperhitungkan distribusi kargo atau balas yang tidak merata, seperti yang dikategorikan di Kategori II.

Kapal Kategori II:

- Kapal yang karena perencanaannya memberikan sedikit peluang untuk melakukan variasi dalam distribusi muatan dan balas (misalnya kapal penumpang).
- Kapal dengan pola pelayaran reguler dan tetap, dimana petunjuk pemuatan memberikan panduan yang cukup.
- Pengecualian diberikan untuk Kategori I.

(IACS UR S1.1.1 and S1.1.2)

4.2 Persyaratan persetujuan petunjuk pemuatan

Petunjuk pemuatan yang telah disetujui harus berdasarkan data terakhir kapal. Petunjuk harus berisi desain kondisi pemuatan dan balas yang dibagi pada kondisi keberangkatan dan kedatangan serta bila berlaku kondisi pertukaran balas di laut, dengan syarat ukuran konstruksi lambung telah disetujui.

Isi Sub-bab 4.4.2 hanya sebagai panduan terkait daftar kondisi pemuatan yang pada umumnya harus dimasukkan dalam petunjuk pemuatan. Dalam kasus modifikasi yang mengakibatkan perubahan data utama kapal, petunjuk pemuatan baru yang disetujui harus dikeluarkan. Petunjuk pemuatan harus disiapkan dalam bahasa yang dimengerti oleh pengguna. Jika bahasanya bukan bahasa Inggris, terjemahan ke dalam bahasa Inggris harus dimasukkan.

(IACS UR S1.2.2)

4.3 Persyaratan persetujuan instrumen pemuatan

4.3.1 Persetujuan dari instrumen pemuatan meliputi:

- jika dipersyaratkan, verifikasi uji tipe, lihat 4.1.3
- verifikasi bahwa data akhir kapal telah digunakan,
- jumlah dan posisi titik pembacaan yang disetujui,
- batas yang relevan untuk semua titik pembacaan yang disetujui,
- pemeriksaan pemasangan dan pengoperasian instrumen yang tepat di kapal, sesuai dengan kondisi pengujian yang disepakati, dan ketersediaan petunjuk operasional yang disetujui.

4.3.2 Sub-bab 4.5 berisi informasi tentang prosedur persetujuan untuk instrumen pemuatan.

4.3.3 Jika modifikasi menunjukkan perubahan data utama kapal, program pemuatan harus disesuaikan dan disetujui kembali.

4.3.4 Petunjuk operasional dan output instrumen harus disiapkan dalam bahasa yang dimengerti oleh pengguna. Jika bahasanya bukan bahasa Inggris, terjemahan ke dalam bahasa Inggris harus dimasukkan.

4.3.5 Operasi instrumen pemuatan harus diverifikasi setelah pemasangan. Harus diperiksa bahwa kondisi pengujian yang disepakati dan petunjuk operasional untuk instrumen tersedia di atas kapal.

(IACS UR S1.2.3)

Batas yang diizinkan untuk momen bending dan gaya geser pada kondisi air tenang yang akan diterapkan untuk pertukaran air balas di laut harus ditentukan sesuai dengan E., dimana B.3.1 harus diterapkan untuk perhitungan momen bending pada kondisi gelombang dan B.3.2 untuk gaya geser pada kondisi gelombang.

4.4 Desain kondisi pemuatan kargo dan balas

4.4.1 Untuk pertukaran air balas lihat juga Guidelines on Ballast Water Exchange (G6-Res. MEPC. 124(53)) BWM Convention.

.1 Tangki balas terisi sebagian pada kondisi pemuatan balas

Kondisi pemuatan balas yang melibatkan tangki balas ceruk dan/atau lainnya terisi sebagian pada kondisi keberangkatan, kedatangan atau selama kondisi antara tidak diizinkan untuk digunakan sebagai desain kondisi, kecuali

- batas tegangan desain tidak melebihi di semua tingkat pengisian antara kosong dan penuh.
- jika berlaku, untuk kapal curah persyaratan Bab 23, B.2 dipenuhi untuk semua tingkat pengisian antara kosong dan penuh.

Untuk menunjukkan pemenuhan terhadap semua tingkat pengisian antara kosong dan penuh, akan disetujui jika pada tiap kondisi keberangkatan, kedatangan dan jika dipersyaratkan 4.3.2 pada kondisi antara, tangki yang direncanakan untuk diisi sebagian diasumsikan menjadi:

- kosong
- penuh
- terisi sebagian di tingkat yang direncanakan

Jika banyak tangki direncanakan untuk terisi sebagian, maka semua kombinasi kosong, penuh atau terisi sebagian pada tingkat yang direncanakan pada tangki-tangki tersebut harus diinvestigasi.

Namun, untuk kapal pengangkut bijih konvensional dengan tangki air balas samping yang besar di daerah muatan, dimana tingkat pengisian air balas kosong atau penuh pada sepasang atau maksimal dua pasang tangki tersebut menyebabkan trim kapal melebihi salah satu dari kondisi-kondisi berikut, maka cukup untuk menunjukkan pemenuhan tingkat pengisian maksimum, minimum dan pengisian sebagian yang dimaksudkan dari sepasang atau maksimum dua pasang tangki balas sehingga kondisi kapal tidak melebihi semua batas-batasan trim manapun.

Tingkat pengisian semua tangki balas samping lainnya harus dipertimbangkan antara kosong dan penuh.

Kondisi trim yang disebutkan di atas adalah:

- trim buritan sebesar $0,03L$, atau
- trim haluan sebesar $0,015L$, atau
- setiap trim yang tidak dapat mempertahankan benaman baling-baling (I/D) tidak kurang dari 25%
 - I = jarak dari pusat sumbu baling-baling ke garis air
 - D = diameter baling-baling

Tingkat pengisian maksimum dan minimum dari pasangan pada tangki balas sisi harus dicantumkan dalam petunjuk pemuatan.

Panduan untuk tangki balas yang terisi sebagian pada kondisi pemuatan balas sesuai dengan [Lampiran 1](#).

(IACS UR S11.2.1.3)

.2 Tangki balas yang terisi sebagian pada kombinasi dengan kondisi pemuatan kargo

Dalam kondisi pemuatan kargo tersebut, persyaratan dalam [4.4.1.1](#) berlaku untuk tangki-tangki ceruk saja.

(IACS UR S11.2.1.4)

.3 Pertukaran air balas secara berurutan

Persyaratan [4.4.1.1](#) dan [4.4.1.2](#) tidak berlaku untuk pertukaran air balas dengan menggunakan metode berurutan. Namun, perhitungan momen bending dan gaya geser untuk tiap tahap pembuangan atau pengisian balas pada urutan pertukaran air balas (yang rasional, sesuai dengan penentuan ukuran kontruksi) harus dimasukkan dalam dokumen petunjuk pemuatan atau rencana pengelolaan air balas dari tiap kapal yang menggunakan metode pertukaran air balas berurutan.

(IACS UR S11.2.1.5)

4.4.2 Secara khusus kondisi pemuatan berikut harus dimasukkan:

Untuk Kapal Barang-Kering, Kapal Kontainer, Kapal Ro-Ro, Kapal Berpendingin, Kapal Pengangkut Bijih dan Kapal Curah:

- kondisi pemuatan homogen pada sarat maksimum,
- kondisi balas,
- kondisi pemuatan khusus, misalnya kontainer atau kondisi pemuatan ringan yang kurang dari sarat maksimum, kargo berat, kondisi muatan kosong atau muatan non-homogen, kondisi muatan geladak, dll, apabila berlaku,
- kondisi pelayaran pendek atau kondisi pelabuhan, apabila berlaku,
- kondisi pengedokan apung,
- kondisi peralihan pemuatan dan pembongkarannya, apabila berlaku.

Untuk kapal tangki minyak (lihat juga [Bab 24, B](#)):

- kondisi pemuatan homogen (tidak termasuk tangki-tangki balas kering dan terpisah) dan balas atau kondisi pemuatan sebagian baik untuk keberangkatan dan kedatangan,
- setiap spesifikasi distribusi pemuatan yang tidak merata,
- kondisi dalam pelayaran yang berkaitan dengan pembersihan tangki atau operasi lain jika kondisi tersebut berbeda secara signifikan dari kondisi balas,
- kondisi pengedokan apung,
- kondisi peralihan pemuatan dan pembongkarannya.

Untuk kapal tangki kimia:

- kondisi seperti yang ditentukan untuk kapal tangki minyak,
- kondisi untuk muatan dengan massa jenis tinggi atau yang dipanaskan, lihat juga [Bab 12, A.6](#).
- muatan terpisah bila hal ini termasuk dalam daftar muatan yang disetujui.

Untuk kapal pengangkut gas cair:

- kondisi pemuatan homogen untuk semua muatan yang disetujui untuk kondisi kedatangan dan keberangkatan,
- kondisi balas untuk kedatangan dan keberangkatan,
- kondisi pemuatan jika satu atau lebih tangki kosong atau terisi sebagian atau bila lebih dari satu jenis muatan yang memiliki massa jenis yang berbeda secara signifikan diangkut untuk kondisi kedatangan dan keberangkatan,
- kondisi pelabuhan dengan peningkatan tekanan uap telah disetujui (lihat [Rules for Ships Carrying Liquefied Gas in Bulk \(Pt.1, Vol.IX\) Sec. 4, 4.2.6.4](#)),
- kondisi pengedokan apung.

Untuk kapal muatan kombinasi:

- kondisi seperti yang ditentukan untuk kapal tangki minyak dan kapal barang
(IACS UR S11.2.1.2 and IACS UR S1 Annex 1)

4.5 Prosedur persetujuan untuk instrumen pemuatan

Untuk persetujuan instrumen pemuatan lihat [Guidelines for Certification of Loading Computer Systems \(Pt.4, Vol.1\)](#).

4.6 Pemeliharaan klas pada informasi petunjuk pemuatan

Pada setiap Survei Tahunan dan Pembaruan Kelas, harus diperiksa bahwa informasi petunjuk pemuatan yang disetujui tersedia di kapal.

Instrumen pemuatan harus diperiksa akurasinya secara berkala oleh Nakhoda kapal dengan menerapkan kondisi uji pemuatan. Pada setiap Survei Pembaharuan Klas pemeriksaan ini harus dilakukan dengan kehadiran Surveyor.

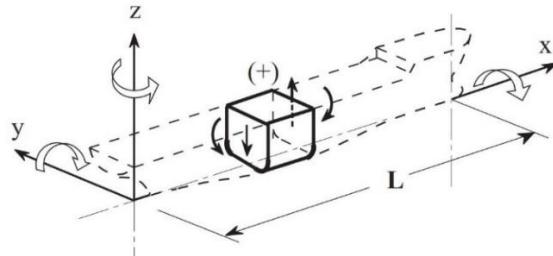
(IACS UR S1.1.3)

5. Definisi

- k = Faktor material sesuai dengan [Bab 2, B](#)
- C_B = koefisien blok sebagaimana didefinisikan dalam [Bab 1, H.4](#). C_B diambil tidak boleh kurang dari 0,6
- x = jarak [m] antara ujung belakang panjang L dan posisi yang dipertimbangkan
- v_0 = kecepatan kapal [kn] sesuai dengan [Bab 1, H.5](#)
- I_y = momen inersia penampang tengah kapal [m^4] di sekitar sumbu horisontal pada posisi x/L
- e_B = jarak [m] antara sumbu netral penampang kapal dan garis dasar
- e_D = jarak [m] antara sumbu netral penampang kapal dan garis geladak pada sisi kapal
- e_z = jarak vertikal elemen struktur yang ditinjau dari sumbu netral horisontal [m] (tanda positif untuk di atas sumbu netral, tanda negatif untuk di bawah sumbu netral)
- W_B = modulus penampang dari penampang kapal [m^3] terhadap garis dasar
- W_D = modulus penampang dari penampang kapal [m^3] terhadap garis geladak pada sisi kapal
- S = momen pertama dari luas penampang yang ditinjau [m^3] terhadap sumbu netral
- M_T = momen bending total di laut [kNm]
- = $M_{SW,max} + M_{WV,hog}$ untuk momen bending vertikal maksimum, atau
- = $M_{SW,min} + M_{WV,sag}$ untuk momen bending vertikal minimal
- M_{SW} = momen bending air tenang vertikal yang diizinkan [KNm] (tanda positif untuk hogging, tanda negatif untuk kondisi sagging)
- M_{WV} = momen bending gelombang vertikal [kNm] (tanda positif untuk hogging, $M_{WV,hog}$, tanda negatif untuk kondisi sagging, $M_{WV,sag}$)

- M_{WH} = momen bending gelombang horisontal [kNm] (tanda positif untuk kondisi tarik pada sisi starboard, negatif untuk kondisi tekan di sisi starboard)
- M_{ST} = momen torsi statis [kNm]
- M_{WT} = momen torsi akibat gelombang [kNm]
- Q_T = gaya geser vertikal total di laut [kN]
 $= \max \left[\frac{Q_{SWmax} + Q_{WVmax}}{|Q_{SWmin} + Q_{WVmin}|} \right]$
- Q_{SW} = gaya geser air tenang vertikal yang diizinkan [kN]
- Q_{WV} = gaya geser gelombang vertikal [kN]
- Q_{WH} = gaya geser gelombang horisontal [kN]

Aturan tanda lihat [Gambar 5.1](#).



Gambar 5.1 Aturan tanda

B. Beban-beban pada Lambung Kapal

1. Umum

1.1 Untuk kapal yang memiliki satu atau lebih dari karakteristik berikut, BKI dapat mensyaratkan penentuan momen bending gelombang serta distribusinya sepanjang kapal dan analisa tegangan kompleks dengan prosedur perhitungan yang telah disetujui (lihat juga [Guideline for Analysis Techniques Strength \(Pt.1, Vol.6\)](#)). Prosedur perhitungan tersebut harus memperhitungkan gerakan kapal di laut lepas dan semua kondisi pemuatan yang relevan.

Karakteristik kapal:

- jenis atau desain yang tidak biasa
- bentuk yang tidak biasa (misalnya $L/B \leq 5$, $B/H \geq 2,5$, $L \geq 500$ m, $C_B < 0,6$)
- kapal dengan geladak bukaan besar
- kapal dengan haluan besar dan flare buritan dan muatan geladak di daerah-daerah ini
- mengangkut muatan yang dipanaskan
- kecepatan kapal $v_0 \geq 1,6$ [kn]

(IACS UR S11.1)

1.2 Untuk perhitungan ukuran konstruksi lambung global (*hull girder*) minimum pada setiap penampang sepanjang kapal, kurva envelope dari momen bending vertikal total M_T dan gaya geser vertikal total Q_T harus dipertimbangkan.

Total beban vertikal (M_T dan Q_T) harus ditentukan oleh gabungan kurva envelope beban air tenang (M_{SW} dan Q_{SW}) dengan kurva beban gelombang (M_{WV} dan Q_{WV}) sehingga menghasilkan nilai-nilai yang paling tidak menguntungkan.

Terkait dengan verifikasi desain di [E](#). nilai-nilai yang paling tidak menguntungkan dari momen bending vertikal total M_T dapat menjadi minimum atau momen bending vertikal maksimum. Momen-momen ini harus ditentukan dengan mengikuti kombinasi pada [A.5](#).

2. Beban Air Tenang

2.1 Umum

Beban global pada lambung kapal di laut harus berdasarkan pada momen bending dan gaya geser akibat air tenang dan gelombang untuk kondisi utuh pada kapal dan jika diperlukan untuk kondisi bocor (lihat [Bab 23, B.2](#)).

Jika momen torsi statis M_{ST} dimungkinkan akan terjadi dari pemuatan atau konstruksi kapal, beban tersebut harus diperhitungkan.

Momen bending kondisi air tenang M_{SW} dan gaya geser kondisi air tenang Q_{SW} harus dihitung pada setiap penampang sepanjang kapal untuk desain kondisi pemuatan kargo dan balas sebagaimana ditentukan dalam [B](#).

(IACS UR S11.2.1.1)

Beban-beban pada air tenang harus digabungkan dengan beban akibat gelombang menurut [3](#).

2.2 Nilai-nilai pedoman untuk kapal kontainer dengan pemuatan yang tidak teratur

2.2.1 Momen bending air tenang

Ketika menentukan modulus penampang yang dipersyaratkan dari penampang tengah kapal kontainer dalam rentang:

$$\frac{x}{L} = 0,3 \quad \text{sampai} \quad \frac{x}{L} = 0,55$$

direkomendasikan untuk menggunakan nilai awalan minimum untuk momen bending air tenang kondisi hogging berikut:

$$M_{SW,ini} = n_1 \cdot c_0 \cdot L^2 \cdot B \cdot (0,123 - 0,015 \cdot C_B) \quad [\text{kNm}]$$

$$n_1 = 1,07 \left[1 + 15 \left(\frac{n}{10^5} \right)^2 \right] \leq 1,2$$

$$n \quad = \quad \text{sesuai dengan } 2.2.2$$

$M_{SW,ini}$ harus menurun secara teratur hingga ujung kapal.

2.2.2 Momen torsi statis

Momen torsi statis maksimum dapat ditentukan dengan:

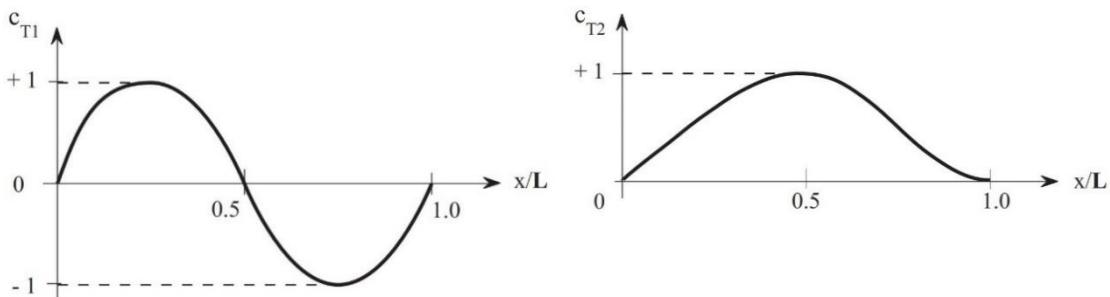
$$M_{ST,max} = \pm 20 \cdot B \cdot \sqrt{CC} \quad [\text{kNm}]$$

- CC = kapasitas muatan maksimum yang diizinkan pada kapal [t]
 = n · G
 n = maksimum jumlah kontainer 20' (TEU) dengan massa G yang dapat dibawa kapal
 G = massa rata-rata setiap kontainer 20' [t]

Untuk tujuan perhitungan langsung, untuk momen torsi statis sepanjang kapal kurva envelope berikut harus diambil:

$$M_{ST} = 0,568 \cdot M_{STmax} (|c_{T1}| + c_{T2}) \quad [\text{kNm}]$$

- c_{T1}, c_{T2} = faktor distribusi, lihat juga [Gambar 5.2](#)
- $$c_{T1} = \sin^{0,5} \left(2 \cdot \pi \cdot \frac{x}{L} \right) \quad \text{untuk } 0 \leq \frac{x}{L} < 0,25$$
- $$= \sin \left(2 \cdot \pi \cdot \frac{x}{L} \right) \quad \text{untuk } 0,25 \leq \frac{x}{L} < 1,0$$
- $$c_{T2} = \sin \left(\pi \cdot \frac{x}{L} \right) \quad \text{untuk } 0 \leq \frac{x}{L} < 0,5$$
- $$= \sin^2 \left(\pi \cdot \frac{x}{L} \right) \quad \text{untuk } 0,5 \leq \frac{x}{L} \leq 1,0$$



Gambar 5.2 Faktor Distribusi c_{T1} dan c_{T2} untuk momen torsi

3. Beban akibat gelombang

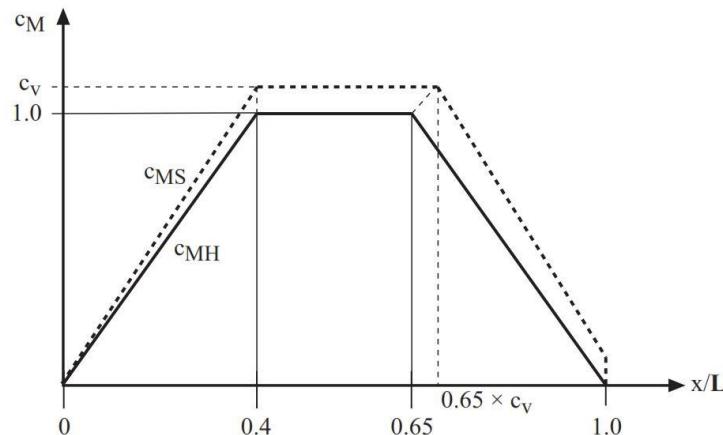
3.1 Momen bending gelombang vertikal

Momen bending gelombang vertikal M_{WV} sepanjang kapal untuk kondisi hogging dan sagging harus ditentukan sesuai dengan formula berikut:

$$M_{WV} = L^2 \cdot B \cdot c_0 \cdot c_1 \cdot c_L \cdot c_M \quad [\text{kNm}]$$

- c_0, c_L = lihat [Bab 4, A.2.2](#)
 c_1 = kondisi hogging/sagging sebagai berikut:
 $c_{1H} = 0,19 \cdot C_B$ untuk kondisi hogging
 $c_{1S} = -0,11 (C_B + 0,7)$ untuk kondisi sagging
 c_M = faktor distribusi, lihat juga [Gambar 5.3](#)

$$\begin{aligned}
 c_{MH} &= \text{kondisi hogging} \\
 &= 2,5 \cdot \frac{x}{L} && \text{untuk } 0 \leq \frac{x}{L} < 0,4 \\
 &= 1,0 && \text{untuk } 0,4 \leq \frac{x}{L} \leq 0,65 \\
 &= \frac{1 - \frac{x}{L}}{0,35} && \text{untuk } 0,65 < \frac{x}{L} \leq 1 \\
 c_{MS} &= \text{kondisi sagging} \\
 &= 2,5 \cdot c_v \cdot \frac{x}{L} && \text{untuk } 0 \leq \frac{x}{L} < 0,4 \\
 &= c_v && \text{untuk } 0,4 \leq \frac{x}{L} \leq 0,65 \cdot c_v \\
 &= c_v - \frac{\frac{x}{L} - 0,65 \cdot c_v}{1 - 0,65 \cdot c_v} && \text{untuk } 0,65 \cdot c_v < \frac{x}{L} \leq 1
 \end{aligned}$$



Gambar 5.3 Faktor Distribusi c_M dan pengaruh faktor c_v

$$\begin{aligned}
 c_v &= \text{koefisien yang dipengaruhi oleh kecepatan kapal } v_0 \\
 &= \sqrt[3]{\frac{v_0}{1,4 \cdot \sqrt{L}}} \geq 1,0 && \text{untuk nilai } L \text{ tidak boleh kurang dari 100 m} \\
 &= 1,0 && \text{untuk kondisi bocor/rusak}
 \end{aligned}$$

3.2 Gaya geser gelombang vertikal

Gaya geser gelombang vertikal ditentukan dengan formula berikut:

$$Q_{wv} = c_0 \cdot c_L \cdot L \cdot B \cdot (C_B + 0,7) c_Q \quad [\text{kN}]$$

c_0, c_L = Lihat Bab 4, A.2.2

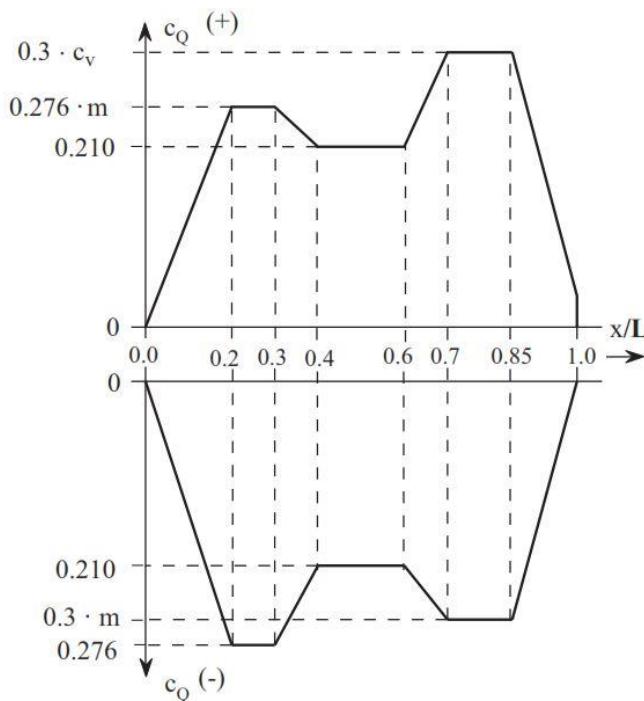
c_Q = Faktor distribusi menurut Tabel 5.1, lihat juga Gambar 5.4.

$$m = - \frac{c_{1H}}{c_{1S}}$$

c_{1H}, c_{1S} = lihat 3.1

Tabel 5.1 Faktor distribusi c_Q

Rentang	Gaya geser positif	Gaya geser negatif
$0 \leq \frac{x}{L} < 0,2$	$1,38 \cdot m \frac{x}{L}$	$-1,38 \frac{x}{L}$
$0,2 \leq \frac{x}{L} < 0,3$	$0,276 \cdot m$	$-0,276$
$0,3 \leq \frac{x}{L} < 0,4$	$1,104 m - 0,63 + (2,1 - 2,76 m) \frac{x}{L}$	$-[0,474 - 0,66 \frac{x}{L}]$
$0,4 \leq \frac{x}{L} < 0,6$	$0,21$	$-0,21$
$0,6 \leq \frac{x}{L} < 0,7$	$(3 c_v - 2,1) \left(\frac{x}{L} - 0,6 \right) + 0,21$	$-[1,47 - 1,8 + 3(m - 0,7) \frac{x}{L}]$
$0,7 \leq \frac{x}{L} < 0,85$	$0,3 \cdot c_v$	$-0,3 m$
$0,85 \leq \frac{x}{L} \leq 1,0$	$\frac{1}{3} \left[c_v \left(14 \cdot \frac{x}{L} - 11 \right) - 20 \cdot \frac{x}{L} + 17 \right]$	$-2m \left[1 - \frac{x}{L} \right]$



Gambar 5.4 Faktor distribusi c_Q

3.3 Momen bending horisontal

Momen bending Horisontal M_{WH} sepanjang kapal harus ditentukan dengan formula berikut:

$$M_{WH} = 0,32 \cdot L \cdot Q_{WHmax} \cdot c_M \quad [\text{kNm}]$$

c_M = lihat 3.1, tetapi untuk $c_v = 1,0$

$$Q_{WHmax} = \text{lihat } 3.4$$

3.4 Gaya geser horisontal

Gaya geser horisontal maksimum $Q_{WH,max}$ harus ditentukan dengan formula berikut:

$$Q_{WHmax} = \pm c_N \cdot \sqrt{L \cdot T} \cdot B \cdot C_B \cdot C_0 \cdot C_L \quad [\text{kN}]$$

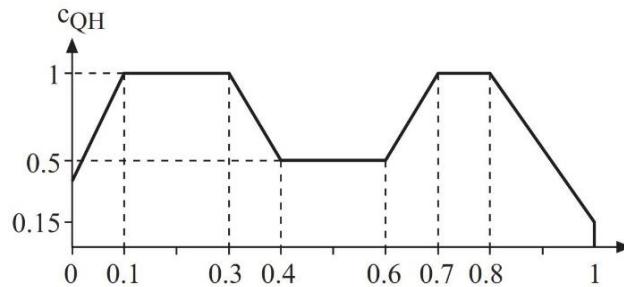
$$c_N = 1 + 0,15 \frac{L}{B}$$

$$c_{Nmin} = 2,0$$

Gaya geser horisontal Q_{WH} sepanjang kapal harus ditentukan dengan formula berikut:

$$Q_{WH} = Q_{WHmax} \cdot c_{QH}$$

c_{QH} = Faktor distribusi menurut [Tabel 5.2](#), lihat juga [Gambar 5.5](#)



Gambar 5.5 Faktor Distribusi c_{QH}

Tabel 5.2 Faktor Distribusi c_{QH}

Rentang	c_{QH}
$0 \leq \frac{x}{L} < 0,1$	$0,4 + 6 \cdot \frac{x}{L}$
$0,1 \leq \frac{x}{L} \leq 0,3$	1
$0,3 < \frac{x}{L} < 0,4$	$1,0 - 5 \cdot \left(\frac{x}{L} - 0,3 \right)$
$0,4 \leq \frac{x}{L} < 0,6$	0,5
$0,6 < \frac{x}{L} < 0,7$	$0,5 + 5 \cdot \left(\frac{x}{L} - 0,6 \right)$
$0,7 \leq \frac{x}{L} \leq 0,8$	1,0
$0,8 < \frac{x}{L} \leq 1,0$	$1,0 - 4,25 \cdot \left(\frac{x}{L} - 0,8 \right)$

3.5 Momen torsi

Momen torsi akibat gelombang maksimum harus ditentukan sebagai berikut:

$$M_{WT\max} = \pm L \cdot B^2 \cdot C_B \cdot c_0 \cdot c_L \cdot \left[0,11 + \sqrt{a^2 + 0,012} \right] \text{ [kNm]}$$

$$a = \sqrt{\frac{T}{L}} \cdot \frac{C_N \cdot z_Q}{B}$$

$$a_{\min} = 0,1$$

C_N = lihat 3.4

z_Q = jarak [m] antara titik pusat geser dan ketinggian di $0,2 \cdot \frac{B \cdot H}{T}$ di atas garis alas

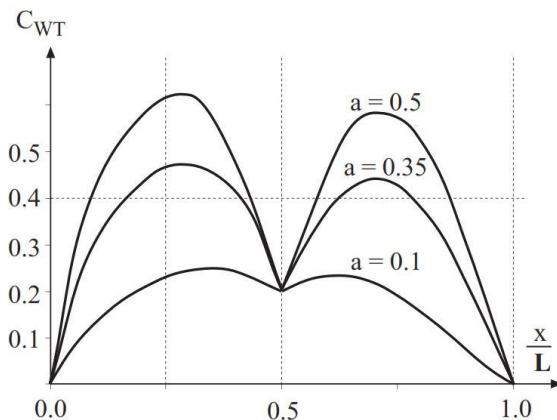
Jika dilakukan perhitungan langsung, momen torsi akibat gelombang sesuai kurva envelope berikut harus digunakan:

$$M_{WT} = \pm L \cdot B^2 \cdot C_B \cdot c_0 \cdot c_L \cdot C_{WT} \text{ [kNm]}$$

C_{WT} = faktor distribusi, lihat juga [Gambar 5.6](#)

$$= (a \cdot |c_T| + 0,22 \cdot c_{T2}) \cdot (0,9 + 0,08 \cdot a)$$

c_{T1}, c_{T2} = lihat [2.2.2](#)



Gambar 5.6 Faktor distribusi C_{WT}

Catatan:

Kurva envelope dapat didekati dengan superposisi dari kedua distribusi menurut [Gambar 5.2](#).

C. Modulus penampang, Momen Inersia, Kekuatan Geser dan Bukling

1. Modulus penampang sebagai fungsi dari momen bending memanjang

1.1 Modulus penampang terhadap geladak W_D dan juga $W_{D'}$ atau alas W_B tidak boleh kurang dari:

$$W = f_r \cdot \frac{|M_T|}{\sigma_p \cdot 10^3} \text{ [m}^3]$$

f_r = Faktor untuk memperhitungkan tingkat bukaan geladak, yang didefinisikan sebagai:
 = 1,0 secara umum

$$\begin{aligned}
 &= \text{sesuai dengan F.2} && \text{untuk kapal dengan bukaan besar} \\
 \sigma_p &= \text{tegangan bending memanjang yang diizinkan [N/mm}^2\text{]} \\
 &= c_s \cdot \sigma_{p0} \\
 \sigma_{p0} &= 18,5 \frac{\sqrt{L}}{k} && \text{untuk } L < 90 \text{ m} \\
 &= \frac{175}{k} && \text{untuk } L \geq 90 \text{ m} \\
 c_s &= 0,5 + \frac{5}{3} \cdot \frac{x}{L} && \text{untuk } 0 \leq \frac{x}{L} < 0,30 \\
 &= 1,0 && \text{untuk } 0,30 \leq \frac{x}{L} \leq 0,70 \\
 &= \frac{5}{3} \left[1,3 - \frac{x}{L} \right] && \text{untuk } 0,70 < \frac{x}{L} \leq 1,0
 \end{aligned}$$

(IACS UR S11.3.1.1)

1.2 Untuk daerah diluar $0,4L$ bagian tengah kapal faktor c_s dapat dinaikkan hingga $c_s = 1,0$, hal ini dapat diterima dengan mempertimbangkan tegangan kombinasi akibat momen bending global lambung kapal (termasuk momen bending terhadap beban impak), bending horisontal, beban torsional dan beban lokal serta pertimbangan kekuatan bukling.

1.3 Pada umumnya modulus penampang yang dipersyaratkan harus dipenuhi di dalam dan di luar $0,4L$ bagian tengah kapal. Di luar $0,4L$ perhatian khusus harus diberikan untuk lokasi-lokasi berikut:

- pada daerah ujung depan ruang mesin
- pada daerah ujung depan ruang muat paling depan
- setiap lokasi bila ada perubahan signifikan pada penampang melintang lambung kapal
- setiap lokasi bila ada perubahan dalam sistem konstruksi
- untuk kapal dengan bukaan geladak lebar seperti kapal kontainer, pada lokasi di atau dekat $0.25L$ dan $0.75L$
- untuk kapal dengan ruang muat dibelakang bangunan atas, rumah geladak atau ruang mesin, penampang di daerah ujung belakang dari ruang muat paling belakang dan di daerah ujung belakang bangunan atas, rumah geladak atau ruang mesin

(IACS UR S11.3.2)

2. Modulus penampang tengah kapal minimum

2.1 Modulus penampang W_{min} terhadap geladak dan alas tidak boleh kurang dari nilai minimum berikut:

$$W_{min} = k \cdot c_0 \cdot L^2 \cdot B \cdot (C_B + 0,7) \cdot 10^{-6} \quad [\text{m}^3]$$

c_0 sesuai dengan Bab 4, A.2.2 untuk daerah pelayaran samudra tidak terbatas.

(IACS UR S7.1)

Untuk kapal yang diklasikan pada daerah pelayaran terbatas, penampang minimum tengah kapal dapat dikurangi sebagai berikut:

- P (pelayaran samudra terbatas) : 5%

- L (pelayaran pantai) : 15%
- T (pelayaran perairan yang terlindung) : 25%

2.2 Ukuran konstruksi dari semua bagian memanjang menerus berdasarkan persyaratan modulus penampang minimum harus dipertahankan dalam $0,4L$ bagian tengah kapal.

Namun, dalam kasus tertentu, berdasarkan pertimbangan dari jenis kapal, bentuk lambung dan kondisi pemuatan, ukuran konstruksi dapat dikurangi secara bertahap sampai ujung bagian $0,4L$, dengan tetap memperhatikan desain tersebut tidak menganggu fleksibilitas pemuatan kapal.

(IACS UR S7.2)

3. Momen inersia penampang tengah kapal

Momen inersia terhadap sumbu horisontal tidak boleh kurang dari.

$$I_y = 3 \cdot 10^{-2} \cdot W \cdot \frac{L}{k} \quad [m^4]$$

W lihat 1.1 dan/atau 2.1, diambil nilai yang terbesar.

(IACS UR S11.3.1.2)

4. Perhitungan modulus penampang

4.1 Modulus penampang alas W_B dan modulus penampang geladak W_D harus ditentukan dengan formula berikut:

$$W_B = \frac{I_y}{e_B} \quad [m^3]$$

$$W_D = \frac{I_y}{e_D} \quad [m^3]$$

Elemen struktural menerus di atas e_D (misalnya bubungan, ambang palka memanjang, geladak lengkung melintang besar, penegar memanjang dan penumpu memanjang yang disusun di atas geladak, kubu-kubu yang berkontribusi terhadap kekuatan memanjang dll) dapat dipertimbangkan ketika menentukan modulus penampang, dengan syarat struktur tersebut memiliki hubungan geser dengan lambung dan secara efektif ditumpu oleh sekat memanjang atau penumpu memanjang atau melintang besar yang kokoh.

Modulus penampang geladak fiktif harus ditentukan dengan formula berikut:

$$W_D' = \frac{I_y}{e_D'} \quad [m^3]$$

e_B = jarak [m] dari sumbu netral dari penampang kapal ke garis dasar

e_D = jarak [m] dari sumbu netral dari penampang kapal ke garis geladak pada sisi

$$e'_D = z \cdot \left(0,9 + 0,2 \cdot \frac{y}{B} \right) \quad [m]$$

z = jarak [m] dari sumbu netral penampang yang ditinjau ke atas dari bagian konstruksi kekuatan menerus

y = jarak [m] dari garis tengah sampai ke atas bagian konstruksi kekuatan menerus

Diasumsukan bahwa $e'_D > e_D$

(IACS UR S5)

Untuk kapal dengan lubang palka banyak lihat [5](#).

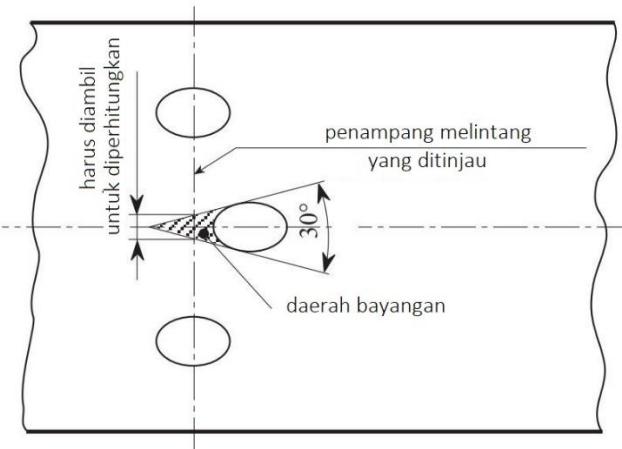
4.2 Ketika menghitung modulus penampang kapal, luas penampang dari semua bagian kekuatan memanjang menerus harus diperhitungkan.

Bukaan besar, yaitu bukaan yang melebihi panjang 2,5 m atau lebar 1,2 m dan skalop, bila pengelasan skalop diterapkan, harus selalu dikurangi dari luas penampang yang digunakan dalam perhitungan modulus penampang.

Bukaan lebih kecil (lubang orang, lubang peringinan, skalop tunggal disekitar sambungan las dll) tidak perlu dikurangkan dengan syarat jumlah lebar atau lebar daerah bayangan pada satu penampang melintang tidak mengurangi modulus penampang pada geladak atau alas lebih dari 3% dan dengan ketentuan bahwa ketinggian lubang peringinan, lubang pengering dan skalop tunggal pada pembujur atau penumpu memanjang tidak melebihi 25% dari tinggi bilah, untuk skalop maksimal 75 mm. (Lihat [Gambar 5.7](#).)

Jumlah lebar bukaan tanpa pengurangan dari lebar bukaan lebih kecil dalam satu penampang melintang di daerah alas atau geladak adalah $B - \sum b$ (dimana B = lebar kapal di penampang melintang yang dipertimbangkan, $\sum b$ = Jumlah lebar bukaan) dapat dianggap setara terhadap pengurangan seperti yang disebutkan di atas dengan pengurangan modulus penampang sebesar 3%.

Daerah bayangan akan diperoleh dengan menggambar dua garis singgung dengan sudut bukaan 30° (lihat [Gambar 5.7](#)).



Gambar 5.7 Daerah Bayangan

(IACS UR S5)

4.3 Pada kapal-kapal, jika bagian material untuk konstruksi kekuatan memanjang di daerah geladak atau alas membentuk batasan tangki untuk muatan minyak atau air balas, dan tangki tersebut dilengkapi dengan sistem perlindungan korosi yang efektif, pengurangan pada ukuran konstruksi pada batasan ini diperbolehkan. Bagaimanapun juga, pengurangan ini dalam kasus apapun tidak boleh mengurangi modulus penampang kapal minimum untuk kapal baru lebih dari 5%.

(IACS UR S7.3)

Catatan:

Dalam kasus bukaan besar penguatan lokal dapat dipersyaratkan, yang akan dipertimbangkan secara kasus per kasus (lihat juga [Bab 7, A.3.1](#)).

5. Kapal memiliki banyak lubang palka

5.1 Untuk penentuan modulus penampang, maka dapat diasumsikan efektifitas 100% penumpu memanjang lubang palka diantara lubang-lubang palka, jika penumpu ini dipasang secara efektif.

5.2 Sambungan efektif dari penumpu memanjang lubang palka harus memenuhi syarat sebagai berikut:

Pergeseran memanjang f_L dari titik sambungan akibat aksi dari gaya memanjang standar P_L tidak boleh melebihi

$$f_L = \frac{\ell}{20} \quad [\text{mm}]$$

ℓ = panjang penumpu melintang lubang palka sesuai dengan [Gambar 5.8](#) [m]

P_L = $10 \cdot A_{LG}$ [kN]

A_{LG} = luas penampang melintang keseluruhan penumpu memanjang lubang palka [cm^2]

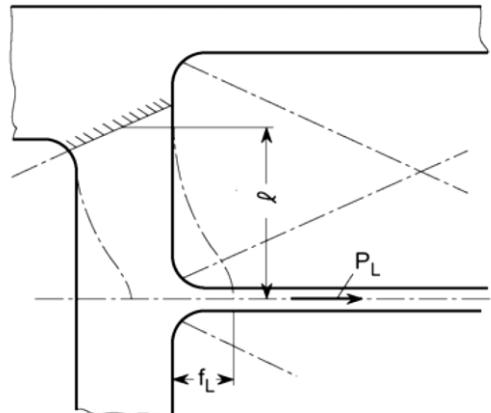
Lihat juga [Gambar 5.8](#).

Jika pergeseran memanjang melebihi $f_L = \ell/20$, perhitungan khusus efektifitas penumpu memanjang lubang palka dapat dipersyaratkan.

Catatan

Atas permintaan, BKI akan melaksanakan perhitungan langsung yang relevan.

5.3 Untuk tegangan kombinasi yang diizinkan lihat [Bab 10, E.3](#).



Gambar 5.8 Kapal memiliki banyak lubang palka

6. Kekuatan geser

Tegangan geser τ pada struktur memanjang akibat gaya melintang vertikal Q_T menurut [E.2](#). dan tidak boleh melebihi $110/k$ [N/mm^2].

(IACS UR S11.4.1)

Untuk kapal dengan bukaan geladak besar dan/atau kapal dengan momen torsi statis besar, tegangan geser akibat M_{STmax} harus dipertimbangkan juga sebagai kondisi tidak menguntungkan, yaitu peningkatan tegangan.

Tegangan geser harus ditentukan sesuai dengan [D.3](#).

7. Pembuktian kekuatan bukling

Semua elemen struktur memanjang yang mengalami tegangan tekan yang dihasilkan dari M_T menurut [E.1](#) dan Q_T menurut [E.2](#) harus diperiksa untuk mempunyai ketahanan yang cukup terhadap bukling menurut [Bab 3, F](#). Untuk tujuan ini kombinasi beban berikut ini harus diperiksa:

- M_T dan $0,7 \cdot Q_T$
- $0,7 \cdot M_T$ dan Q_T

Tegangan harus ditentukan sesuai dengan [D](#).

(IACS UR S11.3.2)

8. Perhitungan beban ultimat penampang melintang kapal

8.1 Dalam kondisi ekstrim, beban yang lebih besar daripada [B](#). dapat terjadi. Oleh karena itu, dimensi struktur memanjang harus diverifikasi dengan membuktikan kapasitas ultimat sesuai dengan [8.2](#) dan [8.3](#). Perhitungan harus mencakup elemen-elemen struktur yang berkontribusi terhadap kekuatan memanjang lambung kapal global dan harus didasarkan pada ukuran konstruksi kotor.

Faktor-faktor keamanan berikut harus diasumsikan:

$$\gamma_R = 1,20$$

$$\gamma_{wv} = 1,20$$

8.2 Momen bending vertikal ultimat

$$\left| M_{sw} + \frac{\gamma_{wv} \cdot M_{wv}}{c_s} \right| \leq \left| \frac{M_u}{\gamma_R} \right|$$

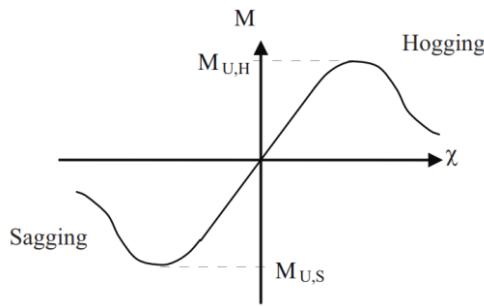
c_s = faktor tegangan sesuai dengan [1.1](#)

M_u = momen bending vertikal ultimat penampang melintang kapal pada kondisi hoging ($M_{u,h}$) dan sagging ($M_{u,s}$) [kNm]. lihat [8.2.1](#).

8.2.1 Analisa keruntuhan progresif

Analisis keruntuhan progresif harus digunakan untuk menghitung momen bending vertikal ultimat penampang melintang kapal.

Prosedur ini harus didasarkan pada pendekatan inkremental-berulang yang disederhanakan, dimana kapasitas didefinisikan sebagai puncak dari kurva momen-curvature ($M - \chi$) yang dihasilkan pada kondisi hogging (negatif) dan sagging (positif), yaitu χ adalah lengkungan lambung kapal [1/m]. Lihat [Gambar 5.9](#).



Gambar 5.9 Kurva Momen-curvature

Langkah-langkah utama yang harus digunakan dalam pendekatan inkremental-berulang adalah sebagai berikut:

Langkah 1 Penampang melintang kapal dibagi kedalam kombinasi pelat-penegar (lihat 8.2.2.2 (a)) dan pelat pojok kaku (lihat 8.2.2.2(b)).

Langkah 2 Hubungan tegangan-regangan rata rata $\sigma_{CRk}-\varepsilon$, untuk semua elemen struktur (yaitu. kombinasi pelat-penegar dan pojok kaku) harus didefinisikan terlebih dahulu, dimana subskrip k mengacu pada mode 0, 1, 2, 3 atau 4, sebagaimana berlaku (lihat 8.2.2).

Langkah 3 Nilai awal dan nilai inkremental dari lengkung $\Delta\chi$ harus didefinisikan dengan formula sebagai berikut:

$$\Delta\chi = \frac{0,05 \frac{R_{eH}}{E}}{z_D - z_{NA,e}}$$

R_{eH} = titik luluh nominal minimum pada elemen struktur geladak kekuatan [N/mm²]

z_D = koordinat z pada sisi geladak kekuatan [m] (lihat juga Gambar 5.1)

$z_{NA,e}$ = koordinat z sumbu netral elastis penampang melintang kapal [m]

Langkah 4 untuk nilai lengkung, $\chi_j = \chi_{j-1} + \Delta_j$, regangan rata-rata, $\varepsilon_{Ei,j} = \chi_j z_i$, dan tegangan rata-rata yang sesuai σ_{ij} harus didefinisikan pada setiap elemen struktur i (lihat 8.2.2). Untuk elemen struktur dalam kondisi tarik, $\sigma_{ij} = \sigma_{CR0}$ (lihat 8.2.2.1). Untuk kombinasi pelat-penegar dalam kondisi tekan, $\sigma_{ij} = \text{minimum } [\sigma_{CR1}, \sigma_{CR2}, \sigma_{CR3}]$ (lihat 8.2.2.2 (a)). Untuk pojok kaku dalam kondisi tekan, $\sigma_{ij} = \sigma_{CR4}$ (lihat 8.2.2.2 (b)).

z_i = koordinat z pada elemen struktur ke-i [m] relatif terhadap acuannya, lihat juga Gambar 5.11

Langkah 5 untuk nilai lengkung, $\chi_j = \chi_{j-1} + \Delta_\chi$, tinggi sumbu netral $z_{NA,j}$ harus ditentukan dengan iterasi melalui nilai keseimbangan gaya pada seluruh penampang melintang kapal:

$$\sum_{i=1}^m A_i \sigma_{ij} = \sum_{i=1}^n A_i \sigma_{ij}$$

m adalah jumlah elemen struktur yang terletak diatas $z_{NA,j}$

n adalah jumlah elemen struktur yang terletak dibawah $z_{NA,j}$

A_i = luas penampang melintang dari kombinasi pelat penegar atau pojok kaku ke-i

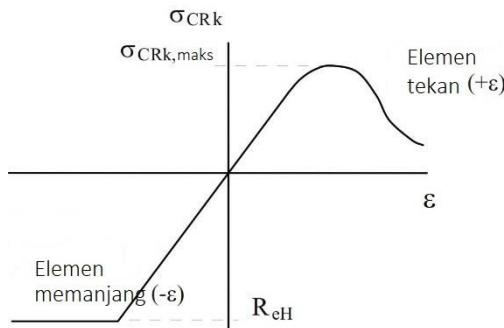
Langkah 6 untuk nilai lengkung, $\chi_i = \chi_{i-1} + \Delta_x$, momen bending yang sesuai harus dihitung dengan menjumlahkan kontribusi semua elemen struktur diseluruh penampang melintang kapal:

$$M_{U,j} = \sum \sigma_{ij} \cdot A_i (z_{NA,j} - z_i)$$

Langkah 4 hingga 6 harus diulang dengan menaikkan lengkung secara inkrement sampai puncak kurva $M-\chi$ terbentuk sempurna. Momen bending ultimat vertikal $M_{U,H}$ dan $M_{U,S}$ harus diambil sebagai nilai puncak dari kurva $M-\chi$.

8.2.2 Kurva tegangan - regangan rata-rata

Kurva tegangan-regangan rata-rata yang sejenis $\sigma_{CRk}-\varepsilon$ untuk sebuah elemen struktur dalam penampang melintang kapal seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 5.10](#), dimana subskrip k mengacu pada mode 0, 1, 2, 3 atau 4, sebagaimana berlaku.



Gambar. 5.10 Tipikal kurva tegangan - regangan rata-rata

.1 Regangan negatif ($\sigma_{CRO} - \varepsilon$)

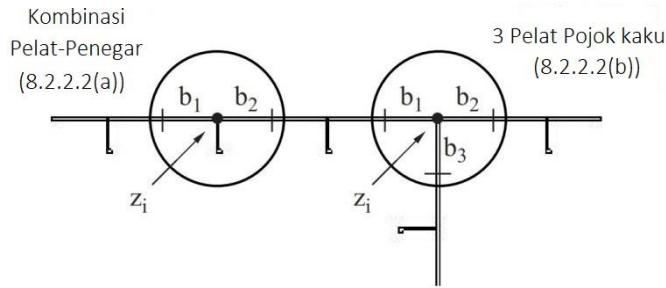
Bagian kurva yang merupakan regangan negatif (yaitu, tarik) pada setiap kasusnya didasarkan pada perilaku elastoplastis (yaitu, kelulohan bahan) sesuai dengan:

$$\sigma_{CRO} = \Phi \cdot R_{eH} \quad [\text{N/mm}^2]$$

- Φ = fungsi batas
 - = -1 untuk $\varepsilon < -1$
 - = ε untuk $-1 \leq \varepsilon \leq 0$
- ε = regangan relatif
 - = $\frac{\varepsilon_E}{\varepsilon_Y}$
- ε_E = elemen regangan
- ε_Y = regangan pada tegangan luluh elemen
 - = $\frac{R_{eH}}{E}$

.2 Regangan positif

Bagian kurva yang merupakan regangan positif (yaitu, tekan) pada setiap kasusnya didasarkan pada beberapa mode perilaku kegagalan (yaitu, bukling) untuk dua jenis elemen struktur; (a) kombinasi pelat-penegar dan (b) pojok kaku. Lihat [Gambar 5.11](#).



Gambar 5.11 Elemen Struktur

a) Kombinasi pelat-penegar ($\sigma_{CR1}-\varepsilon$, $\sigma_{CR2}-\varepsilon$, $\sigma_{CR3}-\varepsilon$)

Kombinasi pelat-penegar terdiri dari sebuah penegar yang terpasang pada pelat dari bidang terdekat. Pada kondisi regangan positif, tiga kurva tegangan-regangan rata-rata harus didefinisikan untuk setiap kombinasi pelat-penegar berdasarkan pada bukling kolom balok ($\sigma_{CR1}-\varepsilon$), bukling torsi ($\sigma_{CR2}-\varepsilon$) dan bukling lokal pada bilah/fliens ($\sigma_{CR3}-\varepsilon$).

i) bukling balok kolom $\sigma_{CR1}-\varepsilon$

Bagian regangan positif dari kurva tegangan-regangan rata-rata $\sigma_{CR1}-\varepsilon$ berdasarkan pada bukling kolom balok dari kombinasi pelat-penegar dijabarkan sebagai berikut:

$$\sigma_{CR1} = \Phi R_{eH} \kappa_{BC} \frac{A_{Stif} + b_{m,1} t_1/2 + b_{m,2} t_2/2}{A_{Stif} + b_1 t_1/2 + b_2 t_2/2}$$

Φ = fungsi batas

= ε untuk $0 \leq \varepsilon \leq 1$

= 1 untuk $\varepsilon > 1$

κ_{BC} = faktor reduksi

= 1 untuk $\lambda_K \leq 0,2$

= $\frac{1}{k_D + \sqrt{k_D^2 - \lambda_K^2}}$ untuk $\lambda_K > 0,2$

λ_K = $\sqrt{\frac{\varepsilon_E \cdot a^2 \cdot A_x \cdot 10^{-4}}{\pi^2 \cdot I_x}}$

k_D = $(1 + 0,21(\lambda_K - 0,2) + \lambda_K^2)/2$

a = panjang penegar [mm]

A_x = luas penampang penegar termasuk pelat ikut kulit kapal dengan lebar $(b_{m,1}/2 + b_{m,2}/2)$ [mm²]

I_x = momen inersia penegar termasuk pelat ikut kulit kapal dengan lebar $(b_{m,1}/2 + b_{m,2}/2)$ [cm⁴]

$b_{m,1}, b_{m,2}$ = lebar efektif dari bidang pelat tunggal pada sisi 1 dan 2 dari penegar [mm] sesuai dengan Bab 3, F.2.2. Secara umum dihitung pada kasus beban 1 dari Tabel 3.5, dimana acuan derajat kelangsungan didefinisikan sebagai:

$$\lambda = \sqrt{\frac{\varepsilon_E}{0,9 \left(\frac{t}{b}\right)^2 K}}$$

b_1, b_2 = lebar bidang pelat tunggal pada sisi 1 dan 2 dari penegar [mm], lihat juga [Gambar 5.11](#)

t_1, t_2 = tebal bidang pelat tunggal pada sisi 1 dan 2 dari penegar [mm]

A_{Stif} = luas penampang penegar tanpa pelat ikut [mm^2]

ii) **Bukling torsi $\sigma_{CR2-\varepsilon}$**

Bagian regangan positif dari kurva tegangan-regangan $\sigma_{CR1-\varepsilon}$ berdasarkan pada bukling torsi dari kombinasi pelat-penegar dijabarkan sebagai berikut

$$\sigma_{CR2} = \Phi R_{eH} \frac{A_{Stif} \kappa_T + b_{m1} t_1/2 + b_{m2} t_2/2}{A_{Stif} + b_1 t_1/2 + b_2 t_2/2}$$

κ_T = faktor reduksi sesuai [Bab 3, F.3.3](#)

iii) **Bukling lokal pada bilah/flens $\sigma_{CR3-\varepsilon}$**

Bagian regangan positif dari kurva tegangan-regangan $\sigma_{CR3-\varepsilon}$ berdasarkan bukling lokal pada bilah/flens dari kombinasi pelat-penegar yang dijabarkan sebagai berikut:

$h_{w,m}, b_{f,m}$ = lebar efektif pelat bilah/flens [mm] berdasarkan [Bab 3, F.2.2](#) (umumnya dihitung berdasarkan Kasus Beban 3 dari [Tabel 3.3](#) untuk flat bar dan flens, lainnya menggunakan Kasus Beban 1) dimana acuan derajat kelangsungan didefinisikan sebagai:

$$\sigma_{CR3} = \Phi R_{eH} \frac{h_{w,m} t_w + b_{f,m} t_f + b_{m1} t_1/2 + b_{m2} t_2/2}{h_w t_w + b_f t_f + b_1 t_1/2 + b_2 t_2/2}$$

h_w = tinggi bilah [mm]

t_w = tebal bilah [mm]

b_f = lebar flens, bila ada [mm]

t_f = tebal flens, bila ada [mm]

b) **Pojok kaku ($\sigma_{CR4-\varepsilon}$)**

Pojok kaku adalah elemen struktur yang kokoh terdiri dari pelat yang tidak sebidang. Lajur bilga (yaitu, satu lengkung pelat), sambungan pelat lajur atas-lajur sisi geladak (yaitu, dua bidang pelat) dan sambungan sekat-geladak (yaitu, tiga bidang pelat) adalah contoh pojok kaku. Pada regangan positif, satu kurva tegangan-regangan rata rata didefinisikan sebagai pojok kaku berdasarkan bukling pelat ($\sigma_{CR4-\varepsilon}$).

i) **Bukling pelat $\sigma_{CR4-\varepsilon}$**

$$\sigma_{CR4} = \Phi R_{eH} \frac{\sum_{i=1}^n b_{m,i} \cdot t_i}{\sum_{i=1}^n b_i \cdot t_i}$$

$b_{m,i}$ = lebar efektif dari bidang pelat tunggal [mm] sesuai dengan [Bab 3, F.2.2](#), sebagaimana berlaku, secara umum dihitung berdasarkan Kasus Beban yang berlaku pada [Tabel 3.5 dan 3.6](#), dimana acuan derajat kelangsungan didefinisikan sebagai:

$$\lambda = \sqrt{\frac{\varepsilon_E}{0,9 \left(\frac{t}{b}\right)^2 K}}$$

b_i = lebar dari bidang pelat tunggal [mm], lihat juga [Gambar 5.11](#)

t_i = tebal dari bidang pelat tunggal [mm]

n = jumlah pelat yang membentuk pojok kaku

8.3 Gaya geser ultimatum vertikal

$$\left| Q_{sw} + \frac{\gamma_{wv} \cdot Q_{wv}}{c_s} \right| \leq \left| \frac{Q_u}{\gamma_R} \right|$$

c_s = faktor tegangan sesuai dengan [1.1](#)

Q_u = gaya geser vertikal ultimatum penampang melintang kapal [kN]

$$= \frac{1}{1000 \cdot \sqrt{3}} \cdot \sum_{i=1}^q \kappa_{ti} \cdot b_i \cdot t_i \cdot R_{eh,i}$$

q = Jumlah bidang pelat yang menyalurkan gaya geser (umumnya, hanya berlaku untuk bidang pelat vertikal pada penampang melintang kapal. Contoh: bidang pelat sisi dan sekat memanjang).

κ_{ti} = faktor reduksi bidang pelat ke-i sesuai [Bab 3, F.2.1](#)

b_i = lebar pada bidang pelat ke-i [mm]

t_i = tebal pada bidang pelat ke-i [mm]

$R_{eh,i}$ = titik luluh nominal minimum pada bidang pelat ke-i [N/mm²]

D. Tegangan Desain

1. Umum

Tegangan desain untuk tujuan peraturan ini adalah tegangan beban global, yang berlaku:

- sebagai tegangan normal σ_L pada arah memanjang kapal:
 - untuk pelat sebagai tegangan membran
 - untuk penegar dan penumpu memanjang pada sumbunya
- tegangan geser τ_L pada tingkat pelat

Tegangan σ_L dan τ_L harus dipertimbangkan dalam formula untuk penentuan dimensi ketebalan pelat ([Bab 6, B.1](#) dan [C.1](#) dan [Bab 12, B.2](#)), Pembujur ([Bab 9, B.3](#)) dan sistem grillage ([Bab 8, B.8.2](#) dan [Bab 10, E.2](#)).

Perhitungan tegangan σ_L dan τ_L dapat dilakukan dengan analisis lambung global. Jika tidak menggunakan analisis lambung global, analisa penampang kapal dengan nilai-nilai yang paling tidak menguntungkan dari kombinasi tegangan menurut [Tabel 5.3](#) harus diambil untuk masing-masing σ_L dan τ_L . Formula dalam [Tabel 5.3](#) berisi σ_{sw} , σ_{wv} , σ_{wh} , σ_{st} dan σ_{wt} menurut [2.](#) dan τ_{sw} , τ_{wv} , τ_{wh} , τ_{st} dan τ_{wt} menurut [3.](#) serta:

f_F = faktor pembobotan untuk beban global dan lokal yang simultan

= 0,8 untuk penentuan dimensi struktur memanjang sesuai dengan Bab 3 dan 6 sampai 12

= $0,75 + \frac{x}{L} \left(1 - \frac{x}{L}\right)$ untuk perhitungan kekuatan kelelahan menurut Bab 20

f_Q = faktor probabilitas menurut Tabel 4.2

$f_{Q\min}$ = 0,75 untuk $Q = 10^{-6}$

Catatan:

f_Q adalah fungsi dari umur kapal yang direncanakan. Untuk umur kapal $n > 20$ tahun, f_Q pada spektrum garis lurus dari rentang tegangan akibat air laut dapat ditentukan dengan formula berikut:

$$f_Q = -0,125 \cdot \log \left(\frac{2 \cdot 10^5}{n} \right)$$

Untuk momen bending gelombang vertikal terbesar:

$$\sigma_{wv} = (0,43 + C) \cdot \sigma_{wvhog}$$

$$\tau_{wv} = (0,43 + C) \cdot \tau_{wvhog}$$

Untuk momen bending gelombang vertikal terkecil:

$$\sigma_{wv} = [0,43 + C \cdot (0,5 - C)] \cdot \sigma_{wvhog} + C \cdot (0,43 + C) \cdot \sigma_{wvsag}$$

$$\tau_{wv} = [0,43 + C \cdot (0,5 - C)] \cdot \tau_{wvhog} + C \cdot (0,43 + C) \cdot \tau_{wvsag}$$

$$C = \left(\frac{x}{L} - 0,5 \right)^2$$

Catatan:

Untuk penentuan ukuran konstruksi awal, umumnya cukup untuk mempertimbangkan kasus beban 1, dengan asumsi timbulnya σ_{1A} dan τ_{1B} secara simultan, tetapi mengabaikan tegangan karena torsi.

Komponen tegangan (dengan penandaan yang tepat: tarik positif, tekan negatif) harus ditambahkan, untuk σ_L dan τ_L nilai-nilai ekstrim yang dihasilkan

1.1 Kekuatan bukling

Untuk struktur yang dibebani dengan gaya tekan atau geser, kekuatan bukling yang cukup sesuai dengan Bab 3, F harus dibuktikan

1.2 Tegangan izin

Tegangan ekuivalen dari σ_L dan τ_L tidak boleh melebihi nilai berikut:

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_L^2 + 3 \cdot \tau_L^2} \leq \frac{190}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Tabel 5.3 Kasus Beban dan Tegangan Kombinasi

Kasus Beban	Tegangan desain σ_L, τ_L
L_{1a}	$\sigma_{L1a} = \sigma_{sw} + \sigma_{st} + f_Q \cdot \sigma_{wv}$
	$\tau_{L1a} = 0,7 \cdot \tau_{sw} + \tau_{st} + 0,7 \cdot f_Q \cdot \tau_{wv}$
L_{1b}	$\sigma_{L1b} = 0,7 \cdot \sigma_{sw} + \sigma_{st} + 0,7 \cdot f_Q \cdot \sigma_{wv}$
	$\tau_{L1b} = \tau_{sw} + \tau_{st} + f_Q \cdot \tau_{wv}$
L_{2a}	$\sigma_{L2a} = \sigma_{sw} + \sigma_{st} + f_Q \cdot (0,6 \cdot \sigma_{wv} + \sigma_{wh})$
	$\tau_{L2a} = 0,7 \cdot \tau_{sw} + \tau_{st} + 0,7 \cdot f_Q \cdot (0,6 \cdot \tau_{wv} + \tau_{wh})$
L_{2b}	$\sigma_{L2b} = 0,7 \cdot \sigma_{sw} + \sigma_{st} + 0,7 \cdot f_Q \cdot (0,6 \cdot \sigma_{wv} + \sigma_{wh})$
	$\tau_{L2b} = \tau_{sw} + \tau_{st} + f_Q \cdot (0,6 \cdot \tau_{wv} + \tau_{wh})$
L_{3a}	$\sigma_{L3a} = f_F \cdot [\sigma_{sw} + \sigma_{st} + f_Q \cdot (\sigma_{wv} + \sigma_{wh} + \sigma_{wt})]$
	$\tau_{L3a} = f_F \cdot \{0,7 \cdot \tau_{sw} + \tau_{st} + f_Q \cdot [0,7 \cdot (\tau_{wv} + \tau_{wh}) + \tau_{wt}]\}$
L_{3b}	$\sigma_{L3b} = f_F \cdot \{0,7 \cdot \sigma_{sw} + \sigma_{st} + f_Q \cdot [0,7 \cdot (\sigma_{wv} + \sigma_{wh}) + \sigma_{wt}]\}$
	$\tau_{L3b} = f_F \cdot [\tau_{sw} + \tau_{st} + f_Q \cdot (\tau_{wv} + \tau_{wh} + \tau_{wt})]$
$L_{1a,b}$	= Beban yang diakibatkan oleh momen bending vertikal dan momen torsi statis.
$L_{2a,b}$	= Beban yang diakibatkan oleh momen bending vertikal dan horisontal serta momen torsi statis.
$L_{3a,b}$	= Beban yang diakibatkan oleh momen bending vertikal dan horizontal serta momen torsi statis dan akibat gelombang.

1.3 Desain struktur

1.3.1 Secara umum, struktur memanjang harus didesain sedemikian rupa, sehingga struktur tersebut menerus melalui struktur melintang. Diskontinuitas yang besar harus dihindari.

Jika struktur memanjang harus terputus (zig-zag), elemen perpindahan yang cukup harus disediakan.

1.3.2 Detail persyaratan pengelasan dan pengelompokan hasil takik dari analisa kekuatan lelah sesuai dengan [Bab 20](#).

2. Tegangan normal pada arah memanjang kapal

2.1 Tegangan normal dari momen bending vertikal

2.1.1 statis dari M_{sw} :

$$\sigma_{sw} = \frac{M_{sw} \cdot e_z}{I_y \cdot 10^3} \quad [\text{N/mm}^2]$$

M_{sw} = momen bending air tenang sesuai dengan [A.5](#) pada posisi x/L

2.1.2 dinamis dari M_{wv} :

$$\sigma_{wv} = \frac{M_{wv} \cdot e_z}{I_y \cdot 10^3} \quad [\text{N/mm}^2]$$

2.2 Tegangan normal akibat momen bending gelombang horisontal

dinamis dari M_{wh} :

$$\sigma_{WH} = -\frac{M_{WH} \cdot e_y}{I_z \cdot 10^3} \quad [\text{N/mm}^2]$$

- M_{WH} = momen bending gelombang horisontal sesuai dengan B.3.3 pada posisi x/L
 I_z = momen inersia [m^4] dari penampang melintang kapal yang ditinjau disekitar sumbu vertikal pada posisi x/L
 e_y = jarak horisontal dari struktur yang ditinjau terhadap sumbu netral vertikal [m]
 e_y bernilai positif pada sisi kiri kapal, bernilai negatif pada sisi kanan kapal

2.3 Tegangan normal akibat torsi pada lambung kapal

Ketika menilai karakteristik penampang melintang, efek potongan geladak yang lebar diantara palka yang membatasi torsi dapat dipertimbangkan, misalnya; dengan pelat ekivalen setinggi geladak yang memiliki deformasi geser yang sama dengan potongan geladak yang relevan.

2.3.1 statis dari M_{STmax} :

Untuk distribusi momen torsi menurut B.2.2.2, tegangan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\sigma_{ST} = \frac{0,65 \cdot C_{Tor} \cdot M_{STmax} \cdot \omega_i}{\lambda \cdot I_{\omega} \cdot 10^3} \cdot \left(1 - \frac{2}{e^a + 1} \right) \quad [\text{N/mm}^2]$$

- M_{STmax} = momen torsi statis maksimum sesuai dengan B.2.2.2

$C_{Tor}, I_{\omega}, \omega_i, \lambda, e, a, \ell_c, C_c, x_A$ lihat 2.3.2.

Untuk distribusi lainnya, tegangan-tegangan harus ditentukan dengan menggunakan perhitungan langsung.

2.3.2 dinamis dari M_{WTmax} :

$$\sigma_{WT} = \frac{C_{Tor} \cdot M_{WTmax} \cdot \omega_i}{\lambda \cdot I_{\omega} \cdot 10^3} \cdot \left(1 - \frac{2}{e^a + 1} \right) \quad [\text{N/mm}^2]$$

- M_{WTmax} = sesuai dengan B.3.5

$$C_{Tor} = 4 \cdot \left(\sqrt{C_B} - 0,1 \right) \cdot \frac{x}{L} \quad \text{untuk } 0 \leq \frac{x}{L} < 0,25$$

$$= \sqrt{C_B} - 0,1 \quad \text{untuk } 0,25 \leq \frac{x}{L} \leq 0,65$$

$$= \frac{\sqrt{C_B} - 0,1}{0,35} \cdot \left(1 - \frac{x}{L} \right) \quad \text{untuk } 0,65 \leq \frac{x}{L} \leq 1$$

- I_{ω} = momen inersia sektorial [m^6] dari penampang melintang kapal pada posisi x/L

- ω_i = koordinat sektorial [m^2] dari struktur yang ditinjau.

- λ = nilai warping

$$= \sqrt{\frac{I_T}{2,6 \cdot I_{\omega}}} \quad [l/m]$$

- I_T = momen inersia torsi [m^4] dari penampang melintang kapal pada posisi x/L

e = angka euler ($e = 2,718\dots$)

a = $\lambda \cdot \ell_c$

ℓ_c = karakteristik panjang torsi [m]

$$= 0,5 \cdot L \cdot C_c \quad \text{untuk } \frac{L}{B} < 6$$

$$= \left(1,22 - 0,12 \cdot \frac{L}{B} \right) \cdot L \cdot C_c \quad \text{untuk } \frac{L}{B} \leq 8,5$$

$$= 0,2 \cdot L \cdot C_c \quad \text{untuk } \frac{L}{B} > 8,5$$

Namun, $\ell_c \leq L - x_A$

$$C_c = 0,8 - \frac{x_A}{L} + \left(0,5 + 2,5 \cdot \frac{x_A}{L} \right) \cdot \frac{x}{L} \quad \text{untuk } 0 \leq \frac{x}{L} < 0,4 \text{ dan } 0 \leq \frac{x_A}{L} \leq 0,4$$

$$= 1,0 \quad \text{untuk } 0,4 \leq \frac{x}{L} \leq 0,55$$

$$= 1 - \frac{1}{45} \cdot \left(\frac{x}{L} - 0,55 \right) \quad \text{untuk } 0,55 < \frac{x}{L} \leq 1$$

x_A = 0 untuk kapal tanpa palka ruang muat

= jarak [m] antara ujung belakang dari panjang L dan sisi belakang dari palka didepan sekat depan ruang mesin pada kapal dengan palka ruang muat, lihat juga [Tabel 5.4](#) dan [Tabel 5.5](#).

3. Tegangan geser

Distribusi tegangan geser harus dihitung dengan prosedur perhitungan yang telah disetujui oleh BKI. Untuk kapal dengan penampang melintang multisel (mis: kapal lambung ganda), penggunaan prosedur perhitungan tersebut, terutama dengan distribusi beban yang tidak merata selebar penampang melintang kapal, dapat ditetapkan.

3.1 Tegangan geser akibat gaya geser vertikal

Sebagai pendekatan pertama untuk kapal tanpa sekat memanjang atau dengan dua sekat memanjang, distribusi tegangan geser di kulit dan di sekat memanjang dapat dihitung dengan formula berikut:

statis dari Q_{sw} :

$$\tau_{sw} = \frac{Q_{sw} \cdot S_y(z)}{l_y \cdot t} (0,5 - \alpha) \quad [\text{N/mm}^2]$$

dinamis dari Q_{wv} :

$$\tau_{wv} = \frac{Q_{wv} \cdot S_y(z)}{l_y \cdot t} (0,5 - \alpha) \quad [\text{N/mm}^2]$$

$S_y(z)$ = momen pertama dari luasan sektorial yang ditinjau [m^3], masing-masing di atas atau di bawah ketinggian z yang ditinjau dan berhubungan dengan sumbu netral horizontal.

t = tebal dari pelat kulit atau sekat memanjang [mm] pada penampang yang ditinjau

$\alpha = 0$ untuk kapal yang tidak mempunyai sekat memanjang

Jika dipasang 2 (dua) sekat memanjang:

$$\alpha = 0,16 + 0,08 \frac{A_s}{A_L} \quad \text{untuk sekat memanjang}$$

$$= 0,34 - 0,08 \frac{A_s}{A_L} \quad \text{untuk kulit sisi}$$

A_s = luas penampang dari pelat kulit sisi [m^2] dalam ketinggian H

A_L = luas penampang dari pelat sekat memanjang [m^2] dalam ketinggian H

Untuk kapal dengan bentuk dan konstruksi normal, rasio S_y/I_y yang ditentukan untuk penampang tengah kapal dapat digunakan untuk semua penampang.

3.2 Tegangan geser akibat gaya geser horisontal

Sub-bab 3. harus diterapkan dengan sesuai.

3.3 Gaya geser akibat momen torsi

Bersifat statis dari M_{STmax} :

Untuk distribusi momen torsi menurut B.2.2.2, tegangan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\tau_{ST} = 0,65 \cdot C_{Tor} \cdot M_{STmax} \cdot \frac{S_{wi}}{I_w \cdot t_i} \quad [\text{N/mm}^2]$$

C_{Tor} = sesuai dengan D.2.3.1

M_{STmax} = sesuai dengan B.2.2.2

M_{WTmax} = sesuai dengan B.3.5

I_w = sesuai dengan D.2.3.1

S_{wi} = momen sektorial statis pada struktur yang ditinjau [m^4]

t_i = tebal pelat yang ditinjau [mm]

Untuk distribusi yang lain, tegangan harus ditentukan dengan menggunakan perhitungan langsung.

dinamis dari M_{WTmax} :

$$\tau_{WT} = C_{Tor} \cdot M_{WTmax} \cdot \frac{S_{wi}}{I_w \cdot t_i} \quad [\text{N/mm}^2]$$

E. Beban Air Tenang Izin

1. Bending momen vertikal

Momen bending air tenang vertikal yang diizinkan $M_{SW,perm}$ sepanjang kapal L harus ditentukan dengan menggunakan formula berikut :

$$M_{SW,perm} = M_T - M_{WV} \quad [\text{kNm}]$$

$M_{T,perm}$ = momen bending total yang diizinkan [kNm]

$$= \min \left[\sigma_D \cdot W_{D(a)} \cdot \frac{10^3}{f_r}; \sigma_B \cdot W_{B(a)} \cdot \frac{10^3}{f_r} \right]$$

$W_{D(a)}, W_{B(a)}$ = modulus penampang aktual masing-masing pada geladak dan alas

σ_D = tegangan bending memanjang [N/mm^2] untuk flens atas konstruksi lambung kapal

$$= \sigma_{SW} + \sigma_{WV}$$

σ_B = tegangan bending memanjang [N/mm^2] untuk flens bawah konstruksi lambung kapal

$$= \sigma_{SW} + \sigma_{WV}$$

M_{WV} = momen bending gelombang vertikal sesuai dengan [B.1.3.1](#). Untuk kondisi pelabuhan dan terminal lepas pantai beban gelombang dapat dikalikan dengan faktor berikut:
 – kondisi pelabuhan (umumnya) : 0,1
 – kondisi terminal lepas pantai : 0,5

σ_{SW}, σ_{WV} tegangan memanjang sesuai dengan [D.2](#).

f_r = faktor koreksi, didefinisikan sebagai:

$$= 1,0 \quad (\text{secara umum})$$

= sesuai dengan [F.2](#) untuk kapal dengan buaan yang sangat besar

Pada rentang $x/L = 0,3$ sampai $x/L = 0,7$ momen bending air tenang yang diizinkan secara umum tidak boleh melebihi nilai yang didapatkan untuk $x/L = 0,5$.

2. Gaya geser vertikal

Gaya geser air tenang yang diizinkan $Q_{SW,perm}$ sepanjang kapal L harus ditentukan dengan formula sebagai berikut:

$$Q_{SW,perm} = Q_T - Q_{WV} \quad [\text{kN}]$$

$Q_{T,perm}$ = gaya geser total yang diizinkan [kN], dimana tegangan geser yang diizinkan $\tau = \tau_{SW} + \tau_{WV}$ akan dicapai tetapi tidak boleh melebihi di setiap titik penampang yang ditinjau.

τ = tegangan geser yang diizinkan [N/mm^2]

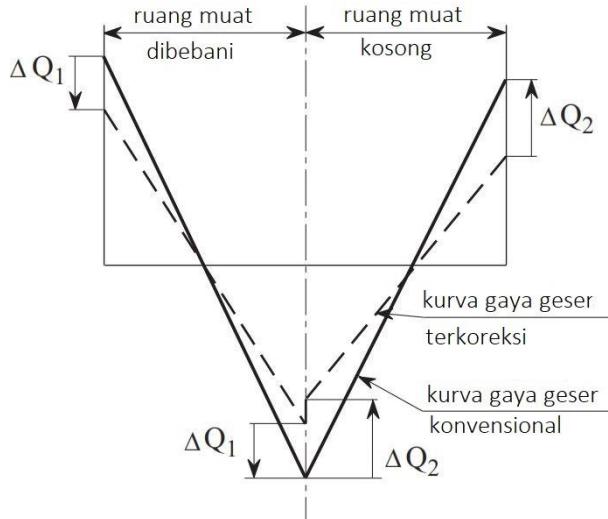
Q_{WV} = sesuai dengan [B.3.2](#)

Untuk kondisi pelabuhan dan terminal lepas pantai, lihat [1](#).

2.1 Koreksi kurva gaya geser air tenang

Dalam kasus ruang muat kosong, kurva gaya geser konvensional dapat dikoreksi sesuai dengan transmisi beban langsung oleh struktur alas memanjang pada sekat melintang. Lihat juga [Gambar 5.12](#).

2.2 Gaya tumpuan grillage alas pada sekat melintang dapat ditentukan dengan perhitungan langsung atau dengan pendekatan, menurut [2.3](#).



Gambar 5.12 Koreksi kurva gaya geser

2.3 Jumlah gaya tumpuan grillage alas pada batasan sekat belakang atau depan ruang muat yang ditinjau dapat ditentukan dengan formula berikut:

$$\Delta Q = u \cdot P - v \cdot T^* \quad [\text{kN}]$$

P = massa muatan atau balas [t] di dalam ruang muat yang ditinjau, termasuk isi tangki alas di dalam alas ganda bagian datar

T^* = sarat [m] pada pusat ruang muat

u, v = koefisien koreksi untuk kargo dan daya apung sebagai berikut:

$$u = \frac{10 \cdot \kappa \cdot \ell \cdot b \cdot h}{V} \quad [\text{kN/t}]$$

$$v = 10 \cdot \kappa \cdot \ell \cdot b \quad [\text{kN/m}]$$

$$\kappa = \frac{B}{2,3(B + \ell)}$$

ℓ = panjang bagian datar alas ganda [m]

b = lebar bagian datar alas ganda [m]

h = jarak vertikal antara alas dalam dan bagian atas ambang palka [m]

V = volume ruang muat termasuk volume yang tertutup oleh ambang palka [m^3].

3. Momen torsi statis

Momen torsi statis yang diizinkan harus ditentukan dengan berdasarkan desain tegangan pada [Tabel 5.3](#) berserta dengan formula di [D.2.3.1](#).

3.1 Untuk kapal dengan momen torsi menurut [B.2](#), harus dibuktikan dengan menggunakan program komputer pemutaran, bahwa nilai-nilai maksimum yang diizinkan tidak terlampaui di semua lokasi. Nilai yang melebihi diperbolehkan, jika momen torsi aktual pada titik-titik perhitungan yang berdekatan kurang dari nilai yang diizinkan.

3.2 Kecuali ditunjukkan dengan bukti khusus, selama bongkar muat momen torsi statis tidak boleh lebih tinggi 75% dari momen torsi akibat gelombang sesuai dengan [B.3.5](#).

F. Nilai Pedoman untuk Geladak dengan Bukaan Besar

1. Umum

1.1 Pergeseran flens lambung kapal bagian atas utamanya yang disebabkan oleh beban torsi, mengakibatkan tambahan momen bending lokal dan gaya yang bekerja di potongan geladak. Momen-momen ini bekerja disekitar sumbu-z, lihat [Gambar 5.1](#). Setelah berkonsultasi dengan BKI tegangan yang dihasilkan dari hal tersebut harus dihitung untuk penumpu memanjang dan melintang dan diperhitungkan dalam desain.

Perhitungan tegangan ini dapat ditiadakan, jika nilai-nilai pedoman sesuai dengan [2.](#) dan [3.](#) ditaati.

1.2 Kapal dianggap mempunyai bukaan geladak besar jika salah satu dari kondisi berikut berlaku pada satu atau lebih bukaan palka:

$$\frac{b_L}{B_M} > 0,6$$

$$\frac{\ell_L}{\ell_M} > 0,7$$

b_L = lebar lubang palka, pada kasus kapal memiliki banyak bukaan palka, b_L adalah jumlah dari tiap lebar lubang palka.

ℓ_L = panjang lubang palka

B_M = lebar geladak yang diukur di pertengahan panjang lubang palka

ℓ_M = jarak antara pusat pelintang potongan geladak pada tiap ujung lubang palka. Jika tidak ada lubang palka selanjutnya selain yang sedang ditinjau, ℓ_M akan secara khusus dipertimbangkan.

2. Nilai pedoman untuk menentukan modulus penampang

Modulus penampang dari penampang melintang kapal harus ditentukan sesuai dengan [C.1](#) dan [C.2](#).

Faktor f_r sebesar:

$$f_r = \frac{\sigma_{L1}}{\sigma_{sw} + 0,75 \cdot \sigma_{wv}}$$

σ_{L1} , σ_{sw} , σ_{wv} sesuai dengan [D.](#) untuk masing-masing flens atas dan bawah lambung kapal. Nilai yang lebih besar harus diambil.

Perhitungan faktor f_r dapat ditiadakan, jika f_r dipilih sesuai dengan [Tabel 5.4](#).

Tabel 5.4 Faktor Koreksi f_r

Rentang	Nilai	Distribusi sepanjang kapal
$\frac{x}{L} \leq 0,05$	1,00	
$0,05 < \frac{x}{L} \leq \frac{x_A}{L}$	$1,00 + 0,08 \cdot \frac{x - 0,05 \cdot L}{x_A - 0,05 \cdot L}$	
$\frac{x_A}{L} < \frac{x}{L} \leq \frac{x_A + 0,15 \cdot \ell}{L}$	$1,08 + 0,2 \cdot \frac{x_A - x}{\ell}$	
$\frac{x_A + 0,15 \cdot \ell}{L} < \frac{x}{L} \leq \frac{x_A + 0,70 \cdot \ell}{L}$	1,05	
$\frac{x_A + 0,70 \cdot \ell}{L} < \frac{x}{L} \leq \frac{x_A + \ell}{L}$	$1,10 + \frac{x - x_A - \ell}{6 \cdot \ell}$	
$\frac{x_A + \ell}{L} < \frac{x}{L}$	1,00	

3. Nilai pedoman untuk desain penumpu kotak melintang kapal kontainer

Ukuran konstruksi penumpu kotak melintang harus dihitung dengan menggunakan kriteria desain berikut:

- gaya-gaya pendukung penutup palka, lihat Bab 17, B.2
- gaya-gaya pendukung kontainer yang disimpan di ruang muat (misalnya; karena percepatan memanjang)
- tegangan akibat deformasi torsi lambung,
- tegangan yang dihasilkan dari tekanan air, jika penumpu kotak melintang merupakan bagian dari sekat kedap air, lihat Bab 11

Secara umum ketebalan pelat tidak boleh kurang dari yang dihasilkan oleh formula berikut (lihat juga Gambar 5.13):

$$t_1 = \sqrt{L} \quad [\text{mm}] \quad \text{atau}$$

$$t_1 = 0,5 t_0 \quad [\text{mm}]$$

t_0 = tebal ambang palka memanjang atau lajur teratas sekat memanjang [mm]

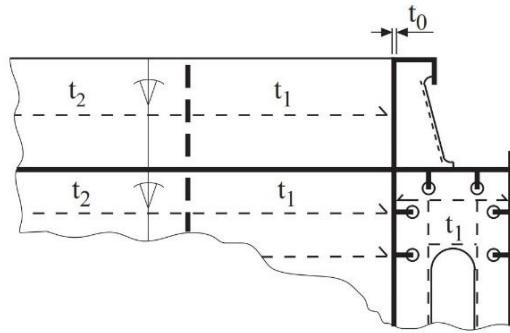
$$t_2 = 0,85 \quad [\text{mm}] \quad \text{atau}$$

$$t_2 = 12 \cdot a \quad [\text{mm}]$$

a = jarak penegar [m].

t_1 atau t_2 harus diambil yang terbesar. L tidak boleh diambil lebih besar dari 200 m.

Untuk ambang pada geladak terbuka lihat juga Bab 17, B.1.



Gambar 5.13 Tebal pelat pada penumpu kotak melintang

4. Nilai pedoman untuk pergeseran penumpu teratas lambung kapal

Secara umum, pergeseran relatif Δ_u diantara sisi kapal harus ditentukan dengan perhitungan langsung. Untuk penentuan ukuran bantalan dan paking tutup palka, nilai berikut dapat digunakan untuk perhitungan pergeseran:

$$\Delta_u = 6 \cdot 10^{-5} (M_{STmax} + M_{WTmax}) \cdot \left(1 - \frac{L}{450}\right) \cdot \left[4 + 0,1 \left(\frac{L}{B}\right)^2\right] \cdot c_u + 20 \quad [\text{mm}]$$

M_{STmax} , M_{WTmax} masing-masing sesuai dengan B.2.2.2 atau B.3.5.

c_u = faktor distribusi sesuai dengan Table 5.5

c_A = nilai untuk c_u pada bagian belakang daerah yang terbuka, lihat juga Table 5.5

$$= \left(1,25 - \frac{L}{400}\right) \cdot \left(1,6 - \frac{3 \cdot x_A}{L}\right) \leq 1,0$$

x_A = sesuai dengan D.2.3.1;

untuk x_A diambil tidak boleh lebih kecil dari $0,15L$ dan tidak boleh lebih besar dari $0,3L$.

Tabel 5.5 Faktor distribusi c_u

Rentang	Nilai	Distribusi sepanjang kapal
$\frac{x}{L} < \frac{x_A}{L}$	0	
$\frac{x_A}{L} \leq \frac{x}{L} < \frac{x_A + 0,75 \cdot \ell}{L}$	$\frac{1 - c_A}{0,75} \cdot \frac{x - x_A}{\ell} + c_A$	
$\frac{x_A + 0,75 \cdot \ell}{L} \leq \frac{x}{L} < \frac{x_A + \ell}{L}$	$\frac{L - x}{L - x_A - 0,75 \cdot \ell}$	
$\frac{x_A + \ell}{L} \leq \frac{x}{L}$	0	

Bab 6 Pelat Kulit

A.	Umum, Definisi	6–1
B.	Pelat Alas	6–2
C.	Pelat Kulit Sisi.....	6–5
D.	Pelat Sisi Bangunan Atas	6–7
E.	Penguatan Alas Depan	6–7
F.	Penguatan di Daerah Baling-baling dan braket poros Baling-baling, Lunas Bilga.....	6–8
G.	Bukaan di Pelat Kulit	6–9
H.	Pintu Haluan dan Pintu Dalam	6–10
J.	Pintu Lambung Sisi dan Pintu Buritan	6–22
K.	Kubu-kubu	6–25

A. Umum, Definisi

Paragraf bab ini didasarkan pada konvensi dan/atau kode internasional berikut:

IACS UR S8 Rev.4

IACS UR S9 Rev.6

Pada akhir setiap paragraf yang relevan, paragraf yang sesuai dengan konvensi dan/atau kode internasional dicantumkan referensi di dalam tanda kurung.

1. Umum

1.1 Penerapan formula desain yang diberikan dalam [B.1.2](#) dan [C.1.2](#) untuk kapal dengan panjang kurang dari 90 m dapat diterima jika pembuktian kekuatan memanjang telah dilakukan.

1.2 Jika berbeda, ketebalan pelat harus ditirus secara bertahap. Tirus bertahap juga harus dilakukan antara tebal yang dipersyaratkan pada penguatan alas depan sesuai [E.2.](#) dan tebal yang berdekatan.

2. Definisi

c_{RW} = koefisien daerah pelayaran sesuai dengan [Bab 4, A.2](#)

k = faktor material menurut [Bab 2, B](#)

ℓ = panjang yang tidak ditumpu [m] masing-masing dari pembujur atau pelintang

p_B, p_{B1} = beban alas [kN/m^2] sesuai dengan [Bab 4, B.3](#)

p_s, p_{s1} = beban sisi [kN/m^2] sesuai dengan [Bab 4, B.2.1](#)

p_e = tekanan desain untuk area haluan [kN/m^2] sesuai dengan [Bab 4, B.2.2](#) atau sesuai dengan [Bab 4, B.2.3](#) untuk area buritan sebagaimana berlaku.

p_{SL} = tekanan desain slamming [kN/m^2] sesuai dengan [Bab 4, B.4](#)

n_f = 1,0 untuk konstruksi melintang

= 0,83 untuk konstruksi memanjang

σ_L = desain maksimum tegangan bending lambung kapal sesuai dengan [Bab 5, D.1](#)

τ_L = desain maksimum tegangan geser akibat bending lambung kapal [N/mm²], menurut Bab 5, D.1

σ_{perm} = desain tegangan izin [N/mm²]

$$= \left(0,8 + \frac{L}{450} \right) \frac{230}{k} \quad [\text{N/mm}^2] \quad \text{untuk } L < 90 \text{ m}$$

$$= \frac{230}{k} \quad [\text{N/mm}^2] \quad \text{untuk } L \geq 90 \text{ m}$$

t_K = penambahan korosi menurut Bab 3, K

B. Pelat Alas

1. Tebal pelat berdasarkan pada kriteria tegangan beban

1.1 Kapal dengan panjang $L < 90$ m

Tebal pelat kulit alas di $0,4L$ bagian tengah kapal tidak boleh kurang dari:

$$t_{B1} = 1,9 \cdot n_f \cdot a \sqrt{p_B \cdot k} + t_K \quad [\text{mm}]$$

Pada rentang $0,1L$ di depan dari ujung belakang panjang L dan dalam rentang $0,05L$ di belakang FP ketebalannya tidak boleh kurang dari t_{B2} menurut 1.2.

1.2 Kapal dengan panjang $L \geq 90$ m

Tebal pelat alas tidak boleh kurang dari nilai terbesar dari dua nilai berikut:

$$t_{B1} = 18,3 \cdot n_f \cdot a \cdot \sqrt{\frac{p_B}{\sigma_{p\ell}}} + t_K \quad [\text{mm}]$$

$$t_{B2} = 1,21 \cdot a \sqrt{p_B \cdot k} + t_K \quad [\text{mm}]$$

$$\sigma_{p\ell} = \sqrt{\sigma_{perm}^2 - 3 \cdot \tau_L^2} - 0,89 \cdot \sigma_{LB} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Catatan :

Untuk pendekatan awal σ_{lb} dan τ_i dapat diambil sebagai berikut:

$$\sigma_{LB} = \frac{12,6 \sqrt{L}}{k} \quad [\text{N/mm}^2] \quad \text{untuk } L < 90 \text{ m}$$

$$= \frac{120}{k} \quad [\text{N/mm}^2] \quad \text{untuk } L \geq 90 \text{ m}$$

$$\tau_L = 0$$

2. Tebal pelat kritis, kekuatan bukling

2.1 Nilai pedoman untuk tebal pelat kritis

Untuk kapal, yang dipersyaratkan atau dilakukan pembuktian kekuatan memanjang, nilai pedoman berikut direkomendasikan untuk tebal pelat kritis:

untuk $\sigma_{LB} \leq 0,6 \cdot R_{eH}$:

$$t_{crit} = c \cdot 2,23 \cdot a \sqrt{\sigma_{LB}} + t_k \quad [\text{mm}]$$

untuk $\sigma_{LB} > 0,6 \cdot R_{eH}$:

$$t_{crit} = c \cdot 1,57 \cdot a \frac{\sqrt{R_{eH}}}{1,474 - \frac{\sigma_{LB}}{R_{eH}}} + t_k \quad [\text{mm}]$$

$c = 0,5$ untuk konstruksi memanjang

$= \frac{1}{(1+\alpha^2)\sqrt{F_1}}$ untuk konstruksi melintang

α = aspek rasio a/b panel pelat yang ditinjau (lihat Bab 3, F.1)

σ_{LB} = tegangan tekan terbesar di alas akibat bending memanjang lambung kapal

F_1 = Lihat Bab 3, F.1 (Tabel 3.3)

$= 1,0$ untuk konstruksi memanjang

2.2 Kekuatan bukling

Nilai-nilai pedoman yang diperoleh dari 2.1 harus diverifikasi sesuai dengan Bab 3, F dan Bab 5, C.7, hal ini berlaku jika hanya tegangan bending memanjang lambung kapal perlu untuk dipertimbangkan. Bab 8, B.8.3 berlaku ketika kombinasi tegangan akibat bending memanjang lambung kapal dan beban lokal harus dipertimbangkan.

3. Tebal minimum

Tebal pelat kulit alas dimanapun tidak boleh kurang dari:

$$t_{min} = (1,5 - 0,01 \cdot L) \sqrt{L \cdot k} \quad [\text{mm}] \quad \text{untuk } L < 50 \text{ m}$$

$$= \sqrt{L \cdot k} \quad [\text{mm}] \quad \text{untuk } L \geq 50 \text{ m}$$

$$t_{max} = 16 \text{ mm} \quad \text{secara umum}$$

atau kapal curah lihat Bab 23, B.5.3, untuk kapal tangki lihat Bab 24, A.12.

4. Lajur bilga

4.1 Tebal dari lajur bilga harus ditentukan sebagaimana yang dipersyaratkan untuk pelat alas menurut 1. Tebal yang ditentukan harus diverifikasi untuk kekuatan bukling yang cukup sesuai dengan persyaratan Bab 5, C.7 dan Bab 3, F, lihat Tabel 3.6, kasus beban 1a, 1b, 2 dan 4.

Jika verifikasi ini menunjukkan bahwa tebal yang lebih kecil dari pada pelat alas dimungkinkan, tebal yang lebih kecil dapat diijinkan.

4.2 Jika menurut [Bab 2, B](#) kelas mutu material yang lebih tinggi dari A/AH dipersyaratkan untuk lajur bilga, lebar lajur bilga tidak boleh kurang dari:

$$b = 800 + 5 \cdot L \quad [\text{mm}]$$

4.3 Pada ujung lengkungan lajur bilga, penegar atau penumpu memanjang harus dipasang. Ketika penegar dipasang di luar radius bilga, kecukupan ketahanan bukling yang sesuai dengan [Bab 3, F](#) harus ditunjukkan untuk bidang pelat bidang ($a_L \cdot a$) antara lajur bilga dan penegar memanjang. Untuk pembuktian kekuatan bukling, tegangan memanjang sesuai dengan [Bab 5, C.7](#) dan tegangan tekan melintang σ_q harus diperhitungkan.

$$\sigma_q = \frac{p \cdot R}{t \cdot 10^3} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Tebal bidang-bidang pelat ini tidak boleh kurang dari tebal yang diperoleh dari [1.hingga 3.](#) dan [C.1.](#)

Untuk jarak gading a dan panjang bidang ℓ , a dan $b_L + R/4$ harus diambil dengan sesuai, lihat [Gambar 6.1](#).

a_L = jarak wrang atau penegar melintang [mm]

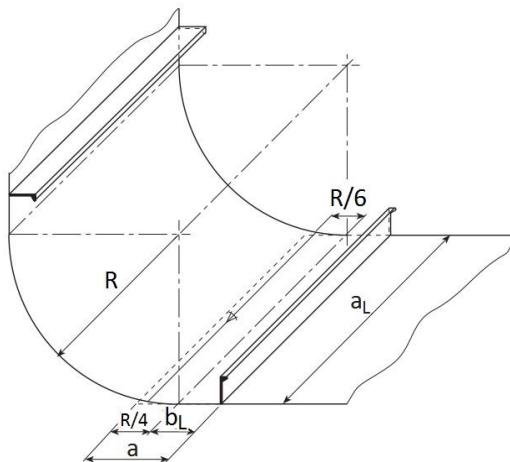
b_L = jarak penegar memanjang dari ujung radius sudut [mm]

R = radius bilga [mm]

p = p_s , p_{s1} atau p_{B1} di ujung radius sudut atau p_{SL} sesuai dengan [Bab 4, B.4](#) sebagaimana berlaku [kN/m^2]

t = tebal pelat [mm]

Jika tebal yang diperoleh untuk bidang permukaan pelat lebih besar dari lengkungan lajur bilga sesuai dengan [4.1](#), penguatan harus diperluas dari radius sampai minimum $R/6$.



Gambar 6.1 Lajur bilga

5. Lajur pelat Lunas rata dan pelat pengapit lunas

5.1 Lebar pelat lunas rata tidak boleh kurang dari:

$$b = 800 + 5 \cdot L \quad [\text{mm}]$$

Tebal pelat lunas rata tidak boleh kurang dari:

$$\begin{aligned} t_{FK} &= t_B + 2,0 \quad [\text{mm}] && \text{dalam } 0,7L \text{ bagian tengah kapal dan di daerah} \\ &&& \text{dudukan mesin} \\ &= t_B \quad [\text{mm}] && \text{dalam keadaan lain} \\ t_B &= \text{tebal pelat alas} [\text{mm}] \text{ menurut 1. - 3.} \end{aligned}$$

5.2 Untuk kapal dengan panjang lebih dari 100 m, bagian alas dengan konstruksi memanjang, lunas pelat rata harus diperkuat dengan penegar memanjang tambahan yang dipasang pada jarak kira-kira 500 mm dari garis tengah kapal. Luas penampang pada satu penegar memanjang tidak boleh kurang dari $0,2L$ [cm^2].

5.3 Jika lunas batang dipasang, lajur pelat pengapit lunas yang berdekatan harus memiliki ukuran konstruksi yang sama dengan lunas pelat rata.

C. Pelat Kulit Sisi

1. Tebal pelat berdasarkan pada kriteria tegangan beban

1.1. Kapal dengan panjang $L < 90$ m

Tebal pelat kulit sisi dalam $0,4 L$ bagian tengah kapal tidak boleh kurang dari:

$$t_{S1} = 1,9 \cdot n_f \cdot a \sqrt{p_s \cdot k} + t_k \quad [\text{mm}]$$

Pada rentang $0,1 L$ ke depan dari ujung belakang panjang L dan dalam rentang $0,05L$ belakang FP tebal tidak kurang dari t_{S2} menurut 1.2.

1.2. Kapal dengan panjang $L \geq 90$ m

Tebal pelat kulit sisi tidak boleh kurang dari yang terbesar dari nilai-nilai berikut:

$$t_{S1} = 18,3 \cdot n_f \cdot a \sqrt{\frac{p_s}{\sigma_{p\ell}}} + t_k \quad [\text{mm}]$$

$$t_{S2} = 1,21 \cdot a \sqrt{p \cdot k + t_k} \quad [\text{mm}]$$

$$t_{S3} = 18,3 \cdot n_f \cdot a \cdot \sqrt{\frac{p_{S1}}{\sigma_{p\ell\max}}} + t_k \quad [\text{mm}]$$

$$\sigma_{p\ell} = \sqrt{\sigma_{perm}^2 - 3 \cdot \tau_L^2} - 0,89 \cdot \sigma_{LS} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\sigma_{p\ell\max} = \sqrt{\left(\frac{230}{k}\right)^2 - 3 \cdot \tau_L^2} - 0,89 \cdot \sigma_{LS} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$p = p_s \text{ atau } p_e \text{ sebagaimana berlaku.}$$

Catatan:

Untuk pendekatan awal σ_{LS} dan τ_L dapat diambil sebagai berikut:

$$\sigma_{LS} = 0,76 \cdot \sigma_{LB} \quad [N/mm^2]$$

$$\pi = \frac{55}{k} \quad [N/mm^2]$$

$$\sigma_{LB} = \text{lihat } \textcolor{blue}{B.1.2}$$

1.3 Untuk daerah dengan gaya geser besar, tegangan geser harus diperiksa sesuai dengan Bab 5, D.

2. Tebal minimum

Untuk tebal minimum pelat kulit sisi B.3 berlaku secara sesuai. Di atas level $T + c_0/2$ di atas garis dasar, tebal yang lebih kecil daripada t_{min} dapat diterima jika level tegangan memungkinkan pengurangan tersebut.

Untuk c_0 lihat Bab 4, A.2.2.

3. Pelat Lajur Sisi Atas

3.1 Lebar pelat lajur sisi atas tidak boleh kurang dari:

$$b = 800 + 5 \cdot L \quad [\text{mm}]$$

$$b_{max} = 1800 \quad [\text{mm}]$$

3.2 Ketebalan pelat lajur sisi atas, secara umum, tidak boleh kurang dari dua nilai yang terbesar berikut:

$$t = 0,5 (t_D + t_S) \quad [\text{mm}]$$

$$= t_S \quad [\text{mm}]$$

t_D = tebal geladak kekuatan yang dipersyaratkan

t_S = tebal kulit sisi yang dipersyaratkan

3.3 Bila sambungan pada pelat lajur sisi geladak dengan pelat lajur sisi atas harus dibundarkan, minimal radius 15 kali tebal pelat.

3.4 Pengelasan pada tepi atas pelat lajur sisi atas harus mendapatkan persetujuan khusus.

Mengenai pengelasan antara pelat lajur sisi atas dan pelat lajur sisi geladak lihat Bab 7, A.2.

Lubang untuk pipa pembuangan dan lubang lainnya harus dibundarkan dengan hati-hati, setiap takik harus dihindari.

4. Kekuatan bukling

Untuk kapal yang memerlukan bukti kekuatan memanjang atau dilakukan bukti kekuatan bukling pada kulit sisi disediakan sesuai dengan persyaratan Bab 5, C. 7 dan Bab 3, F.

5. Penguatan untuk oleh gerak dipelabuhan dan penundaan

5.1 Di daerah kulit sisi yang mungkin terkena beban terkonsentrasi karena oleh gerak dipelabuhan, tebal pelat tidak boleh kurang dari yang dipersyaratkan oleh 5.2. Daerah ini utamanya adalah pelat di haluan dan buritan kapal dan ditambah di bagian tengah kapal.

Lokasi yang tepat dimana kapal tunda mendorong harus ditentukan dalam spesifikasi pembangunan. Lokasi tersebut harus diidentifikasi dalam gambar bukaan kulit. Panjang daerah yang diperkuat tidak boleh kurang

dari sekitar 5 ,0 m.Ketinggian daerah yang diperkuat harus membentangi sekitar 0,5 m di atas garis air balas hingga sekitar 4,0 m di atas sarat ukuran konstruksi.

Dimana tebal kulit sisi yang ditentukan melebihi tebal yang dipersyaratkan oleh [1. - 3.](#) direkomendasikan untuk secara khusus menandai daerah tersebut.

5.2 tebal pelat didaerah yang diperkuat harus ditentukan dengan rumus berikut:

$$t = 0,65 \sqrt{P_{f\ell} \cdot k + t_k} \quad [\text{mm}]$$

- $P_{f\ell}$ = desain gaya impak lokal [kN]
= $\Delta/100$ [kN] dengan minimum 200 kN dan maksimum 1000 kN
 Δ = displasemen kapal [t]

Pengurangan tebal untuk pelayaran samudra terbatas tidak diperbolehkan.

5.3 Pada daerah yang diperkuat, modulus penampang pembujur sisi tidak boleh kurang dari:

$$W = 0,35 \cdot P_{f\ell} \cdot \ell \cdot k \quad [\text{cm}^3]$$

- ℓ = panjang yang tidak ditumpu dari pembujur [m]

5.4 Geladak antara, sekat melintang, senta dan dinding melintang harus diperiksa untuk kecukupan kekuatan bukling terhadap beban yang bekerja pada arah melintang kapal. Untuk ukuran konstruksi pelintang sisi yang menumpu pembujur sisi lihat [Bab 9, B.5.4.](#)

D. Pelat Sisi Bangunan Atas

1. Pelat sisi bangunan atas yang efektif harus ditentukan sesuai dengan [C](#).
2. Pelat sisi bangunan atas yang tidak efektif harus ditentukan sesuai dengan [Bab 16](#).
3. Untuk definisi bangunan atas yang efektif dan tidak efektif lihat [Bab 16, A.1](#). Untuk penguatan ujung struktur bangunan atas lihat [Bab 16, A.3](#).

E. Penguatan Alas Depan

1. Pengaturan wrang dan penegar

1.1 Untuk tujuan pengaturan wrang dan penegar, daerah-daerah berikut didefinisikan:

- didepan $\frac{x}{L} = 0,7$ untuk $L \leq 100$ m
- didepan $\frac{x}{L} = 0,6 + 0,001 \cdot L$ untuk $100 < L \leq 150$ m
- didepan $\frac{x}{L} = 0,75$ untuk $L > 150$ m

1.2 Dalam hal konstruksi melintang, pelat wrang harus dipasang di setiap gading. Jika sistem konstruksi memanjang atau sistem penumpu memanjang diterapkan, jarak wrang pelat dapat sama dengan tiga jarak gading melintang.

1.3 Dalam hal konstruksi melintang, jarak penumpu sisi tidak melebihi $L/250 + 0,9$ [m], sampai maksimum 1,4 m. Untuk konstruksi memanjang, penumpu sisi harus dipasang tidak lebih dari dua jarak gading pembujur.

1.4 Ketidaksesuaian jarak yang didefinisikan dalam [1.2](#) dan [1.3](#) dapat diterima berdasarkan perhitungan langsung.

1.5 Di daerah yang ditentukan pada [1.1](#), pembuatan skalop harus dibatasi pada lubang untuk pengelasan dan untuk lubang air

2. **Pelat alas di depan** $\frac{x}{L} = 0,5$

2.1 Tebal pelat alas dari bagian datar alas kapal sampai ketinggian $0,05 \cdot T_b$ atau 0,3 m di atas garis dasar, manapun nilai yang lebih kecil, tidak boleh kurang dari:

$$t = 0,9 \cdot f_2 \cdot a \sqrt{p_{SL} \cdot k} + t_k \quad [\text{mm}]$$

T_b = desain sarat balas terkecil di garis tegak haluan [m]

f_2 = lihat [Bab 3, A.3](#)

2.2 Di atas $0,05 T_b$ atau 0,3 m di atas garis dasar, tebal pelat dapat secara bertahap dikurangi sesuai aturan tebal yang ditentukan sesuai dengan [B](#). Untuk kapal dengan alas miring, penguatan pelat minimum sampai ke lengkung bilga.

3. **Penegar di depan** $\frac{x}{L} = 0,5$

3.1 Modulus penampang penegar melintang atau memanjang tidak boleh kurang dari:

$$W = 0,155 \cdot p_{SL} \cdot a \cdot \ell^2 \cdot k \quad [\text{cm}^3]$$

3.2 Luas geser penegar tidak boleh kurang dari:

$$A = 0,028 \cdot p_{SL} \cdot a (\ell - 0,5 \cdot a) k \quad [\text{cm}^2]$$

Luas sambungan las, sedikitnya dua kali dari nilai ini.

F. Penguatan di daerah Baling-baling dan Braket Poros Baling-baling, Lunas Bilga

1. Penguatan di daerah baling-baling dan braket baling-baling

1.1 Tebal pelat kulit sisi di daerah baling-baling harus ditentukan sesuai dengan [C](#).

Catatan:

Direkomendasikan bahwa bidang pelat dan penegar struktur kulit sisi di sekitar baling-baling dipertimbangkan secara khusus dari sudut pandang getaran (lihat juga [Bab 8, A.1.2.3](#) dan [Bab 12, A.8](#)). Untuk kapal dengan baling-baling tunggal, bidang pelat dan penegar harus memenuhi kriteria frekuensi berikut. Untuk memenuhi kriteria, frekuensi alami terendah bidang pelat dan penegar harus lebih tinggi dari pada frekuensi eksitasi lintasan baling-baling.

Tabel 6.1 Kriteria frekuensi

	$\alpha \geq 0,3$			$\alpha < 0,3$	
	$0 < d_r \leq 1$	$1 < d_r \leq 2$	$2 < d_r \leq 3$	$0 < d_r \leq 1$	$1 < d_r \leq 3$
$f_{plate} >$	$4,40 \cdot f_{blade}$	$3,45 \cdot f_{blade}$	$2,40 \cdot f_{blade}$	$3,45 \cdot f_{blade}$	$2,40 \cdot f_{blade}$
$f_{stiff} >$	$4,40 \cdot f_{blade}$	$3,45 \cdot f_{blade}$	$2,40 \cdot f_{blade}$	$3,45 \cdot f_{blade}$	$2,40 \cdot f_{blade}$

α = rasio, didefinisikan sebagai:

$$= \frac{P}{\Delta}$$

P = output nominal mesin utama [kW]

Δ = displasemen desain kapal [t]

f_{plate} = frekuensi alami terendah bidang isotropik pelat dengan pertimbangan penambahan massa perlengkapan dan hidrodinamik [Hz]

f_{stiff} = frekuensi natural penegar terendah dengan pertimbangan penambahan massa perlengkapan dan hidrodinamik [Hz]

d_r = rasio $\frac{r}{d_p} \geq 1,0$

r = jarak bidang pelat atau penegar ke posisi arah jam 12 ujung daun baling-baling [m]

d_p = diameter baling-baling [m]

f_{blade} = frekuensi eksitasi lintasan daun baling-baling pada n [Hz]

$$= \frac{1}{60} \cdot n \cdot z \quad [\text{Hz}]$$

n = laju putaran maksimum poros baling-baling [1/mnt]

z = jumlah daun baling-baling

1.2 Di sekitar braket poros baling-baling, [Bab 19, B.4.3](#) harus diperhatikan

1.3 Jika putaran baling-baling melebihi 300 rpm (kira-kira), dalam hal karling putus-putus pada alas rata harus dipasang di atas atau di depan baling-baling untuk mengurangi ukuran panel pelat alas (lihat juga [Bab 8, A. 1.2 .3](#)).

2. Lunas bilga

2.1 Jika lunas bilga dipasang, maka harus di las ke flat bar menerus, yang terhubung ke pelat kulit dengan sisi datarnya dengan sambungan pengelasan menerus kedap air, lihat [Gambar 6.2](#).

2.2 Ujung lunas bilga harus memiliki zona transisi tirus sesuai [Gambar 6.2](#). Ujung lunas bilga harus berakhir di atas elemen penegar internal.

2.3 skalop atau potongan lubang dalam lunas bilga harus dihindari.

G. Bukaan di Pelat Kulit

1. Umum

1.1 Jika dibuat bukaan pada pelat kulit untuk jendela atau jendela bundar, urlup jangkar, lubang pembuangan, katup laut dll. Maka bukaan-bukaan harus memiliki sudut yang bulat. Jika lebar bukaan

melebihi 500 mm pada kapal dengan panjang hingga $L = 70$ m, dan melebihi 700 mm pada kapal dengan panjang L lebih dari 70 m, bukaan harus dikelilingi oleh bingkai, pelat lebih tebal atau pelat ganda.

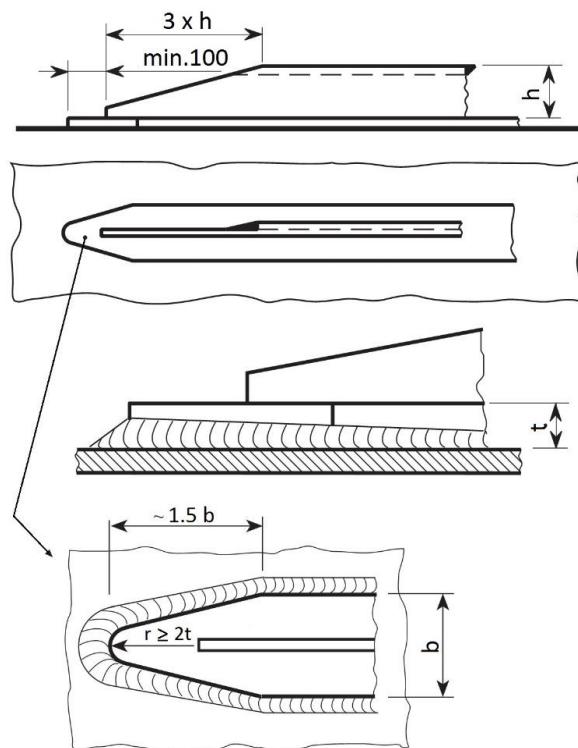
1.2 Di atas bukaan lajur sisi atas dalam $0,4L$ bagian tengah kapal, umumnya penguatan pelat atau pelat ganda menerus harus disediakan untuk mengkompensasi luas penampang pelat yang dihilangkan. Untuk pelat pintu dan bukaan besar serupa, lihat [J](#). Penguatan khusus diperlukan pada daerah bukaan di ujung bangunan atas.

1.3 Pelat kulit di daerah pipa urlup jangkar harus diperkuat.

2. Sambungan pipa di pelat kulit

Pipa dan katup pembuangan harus dihubungkan ke kulit dengan las flens. Sebagai ganti las flens, soket flens pendek dengan ketebalan yang memadai dapat digunakan jika dilas ke kulit dengan cara yang sesuai. Referensi dibuat untuk [Bab 21, E](#).

Gambar konstruksi harus dikirim untuk persetujuan



Gambar 6.2 Zona transisi halus di ujung lunas bilga

H. Pintu Haluan dan Pintu Dalam

1. Umum, definisi

1.1 Penerapan

1.1.1 Persyaratan ini untuk pengaturan, kekuatan dan pengamanan pintu haluan dan pintu dalam yang mengarah ke bangunan atas tertutup lengkap atau memanjang ke depan, atau bangunan atas panjang non-tertutup, di mana dipasang untuk mencapai kesetaraan tinggi haluan minimum.

Persyaratan ini berlaku untuk semua kapal penumpang ro-ro dan kapal kargo ro-ro yang melakukan perjalanan internasional dan juga untuk kapal penumpang ro-ro dan kapal kargo ro-ro yang hanya melakukan perjalanan domestik (non-internasional), kecuali jika secara khusus dinyatakan sebaliknya disini.

Persyaratan tidak berlaku untuk kapal berkecepatan tinggi, displasemen kecil seperti yang didefinisikan dalam IMO Code of Safety for High Speed Craft.

(IACS UR S8.1.1a)

1.1.2 Dua jenis pintu haluan dicakup dalam persyaratan ini:

- **Pintu Visor**, dibuka dengan memutar ke atas dan ke luar sekitar sumbu horisontal melalui dua atau lebih engsel yang terletak di dekat bagian atas pintu dan terhubung ke struktur utama pintu dengan lengan angkat yang diatur secara memanjang.
- **Pintu Bukaan samping**, dibuka baik dengan memutar ke luar melalui sumbu vertikal dengan dua atau lebih engsel yang terletak di dekat tepi luar atau dengan pemindahan horisontal dengan cara memasang lengan penghubung dan alat tambahan pemutar ke pintu dan kapal. Sebagai antisipasi, pintu haluan samping harus dibuat berpasangan.

Jenis pintu haluan lainnya akan dipertimbangkan secara khusus sehubungan dengan persyaratan yang berlaku dari Peraturan ini.

(IACS UR S8.1.1b)

1.2 Pengaturan

1.2.1 Pintu haluan harus diletakkan di atas geladak Lambung Timbul. Ceruk kedap air di geladak lambung timbul yang terletak di depan sekat tubrukan dan diatas garis air terdalam yang dipasang untuk pengaturan rampa atau perangkat mekanis terkait lainnya, dapat dianggap sebagai bagian dari geladak lambung timbul untuk keperluan persyaratan ini.

(IACS UR S8.1.2a)

1.2.2 Pintu dalam harus disediakan. Pintu dalam menjadi bagian dari sekat tubrukan. Pintu dalam tidak boleh dipasang langsung di atas sekat tubrukan yang berada dibawahnya, asalkan berada dalam batas yang ditentukan dalam Bab 11, A.2.1 untuk posisi sekat tubrukan. Jalan kendaraan dapat diatur untuk tujuan ini, asalkan posisinya sesuai dengan Bab 11, A.2.1. Jika hal ini tidak memungkinkan, pintu kedap cuaca bagian dalam yang terpisah harus dipasang, sejauh dapat dilakukan dalam batas yang ditentukan untuk posisi sekat tubrukan.

(IACS UR S8.1.2b)

1.2.3 Pintu haluan harus dipasang sedemikian rupa untuk memastikan kekedapan yang konsisten dengan kondisi operasional dan untuk memberikan perlindungan yang efektif pada pintu dalam. Pintu dalam yang membentuk bagian sekat tubrukan harus kedap cuaca di atas ketinggian penuh ruang muat dan dipasang paking permanen pada sisi belakang pintu

(IACS UR S8.1.2c)

1.2.4 Pintu haluan dan pintu dalam harus diatur sedemikian rupa untuk mencegah kemungkinan pintu haluan menyebabkan kerusakan struktur pada pintu dalam atau sekat tubrukan, jika terjadi kerusakan atau terlepasnya pintu haluan. Jika ini tidak memungkinkan, pintu kedap cuaca bagian dalam yang terpisah harus dipasang, seperti yang ditunjukkan pada 1.2.2.

(IACS UR S8.1.2d)

1.2.5 Persyaratan pintu dalam didasarkan pada asumsi bahwa kendaraan diikat dan diamankan secara efektif terhadap pergerakan pada posisi terikat.

(IACS UR S8.1.2e)

1.3 Definisi

Perangkat pengaman adalah perangkat yang digunakan untuk menjaga pintu tetap tertutup dengan mencegah pintu berputar melalui engselnya.

Perangkat pendukung adalah perangkat yang digunakan untuk menyalurkan beban eksternal atau internal dari pintu ke perangkat pengaman dan dari perangkat pengaman ke struktur kapal, atau perangkat selain perangkat pengaman, seperti engsel, penahan atau perangkat permanen lainnya, yang menyalurkan beban dari pintu ke struktur kapal.

Alat pengunci adalah perangkat yang mengunci perangkat pengaman pada posisi tertutup.

(IACS UR S8.1.3 and IACS UR S9.1.3)

2. Kriteria kekuatan

2.1 Struktur primer dan perangkat pengaman dan pendukung

2.1.1 Ukuran konstruksi dari komponen primer, perangkat pengaman dan pendukung pintu haluan dan pintu dalam harus didesain sedemikian rupa sehingga dibawah beban desain yang ditentukan dalam [3.](#) dan tegangan berikut tidak terlampaui:

Tegangan bending:

$$\sigma \leq \frac{120}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Tegangan geser

$$\tau \leq \frac{80}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Tegangan ekuivalen:

$$\sigma_v \leq \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \frac{150}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

dimana k adalah faktor material seperti yang diberikan dalam [Bab 2, B](#), tetapi tidak kurang dari 0,72 kecuali analisa kelelahan dilakukan sesuai dengan [Bab 20](#).

(IACS UR S8.2.1a and IACS UR S.9.2.1a)

2.1.2. Kekuatan bukling bagian primer harus diverifikasi sesuai dengan [Bab 3, F](#).

(IACS UR S8.2.1b and IACS UR S.9.2.1b)

2.1.3 Untuk bantalan baja ke baja dalam perangkat pengaman dan pendukung, tekanan bantalan nominal yang dihitung dengan membagi gaya desain dengan proyeksi area bantalan tidak melebihi $0,8 \cdot R_{eH}$, dimana R_{eH} adalah tegangan luluh dari material bantalan. Untuk material bantalan lainnya, tekanan bantalan yang diizinkan harus ditentukan sesuai dengan spesifikasi pabrik.

(IACS UR S8.2.1c and IACS UR S.9.2.1c)

2.1.4 Pengaturan perangkat pengaman dan pendukung harus sedemikian rupa sehingga baut berulir tidak menerima gaya pendukung. Tegangan maksimum karena ulir baut yang tidak menerima gaya pendukung tidak boleh melebihi $125/k$ $[\text{N/mm}^2]$ sesuai dengan [2.1.1](#).

(IACS UR S8.2.1d and IACS UR S.9.2.1d)

3. Beban desain

3.1 Pintu haluan

3.1.1 Desain tekanan eksternal harus dipertimbangkan untuk ukuran konstruksi bagian primer pintu haluan tidak boleh kurang dari tekanan yang ditentukan dalam [Bab 4, B.2](#), tetapi tidak boleh diambil kurang dari:

$$p_e = 2,75 \left(\frac{1 + c_{RW}}{2} \right) \cdot c_H \cdot (0,22 + 0,15 \cdot \tan \alpha) \cdot (0,4 \cdot v_0 \cdot \sin \beta + 0,6 \sqrt{L})^2 \quad [\text{kN/m}^2]$$

v_0 = kecepatan kapal [kn] sebagaimana didefinisikan dalam [Bab 1, H.5](#)

L = panjang kapal [m], L tidak lebih dari 200 m

c_{RW} = koefisien daerah pelayaran menurut [Bab 4, A.2.2](#)

c_H = koefisien, sebagaimana didefinisikan:

= $0,0125 \cdot L$ untuk $L < 80$ m

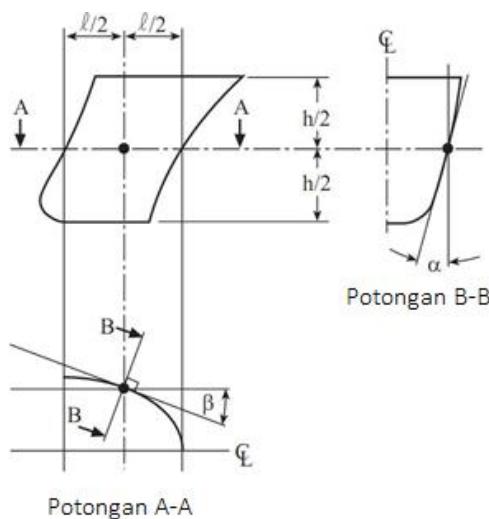
= 1,0 untuk $L \geq 80$ m

α = sudut flare pada titik yang akan ditinjau, didefinisikan sebagai sudut antara garis vertikal dan garis singgung ke pelat kulit sisi, diukur dalam bidang vertikal normal terhadap garis singgung horizontal dengan pelat kulit.

β = sudut masuk pada titik yang akan ditinjau, didefinisikan sebagai sudut antara garis memanjang paralel dengan garis tengah kapal dan garis singgung ke pelat kulit di bidang horizontal

Lihat juga [Gambar 6.3](#)

(IACS UR S8.3.1a)



Gambar 6.3 Definisi Sudut α dan β

3.1.2 Desain gaya eksternal untuk menentukan ukuran konstruksi pengaman dan perangkat pendukung pintu haluan tidak boleh kurang dari:

$$F_x = p_e \cdot A_x \quad [\text{kN}]$$

$$F_y = p_e \cdot A_y \quad [\text{kN}]$$

$$F_z = p_e \cdot A_z \quad [\text{kN}]$$

- A_x = Luas [m^2] proyeksi vertikal melintang dari pintu antara tingkat bagian dasar pintu dan geladak atas atau antara bagian dasar pintu dan bagian atas pintu, manapun yang lebih rendah,
- A_y = Luas [m^2] proyeksi vertikal memanjang pintu antara tingkat bagian dasar pintu dan geladak atas atau antara bagian dasar pintu dan bagian atas pintu, manapun yang lebih rendah,
- A_z = Luas [m^2] proyeksi horizontal pintu antara tingkat bagian dasar pintu dan geladak atas atau antara bagian dasar pintu dan bagian atas pintu, manapun yang lebih rendah,

untuk A_x , A_y dan A_z lihat juga [Gambar 6.4](#).

- h = tinggi [m] pintu antara tingkat bagian dasar pintu dan geladak atas atau antara bagian dasar pintu dan bagian atas pintu, manapun yang lebih rendah,
- ℓ = panjang [m] pintu pada ketinggian $h/2$ di atas bagian dasar pintu,
- p_e = desain tekanan eksternal [kN/m^2] seperti yang diberikan pada [3.1.1](#) dengan sudut α dan β didefinisikan sebagai berikut:
- α = sudut flare diukur pada titik di pintu haluan, $\ell/2$ belakang garis haluan pada bidang $h/2$ di atas bagian dasar pintu, seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 6.3](#).
- β = sudut masuk diukur pada titik yang sama dengan α .

Untuk pintu haluan, termasuk kubu-kubu, dengan bentuk atau proporsi yang tidak biasa, misalnya kapal dengan haluan bundar dan sudut linggi haluan besar, luas dan sudut yang digunakan untuk penentuan nilai desain gaya eksternal mungkin perlu dipertimbangkan secara khusus.

(IACS UR S8.3.1b)

3.1.3 Untuk pintu visor, momen penutup M_y akibat beban eksternal berdasarkan formula berikut :

$$M_y = F_x \cdot a + 10 \cdot W \cdot c - F_z \cdot b \quad [\text{kN m}]$$

- F_x, F_z = desain gaya eksternal sesuai dengan [3.1.2](#)
- W = massa pintu visor [t]
- a = jarak vertikal [m] dari titik putar visor ke pusat bidang massa proyeksi vertikal melintang A_x dari pintu visor, seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 6.4](#)
- b = jarak horizontal [m] dari titik putar visor ke pusat bidang massa proyeksi horizontal A_z dari pintu visor, seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 6.4](#).
- c. = jarak horizontal [m] dari titik putar visor ke pusat gravitasi dari massa visor, seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 6.4](#).

(IACS UR S8.3.1c)

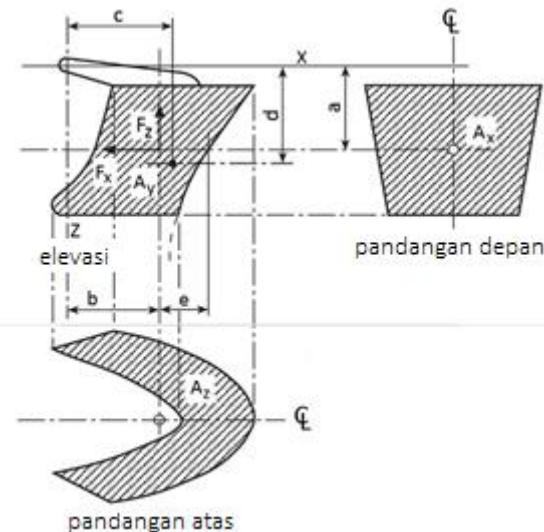
3.1.4 Selain itu, lengan pengangkat pintu visor dan penunjangnya harus dihitung terhadap gaya statis dan dinamis yang diaplikasikan selama operasi pengangkatan dan penurunan, dan tekanan angin minimal 1,5 kN/m^2 harus diperhitungkan.

(IACS UR S8.3.1d)

3.2 Pintu dalam

3.2.1 Desain tekanan eksternal p_e dipertimbangkan untuk ukuran konstruksi bagian primer, perangkat pengamanan dan pendukung dan struktur pintu dalam di sekitarnya harus diambil yang terbesar dari nilai berikut:

- $p_e = 0,45 \cdot L$ [kN/m²] atau
- tekanan hidrostatik $p_h = 10 \cdot h$ [kN/m²] di mana h adalah jarak [m] dari titik beban ke bagian atas ruang muat.



Gambar 6.4 Pintu haluan tipe pelindung

Di mana L adalah panjang kapal, sebagaimana didefinisikan dalam [3.1.1](#).

(IACS UR S8.3.2a)

3.2.2 Desain tekanan internal p_i yang dipertimbangkan untuk ukuran konstruksi perangkat pengaman pintu dalam tidak boleh kurang dari:

$$p_i = 25 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

(IACS UR S8.3.2b)

4. Ukuran konstruksi pintu haluan

4.1 Umum

4.1.1 Kekuatan pintu haluan harus setara dengan struktur di sekitarnya.

(IACS UR S8.4.1a)

4.1.2 Pintu haluan harus diperkuat secara cukup dan harus disediakan peralatan untuk mencegah gerakan lateral atau vertikal pintu ketika ditutup. Untuk pintu visor, harus disediakan kekuatan yang cukup untuk operasi pembukaan dan penutupan pada sambungan lengan angkat ke struktur pintu dan lambung.

(IACS UR S8.4.1b)

4.2 Pelat dan Penegar sekunder

4.2.1 Tebal t dari pintu haluan harus ditentukan dengan formula berikut:

$$t = t_{s2} \quad \text{dengan } t \geq t_{min}$$

t_{s2} = tebal kulit menurut [C.1.2](#), menggunakan jarak penegar pintu haluan dan $\sigma_{pl} \leq 230/k$

t_{min} = tebal kulit minimum menurut [C.2](#)

(IACS UR S8.4.2a)

4.2.2 Modulus penampang dari penegar horisontal atau vertikal tidak boleh kurang dari yang dipersyaratkan untuk gading-gading pada posisi pintu sesuai dengan Bab 9. Pertimbangan harus diberikan, jika perlu, untuk membedakan kekakuan antara gading-gading kapal dan penegar pintu haluan.

(IACS UR S8.4.2b)

4.2.3 Bilah penegar memiliki luas penampang bersih tidak boleh kurang dari:

$$A_w = \frac{Q \cdot k}{10} \quad [\text{cm}^2]$$

Q = gaya geser [kN] di penegar dihitung dengan menggunakan distribusi merata desain tekanan eksternal p_e seperti yang diberikan dalam 3.1.1

(IACS UR S8.4.2c)

4.3 Struktur primer

4.3.1 Penegar sekunder pintu haluan harus ditumpu oleh bagian primer yang merupakan penegar utama pintu.

(IACS UR S8.4.3a)

4.3.2 Bagian primer pintu haluan dan struktur lambung disekitarnya harus memiliki kekakuan yang cukup untuk memastikan integritas penopang batas pintu.

(IACS UR S8.4.3b)

4.3.3 Ukuran konstruksi bagian primer umumnya harus diverifikasi dengan perhitungan langsung sehubungan dengan desain tekanan eksternal yang diberikan di 3.1.1 dan tekanan yang diizinkan diberikan di 2.1.1. Biasanya, formula untuk teori balok sederhana dapat diterapkan untuk menghitung tegangan bending. Bagian-bagian tersebut diasumsikan memiliki tumpuan sederhana di ujung-ujungnya.

(IACS UR S8.4.3c)

5. Ukuran konstruksi pada pintu dalam

5.1 Umum

5.1.1 Ukuran konstruksi bagian primer umumnya harus diverifikasi dengan perhitungan langsung dalam hubungannya dengan desain tekanan eksternal yang diberikan dalam 4.3.3 dan tekanan yang diizinkan diberikan pada 2.1.1. Biasanya, formula untuk teori balok sederhana dapat diterapkan.

(IACS UR S8.5.1a)

5.1.2 Jika pintu dalam juga berfungsi sebagai rampa kendaraan, ukuran konstruksi tidak boleh kurang dari yang dibutuhkan untuk geladak kendaraan seperti pada Bab 7, B.2.

(IACS UR S8.5.1b)

5.1.3 Distribusi gaya yang bekerja pada perangkat pengaman dan pendukung umumnya harus diverifikasi dengan perhitungan langsung dengan memperhitungkan fleksibilitas struktur dan posisi aktual dan kekakuan pendukung.

(IACS UR S8.5.1c)

6. Pengamanan dan pendukung pintu haluan

6.1 Umum

6.1.1 Pintu haluan harus dilengkapi dengan sarana pengamanan dan pendukung yang memadai agar sesuai dengan kekuatan dan kekakuan struktur di sekitarnya. Struktur pendukung lambung pada sekitar pintu haluan harus sesuai dengan beban dan tegangan desain yang sama dengan perangkat pengaman dan pendukung. Jika paking dipersyaratkan, material paking harus dari jenis yang relatif lunak, dan gaya pendukung harus dari struktur baja saja. Jenis paking lainnya dapat dipertimbangkan. Jarak desain maksimum antara perangkat pengaman dan pendukung umumnya tidak boleh melebihi 3,0 mm.

Sarana harus disediakan untuk memasang pintu secara mekanis dalam posisi terbuka.

(IACS UR S8.6.1a)

6.1.2 Hanya sarana pendukung dan pengamanan aktif yang memiliki kekakuan efektif pada arah relevan yang harus dimasukkan dan dipertimbangkan dalam menghitung gaya reaksi yang bekerja pada sarana. Sarana kecil dan/atau fleksibel seperti alat penjepit yang ditujukan untuk memberikan beban tekan pada material paking umumnya tidak harus disertakan dalam perhitungan yang disebut di [6.2.5](#).

Jumlah sarana pengaman dan pendukung pada umumnya harus seminimum mungkin praktis dengan mempertimbangkan persyaratan redundansi yang diberikan di [6.2.6](#) dan [6.2.7](#) dan ruang yang tersedia untuk dukungan yang memadai pada struktur lambung.

(IACS UR S8.6.1b)

6.1.3 Untuk pintu visor yang membuka kearah luar, pengaturan titik putar umumnya dibuat sedemikian rupa sehingga visor menutup sendiri dibawah beban eksternal, yaitu $M_y > 0$. Selain itu, momen penutupan M_y seperti yang diberikan di [3.1.3](#) tidak boleh kurang dari:

$$M_{y0} = 10 \cdot W \cdot c + 0,1 \sqrt{a^2 + b^2} \cdot \sqrt{F_x^2 + F_z^2} \quad [\text{kNm}]$$

F_x, F_z = desain gaya eksternal sesuai dengan [3.1.2](#)

W = massa [t] pintu visor

a, b, c = jarak sesuai dengan [3.1.3](#)

A_x, A_z = luas sesuai dengan [3.1.2](#)

(IACS UR S8.6.1c)

6.2 Ukuran konstruksi

6.2.1 Sarana pengaman dan pendukung harus didesain secara cukup sehingga dapat menahan gaya reaksi dalam batas tegangan izin yang diberikan di [2.1.1](#).

(IACS UR S8.6.2a)

6.2.2 Untuk pintu visor, gaya reaksi yang diterapkan pada sarana pengaman dan pendukung yang efektif dengan asumsi pintu sebagai benda kaku harus ditentukan dengan kombinasi beban-beban eksternal berikut yang bekerja secara simultan bersama dengan berat pintu sendiri:

- Kasus 1 : F_x dan F_z ,
- Kasus 2 : $0,7 F_y$ yang bekerja pada setiap sisi secara terpisah bersamaan dengan $0,7 \cdot F_x$ dan $0,7 \cdot F_z$.

Gaya F_x, F_y dan F_z harus ditentukan seperti yang ditunjukkan di [3.1.2](#) dan diterapkan pada pusat massa dari area yang diproyeksikan.

(IACS UR S8.6.2b)

6.2.3 Untuk pintu bukaan samping, gaya reaksi yang diterapkan pada sarana pengaman dan pendukung yang efektif dengan asumsi pintu sebagai benda kaku harus ditentukan dengan kombinasi beban-beban eksternal berikut yang bekerja secara simultan bersama dengan berat pintu sendiri:

- Kasus 1 : F_x, F_y dan F_z yang bekerja pada kedua pintu
- Kasus 2 : $0,7 \cdot F_x$ dan $0,7 \cdot F_z$ bekerja di kedua pintu dan $0,7 \cdot F_y$ yang bekerja di setiap pintu secara terpisah,

F_x, F_y, F_z = desain gaya eksternal sesuai dengan [3.1.2](#) diterapkan pada pusat massa dari area yang diproyeksikan

(IACS UR S8.6.2c)

6.2.4 Gaya pendukung sebagaimana ditentukan menurut [6.2.2](#) dan [6.2.3](#) umumnya akan menghasilkan momen nol terhadap sumbu melintang melalui pusat massa bidang A_x .

Untuk pintu visor, gaya reaksi memanjang dari pin dan/atau tumpuan pasak pada dasar pintu yang berkontribusi pada momen ini tidak harus dari arah depan

(IACS UR S8.6.2d)

6.2.5 Distribusi gaya reaksi yang bekerja pada sarana pengaman dan pendukung dapat disyaratkan untuk diverifikasi dengan perhitungan langsung dengan memperhitungkan fleksibilitas struktur lambung, posisi dan kekakuan aktual pendukung, misalnya, kasus ketika pintu haluan didukung secara statis tidak ditentukan.

(IACS UR S8.6.2e)

6.2.6 Pengaturan sarana pengaman dan pendukung disekitar sarana pengaman harus didesain dengan redundansi sehingga jika terjadi kegagalan sarana tiap pengaman atau pendukung, sarana yang tersisa mampu menahan gaya reaksi tanpa melebihi 20% dari tekanan yang diijinkan seperti yang diberikan di [2.1.1](#).

(IACS UR S8.6.2f)

6.2.7 Untuk pintu visor, dua sarana pengaman harus disediakan di bagian bawah pintu, masing-masing mampu memberikan gaya reaksi penuh yang dipersyaratkan untuk mencegah terbukanya pintu dalam batas tegangan izin seperti yang diberikan di [2.1.1](#). Momen pembuka M_0 harus diseimbangkan oleh gaya reaksi ini dan tidak boleh kurang dari nilai yang terbesar berikut:

$$M_{01} = F_H \cdot d + 5 \cdot A_x \cdot a \quad [\text{kNm}]$$

$$M_{02} = \Delta_x \cdot \sqrt{F_x^2 + F_z^2} \quad [\text{kNm}]$$

F_H = desain gaya horisontal [kN], bekerja kearah depan di titik berat, $F_H = 10 \cdot W$

W = massa [t] pintu visor

d = jarak vertikal [m] dari sumbu engsel ke titik berat dari massa pintu, seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 6.4](#)

A_x = luas menurut [3.1.2](#)

Δ_x = lengan

= $0,25 \cdot e$ [m]

e = jarak [m] sebagaimana didefinisikan dalam [Gambar 6.4](#)

a = jarak [m] sebagaimana didefinisikan dalam 3.1.3

F_x, F_z = desain gaya eksternal sesuai dengan 3.1.2

(IACS UR S8.6.2g)

6.2.8 Untuk pintu visor, sarana pengaman dan pendukung tidak termasuk engsel harus mampu menahan desain gaya vertikal $F_v = F_z - 10 \cdot W$ [kN] dalam batas tegangan izin seperti yang diberikan pada 2.1.1.

F_z = desain gaya eksternal sesuai dengan 3.1.2

W = massa [t] pintu visor

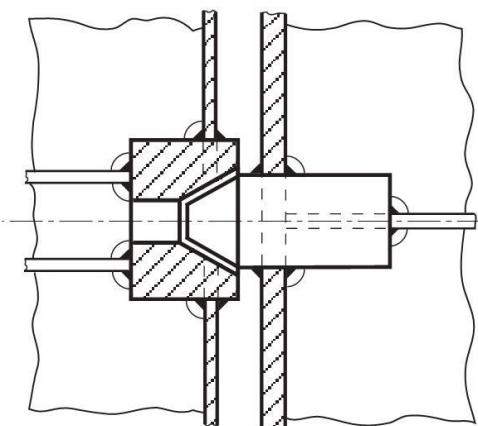
(IACS UR S8.6.2h)

6.2.9 Semua elemen penyalur beban dalam desain jalur beban, dari pintu melalui sarana pengaman dan pendukung pada struktur kapal, termasuk sambungan las, harus memiliki standar kekuatan yang sama seperti yang dipersyaratkan untuk sarana pengaman dan pendukung.

(IACS UR S8.6.2i)

6.2.10 Untuk pintu bukaan samping, bantalan dorong harus disediakan disekitar ujung penumpu pada penutupan dua daun pintu untuk mencegah satu daun bergeser ke arah yang lain dibawah pengaruh tekanan yang tidak simetris. Contoh untuk bantalan dorong ditunjukkan pada Gambar 6.5. Sarana pengaman harus disediakan sehingga setiap bagian dari bantalan dorong dapat tetap diamankan di bagian lainnya. Pengaturan lain untuk tujuan yang sama dapat diterima.

(IACS UR S8.6.2j)



Gambar 6.5 Bantalan dorong

7. Pengaturan sarana pengamanan dan pengunci

7.1 Sistem untuk operasi

7.1.1 Sarana pengamanan harus mudah dioperasikan dan diakses.

Sarana pengaman harus dilengkapi dengan pengaturan penguncian mekanik (penguncian sendiri atau pengaturan terpisah), atau harus dari tipe gravitasi. Sistem pembukaan dan penutupan serta sarana pengaman dan pengunci harus saling terkait sedemikian rupa sehingga hanya dapat beroperasi dalam urutan yang sesuai.

(IACS UR S8.7.1a)

7.1.2 Pintu haluan dan pintu dalam yang memberikan akses ke geladak kendaraan harus dilengkapi dengan pengaturan kendali jarak jauh, dari posisi di atas geladak lambung timbul:

- penutupan dan pembukaan pintu, dan
- sarana pengaman dan pengunci terkait untuk setiap pintu.

Indikasi posisi terbuka/tertutup dari setiap sarana pengaman dan penguncian harus disediakan di stasiun pusat kendali jarak jauh.

Panel operasi untuk pengoperasian pintu tidak boleh diakses oleh orang yang tidak berwenang. Sebuah pelat pemberitahuan, yang memberi petunjuk bahwa semua sarana pengaman harus ditutup dan dikunci sebelum meninggalkan pelabuhan, harus ditempatkan di setiap panel operasi dan dilengkapi dengan lampu indikator peringatan.

(IACS UR S8.7.1b)

7.1.3 Jika sarana pengaman hidraulik diterapkan, sistem harus dikunci secara mekanis pada posisi tertutup. Ini berarti bahwa, jika terjadi kehilangan cairan hidrolik, sarana pengaman tetap terkunci.

Sistem hidrolik untuk sarana pengaman dan pengunci harus diisolasi dari sirkuit hidrolik lainnya, ketika dalam posisi tertutup.

(IACS UR S8.7.1c)

7.2 Sistem untuk indikasi/pemantauan

Persyaratan menurut **7.2.3 - 7.2.6** hanya untuk kapal dengan atau tanpa penumpang dengan ruang Ro-Ro sebagaimana didefinisikan dalam SOLAS 74 Chapter II-2, Regulation 3.

7.2.1 Lampu indikator harus disediakan pada anjungan dan pada konsol operasi untuk indikasi bahwa pintu haluan dan pintu dalam ditutup dan sarana pengunci dan pengaman berada pada posisi yang benar. Penyimpangan dari kondisi tertutup, terkunci, dan aman yang benar harus ditunjukkan oleh alarm optik dan suara.

Panel indikator harus dilengkapi dengan:

- alarm kegagalan daya
- alarm kegagalan tanah
- lampu uji dan
- indikasi terpisah untuk pintu tertutup, pintu terkunci, pintu tidak ditutup dan pintu tidak terkunci

Mematikan lampu indikator tidak diizinkan

(IACS UR S8.7.2a)

7.2.2 Sistem indikator harus dirancang berdasarkan prinsip monitor sendiri dan harus dialarm oleh visual dan terdengar jika pintu tidak sepenuhnya tertutup dan tidak sepenuhnya terkunci atau jika sarana pengaman terbuka atau pengunci tidak aman.

Catu daya untuk sistem indikator harus independen dari catu daya untuk operasi dan penutupan pintu. Sensor sistem indikator harus dilindungi dari air, pembentukan es, dan kerusakan mekanis. Tingkat perlindungan: minimal IP 56.

(IACS UR S8.7.2b)

7.2.3 Panel indikasi pada anjungan navigasi harus dilengkapi dengan sakelar pemilih "pelabuhan/pelayaran laut", jadi diatur bahwa alarm diberikan jika kapal meninggalkan pelabuhan dengan pintu haluan atau pintu dalam tidak tertutup dan dengan sarana pengaman yang tidak diposisi yang benar.

(IACS UR S8.7.2c)

7.2.4 Sistem deteksi kebocoran air dengan alarm yang dapat didengar dan pengawasan televisi harus diatur untuk memberikan indikasi pada anjungan navigasi dan ke ruang kendali mesin kebocoran melalui pintu dalam.

(IACS UR S8.7.2d)

7.2.5 Untuk ruang antara pintu haluan dan pintu dalam, sistem pengawasan televisi harus dilengkapi dengan monitor di anjungan navigasi dan di ruang kendali permesinan. Sistem harus memantau posisi pintu dan jumlah yang cukup dari sarana pengamannya. Pertimbangan khusus harus diberikan untuk pencahayaan dan warna yang kontras dari objek dalam pengawasan.

(IACS UR S8.7.2e)

7.2.6 Sistem drainase harus diatur di area antara pintu haluan dan rampa, serta di area antara rampa dan pintu dalam bila dipasang. Sistem ini harus dilengkapi dengan fungsi alarm akustik ke anjungan navigasi untuk ketinggian air di area ini melebihi 0,5 m di atas permukaan geladak kendaraan.

(IACS UR S8.7.2f)

7.2.7 Untuk sistem indikasi dan pemantauan lihat juga [Rules for Electrical Installations \(Pt.1, Vol.IV Sec.16. E.](#)

8. Petunjuk pengoperasian dan pemeliharaan

8.1 Petunjuk Pengoperasian dan Perawatan untuk pintu haluan dan pintu dalam harus disediakan di atas kapal dan berisi informasi yang diperlukan yaitu:

- Ukuran utama dan gambar desain, tindakan pencegahan keselamatan khusus, detail kapal, pemuatan peralatan dan desain (untuk rampa), rencana utama peralatan (pintu dan rampa), pengujian yang direkomendasikan oleh pabrik untuk peralatan, deskripsi peralatan untuk:
 - pintu haluan
 - pintu haluan dalam
 - rampa haluan / pintu haluan
 - pintu samping
 - pintu buritan
 - unit tenaga terpusat
 - panel anjungan
 - panel ruang kontrol mesin
- kondisi layanan
 - pembatasan oleng dan trim kapal untuk pemuatan/pembongkaran
 - pembatasan oleng dan trim untuk pengoperasian pintu
 - instruksi pengoperasian pintu/rampa
 - petunjuk pengoperasian pintu darurat /rampa
- pemeliharaan
 - jadwal dan tingkat pemeliharaan
 - pemecahan masalah dan izin yang dapat diterima
 - prosedur perawatan dari pabrikan
- register inspeksi, termasuk inspeksi penguncian, pengamanan dan sarana pendukung, perbaikan dan pembaruan.

Petunjuk ini harus diajukan untuk persetujuan bahwa item yang disebutkan di atas terdapat pada Petunjuk Pengoperasian dan Pemeliharaan dan bagian pemeliharaan termasuk informasi yang diperlukan berkaitan dengan kriteria inspeksi, pemecahan masalah dan penerimaan/penolakan.

Catatan:

Direkomendasikan bahwa inspeksi yang tercatat terhadap sarana pendukung dan pengamanan pintu dilakukan oleh staf kapal pada interval bulanan dan/atau setelah kejadian yang dapat menyebabkan kerusakan, termasuk cuaca buruk dan/atau kontak di bagian pintu lambung.

Setiap kerusakan dicatat selama inspeksi harus dilaporkan ke BKI.

(IACS UR S8.8.1)

- 8.2** Prosedur operasi yang terdokumentasi untuk menutup dan mengamankan pintu haluan dan pintu dalam harus disimpan di kapal dan dipasang di tempat yang tepat.

(IACS UR S8.8.2)

J. Pintu Lambung Sisi dan Pintu Buritan

1. Umum

- 1.1** Persyaratan ini untuk pengaturan, kekuatan dan pengamanan pintu lambung sisi, di belakang sekat tubrukan, dan untuk pintu buritan yang mengarah ke ruang tertutup.

(IACS UR S9.1.1a)

- 1.2** Untuk definisi sarana pengamanan, pendukung dan penguncian lihat [H.1.3](#).

2. Pengaturan

- 2.1** Pintu buritan untuk kapal penumpang harus ditempatkan di atas geladak lambung timbul, pintu buritan untuk kapal kargo Ro-Ro dan pintu lambung sisi dapat berada di dibawah atau di atas geladak lambung timbul.

(IACS UR S9.1.2a)

- 2.2** Pintu lambung sisi dan pintu buritan harus dipasang sedemikian rupa untuk memastikan kekedian dan integritas struktur yang sesuai dengan lokasinya dan strukturnya.

(IACS UR S9.1.2b)

- 2.3** Jika ambang pintu lambung sisi berada di bawah garis muat paling atas, pengaturannya harus dipertimbangkan secara khusus.

(IACS UR S9.1.2c)

- 2.4** Pintu sebaiknya terbuka ke luar.

(IACS UR S9.1.2d)

- 2.5** Dalam hal penguatan es, lihat [Bab 15](#).

3. Kriteria kekuatan

Persyaratan [H.2](#) berlaku.

(IACS UR S9.2)

4. Beban desain

4.1 Kekuatan desain yang dipertimbangkan untuk ukuran konstruksi bagian primer, sarana pengamanan dan pendukung pintu lambung sisi dan pintu buritan tidak kurang dari nilai terbesar dari berikut:

4.1.1 Desain gaya untuk keamanan atau mendukung sarana pintu yang membuka ke dalam:

- Gaya eksternal : $F_e = A \cdot p_e + F_p$ [kN]
- Gaya internal : $F_i = F_0 + 10 \cdot W$ [kN]

4.1.2 Desain gaya untuk keamanan atau mendukung sarana pintu yang terbuka ke luar:

- Gaya eksternal : $F_e = A \cdot p_e$ [kN]
- Gaya internal : $F_i = F_0 + 10 \cdot W + F_p$ [kN]

4.1.3 Desain gaya untuk komponen utama:

- Gaya eksternal : $F_e = A \cdot p_e$ [kN]
- Gaya internal : $F_i = F_0 + 10 \cdot W$ [kN]

A = luas bukaan pintu [m^2]

W = massa pintu [t]

F_p = total gaya paking [kN], di mana tekanan jalur paking biasanya diambil tidak boleh kurang dari 5,0 N/mm

F_0 = lebih besar dari F_c atau $5 \cdot A$ [kN]

F_c = Gaya accidental [kN] akibat hilangnya muatan dan lain-lain, untuk didistribusikan secara merata di area A dan diambil tidak boleh kurang dari 300 kN. Untuk pintu kecil seperti pintu bunker dan pintu pilot, nilai F_c dapat dikurangi dengan tepat. Namun, nilai F_c dapat diambil nol, asalkan struktur tambahan seperti rampa dalam dipasang, yang mampu melindungi pintu dari gaya accidental akibat hilangnya muatan.

p_e = desain tekanan eksternal ditentukan pada titik berat dari pembukaan pintu dan tidak boleh kurang dari:

= p_s menurut Bab 4, B.2.1 atau:

$$p_e = 10 (T - z_G) + 25 \quad [\text{kN/m}^2] \quad \text{untuk } z_G < T$$

$$= 25 \quad [\text{kN/m}^2] \quad \text{untuk } z_G \geq T$$

Selain itu, untuk pintu buritan kapal yang dilengkapi juga dengan pintu haluan, $p_{e,\min}$ harus ditentukan dengan formula berikut:

$$p_e = 0,6 \left(\frac{1 + c_{\text{RW}}}{2} \right) \cdot c_h (0,8 + 0,6 \sqrt{L})^2 \quad [\text{kN/m}^2]$$

z_G = ketinggian pusat bidang pintu di atas garis dasar [m].

(IACS UR S9.3.1)

5. Ukuran konstruksi

5.1 Umum

Persyaratan H.4.1 berlaku sama dengan tambahan berikut:

- Kekuatan pintu lambung sisi dan pintu buritan harus setara dengan struktur di sekitarnya.

- Pintu lambung sisi dan pintu buritan harus diperkuat secara cukup dan perangkat harus disediakan untuk mencegah setiap gerakan lateral atau vertikal dari pintu ketika ditutup. Kekuatan yang cukup harus disediakan pada sambungan lengan pengangkat/manuver dan engsel ke struktur pintu dan ke struktur kapal.
- jika pintu juga berfungsi sebagai rampa kendaraan, desain engsel harus memperhitungkan sudut trim dan kemiringan kapal yang dapat menyebabkan beban engsel tidak merata.
- Bukaan pintu lambung harus memiliki sudut yang dibundarkan dan diberi kompensasi yang cukup dengan gading-gading besar di sisi dan senta atau yang setara di atas dan di bawah.

(IACS UR S9.4.1)

5.2 Pelat dan penegar sekunder

Persyaratan [H.4.2.1](#) dan [H.4.2.2](#) berlaku sama dengan tambahan berikut:

Jika pintu berfungsi sebagai rampa kendaraan, tebal pelat dan ukuran konstruksi penegar harus memenuhi persyaratan [Bab 7, B.2](#).

(IACS UR S9.4.2a)

Modulus penampang penegar horisontal atau vertikal tidak boleh kurang dari yang dipersyaratkan untuk gading pintu samping. Jika diperlukan, pertimbangan harus diberikan untuk perbedaan kekakuan antara gading kapal dan penegar pintu.

Jika pintu berfungsi sebagai rampa kendaraan, ukuran konstruksi penegar tidak boleh kurang dari yang dipersyaratkan untuk geladak kendaraan.

(IACS UR S9.4.2b)

5.3 Struktur primer

Persyaratan [H.4.3](#) berlaku sama dengan mempertimbangkan beban desain yang ditentukan dalam [4](#).

Jika pintu berfungsi sebagai rampa kendaraan, tebal pelat dan ukuran konstruksi penegar harus memenuhi persyaratan [Bab 7, B.2](#).

(IACS UR S9.4.3)

6. Pengamanan dan pendukung pintu lambung sisi dan buritan

6.1 Umum

Persyaratan [H.6.1.1](#) dan [H.6.1.2](#) berlaku sama.

(IACS UR S9.5.1)

6.2 Ukuran konstruksi

Persyaratan [H.6.2.1](#), [H.6.2.5](#), [H.6.2.6](#) dan [H.6.2.9](#) berlaku sama dengan mempertimbangkan beban desain yang ditentukan pada [4](#).

(IACS UR S9.5.2)

7. Pengaturan sarana pengamanan dan penguncian

7.1 Sistem untuk operasi

7.1.1 Persyaratan [H.7.1.1](#) berlaku.

(IACS UR S9.6.1a)

7.1.2 Pintu yang terletak sebagian atau seluruhnya di bawah geladak lambung timbul dengan luas bukaan bebas lebih besar dari $6,0 \text{ m}^2$ harus dilengkapi dengan pengaturan kendali jarak jauh, dari posisi di atas geladak lambung timbul sesuai dengan [H.7.1.2](#).

(IACS UR S9.6.1b)

7.1.3 Persyaratan [H.7.1.3](#) berlaku.

IACS UR S9.6.1c)

7.2 Sistem untuk indikasi/monitoring

7.2.1 Persyaratan [H.7.2.1](#), [H.7.2.2](#) dan [H.7.2.3](#) berlaku sama untuk pintu yang mengarah langsung ke ruang kategori khusus atau ruang Ro-Ro, sebagaimana didefinisikan dalam SOLAS 1974, Chapter II-2. Reg. 3, yang mana ruang-ruang semacam itu kemungkinan bocor.

7.2.2 Untuk kapal penumpang Ro-Ro, sistem deteksi kebocoran air dengan alarm suara dan kamera pengawas harus diatur untuk memberikan indikasi ke anjungan navigasi dan ke ruang kontrol permesinan jika ada kebocoran melalui pintu. Untuk kapal kargo Ro-Ro, sistem deteksi kebocoran air dengan alarm yang dapat didengar harus diatur untuk memberikan indikasi ke anjungan navigasi.

8. Petunjuk pengoperasian dan pemeliharaan

Persyaratan [H.8](#) berlaku sama, demikian juga IACS UR S9.

(IACS UR S9.7)

K. Kubu-kubu

1. Tebal pelat kubu-kubu tidak boleh kurang dari:

$$t = \left[0,75 - \frac{L}{1000} \right] \sqrt{L} \quad [\text{mm}] \quad \text{untuk } L \leq 100 \text{ m}$$
$$= 0,65\sqrt{L} \quad [\text{mm}] \quad \text{untuk } L > 100 \text{ m}$$

L diambil tidak boleh lebih dari 200 m. Tebal pelat kubu-kubu ke arah haluan yang secara khusus terkena air laut harus sama dengan tebal pelat sisi akil menurut [Bab 16, B.1](#).

Di daerah bangunan atas di atas geladak lambung timbul dibelakang $0,25L$ dari FP, tebal pelat kubu-kubu dapat kurang 0,5 mm.

2. Tinggi kubu-kubu atau tinggi pagar pelindung tidak boleh kurang dari 1,0 m, ketinggian yang lebih rendah dapat disetujui jika disediakan perlindungan yang cukup.

3. Pelat kubu-kubu harus diperkuat di tepi atas dengan profil pagar kubu-kubu.

4. Kubu-kubu harus ditopang oleh stay kubu-kubu yang dipasang di setiap gading secara bergantian. Jika stay dirancang sesuai [Gambar 6.6](#), modulus penampang melintang yang secara efektif dipasang pada geladak tidak boleh kurang dari:

$$W = 4 \cdot p \cdot e \cdot \ell^2 \quad [\text{cm}^3]$$

$$P = p_s \text{ atau } p_e \text{ sebagaimana berlaku}$$

$$p_{\min} = 15 \text{ kN/m}^2$$

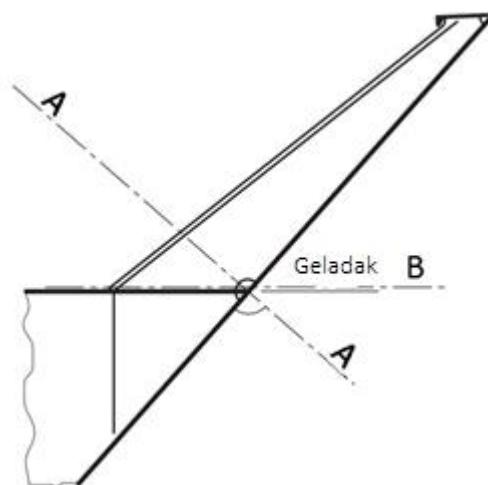
e = jarak stay [m]

ℓ = panjang stay [m]

Persyaratan penampang modulus W harus dipenuhi pada penampang berikut:

- Jika flens dari stay kubu-kubu terhubung ke geladak:
 - W harus dipenuhi pada penampang A - A (termasuk flens)
- jika flens dari stay kubu-kubu tidak terhubung ke geladak:
 - W harus dipenuhi pada penampang A - A (termasuk flens)
 - W harus dipenuhi pada penampang B - B (tidak termasuk flens)

lebar efektif harus dipertimbangkan sama dengan kantilever menurut [Bab 3, E.3](#).



Gambar 6.6 Stay kubu-kubu

5. Stay harus dipasang di atas balok geladak, lutut balok atau karling. Disarankan untuk menyediakan flat bar di bagian bawah yang harus dihubungkan secara efektif ke pelat geladak. Khususnya pada kapal-kapal geladak kekuatan yang terbuat dari baja berkekuatan lebih tinggi, transisi yang halus harus disediakan pada ujung sambungan dari penampang flat bar ke geladak.

6. Pada kapal yang membawa muatan geladak, stay kubu-kubu harus terhubung secara efektif ke kubu-kubu dan geladak. Stay harus dirancang untuk beban pada sudut miring 30° . Di bawah beban-beban tersebut, batasan tegangan berikut tidak boleh dilampaui:

tegangan bending:

$$\sigma_b = \frac{120}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

tegangan geser:

$$\tau = \frac{80}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Untuk beban yang disebabkan oleh kontainer dan pengaturan penyimpanan dan pengikatannya. Lihat juga [Bab 21, J](#).

7. Sejumlah sambungan ekspansi yang cukup harus disediakan di kubu-kubu. Dalam arah memanjang, posisi yang berdekatan dengan sambungan ekspansi harus seflexibel mungkin.

Jumlah sambungan ekspansi untuk kapal yang panjangnya lebih dari 60 m tidak boleh kurang dari:

$$n = \frac{L}{40}, \text{ tapi tidak boleh lebih besar dari } n = 5$$

8. Bukaan pada kubu-kubu harus memiliki jarak yang cukup dari ujung sekat bangunan atas. Untuk menghindari retakan sambungan kubu-kubu ke penyangga rumah geladak harus dirancang dengan hati-hati.
9. Untuk sambungan kubu-kubu dengan lajur sisi atas [C.3.4](#) harus diperhatikan.
10. Kubu-kubu harus disediakan lubang pembebasan air dengan ukuran yang cukup. Lihat juga [Bab 21](#), [E. 2](#) dan [ICLL](#).

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 7 Geladak

A.	Geladak Kekuatan	7–1
B.	Geladak Bawah	7–8
C.	Helidek dan Luas Pendaratan Helikopter.....	7–10

A. Geladak Kekuatan

1. Umum, Definisi

Geladak kekuatan adalah:

- geladak menerus teratas yang membentuk flens atas konstruksi lambung kapal,
- geladak bangunan atas yang memanjang hingga $0,4L$ bagian tengah kapal dan yang panjangnya melebihi $0,15L$,
- geladak penggal atau geladak bangunan atas yang terbenam yang memanjang hingga $0,4L$ bagian tengah kapal.

Atas pilihan dari desainer, geladak di bawah geladak bangunan atas dapat diterima sebagai geladak kekuatan.

1.2 Untuk geladak bangunan atas yang dianggap sebagai geladak kekuatan, geladak di bawah geladak bangunan atas harus memiliki ukuran konstruksi yang sama dengan geladak ke-2, dan geladak di bawah geladak ini memiliki ukuran konstruksi yang sama seperti geladak ke-3.

Tebal pelat geladak kekuatan harus diperpanjang hingga bangunan atas untuk jarak yang sama dengan lebar pelat geladak sejajar dengan palka. Untuk memperkuat pelat lajur sisi geladak saat terputus, lihat [Bab 16, A.3](#).

1.3 Jika geladak kekuatan dilindungi oleh material pelapis, penambahan korosi t_K lebih kecil dari yang disyaratkan oleh [Bab 3, K](#) dapat diijinkan. Jika material pelapis selain kayu digunakan, perhatian harus diberikan agar pelapisan tidak mempengaruhi material baja.

Material pelapis harus dipasang secara efektif ke geladak.

1.4 Untuk kapal dengan kecepatan $v_0 > 1,6 \cdot \sqrt{L}$ [kN], penguatan tambahan geladak kekuatan dan lajur sisi atas mungkin dipersyaratkan.

1.5 Definisi berikut berlaku untuk seluruh Bab ini:

k = faktor material sesuai dengan [Bab 2, B](#)

p = beban akomodasi dan geladak permesinan sesuai dengan [Bab 4, C.3](#)

p_D = beban sesuai dengan [Bab 4, B.1](#)

p_L = beban sesuai dengan [Bab 4, C.1](#)

t_K = penambahan korosi sesuai dengan [Bab 3, K](#)

2. Sambungan antara geladak kekuatan dan lajur sisi atas

2.1 Sambungan las antara geladak kekuatan dan lajur sisi atas dapat dilakukan dengan las fillet menurut [Tabel 19.4](#). Ketika tebal pelat melebihi sekitar 25 mm, sambungan las tirus ganda sesuai dengan

Bab 19, B.3.2, harus disediakan untuk menggantikan las fillet. Penirusan lajur sisi geladak hingga 0,65 kali dari ketebalannya disekitar sambungan las dapat diterima.

Dalam kasus khusus sambungan las tirus ganda mungkin juga dipersyaratkan, jika tebal pelat kurang dari 25 mm.

2.2 Jika sambungan lajur sisi geladak ke lajur sisi atas harus dibundarkan, persyaratan Bab 6, C.3.3 harus diperhatikan.

3. Bukaan di geladak kekuatan

3.1 Semua bukaan di geladak kekuatan harus memiliki bukaan melingkar dengan sudut bundar harus diperkuat tepinya.

Luas penampang dari pelat hadap tidak boleh kurang dari:

$$A_f = 0,25 \cdot d \cdot t \quad [\text{cm}^2]$$

d = diameter bukaan [cm]

t = tebal geladak [cm]

Penguat pelat hadap dapat ditiadakan, dengan diameter kurang dari 300 mm dan jarak terkecil dari bukaan lain tidak kurang dari 5 x diameter bukaan yang lebih kecil. Jarak antara tepi luar bukaan untuk pipa dll dan sisi kapal tidak kurang dari diameter bukaan.

3.2 Sudut palka harus dikelilingi oleh penguatan pelat yang diperkuat yang harus di perpanjang setidaknya satu jarak gading depan dan belakang serta melintang kapal. Dalam 0,5L tengah kapal, tebal pelat yang diperkuat harus sama dengan tebal geladak sejajar palka ditambah tebal geladak antara palka. Di luar 0,5L tengah kapal tebal pelat untuk penguatan pelat tidak perlu lebih dari 1,6 kali tebal geladak yang sejajar palka.

Penguatan dapat ditiadakan dalam kasus pembuktian dengan analisis kelelahan.

3.3 Radius sudut palka tidak boleh kurang dari:

$$r = n \cdot b (1 - b/B)$$

r_{\min} = 0,1 m

$n = \frac{\ell}{200}$

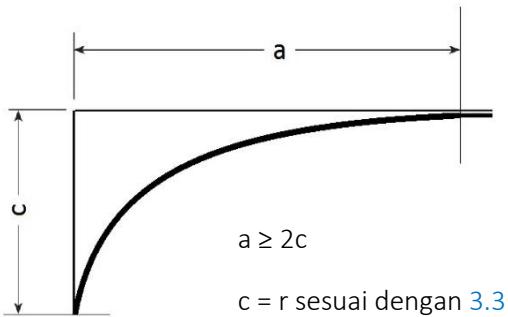
n_{\min} = 0,1

n_{\max} = 0,25

ℓ = panjang lubang palka [m]

b = lebar [m], lubang palka atau total lebar lubang palka pada kasus lebih dari satu lubang palka. b/B tidak perlu diambil lebih kecil dari 0,4. Untuk kapal dengan bukaan palka besar lihat 3.6.

3.4 Jika sudut lubang palka berbentuk elip atau parabola, penguatan sesuai dengan 3.2 tidak dipersyaratkan. Dimensi sudut elips dan parabolis harus seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.1:



Gambar 7.1 Sudut palka elip atau parabola

Jika nilai yang lebih kecil diambil untuk a dan c , dipersyaratkan penguatan pelat sisipan yang dipertimbangkan dalam setiap masing-masing kasus.

3.5 Pada sudut tutup ruang mesin, penguatan sesuai dengan 3.2 juga dapat dipersyaratkan, tergantung pada posisi dan dimensi tutup.

3.6 Kapal dengan bukaan geladak besar

3.6.1 Untuk kapal dengan bukaan geladak besar menurut Bab 5, F desain sudut palka akan secara khusus dipertimbangkan atas dasar tegangan akibat beban bending memanjang lambung kapal, torsi dan beban melintang.

Pendekatan dengan formula berikut dapat digunakan untuk menentukan jari-jari sudut palka:

$$r \geq c_1 \cdot c_2$$

r_{\min} = 0,15 m untuk sudut-sudut lubang palka di geladak kekuatan

= 0,1 m di semua lokasi lain

c_1 = koefisien, didefinisikan sebagai:

$$= \left(f_D + \frac{\ell}{750} \right) \cdot b_L$$

untuk sudut-sudut lubang palka di penumpu geladak di sepanjang sisi lubang palka, berdekatan dengan daerah geladak tertutup, lihat HC1 pada Gambar 7.2.

$$= 0,4 \cdot b_Q$$

untuk sudut-sudut lubang palka di potongan geladak melintang antar lubang palka yang berdekatan dengan daerah geladak tertutup, lihat HC2 pada Gambar 7.2.

$$= \left(f_D + \frac{\ell}{750} \right) \cdot \sqrt{\frac{b_L^2 \cdot b_Q^2}{b_L^2 + b_Q^2}}$$

untuk sudut-sudut lubang palka berdekatan dengan potongan geladak melintang, lihat HC2 pada Gambar 7.2.

f_D = koefisien untuk konfigurasi geladak, didefinisikan sebagai:

$$= 0,25 + \frac{L}{2000}$$

untuk sudut-sudut lubang palka pada geladak kekuatan dan ambang palka di atas geladak kekuatan

$$= 0,2 + \frac{L}{1800}$$

untuk geladak kekuatan, geladak dan ambang di atas geladak kekuatan dan untuk geladak dalam jarak maksimum b_L dibawah geladak kekuatan, jika geladak selanjutnya sama dengan radius

sudut lubang palka yang diatur dalam jarak kurang dari b_L di bawah geladak kekuatan.

$f_D = 0,1$ untuk geladak yang lebih rendah ketika jarak dari geladak kekuatan melebihi b_L

ℓ = panjang yang relevan dari bukaan geladak besar [m] kedepan dan/atau kebelakang bangunan atas

$L_{\min} = 100$ m

$L_{\max} = 300$ m

b_L = Lebar pada penumpu geladak sepanjang sisi lubang palka [m]

b_Q = lebar pada potongan geladak melintang antara lubang palka [m]

Untuk sudut-sudut lubang palka di atas atau di bawah geladak kekuatan b_L dan b_Q harus diambil sebagai lebar bagian struktur memanjang atau melintang yang berdekatan dengan sudut-sudut lubang palka.

c_2 = koefisien, didefinisikan sebagai:

$$= \frac{|M_T(z_D - z_0)|}{I_y \cdot 175 \cdot 10^3 \cdot c_s} \cdot \frac{t_D}{t_i} \cdot \sqrt[4]{k_1}$$

t_D = tebal pelat dari bagian struktur memanjang [mm]

t_i = tebal pelat sudut lubang palka [mm]

$$1 \geq \frac{t_D}{t_i} \geq 0,625$$

M_T = total momen bending memanjang [kNm], menurut [Bab 5, A.5](#) di depan atau tepi belakang dari potongan geladak melintang yang relevan atau daerah geladak tertutup yang relevan

I_y = momen inersia [m^4] dari penampang sesuai dengan [Bab 5, A.5](#) di sudut lubang palka tanpa pelat sisipan yang diperkuat

c_s = faktor distribusi, didefinisikan sebagai:

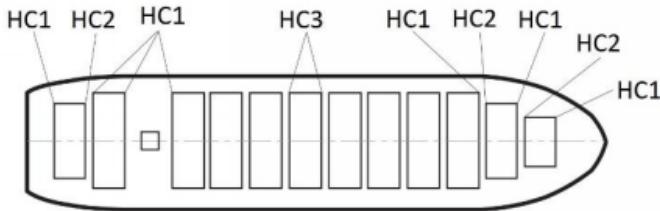
c_s = menurut [Bab 5, C.1.1](#) untuk geladak kekuatan

$c_s = 1,0$ untuk geladak bawah

z_0 = jarak sumbu netral penampang lambung kapal dari garis dasar [m]

z_D = jarak sudut lubang palka yang relevan dari garis dasar [m]

k_i = faktor material sesuai dengan [Bab 2, B](#) dari sudut palka yang relevan



Gambar 7.2 Posisi sudut palka

3.6.2 Jika disyaratkan oleh perhitungan di atas atau atas dasar penilaian kelelahan langsung pada sudut lubang palka harus dikelilingi oleh pelat diperkuat, yaitu pelat sisipan, yang diperluas dengan jarak minimum a dan b dari tepi palka (lihat [Gambar 7.3](#)), ketika

$$a = 3(t_i - t) + 300 \quad [\text{mm}]$$

$$a_{\min} = 350 \quad \text{mm}$$

$$b = r + 3(t_i - t) + 125 \quad [\text{mm}]$$

3.6.3 Bukaan disekitar sudut lubang palka tidak boleh ditempatkan dalam jarak minimum berikut (lihat [Gambar 7.3](#))

Bukaan di luar pelat sisipan:

$$\begin{aligned} c &= \text{jarak bukaan dari sambungan las} \\ &= 2 \cdot t + h + 50 \quad [\text{mm}] \quad \text{untuk geladak kekuatan} \\ &= 2 \cdot t + h/2 + 50 \quad [\text{mm}] \quad \text{untuk geladak bawah} \end{aligned}$$

Bukaan didalam pelat sisipan:

$$\begin{aligned} e &= \text{jarak bukaan dari sekat memanjang} \\ &= 2 \cdot r + h/2 \quad [\text{mm}] \quad \text{untuk geladak kekuatan} \\ &= 1,5 \cdot r + h/2 \quad [\text{mm}] \quad \text{untuk geladak bawah} \end{aligned}$$

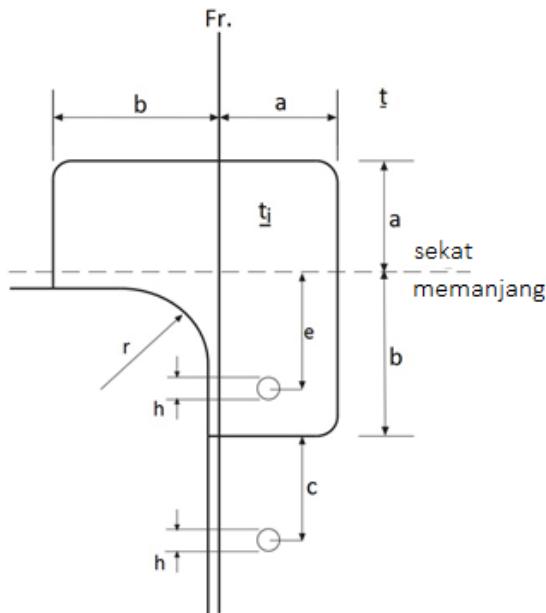
t_i = tebal pelat sudut lubang palka sesuai dengan [3.6.1](#)

t = tebal pelat geladak [mm]

r = radius sudut lubang palka sesuai dengan [3.6.1](#)

h = diameter bukaan [mm]

Berdasarkan perhitungan langsung, jarak minimum lainnya untuk kasus tertentu dapat diterima. Di luar 0,5L bagian tengah kapal, tebal pada pelat penguat tidak boleh lebih dari 1,6 kali tebal geladak yang sejajar lubang palka.



Gambar 7.3 Penguatan sudut lubang palka

3.7 Tegangan karena beban lateral

$$\sigma_Q = \frac{M_Q}{W_1 \cdot 10^3} \quad [\text{N/mm}^2]$$

M_Q = momen bending di sekitar sumbu z karena adanya tekanan air eksternal sesuai dengan Bab 4, B.2 dan/atau beban muatan [kNm], tegangan penumpu yang terdiri dari potongan geladak, ambang palka memanjang dan bagian efektif dari sekat memanjang dan pelat kulit sisi.

W_1 = modulus penampang [m^3] dari penumpu yang ditentukan di atas lubang palka sejajar di sekitar sumbu vertikal. Ambang palka memanjang hanya dapat disertakan, jika diteruskan dengan jarak yang cukup hingga diluar ujung-ujung lubang palka.

Untuk kapal kontainer dengan panjang lubang palka tidak lebih dari 14 m dan dengan penumpu kotak melintang yang kira-kira sama kekakuanya, σ_Q dapat ditentukan dengan formula berikut:

$$\sigma_Q = \frac{\left(\frac{T^3}{H} + 0,25 \cdot H \cdot p_0 \right) \cdot \ell_L^2}{7,2 \cdot W_1 \cdot 10^3} \quad [\text{N/mm}^2]$$

p_0 = lihat Bab 4, A.2.2

Di sudut lubang palka kapal dengan bukaan geladak besar menurut Bab 5, F persamaan berikut harus dipenuhi:

$$\sigma_L + \sigma_Q \leq \sigma_v$$

σ_v = lihat Bab 5, D.1.2

σ_L = lihat Bab 5, D.1

4. Ukuran konstruksi geladak kekuatan untuk kapal dengan panjang hingga 65 m

Ukuran konstruksi dari geladak kekuatan untuk kapal, pembuktian kekuatan memanjang tidak dipersyaratkan, yaitu secara umum untuk kapal dengan panjang $L \leq 65$ m, luas penampang geladak kekuatan dalam $0,4L$ bagian tengah kapal harus ditentukan, sehingga persyaratan untuk modulus minimum penampang tengah kapal menurut [Bab 5, C.2](#) terpenuhi.

Tebal dalam $0,4L$ bagian tengah kapal tidak boleh kurang dari tebal minimum menurut [6](#).

Untuk rentang $0,1L$ ujung-ujung kapal, persyaratan [7.1](#) berlaku.

5. Ukuran konstruksi geladak kekuatan untuk kapal dengan panjang lebih dari 65 m

5.1 Luas penampang geladak

Luas penampang geladak sejajar lubang palka, jika ada, harus ditentukan sedemikian rupa sehingga modulus penampang harus sesuai dengan persyaratan [Bab 5, C](#)

5.2 Tebal pelat kritis, kekuatan buckling

5.2.1 Tebal pelat kritis harus ditentukan sesuai dengan [Bab 6, B.2](#) berlaku sama.

5.2.2 Pengurangan dari tebal pelat kritis karena pelayaran samudera terbatas tidak dapat diterima.

5.2.3 Berkenaan dengan kekuatan buckling persyaratan dari [Bab 6, B.2.2](#) berlaku sama.

5.3 Lajur sisi geladak

Jika tebal pelat geladak kekuatan kurang dari pelat sisi, pelat lajur sisi geladak harus dipasang selebar lajur sisi atas dan tebalnya sama dengan pelat sisi.

6. Tebal minimum

6.1 Tebal pelat geladak untuk $0,4L$ bagian tengah kapal diluar garis lubang palka, tidak boleh kurang dari dua nilai terbesar berikut:

$$t_{\min} = (4,5 + 0,05 \cdot L) \cdot \sqrt{k} \quad [\text{mm}]$$

atau

$$t_E = \text{menurut } 7.1,$$

L tidak boleh diambil lebih dari 200 m.

6.2 Jika geladak terletak di atas ketinggian $T + c_0$ diatas dasar, tebal yang lebih kecil dari t_{\min} dapat diterima jika tingkat tegangan memperbolehkan pengurangan tersebut, c_0 lihat [Bab 4, A.2.2](#).

7. Tebal ujung, tebal di dalam garis lubang palka

7.1 Tebal pelat geladak kekuatan untuk $0,1L$ dari ujung-ujungnya dan antara lubang palka tidak boleh kurang dari:

$$t_{E1} = 1,21 \cdot a \sqrt{p_D \cdot k} + t_K \quad [\text{mm}]$$

$$t_{E2} = 1,1 \cdot a \sqrt{p_L \cdot k} + t_K \quad [\text{mm}]$$

$$t_{E\min} = (5,5 + 0,02 \cdot L) \sqrt{k} \quad [\text{mm}]$$

L tidak boleh diambil lebih dari 200 m.

7.2 Di Antara tebal tengah kapal dan tebal ujung, tebal harus diturunkan secara bertahap.

7.3 Kekuatan struktur geladak antara bukaan palka harus mampu menahan beban tekan yang bekerja secara melintang kapal.

Pembuktian kekuatan bukling harus diberikan sesuai dengan [Bab 3, F](#).

B. Geladak Bawah

1 Tebal geladak untuk beban muatan

1.1 Tebal pelat tidak boleh kurang dari:

$$t = 1,1 a \sqrt{p_L \cdot k} + t_k \quad [\text{mm}]$$

$$t_{\min} = (5,5 + 0,02 \cdot L) \sqrt{k} \quad [\text{mm}] \quad \text{untuk geladak ke-2}$$

$$= 6,0 \quad [\text{mm}] \quad \text{untuk geladak bawah lainnya}$$

L tidak boleh diambil lebih dari 200 m.

1.2 Untuk tebal geladak kritis lihat [A. 5.2](#).

2 Tebal geladak untuk beban roda

2.1 Tebal pelat geladak untuk beban roda harus ditentukan oleh formula berikut:

$$t = c \sqrt{P \cdot k} + t_k \quad [\text{mm}]$$

P = beban¹[kN] dari satu atau kelompok roda pada panel pelat a·b mempertimbangkan faktor akselerasi a_v .

$$= \frac{Q}{n} (1 + a_v)$$

Q = beban poros [kN]

Untuk truk forklif, Q umumnya diambil sebagai total berat truk forklif.

n = jumlah roda atau kelompok roda per poros

a_v = menurut [Bab 4, C.1.1](#) untuk umum

= 0 untuk kondisi pelabuhan

c = faktor menurut [Tabel 7.1](#)

¹ Ketika tidak ada tersedia P harus diambil sebesar 25 kN

Tabel 7.1 Koefisien c

Rasio luas tapak roda dan luas pelat panel	$b/a = 1,0$	$b/a \geq 2,5$
$0 < \frac{f}{F} < 0,3$	$c = 1,87 - \sqrt{\frac{f}{F} \left[3,4 - 4,4 \frac{f}{F} \right]}$	$c = 2,00 - \sqrt{\frac{f}{F} \left[5,2 - 7,2 \frac{f}{F} \right]}$
$0,3 \leq \frac{f}{F} \leq 1,0$	$c = 1,20 - 0,40 \frac{f}{F}$	$c = 1,20 - 0,517 \frac{f}{F}$
untuk nilai tengah b/a faktor c harus diperoleh dengan interpolasi langsung		

f = luas tapak roda atau kelompok roda.

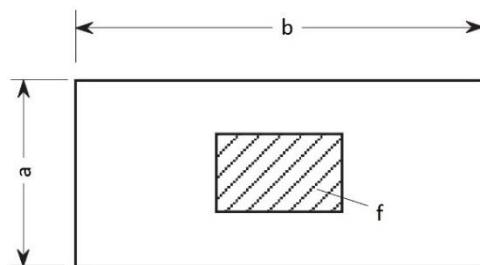
F = luas panel pelat $a \cdot b$ menurut [Gambar 7.4](#)

a = lebar sisi panel pelat yang lebih kecil (jarak balok secara umum)

b = lebar sisi panel pelat yang lebih besar

F diambil tidak boleh lebih dari $2,5 a^2$.

Dalam hal roda berjarak sempit ini dapat dikelompokkan bersama-sama menjadi satu luas tapak roda.



Gambar 7.4. Tapak roda

2.2 Jika luas tapak roda tidak diketahui, dapat diambil pendekatan sebagai berikut:

$$f = \frac{P \cdot 10^2}{p} \quad [\text{cm}^2]$$

p = spesifikasi tekanan roda sesuai dengan [Tabel 7.2](#).

2.3 Pada balok dan penumpu geladak, tegangannya tidak boleh lebih 165/k [N/mm²].

Tabel 7.2 Spesifikasi tekanan roda

Tipe kendaraan	spesifikasi tekanan roda p [bar]	
	Ban pneumatik	Ban karet padat
mobil pribadi	2	-
truk	8	-
trailer	8	15
truk forklif	6	15

3. Geladak permesinan dan akomodasi

Ukuran konstruksi geladak permesinan dan akomodasi lainnya harus didasarkan pada beban yang diberikan pada [Bab 4, C.3](#).

Tebal pelat tidak boleh kurang dari:

$$T = 1,1 \cdot a \sqrt{p \cdot k} + t_k \quad [\text{mm}]$$

$$t_{\min} = 5,0 \quad [\text{mm}]$$

3.1 Pada sudut tutup ruang mesin, penguatan sesuai dengan [A.3.2](#) dapat dipersyaratkan juga tergantung pada posisi dan dimensi tutupnya.

C. Helidek dan Luas Area Pendaratan Helikopter

1. Umum, Definisi

Helidek adalah sebuah platform atau area geladak lainnya yang dibangun bertujuan untuk pendaratan helikopter termasuk semua struktur, peralatan pemadam kebakaran dan lain yang diperlukan untuk operasi helikopter yang aman, sebagaimana dimaksud dalam SOLAS regulation II-2/3.26 dan 18.5 dan MODU Code 2009 (chapter 1, paragraph 1.3.27).

Luas pendaratan helikopter adalah luas di kapal yang diperuntukkan untuk pendaratan helikopter sesekali atau darurat, misalnya sebagaimana dimaksud dalam SOLAS regulation II-2/18.2.2 dan tidak dirancang untuk operasi rutin helikopter.

1.1 Helidek harus mematuhi semua persyaratan dari Bab ini dan luas pendaratan helikopter harus mematuhi persyaratan ukuran konstruksi dari Bab ini

1.2 Zona lepas-landas/pendaratan harus menggunakan ukuran dari jenis helikopter terbesar yang diharapkan menggunakan geladak helikopter tersebut.

Berat lepas landas maksimum yang diizinkan harus ditunjukkan dalam gambar dan akan dimasukkan dalam dokumen teknis dari Sertifikat Klas.

1.3 Untuk keperluan ukuran konstruksi, beban lain (muatan, salju/es, dll.) Harus dipertimbangkan secara bersamaan atau terpisah, tergantung pada kondisi operasi yang diharapkan. Jika kondisi ini tidak diketahui, data yang terkandung dalam [2](#). dapat digunakan sebagai dasar.

1.4 Persyaratan mengenai perlindungan kebakaran pada struktur lihat [Bab 22](#).

1.5 Ketentuan-ketentuan berikut pada prinsipnya berlaku untuk zona lepas-landas/pendaratan pada geladak pendaratan yang didukung pilar khusus atau di atas geladak bangunan atas dan rumah geladak.

Bergantung pada negara bendera, standar dan regulasi nasional atau internasional yang relevan harus dipenuhi selain Peraturan BKI ini. Berikut contoh-contoh diberikan sebagai referensi:

- Guide to Helicopter/Ship Operations, diterbitkan oleh the International Chamber of Shipping (ICS).Luas
- Offshore Helicopter Landing Areas – Guidance to Standards CAP 437 (Civil Aviation Authority).
- IMO Res. A.855 (20): Standar untuk fasilitas Helikopter di atas kapal.
- Offshore Helideck Design Guidelines, Health and Safety Executive.
- Guidelines for the Management of Offshore Helideck Operations, UK Offshore Operators
- [Guidance for the Class Notation Helicopter Deck and Facilities \(Pt.7, Vol.A\)](#).

2. Beban desain

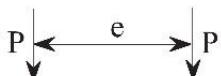
Berikut kasus beban (LC) harus dipertimbangkan:

2.1 LC1

Pengikatan Helikopter pada geladak, dengan gaya vertikal berikut bekerja secara bersamaan:

- 1) Gaya roda dan/atau skid P bekerja pada titik-titik yang dihasilkan dari posisi pengikatan dan distribusi roda dan/atau mendukung sesuai dengan konstruksi helikopter.

$$P = 0,5 \cdot G (1 + a_v) \quad [\text{kN}]$$



G = berat lepas landas maksimum yang diijinkan [kN]

a_v = lihat Bab 4, C.1.1

P = gaya didistribusikan secara merata di atas luas kontak f = 30 x 30 cm untuk roda tunggal atau menurut data yang disediakan oleh produsen helikopter; untuk roda ganda atau skid ditentukan secara individual sesuai dengan dimensi yang diberikan.

e = Jarak roda atau skid sesuai dengan jenis helikopter yang diharapkan

- 2) Gaya akibat berat geladak helikopter M_e sebagai berikut:

$$M_e (1 + a_v) \quad [\text{kN}]$$

- 3) Beban p = 2,0 kN/m² secara merata didistribusikan keseluruhan geladak pendaratan untuk memperhitungkan salju atau beban lingkungan lainnya

2.2 LC2

Helikopter diikat di geladak, dengan gaya horisontal dan vertikal bekerja secara bersamaan sebagai berikut:

- 1) Gaya roda dan/atau skid P bekerja secara vertikal pada titik-titik yang dihasilkan dari posisi pengikatan dan distribusi roda dan/atau mendukung sesuai dengan konstruksi helikopter, lihat LC1

$$P = 0,5 \cdot G \quad [\text{kN}]$$

- 2) gaya vertikal pada pendukung geladak akibat berat geladak helikopter:

$$M_e \quad [\text{kN}]$$

- 3) beban p = 2,0 kN/m² secara merata didistribusikan keseluruhan geladak pendaratan untuk memperhitungkan salju atau beban lingkungan lainnya

- 4) gaya horisontal pada titik-titik pengikatan helikopter :

$$H = 0,6 \cdot G + W_{He} \quad [\text{Kn}]$$

W_{He} = beban angin [kN] pada helikopter di titik-titik pengikatan yang berkaitan dengan kecepatan angin; kecepatan angin v_w = 50 m/s.

- 5) gaya horisontal pada pendukung geladak karena berat dan struktur geladak helikopter:

$$H = 0,6 \cdot G + W_{St} \quad [\text{Kn}]$$

W_{St} = beban angin [kN] pada struktur geladak helikopter berkaitan dengan kecepatan angin $v_w = 50 \text{ m/s}$.

2.3 LC3

Impak pendaratan normal, dengan gaya berikut yang bekerja secara bersamaan:

- 1) Beban roda dan/atau skid P pada dua titik secara bersamaan, titik sembarang (paling tidak menguntungkan) dari geladak helikopter (zona pendaratan + zona aman)

$$P = 0,75 \cdot G \quad [\text{kN}]$$

- 2) Beban $p = 0,5 \text{ kN/m}^2$ secara merata didistribusikan keseluruhan geladak pendaratan untuk memperhitungkan salju atau beban lingkungan lainnya
- 3) Berat geladak helikopter M_e sebagai berikut :

$$M_e \quad [\text{kN}]$$

- 4) Beban angin sesuai dengan kecepatan angin yang diterima untuk operasi helikopter (v_w), jika tidak ada data yang tersedia, $v_w = 25 \text{ m/s}$ dapat digunakan.

$$W_{St} \quad [\text{kN}]$$

2.4 LC4

Impak pendaratan darurat/tabrakan dengan gaya vertikal sebagai berikut:

- 1) Beban roda dan/atau skid P pada dua titik secara bersamaan, pada titik sembarang (paling tidak menguntungkan) dari geladak helikopter (seluruh luas), lihat LC1.

$$P = 1,25 \cdot G \quad [\text{kN}]$$

- 2) Gaya akibat berat geladak helikopter, beban didistribusikan merata dan beban angin sesuai dengan LC3 harus dipertimbangkan.

2.5 Beban angin

Sebagai pendekatan pertama, beban angin pada helikopter (W_{He}) atau pada struktur geladak helikopter (W_{St}) dapat ditentukan dengan formula berikut:

$$W = 0,5 \cdot \rho \cdot v_w^2 \cdot A \cdot 10^{-3} \quad [\text{kN}]$$

ρ = massa jenis udara [kg/m^3], didefinisikan sebagai:
 $= 1,2$ untuk suhu udara 20°C
 v_w = kecepatan angin [m/s]
 A = luas [m^2] yang terkena angin

3. Ukuran konstruksi bagian struktur

3.1 Tegangan dan gaya pada struktur pendukung harus dievaluasi dengan menggunakan perhitungan langsung

3.2 Tegangan izin untuk penegar, penumpu dan substruktur:

$$\sigma_{\text{perm}} = \frac{235}{k \cdot \gamma_f}$$

γ_f = Faktor keamanan menurut [Tabel 7.3](#)

Tabel 7.3 Faktor keamanan γ_f

Elemen struktur	γ_f		
	LC1, LC2	LC3	LC4
penegar (balok geladak)	1,25	1,1	1,00
penumpu utama (penumpu geladak)	1,45	1,45	1,10
struktur penahan beban (sistem pilar)	1,70	2,00	1,20

- 3.3** Tebal pelat harus ditentukan sesuai dengan [B.2](#) dimana koefisien c dapat dikurangi hingga 5%.
- 3.4** Pembuktian kekuatan bukling yang cukup harus dilakukan sesuai dengan [Bab 3, F](#) untuk struktur yang mengalami tegangan tekan.

4. Perlengkapan geladak helikopter

Persyaratan mengenai perlengkapan geladak Helikopter, lihat peraturan untuk [Guidance for The Class Notation Helicopter Deck and Facilities \(Pt.7, Vol.A\) Sec.2.C](#).

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 8 Struktur Alas

A.	Alas Tunggal.....	8-1
B.	Alas Ganda	8-3
C.	Struktur Alas di Ruang Mesin disekitar Perangkat Penggerak Utama	8-12
D.	Pendorong Melintang	8-15
E.	Perhitungan Pengedokan.....	8-17

A. Alas Tunggal

1. Wrang Pelat

1.1 Umum

1.1.1 Wrang pelat harus dipasang di setiap gading. Untuk sambungan dengan gading-gading, lihat Bab 19, B.4.2.

1.1.2 Wrang yang tinggi, khususnya di ceruk buritan, harus dilengkapi dengan penegar bukling.

1.1.3 Wrang pelat harus dilengkapi dengan lubang air (limber) yang memungkinkan air mencapai pompa hisap.

1.2 Ukuran konstruksi

1.2.1 Wrang pelat di area ruang muat

Pada kapal tanpa alas ganda atau di luar setiap alas ganda, ukuran konstruksi warang pelat dipasang antara sekat buritan dan sekat tubrukan harus ditentukan sesuai dengan formula berikut.

Modulus penampang tidak boleh kurang dari:

$$W = c \cdot T \cdot e \cdot \ell^2 \quad [\text{cm}^3]$$

e = jarak wrang pelat [m]

ℓ = panjang yang tidak ditumpu [m], umumnya diukur pada tepi atas wrang dari kulit sisi ke kulit sisi

ℓ_{\min} = $0,7 \cdot B$ jika wrang tidak ditumpu pada sekat memanjang

c = 7,5 untuk ruang yang mungkin kosong pada sarat penuh, mis.ruang permesinan, ruang penyimpanan, dll.

= 4,5 tempat lain

Tinggi wrang pelat tidak boleh kurang dari:

$$h = 55 \cdot B - 45 \quad [\text{mm}]$$

$$h_{\min} = 180 \text{ mm}$$

Pada kapal yang memiliki alas miring, pada $0,1\ell$ dari ujung panjang ℓ jika memungkinkan, tinggi bilah wrang pelat tidak boleh kurang dari setengah tinggi yang dipersyaratkan.

Di kapal yang memiliki alas miring, tinggi bilah wrang pelat pada awal lengkung bilga tidak boleh kurang dari tinggi gading.

Tebal bilah tidak boleh kurang dari:

$$t = \frac{h}{100} + 3,0 \quad [\text{mm}]$$

Area penampang bilah harus ditentukan sesuai dengan [B.6.2.2](#) berlaku sama.

1.2.2 Pelat hadap dari wrang pelat harus menerus sepanjang bentang ℓ . Jika terputus di penumpu tengah, maka harus terhubung ke penumpu tengah dengan pengelasan penetrasi penuh.

1.2.3 Wrang pelat di ceruk.

Tebal wrang pelat di ceruk tidak boleh kurang dari:

$$t = 0,035 \cdot L + 5,0 \quad [\text{mm}]$$

Ketebalannya, bagaimanapun, tidak perlu lebih besar dari yang dibutuhkan oleh [B.6.2.1](#).

Tinggi wrang pelat di ceruk haluan di atas atas lunas atau sepatu linggi haluan tidak boleh kurang dari:

$$h = 0,06 \cdot H + 0,7 \quad [\text{m}]$$

Untuk kapal kecil, penyimpangan dari persyaratan ini dapat dipertimbangkan.

Wrang pelat di ceruk buritan harus diperluas sampai tabung buritan (lihat juga [Bab 13, C.1.4](#)).

Ketika putaran baling-baling melebihi 300 rpm (kira-kira) wrang ceruk di atas baling-baling harus diperkuat.

Khususnya dalam hal alas datar, penegar memanjang tambahan harus dipasang di atas atau didepan baling-baling.

2. Penumpu memanjang

2.1 Umum

2.1.1 Semua kapal dengan alas tunggal harus memiliki penumpu tengah. Jika lebar yang diukur pada atas wrang tidak melebihi 9,0 m maka satu penumpu sisi tambahan harus dipasang, dan dua penumpu sisi jika lebarnya melebihi 9,0 m. Penumpu sisi tidak dipersyaratkan jika lebarnya tidak melebihi 6,0 m.

2.1.2 Untuk jarak antara penumpu sisi satu dengan lainnya dan dari penumpu tengah pada penguatan alas haluan lihat [Bab 6, E.1](#)

2.1.3 Penumpu tengah dan sisi harus diperpanjang sejauh mungkin ke haluan dan keburitan. Penumpu tersebut harus terhubung ke penumpu alas ganda yang tidak menerus atau harus disambung ke alas ganda dengan dua jarak gading.

2.2 Ukuran konstruksi

2.2.1 Penumpu tengah

Tebal bilah t_w dan luas penampang dari pelat hadap A_f pada $0,7L$ bagian tengah kapal tidak boleh kurang dari:

$$t_w = 0,07 \cdot L + 5,5 \quad [\text{mm}]$$

$$A_f = 0,7 \cdot L + 12 \quad [\text{cm}^2]$$

Mendekati ujung-ujung kapal, tebal pelat bilah serta luas penampang pelat hadap dapat dikurangi sebesar 10%. Lubang peringan harus dihindari.

2.2.2 Penumpu sisi

Tebal bilah t_w dan luas penampang dari pelat hadap A_f pada $0,7L$ bagian tengah kapal tidak boleh kurang dari:

$$t_w = 0,04 \cdot L + 5 \quad [\text{mm}]$$

$$A_f = 0,2 \cdot L + 6 \quad [\text{cm}^2]$$

Mendekati ujung-ujung kapal, tebal pelat bilah serta luas penampang pelat hadap dapat dikurangi sebesar 10%.

B. Alas Ganda

1. Umum

1.1 Pada semua kapal penumpang dan kapal barang sebesar 500 GT dan lebih selain dari kapal tangki, alas ganda harus dipasang menerus dari sekat tubrukan ke sekat buritan, sejauh hal ini dapat dilakukan dan dapat diterapkan dengan desain dan penggeraan kapal yang sesuai. Untuk kapal tangki minyak, lihat Bab 24.

(SOLAS II-1, 9.1)

1.2 Pengaturan harus sesuai dengan SOLAS Chapter II-1 sebagaimana diubah. Lihat juga Bab 36, D.

1.3 Jika alas ganda dipersyaratkan harus dipasang, alas dalam harus diteruskan ke sisi kapal sedemikian rupa untuk melindungi bagian alas sampai lengkung bilga. Perlindungan tersebut akan dipertimbangkan sebagai keamanan jika alas dalam tidak lebih rendah pada bagian penampang manapun selain bidang sejajar dengan garis lunas dan yang terletak tidak boleh kurang dari jarak vertikal h yang diukur dari garis lunas, yang dihitung dengan formula:

$$h = \frac{B}{20}$$

Namun, dalam kasus apapun nilai h tidak boleh kurang dari 760 mm, dan tidak perlu diambil lebih dari 2000 mm.

(SOLAS II-1, 9.2)

1.4 Sumur kecil yang dibangun di alas ganda terhubung dengan pengaturan drainase ruang muat, dll. tidak perlu diperluas ke bawah lebih dari yang diperlukan. Dalam kasus apapun jarak vertikal dari dasar sumur tersebut ke bidang yang bertepatan dengan garis lunas tidak boleh kurang dari 500 mm. Sumur lain (misalnya untuk minyak pelumas dibawah mesin utama) dapat diizinkan oleh pemerintah jika dinyatakan aman bahwa pengaturan memberikan perlindungan yang setara dengan yang diberikan oleh alas ganda sesuai dengan peraturan ini.

Sumur yang melebar ke luar alas, bagaimanapun, dapat diizinkan di ujung terowongan poros.

(SOLAS II-1, 9.3)

- 1.5 Di ceruk haluan dan buritan sebuah alas ganda tidak perlu direncanakan.
- 1.6 Penumpu tengah harus kedap air setidaknya untuk 0,5L bagian tengah kapal, kecuali alas ganda dipisahkan oleh penumpu sisi kedap air. Pada kapal yang diberi garis muat yang diijinkan untuk pemuatan kayu di geladak, alas ganda yang dipisahkan oleh penumpu tengah atau sisi harus kedap air sebagaimana dipersyaratkan ICLL 66.
- (ICLL Annex 1, Ch. IV, Reg. 43 (3))
- 1.7 Untuk struktur alas ganda dari kapal curah, lihat Bab 23, B.4.
- 1.8 Untuk penguatan alas depan lihat Bab 6, E.
- 1.9 Untuk faktor material k lihat Bab 2, B. Untuk penambahan korosi t_k lihat Bab 3, K.
- 1.10 Untuk kekuatan bukling dari struktur alas ganda lihat 8.3.
- 1.11 **Kapal yang menyentuh dasar laut saat bongkar muat**

Atas permintaan pemilik, struktur alas kapal yang diprediksi sering menyentuh dasar laut saat bogkar muat akan diperiksa secara khusus.

Untuk memenuhi persyaratan ini, jika sistem gading melintang diadopsi, wrang pelat harus dipasang pada setiap gading dan jarak penumpu sisi harus dikurangi menjadi setengah jarak yang dipersyaratkan menurut 3.1.

Jika sistem gading memanjang diadopsi, sistem penumpu memanjang sesuai dengan 7.5 harus diterapkan.

Tebal pelat alas harus dipertebal sebesar 10%, dibandingkan dengan tebal pelat menurut Bab 6, B.1 hingga B.5.

2. Penumpu tengah

2.1 Lubang peringan

Lubang peringan di penumpu tengah umumnya hanya diijinkan di luar 0,75L bagian tengah kapal. Tinggi lubang peringan tidak boleh melebihi setengah tinggi penumpu tengah dan panjangnya tidak boleh melebihi setengah jarak gading.

Secara umum lubang peringan di penumpu tengah harus dikurangi seminimum mungkin.

2.2 Ukuran konstruksi

2.2.1 Tinggi penumpu tengah tidak boleh kurang dari:

$$h = 350 + 45 \cdot \ell \text{ [mm]}$$

$$h_{\min} = 600 \text{ [mm]}$$

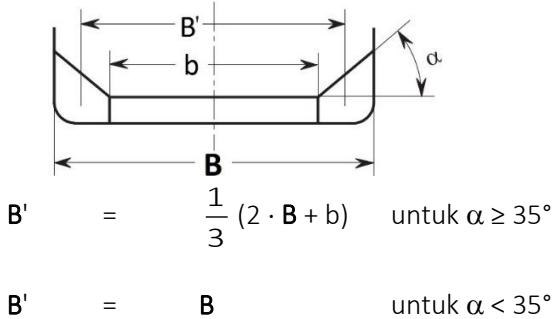
ℓ = panjang yang tidak ditumpu pada wrang pelat [m]

ℓ = B Secara umum

ℓ = $0,8 \cdot B$ Dalam hal sekat sisi memanjang, jarak antara sekat dapat digunakan sebagai panjang yang tidak ditumpu.

ℓ = B' Dalam hal alas ganda dengan tangki hopper (misalnya pada kapal curah), lebar fiktif B' menurut Gambar 8.1 dapat digunakan sebagai jarak yang tidak ditumpu.

Namun, $\ell \geq 0,8B$ pada sekat memanjang tambahan, jarak yang tidak ditumpu dapat dipendekkan sedemikian rupa.



Gambar 8.1 Lebar fiktif B'

2.2.2 Tebal penumpu tengah tidak boleh kurang dari:

$$t_m = \frac{h}{h_a} \left(\frac{h}{100} + 1,0 \right) \sqrt{k} \quad [\text{mm}] \quad \text{untuk } h \leq 1200 \text{ [mm]}$$

$$t_m = \frac{h}{h_a} \left(\frac{h}{120} + 3,0 \right) \sqrt{k} \quad [\text{mm}] \quad \text{untuk } h > 1200 \text{ [mm]}$$

h = tinggi penumpu tengah menurut 2.2.1

h_a = tinggi penumpu tengah seperti yang terpasang [mm]

t_m = tidak boleh kurang dari t sesuai dengan 7.5

3. Penumpu sisi

3.1 Pengaturan

Setidaknya satu penumpu sisi harus dipasang di ruang permesinan dan di area $0,25L$ belakang FP. Di bagian lain dari alas ganda, satu penumpu sisi harus dipasang jika jarak horisontal antara sisi kapal dan penumpu tengah melebihi 4,5 m.

Dua penumpu sisi harus dipasang jika jarak melebihi 8,0 m, dan tiga penumpu sisi jika melebihi 10,5 m. Jarak penumpu sisi satu sama lain dan dari penumpu tengah dan sisi kapal masing-masing tidak boleh lebih besar dari:

- 1,8 m di ruang mesin didalam lebar dudukan mesin,
- 4,5 m Jika satu penumpu sisi dipasang di bagian lain dari alas ganda,
- 4,0 m Jika dua penumpu sisi dipasang di bagian lain dari alas ganda,
- 3,5 m Jika tiga penumpu sisi dipasang di bagian lain dari alas ganda.

3.2 Ukuran konstruksi

Tebal penumpu sisi tidak boleh kurang dari:

$$t = \frac{h^2}{120 \cdot h_a} \sqrt{k} \quad [\text{mm}]$$

- h = tinggi penumpu tengah [mm] menurut [2.2](#)
h_a = tinggi sebagaimana yang terpasang dari penumpu sisi [mm], h_a tidak perlu diambil kurang dari h untuk menghitung t
t = tidak boleh kurang dari t sesuai dengan [7.5](#)

Untuk penguatan di bawah dudukan mesin, lihat [C.2.3](#).

4. Alas dalam

4.1 Tebal pelat alas dalam tidak boleh kurang dari:

$$t = 1,1 \cdot a \sqrt{p \cdot k} + t_k \quad [\text{mm}]$$

- p = desain tekanan [kN/m^2], p adalah nilai-nilai terbesar dari berikut:
p₁ = 10 ($T - h_{DB}$)
p₂ = 10 · h, jika alas dalam sebagai batas tangki
p₃ = p_i sesuai dengan [Bab 4, C.2](#)
h = jarak dari atas pipa limpah ke alas dalam [m]
h_{DB} = tinggi alas ganda [m]

4.2 Jika tidak ada papan pelapis menurut [Bab 21, C.1](#) dipasang diatas alas dalam, tebal yang ditentukan sesuai dengan [4.1](#) untuk p₁ atau p₂ harus dipertebal sebesar 2,0 mm. Penebalan ini dipersyaratkan untuk kapal dengan Notasi "GENERAL DRY CARGO SHIP" dan "MULTI-PURPOSE DRY CARGO SHIP".

4.3 Untuk penguatan alas dalam di ruang mesin, lihat [C.2.4](#).

5. Tangki alas ganda

5.1 Ukuran konstruksi

Struktur yang membentuk batas tangki alas ganda harus memenuhi persyaratan [Bab 12](#).

5.2 Tangki bahan bakar dan minyak pelumas

5.2.1 Pada tangki alas ganda dapat di isi bahan bakar minyak, titik nyala (tes cup tertutup) yang melebihi 60° C.

5.2.2 Jika memungkinkan, tangki pembuangan minyak pelumas atau tangki sirkulasi harus terpisah dari kulit kapal.

Tangki sirkulasi minyak pelumas harus dipisahkan dari kulit kapal sedikitnya 500 mm.

5.2.3 Untuk pemisah pada tangki bahan bakar minyak dari tangki cairan lain, lihat [Bab 12, A.5](#).

5.2.4 Untuk pipa udara, limpah dan duga, lihat [Bab 21, F](#) serta [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.11](#).

5.2.5 Lubang orang untuk akses ke tangki bahan bakar pada alas ganda yang terletak di bawah tangki minyak ruang muat tidak diijinkan di tangki ruang muat atau ruang mesin (lihat juga [Bab 21, O.6](#) dan [Bab 24, A.3.1.2](#)).

5.2.6 Tebal struktur tidak kurang dari tebal minimum menurut [Bab 12, A.7](#).

5.2.7 Jika sisi atas dari tangki sirkulasi minyak pelumas tidak dipasang pada tingkat yang sama dengan alas dalam yang berdekatan, ketidaksinambungan aliran gaya ini harus dikompensasi dengan braket vertikal dan/atau horisontal.

Braket harus didesain dengan taper mulus di ujung setiap lengan. Tebal braket vertikal harus sesuai dengan tebal wrang pelat sesuai dengan [C.2.2](#), tebal braket horisontal harus sesuai dengan tebal sisi atas dari tangki sirkulasi.

Braket harus disambungkan ke struktur kapal dengan las tirus ganda menurut [Bab 19, B.3.2.2](#).

5.3 Sumur bilga

Sumur bilga harus memiliki kapasitas lebih dari $0,2 \text{ m}^3$. Ruang muat kecil dapat memiliki sumur bilga lebih kecil. Untuk penggunaan penutup lubang orang atau penutup berengsel untuk akses ke bilga hisap, lihat [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.11](#). Sumur bilga harus dipisahkan dari kulit kapal. [Bab 29-I, F.5](#) harus diterapkan secara sama.

5.4 Kotak laut

5.4.1 Tebal pelat kotak laut tidak boleh kurang dari:

$$t = 12 \cdot a \sqrt{p \cdot k} + t_k \quad [\text{mm}]$$

a = jarak penegar [m]

p = tekanan tiup pada katup pengaman [bar]. p tidak boleh kurang dari 2 bar (lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.11](#))

5.4.2 Modulus penampang penegar kotak laut tidak boleh kurang dari:

$$W = 56 \cdot a \cdot p \cdot \ell^2 \cdot k \quad [\text{cm}^3]$$

a dan p lihat [5.4.1](#)

ℓ = jarak penegar yang tidak ditumpu [m]

5.4.3 Bukaan jalur masuk air laut di kulit kapal harus dilindungi oleh kisi-kisi

5.4.4 Perlindungan korosi katodik dengan anoda galvanik yang terbuat dari seng atau aluminium harus terpasang di kotak laut dengan kotak pendingin. Untuk kesesuaian pelat yang dilapisi, kerapatan arus $30 \mu\text{A}/\text{m}^2$ harus disediakan dan untuk area pendinginan kerapatan arus $180 \mu\text{A}/\text{m}^2$.

6. Alas ganda, sistem gading melintang

6.1 Wrang pelat

6.1.1 Direkomendasikan untuk memasang wrang pelat di setiap gading dalam alas ganda jika sistem gading melintang diadopsi.

6.1.2 Wrang pelat harus dipasang di setiap gading:

- Di area penguatan alas depan menurut [Bab 6, E](#)
- di ruang mesin
- dibawah dudukan ketel

6.1.3 Wrang pelat harus dipasang:

- dibawah sekat
- dibawah sekat bergelombang, lihat juga [Bab 3, D.4](#) dan [Bab 23, B.4.3](#)

6.1.4 Untuk bagian lainnya dari alas ganda, jarak wrang pelat tidak boleh melebihi sekitar 3,0 m.

6.2 Ukuran konstruksi

6.2.1 Tebal wrang pelat tidak boleh kurang dari:

$$t_{pf} = (t_m - 2,0) \sqrt{k} \quad [\text{mm}]$$

t_m = tebal penumpu tengah menurut [2.2.2](#)

Tebal tidak perlu lebih 16 mm.

6.2.2 Luas penampang bilah dari wrang pelat tidak boleh kurang dari:

$$A_w = \varepsilon \cdot T \cdot \ell \cdot e \left(1 - \frac{2 \cdot y}{\ell} \right) \cdot k \quad [\text{cm}^2]$$

e = jarak wrang pelat [m]

ℓ = jarak antara sekat memanjang, jika ada [m]

= **B** jika sekat memanjang tidak dipasang

y = jarak antara titik tumpu wrang pelat (sisi kapal, sekat memanjang) dan penampang yang dipertimbangkan [m]. Jarak y tidak perlu diambil lebih besar dari $0,4 \cdot \ell$

ε = 0,5 untuk ruang kemungkinan kosong pada sarat penuh, mis.ruang mesin, ruang penyimpanan, dll.

= 0,3 di tempat lain

6.2.3 Jika pada Kapal kecil penumpu sisi tidak dipersyaratkan (lihat [3.1](#)) setidaknya satu penegar vertikal harus dipasang di setiap wrang pelat; penegar vertical tebalnya sama dengan wrang dan tinggi bilah sedikitnya 1/15 dari tinggi penumpu tengah.

6.2.4 Pada daerah penguatan alas depan menurut [Bab 6, E](#), wrang pelat harus dihubungkan ke pelat kulit kapal dan alas dalam dengan pengelasan fillet menerus.

6.2.5 Untuk penguatan wrang di ruang mesin, lihat [C.2.2](#).

6.3 Wrang kedap air

6.3.1 Tebal wrang kedap air tidak boleh kurang dari persyaratan untuk sekat tangki sesuai dengan [Bab 12, B.2](#). Dalam hal apapun tidak ada tebal tidak kurang dari yang dipersyaratkan untuk wrang pelat sesuai dengan [6.2](#).

6.3.2 Ukuran konstruksi penegar pada wrang kedap air harus ditentukan sesuai dengan [Bab 12, B.3](#).

6.4 Wrang Braket

6.4.1 Jika wrang pelat tidak dipersyaratkan menurut [6.1](#) wrang braket dapat dipasang.

6.4.2 Wrang braket terdiri dari gading alas pada pelat kulit kapal dan gading balik pada alas dalam, yang terpasang di penumpu tengah, penumpu sisi dan sisi kapal dengan menggunakan braket.

6.4.3 Modulus penampang dari gading alas dan gading alas dalam tidak boleh kurang dari:

$$W = n \cdot c \cdot a \cdot \ell^2 \cdot p \cdot k \quad [\text{cm}^3]$$

p = beban desain, sebagaimana berlaku [kN/m^2] sebagai berikut:

untuk gading alas

p = p_B menurut Bab 4, B.3

untuk gading balik

p = p_i sesuai dengan Bab 4, C.2

= p_1 atau p_2 menurut Bab 4, D.1

= $10(T - h_{DB})$

Nilai terbesar yang digunakan.

h_{DB} = tinggi alas ganda [m]

n = 0,44 jika $p = p_2$

= 0,55 jika $p = p_i$ or p_1

= 0,70 jika $p = p_B$

c = 0,60 jika strut menurut 6.6 dipasang pada $\ell/2$, jika tidak $c = 1,0$

ℓ = jarak yang tidak ditumpu [m] dengan mengabaikan strut, jika ada.

6.5 Braket

6.5.1 Braket pada umumnya memiliki tebal yang sama dengan wrang pelat. Lebar braket adalah 0,75 tinggi penumpu tengah sesuai 2.2. Braket harus di flens di tepi bebasnya, jika jarak tidak ditumpu pada gading alas melebihi 1,0 m atau jika tinggi wrang lebih 750 mm.

6.5.2 Pada penumpu sisi, gading alas dan alas dalam harus ditumpu oleh pelat bar yang memiliki tinggi yang sama dengan gading alas dalam.

6.6 Strut

Luas penampang melintang dari strut harus ditentukan sesuai dengan Bab 10, C.2 secara sama. Desain gaya harus diambil sesuai nilai berikut:

$$P = 0,5 \cdot p \cdot a \cdot \ell \quad [\text{kN}]$$

p = beban sesuai dengan 6.4.3

ℓ = Jarak yang tidak ditumpu menurut 6.4.3

7. Alas ganda, sistem konstruksi memanjang

7.1 Umum

Jika sistem konstruksi memanjang berubah menjadi sistem konstruksi melintang, kontinuitas struktur atau skarping yang cukup harus terpasang.

7.2 Pembujur alas dan alas dalam

- 7.2.1 Modulus penampang harus dihitung menurut [Bab 9, B.](#)
- 7.2.2 Jika pembujur alas dan alas dalam dihubungkan dengan strut di tengah panjang yang tidak ditumpu ℓ modulus penampang dapat dikurangi hingga 60% dari nilai yang dipersyaratkan oleh [Bab 9, B.](#). ukuran konstruksi dari strut ditentukan sesuai dengan [6.6](#).

7.3 Wrang Pelat

- 7.3.1 Jarak wrang, secara umum, tidak lebih dari 5 kali jarak gading memanjang rata-rata
- 7.3.2 Wrang harus dipasang di setiap gading sebagaimana didefinisikan dalam [6.1.3](#) serta di ruang mesin di bawah mesin utama. Pada bagian lain di ruang mesin, wrang harus dipasang di setiap gading sebagai alternatif.
- 7.3.3 Mengenai wrang didaerah penguatan alas depan, [Bab 6, E](#) harus diperhatikan. Untuk kapal yang diperuntukkan untuk mengangkut muatan yang berat, lihat [Bab 23](#).
- 7.3.4 Ukuran wrang harus ditentukan berdasarkan [6.2](#).
- 7.3.5 Wrang pelat harus berpenegar, secara umum pada setiap pembujur oleh penegar vertikal yang memiliki ukuran konstruksi yang memenuhi persyaratan dalam [Bab 9, B.4](#).

7.4 Braket

- 7.4.1 Jika sisi kapal memakai sistem konstruksi melintang, braket flens yang tebalnya sama dengan wrang harus dipasang diantara wrang pelat pada setiap gading melintang, diteruskan sampai ke pembujur terluar pada alas dan alas dalam.
- 7.4.2 Satu braket dipasang di setiap sisi penumpu tengah di antara wrang pelat jika wrang pelat berjarak tidak lebih dari 2,5 m. Jika jarak wrang lebih besar, dua braket harus dipasang.

7.5 Sistem penumpu memanjang

- 7.5.1 Jika penumpu memanjang dipasang dan bukan pembujur alas, jarak wrang dapat lebih besar dari yang diizinkan oleh [7.3.1](#), dengan ketentuan bahwa kekuatan yang cukup dari struktur terbukti.

- 7.5.2 Tebal pelat penumpu memanjang tidak boleh kurang dari:

$$t = (5,0 + 0,03 \cdot L) \cdot \sqrt{k} \quad [\text{mm}]$$

$$t_{\min} = 6,0 \cdot \sqrt{k} \quad [\text{mm}]$$

- 7.5.3 Penumpu memanjang harus diperiksa untuk keamanan yang cukup terhadap bukling menurut [Bab 3, F.](#).

8. Perhitungan langsung pada struktur alas

8.1 Umum, definisi

- 8.1.1 Secara umum, perhitungan langsung pada struktur alas harus dilakukan.

Jika dimaksudkan untuk pemuatan yang tidak merata pada ruang muat (pemuatan bergantian), perhitungan langsung ini harus dilakukan.

Definisi

p_i = beban pada alas dalam sesuai dengan Bab 4, C.2 [kN/m^2] atau Bab 4, C.1 [kN/m^2], (jika dapat diterapkan) Jika muatan bijih dengan berat jenis tinggi dimaksudkan untuk dibawa dalam ruang muat dalam bentuk kerucut, sesuai dengan persetujuan BKI distribusi beban p_i pada alas dalam harus digunakan untuk perhitungan

$$\begin{aligned} p'_a &= 10 \cdot T + p_0 \cdot c_F \quad [\text{kN}/\text{m}^2] \quad (\text{kondisi hogging}) \\ &= 10 \cdot T - p_0 \cdot c_F \quad [\text{kN}/\text{m}^2] \quad (\text{kondisi sagging}) \end{aligned}$$

p_0, c_F lihat Bab 4, A.2.2

σ_L = desain tegangan bending lambung kapal [N/mm^2] menurut Bab 5, D.1 (hogging atau sagging, kondisi manapun diperiksa)

σ_ℓ = tegangan bending [N/mm^2] pada arah memanjang, karena beban p , pada penumpu memanjang

σ_q = tegangan bending [N/mm^2] pada arah melintang, karena beban p , pada penumpu melintang

τ = tegangan geser pada penumpu memanjang atau penumpu melintang karena beban p [N/mm^2]

8.1.2 Untuk dua atau lebih ruang muat direncanakan satu di belakang yang lainnya, perhitungan harus dilakukan untuk kondisi hogging dan sagging.

8.2 Desain beban, tegangan izin

8.2.1 Desain beban

$$p = p_i - p_a' \quad [\text{kN}/\text{m}^2] \quad \text{untuk ruang muat yang termuati}$$

$$= p_a' \quad [\text{kN}/\text{m}^2] \quad \text{untuk ruang muat yang kosong}$$

Jika sistem grillage pada alas ganda yang terkena beban tunggal yang disebabkan oleh kontainer, tegangan pada struktur alas harus dihitung untuk beban tunggal ini dan untuk beban alas p_a' sesuai 8.1.1. Tegangan yang diijinkan sebagaimana ditentukan harus diperhatikan.

8.2.2 Tegangan izin

.1 Tegangan ekuivalen izin σ_v

Tegangan ekuivalen tidak boleh melebihi nilai berikut:

$$\sigma_v \leq \frac{230}{k} \quad [\text{N}/\text{mm}^2]$$

$$= \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + 3\tau^2} \quad [\text{N}/\text{mm}^2]$$

σ_x = tegangan [N/mm^2] pada arah memanjang kapal, yang didefinisikan sebagai:
 = $\sigma_L + \sigma_\ell$ secara umum
 = 0 untuk bilah dari penumpu melintang

- σ_y = tegangan [N/mm^2] pada arah melintang kapal
= σ_q secara umum
= 0 untuk bilah dari penumpu memanjang

Catatan:

Jika menggunakan perangkat lunak grillage, definisi tegangan berikut berlaku:

$$\sigma_x = \sigma_L + \sigma_\ell + 0,3 \cdot \sigma_q$$

$$\sigma_y = \sigma_q + 0,3(\sigma_L + \sigma_\ell)$$

.2 Nilai-nilai maksimal yang diizinkan untuk σ_ℓ , σ_q dan τ

Tegangan bending σ_ℓ pada penumpu memanjang, tegangan bending σ_q pada penumpu melintang dan tegangan geser τ pada penumpu memanjang dan melintang tidak boleh melebihi nilai-nilai berikut

$$\sigma_\ell, \sigma_q \leq \frac{150}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\tau \leq \frac{100}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

8.3 Kekuatan bukling

Kekuatan bukling dari struktur alas ganda harus diperiksa sesuai dengan Bab 3, F. Untuk tujuan ini desain tegangan sesuai dengan Bab 5, D.1 dan tegangan karena beban lokal harus dipertimbangkan.

9. Pengujian kekedapan

Setiap kompartemen atau tangki alas ganda harus diuji kekedapan seperti yang ditentukan dalam Bab 3, M.

C. Struktur Alas di Ruang Mesin disekitar Perangkat Penggerak Utama

1. Alas tunggal

1.1 Ukuran konstruksi wrang harus ditentukan berdasarkan A.1.2.1 untuk jarak terbesar yang diukur dalam ruang mesin.

1.2 Tinggi bilah dari wrang pelat disekitar pondasi mesin harus sedapat mungkin dibuat tinggi. Tinggi wrang pelat yang terhubung ke gading besar harus serupa dengan tinggi penumpu pondasi memanjang. Dalam daerah poros engkol, tinggi tidak boleh kurang dari 0,5h.

Tebal bilah tidak boleh kurang dari:

$$t = \frac{h}{100} + 4,0 \quad [\text{mm}]$$

Tinggi h pada wrang pelat menurut A.1.2.1.

1.3 Tebal penumpu pondasi memanjang harus ditentukan menurut 3.2.1.

1.4 Jika penumpu tengah tidak dipasang pada daerah penumpu pondasi memanjang. Profil interkostal pengedokan harus dipasang sebagai gantinya. Luas penampang profil pengedokan tidak boleh kurang dari:

$$A_w = 10 + 0,2 \cdot L \quad [\text{cm}^2]$$

Profil pengedokan tidak dipersyaratkan jika sebuah lunas batang dipasang. Braket yang menghubungkan wrang pelat ke lunas batang harus dipasang di kedua sisi wrang.

2. Alas ganda

2.1 Umum

2.1.1 Agar diperhatikan, lubang-lubang peringan daerah pondasi mesin harus dibuat sekecil mungkin, bagaimanapun, harus dapat diakses. Bila perlu, ujung-ujung lubang peringan harus diperkuat dengan menggunakan face bar atau panel pelat harus berpenegar.

2.1.2 Penguetan lokal harus disediakan di samping persyaratan minimum, sesuai dengan konstruksi dan kondisi setempat.

2.2 Wrang pelat

Wrang pelat harus dipasang di setiap gading. Tebal wrang menurut [B.6.2](#) harus dipertebal sebagai berikut:

$$3,6 + \frac{P}{500} \quad [\%]$$

minimum 5%, maksimum 15%

P = Keluaran daya pada mesin tunggal [kW]

Tebal wrang pelat di bawah gading besar harus dipertebal di samping ketentuan di atas. Dalam hal ini tebal wrang pelat tidak boleh diambil kurang dari tebal bilah menurut [Bab 9, A.6.2.1](#).

2.3 Penumpu sisi

2.3.1 Tebal penumpu sisi di bawah pelat atas pondasi mesin disisipkan ke alas dalam harus sama dengan tebal penumpu sisi di atas alas dalam menurut [3.2.1](#).

2.3.2 Penumpu sisi dengan tebal penumpu memanjang sesuai dengan [3.2](#) harus dipasang di bawah pondasi penumpu setinggi alas ganda. Jika dua sisi penumpu dipasang di kedua sisi mesin, satu penumpu dapat dipasang setengah tinggi penumpu berada di bawah alas dalam untuk mesin hingga 3000 kW.

2.3.3 Penumpu sisi dibawah pondasi penumpu harus diperluas ke ruang yang berdekatan dan dihubungkan ke struktur alas. Perluasan ke belakang dan ke depan dari sekat ruang mesin harus dua hingga empat jarak gading jika memungkinkan.

2.3.4 Jika penumpu tengah tidak dipasang, maka persyaratan didaerah dudukan mesin (lihat [1.4](#)).

2.4 Alas dalam

Di antara pondasi penumpu, tebal pelat alas dalam yang dipersyaratkan sesuai dengan [B.4.1](#) harus dipertebal 2,0 mm. Pelat yang dipertebal harus diperluas melampaui dudukan mesin dengan tiga hingga lima jarak gading.

3. Dudukan mesin

3.1 Umum

3.1.1 Peraturan berikut berlaku untuk mesin-mesin berkecepatan rendah. Dudukan untuk mesin-mesin berkecepatan menengah dan tinggi serta untuk turbin akan dipertimbangkan secara khusus.

3.1.2 Kekakuan dudukan mesin dan disekitar struktur alas harus mencukupi untuk menjaga deformasi sistem akibat beban dalam batas yang diizinkan. Dalam kasus khusus, pembuktian deformasi dan tegangan dapat dipersyaratkan.

Catatan :

Jika dalam kasus-kasus khusus, perhitungan langsung dudukan motor dapat diperlukan, hal-hal berikut harus diperhatikan:

- Untuk dudukan mesin diesel dua langkah kecepatan rendah dan mesin diesel empat langkah kecepatan tinggi yang dipasang secara elastis, deformasi total $\Delta f = f_u + f_o$ tidak boleh lebih besar dari:

$$\Delta f = 0,2 \cdot \ell_M \text{ [mm]}$$

$$\ell_M = \text{panjang motor} \text{ [m]}$$

$$f_u = \text{maksimum deformasi vertikal dari dudukan ke bawah dalam panjang } \ell_M \text{ [mm]}$$

$$f_o = \text{maksimum deformasi vertikal dari dudukan ke atas dalam panjang } \ell_M \text{ [mm]}.$$

Deformasi individu f_u dan f_o tidak boleh lebih besar dari:

$$f_{u\ max}, f_{o\ max} = 0,7 \times \Delta f \text{ [mm]}$$

Untuk perhitungan deformasi, beban statis maksimum dan gelombang yang timbul karena beban dinamis internal dan eksternal karena beban-beban lokal dan momen bending memanjang lambung kapal serta kekakuan motor harus dipertimbangkan.

- Untuk dudukan mesin diesel empat langkah kecepatan menengah yang dipasang secara tidak elastis, nilai deformasi tidak boleh lebih 50% dari nilai di atas.

3.1.3 Perhatian harus diberikan, pada tahap desain awal, untuk transmisi gaya baik dalam arah melintang dan memanjang, lihat juga Bab 12, A.7.

3.1.4 Baut pondasi untuk mengencangkan mesin di dudukan harus diberi jarak tidak lebih dari $3 \times d$ terpisah dari penumpu pondasi memanjang. Jika jarak baut pondasi dari penumpu pondasi memanjang lebih besar, pembuktian kesetaraan harus disediakan.

$$d = \text{diameter baut pondasi}$$

3.1.5 Dalam seluruh rentang kecepatan instalasi penggerak utama untuk getaran resonansi layanan berkelanjutan dengan amplitudo getaran yang tidak dapat diterima tidak boleh terjadi; jika diperlukan, variasi struktur harus disediakan untuk menghindari frekuensi resonansi. Jika tidak, rentang kecepatan yang dilarang harus diperbaiki. Dalam rentang -10% hingga + 5% terkait dengan kecepatan tidak ada pelarangan kecepatan diizinkan. BKI mungkin memerlukan analisis getaran dan, jika dipertimbangkan perlu, pengukuran getaran.

3.2 Penumpu memanjang

3.2.1 Tebal penumpu memanjang di atas alas dalam tidak boleh kurang dari:

$$t = \sqrt{\frac{P}{15}} + 6,0 \text{ [mm]} \quad \text{untuk } P < 1500 \text{ kW}$$

$$t = \frac{P}{750} + 14 \text{ [mm]} \quad \text{untuk } 1500 \leq P < 7500 \text{ kW}$$

$$t = \frac{P}{1875} + 20 \text{ [mm]} \quad \text{untuk } P \geq 7500 \text{ kW}$$

P lihat [2.2](#).

3.2.2 Jika dua buah penumpu memanjang dipasang di kedua sisi mesin, tebal yang dipersyaratkan menurut [3.2.1](#) dapat dikurangi hingga 4,0 mm.

3.2.3 Ukuran pelat atas pada penumpu pondasi mesin (lebar dan tebal) harus cukup untuk mendapatkan pemasangan dan dudukan mesin yang efisien dan tergantung pada tinggi dudukan dan jenis mesin yang memadai kekakuan melintang.

Tebal pelat atas pada penumpu pondasi mesin kurang lebih sama dengan diameter baut yang dipasang. Luas penampang melintang dari pelat atas tersebut tidak boleh kurang dari:

$$A_T = \frac{P}{15} + 30 \text{ [cm}^2\text{]} \quad \text{untuk } P \leq 750 \text{ kW}$$

$$= \frac{P}{75} + 70 \text{ [cm}^2\text{]} \quad \text{untuk } P > 750 \text{ kW}$$

Jika mesin ganda dipasang, secara umum pelat atas menerus harus dipasang jika mesin digabungkan ke satu poros baling-baling.

Untuk mesin-mesin yang dipasang secara elastis, luas penampang A_T dapat dikurangi secara memadai.

3.2.4 Penumpu memanjang dari dudukan mesin harus ditumpu melintang dengan menggunakan gading besar atau sekat sayap. Ukuran konstruksi gading besar harus ditentukan sesuai dengan [Bab 9, A.6](#).

3.2.5 Pelat atas lebih baik dihubungkan ke penumpu memanjang dan melintang yang lebih tebal kira-kira 15 mm dengan menggunakan sambungan las tumpul tirus ganda (sambungan las tumpul K), (lihat juga [Bab 19, B.3.2](#)).

D. Pendorong Melintang

1. Umum

Dalam konteks Bab ini, pendorong melintang digunakan untuk membantu manuver, yang terintegrasi dengan struktur kapal dan yang mampu menghasilkan dorongan melintang pada kecepatan kapal yang sangat lambat. Baling-baling kemudi yang dapat ditarik bukanlah pendorong melintang yang dimaksud dalam konteks Bab ini.

Dalam kasus pendorong melintang yang digunakan di luar dari bantuan manuver jangka pendek di pelabuhan atau muara, misalnya Sistem Penentuan Posisi Dinamis (notasi kelas "DP x") atau penggunaan selama melewati kanal, tambahan persyaratan dapat ditentukan oleh BKI.

2. Prinsip struktur

2.1 Terowongan pendorong melintang harus benar-benar terintegrasi dalam struktur kapal dan dilas.

Tebal t dari terowongan tidak boleh kurang dari yang ditentukan oleh formula berikut:

$$t = \sqrt{L \cdot k} + 5,0 \quad [\text{mm}]$$

2.2 Struktur rumah elemen pendorong sebagai perlengkapan penahan untuk unit pendorong harus terhubung secara efektif dengan struktur terowongan.

2.3 Jika mesin pendorong yang ditopang langsung oleh struktur kapal, harus dipastikan bahwa rumah mesin dan elemen pendukungnya harus mampu menahan beban oleh eksitasi pendorong tanpa terjadi kerusakan.

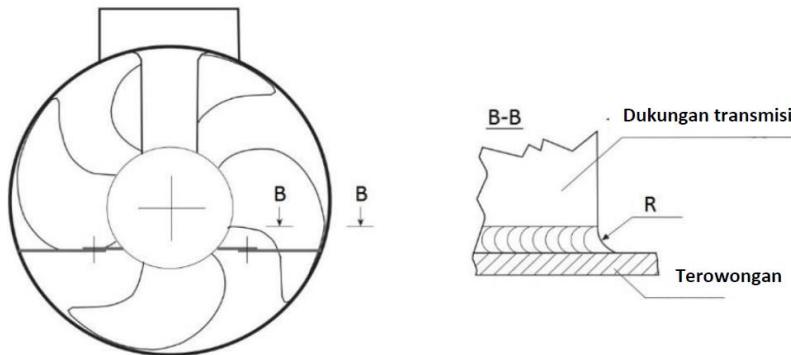
2.4 Semua pengelasan pada elemen struktur yang merupakan bagian dari integritas kedap air lambung kapal umumnya dilakukan pengelasan penetrasi penuh pada akar lasan, menurut [Bab 19, B](#) (lihat juga [Bab 19, Gambar 19.8](#)). Dalam keadaan tertentu lasan HV-atau DHV dengan penetrasi pada akar tidak sempurna yang ditentukan sesuai dengan [Bab 19, B](#) (lihat juga [Bab 19, Gambar 19.9](#)) dapat digunakan untuk elemen struktur ringan yang dibebani dengan risiko keruskannya rendah.

2.5 Jika rumah roda gigi ditopang di sekitar hub baling-baling, braket penopang harus dihubungkan ke terowongan dengan pengelasan HV atau DHV penetrasi penuh pada akar lasan. Transisi harus dilakukan sesuai [Gambar 8.2](#) dan harus digrinda bebas takik. Jari-jari R tidak boleh kurang dari yang ditentukan oleh formula berikut ini:

$$R = 3 + 0,7 \cdot t_s \cdot \cos(AW - 45^\circ) \quad [\text{mm}]$$

t_s = tebal [mm] dari braket penumpu rumah roda gigi

AW = sudut [$^\circ$] antara terowongan dan braket penumpu rumah roda gigi



Gambar 8.2 Sambungan antara braket penumpu rumah roda gigi dan terowongan pendorong

3. Desain khusus

Jika saluran hisap atau saluran pengurasan direncakan di alas kapal, desain tekanan slamming alas sesuai dengan [Bab 4, B.4](#) harus dipertimbangkan.

4. Kisi-kisi pendorong

Untuk kapal dengan notasi **ES** lihat juga [Bab 15, B.10](#) dan untuk kapal dengan notasi kelas **IW** lihat juga [Bab 37, B.8](#).

5. Catatan untuk desain Getaran

Dari sudut pandang getaran direkomendasikan bahwa kulit kapal dan struktur tangki di sekitar pendorong melintang harus dirancang sedemikian rupa sehingga desain kriteria berikut terpenuhi:

$$f_{plate} > 1,2 \cdot f_{blade}$$

$$f_{stiff} < 0,8 \cdot f_{blade} \text{ or } f_{stiff} > 1,2 \cdot f_{blade}$$

f_{plate} = frekuensi alami terendah [Hz] bidang pelat isotropik dengan pertimbangan tambahan massa perlengkapan dan hidrodinamik

f_{stiff} = frekuensi alami terendah [Hz] penegar dengan pertimbangan tambahan massa perlengkapan dan hidrodinamik

f_{blade} = frekuensi eksitasi daun baling-baling [Hz] pada n

$$= \frac{1}{60} \cdot n \cdot z$$

n = kecepatan putaran maksimum [1/min] pendorong melintang

z = jumlah daun baling-baling

E. Perhitungan Pengedokan

Untuk kapal dengan panjang lebih dari 120 m, untuk kapal dengan desain tertentu, khususnya di lambung belakang dan untuk kapal dengan beban doking lebih dari 700 kN/m, dipersyaratkan perhitungan khusus gaya pengedokan. Beban muat maksimum yang diijinkan untuk tetap ada di kapal selama pengedokan dan distribusi beban harus ditentukan. Bukti kekuatan yang cukup dapat dilakukan baik dengan perhitungan pengedokan yang sederhana atau perhitungan langsung.

Jumlah dan pengaturan dari balok lunas harus sesuai dengan gambar rencana pengedokan yang dikirim. Perhitungan langsung dipersyaratkan untuk kapal dengan bagian menggantung yang tidak biasa diujung-ujung kapal atau dengan distribusi muatan yang tidak homogen.

Catatan:

Pengaturan balok lunas dan bidang kontak harus ditentukan berdasarkan pertimbangan ukuran kapal.

1. Perhitungan pengedokan sederhana

Gaya lokal dari balok lunas yang bekerja pada struktur alas dapat dihitung dengan cara yang sederhana menggunakan beban balok lunas nominal q_0 . Berdasarkan pada gaya-gaya tersebut, kekuatan yang cukup harus ditunjukkan untuk semua elemen alas struktur yang mungkin dipengaruhi oleh gaya-gaya balok lunas.

Beban balok lunas nominal q_0 dihitung sebagai berikut, lihat juga [Gambar 8.3](#).

$$q_0 = \frac{G_s \cdot C}{L_{KB}} \quad [\text{kN/m}]$$

Dengan berat kapal selama pengedokan termasuk muatan, balas, dan bahan habis pakai [kN]

G_s = total berat kapal [kN] selama pengedokan termasuk muatan, balas dan bahan habis pakai

L_{KB} = panjang rentang balok lunas [m]; yaitu secara umum panjang lunas datar horizontal

C = faktor pembobotan
 = 1,25 secara umum

= 2,0 di daerah-daerah berikut:

– dalam $0,075 \cdot L_{KB}$ dari kedua ujung panjang L_{KB}

- dibawah mesin utama
- di daerah sekat melintang sepanjang jarak $2 \cdot e$
- di daerah tumpuan tangki gas

e = jarak wrang pelat yang berdekatan dengan sekat melintang [m]; untuk nilai e tidak perlu lebih besar dari 1,0 m.

Jika sistem konstruksi memanjang digunakan dalam alas ganda dengan kombinasi penumpu garis tengah kapal sesuai dengan B.2, dapat diasumsikan bahwa penumpu garis tengah kapal menahan 50% gaya dan dua (lihat Bab 6, B.5.2) balok lunas memanjang yang berdekatan masing-masing 25%.

2. Penghitungan pengedokan langsung

Jika gaya balok pengedokan ditentukan oleh penghitungan langsung, mis. dengan perhitungan elemen hingga, mempertimbangkan kekakuan badan kapal dan distribusi berat, kapal harus diasumsikan secara elastis menumpu di balok lunas. Kekakuan dari balok lunas harus ditentukan termasuk lapisan kayu.

Jika dok apung digunakan, kekakuan dok apung harus dipertimbangkan.

Kondisi pengedokan sementara juga perlu dipertimbangkan.

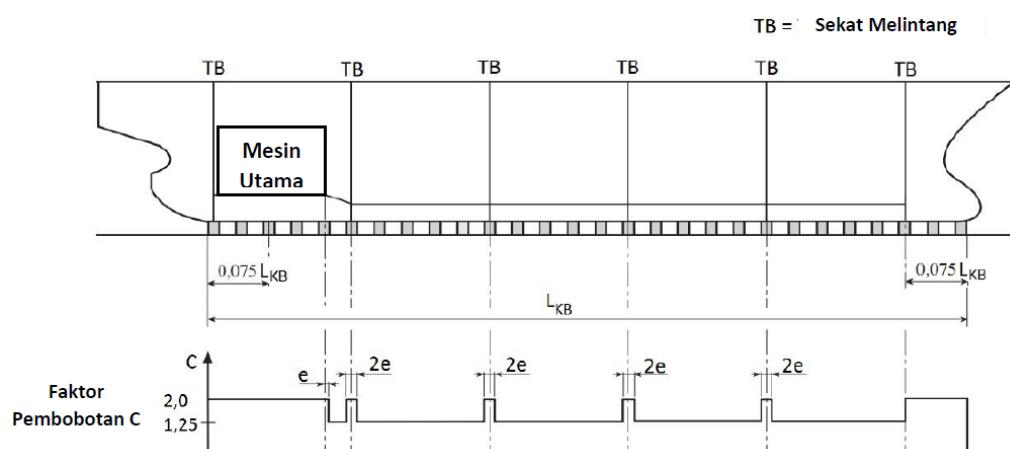
3. Tegangan izin

Tegangan ekuivalen izin σ_v adalah:

$$\sigma_v \leq \frac{R_{eh}}{1,05} \quad [\text{N/mm}^2]$$

4. Kekuatan Bukling

Struktur alas harus diperiksa sesuai dengan Bab 3, F. Untuk tujuan ini faktor keamanan $S = 1,05$ harus diterapkan.



Gambar 8.3 Beban pada balok lunas

Bab 9 Sistem Gading

- A. Gading Melintang 9–1
B. Pembujur Alas, Sisi dan Geladak, Pelintang Sisi 9–8

A. Gading Melintang

1. Umum

1.1 Jarak Gading

Bagian depan dari sekat tubrukan dan bagian belakang dari sekat ceruk buritan, umumnya jarak gading tidak lebih dari 600 mm.

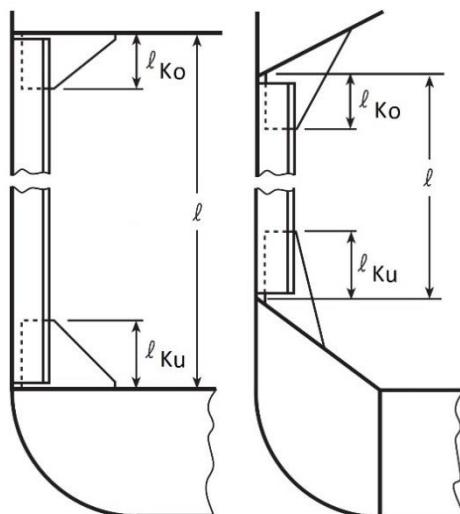
1.2 Definisi

k = faktor material menurut Bab 2, B

ℓ = Jarak tidak ditumpu [m] menurut Bab 3, C, lihat juga Gambar 9.1

ℓ_{\min} = 2,0 m untuk gading utama.

ℓ_{Ku}, ℓ_{Ko} = panjang braket bawah/atas yang terpasang pada gading utama di dalam panjang ℓ [m], lihat Gambar 9.1



Gambar 9.1 Panjang tidak ditumpu dari gading melintang

$$m_a = 0,204 \frac{a}{\ell} \left[4 - \left(\frac{a}{\ell} \right)^2 \right], \text{ dimana, } \frac{a}{\ell} \leq 1$$

e = jarak gading besar [m]

p = p_s atau p_e , sesuai kasusnya

p_s = beban sisi kapal [kN/m^2] menurut Bab 4, B.2

- p_e = beban struktur haluan [kN/m^2] menurut Bab 4, B.3 atau struktur buritan sesuai dengan Bab 4, B.4, sesuai kasusnya
- p_L = beban geladak antara [kN/m^2] menurut Bab 4, C.1
- p_1, p_2 = tekanan [kN/m^2] menurut Bab 4, D.1
- H_u = tinggi sampai ke geladak terendah [m]
- c_r = faktor untuk gading-gading melengkung
- $$= 1,0 - 2 \frac{s}{\ell}$$
- c_{rmin} = 0,75
- s = tinggi maks. kelengkungan

2. Gading utama

2.1 Ukuran konstruksi

2.1.1 Modulus penampang W_R dan luas geser A_R dari gading utama termasuk sambungan ujung tidak boleh kurang dari:

$$W_R = n \cdot c \cdot [1 - m_a^2] \cdot c_r \cdot a \cdot \ell^2 \cdot p \cdot k \quad [\text{cm}^3]$$

luas geser ujung atas:

$$A_{RO} = [1 - 0,817 \cdot m_a] \cdot 0,04 \cdot a \cdot \ell \cdot p \cdot k \quad [\text{cm}^2]$$

luas geser ujung bawah:

$$A_{RU} = [1 - 0,817 \cdot m_a] \cdot 0,07 \cdot a \cdot \ell \cdot p \cdot k \quad [\text{cm}^2]$$

$$\begin{aligned} n &= 0,9 - 0,0035 \cdot L && \text{untuk } L < 100 \text{ m} \\ &= 0,55 && \text{untuk } L \geq 100 \text{ m} \end{aligned}$$

$$c = 1,0 - \left(\frac{\ell_{ku}}{\ell} + 0,4 \cdot \frac{\ell_{ko}}{\ell} \right)$$

$$c_{min} = 0,6$$

di daerah sambungan braket bawah, modulus penampang tidak kurang dari nilai yang diperoleh untuk $c = 1,0$

2.1.2 Pada kapal dengan lebih dari 3 geladak, gading utama harus diteruskan setidaknya hingga ke geladak diatas geladak terendah.

2.1.3 Ukuran konstruksi pada gading utama tidak boleh kurang dari gading geladak antara di atasnya.

2.1.4 Jika ukuran konstruksi dari gading utama ditentukan dengan perhitungan kekuatan, tegangan izin berikut harus diperhatikan:

– tegangan bending: $\sigma_b \leq \frac{150}{k}$ $[\text{N}/\text{mm}^2]$

- tegangan geser: $\tau \leq \frac{100}{k}$ [N/mm²]
- tegangan ekivalen: $\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 \cdot \tau^2} \leq \frac{180}{k}$ [N/mm²]

2.1.5 Gaya karena pengaturan pengikatan yang bekerja pada gading harus dipertimbangkan ketika menentukan ukuran konstruksi gading (lihat juga Bab 21, J)

2.1.6 Untuk gading utama dalam ruang muat pada kapal curah lihat juga Bab 23, B.5.2.

2.2 Gading dalam tangki

Modulus penampang W dan luas geser A dari gading dalam tangki atau di ruang muat untuk air ballast tidak boleh kurang dari nilai-nilai yang lebih besar berikut:

$$W_1 = (1 - m_a^2) \cdot n \cdot c \cdot a \cdot \ell^2 \cdot p_1 \cdot c_r \cdot k \quad [\text{cm}^3]$$

$$W_2 = (1 - m_a^2) \cdot 0,44 \cdot c \cdot a \cdot \ell^2 \cdot p_2 \cdot c_r \cdot k \quad [\text{cm}^3]$$

$$A_1 = (1 - 0,817 \cdot m_a) \cdot 0,05 \cdot a \cdot \ell \cdot p_1 \cdot k \quad [\text{cm}^2]$$

$$A_2 = (1 - 0,817 \cdot m_a) \cdot 0,04 \cdot a \cdot \ell \cdot p_2 \cdot k \quad [\text{cm}^2]$$

n dan c lihat 2.1.1.

2.3 Sambungan Ujung

2.3.1 Sambungan braket bawah ke struktur alas harus ditentukan sesuai dengan Bab 3, D.2 sebagai dasar modulus penampang gading utama.

2.3.2 Sambungan braket atas ke struktur geladak dan/atau ke gading geladak antara harus ditentukan sesuai dengan Bab 3, D.2 sebagai dasar modulus penampang balok geladak atau gading geladak antara mana yang lebih besar.

2.3.3 Jika gading ditumpu oleh sebuah geladak konstruksi memanjang, gading yang dipasang antara gading besar harus tersambung ke pembujur terdekat dengan braket. Ukuran konstruksi dari braket harus ditentukan sesuai dengan Bab 3, D.2 sebagai dasar modulus penampang dari gading.

3. Gading geladak antara dan bangunan atas

3.1 Umum

Pada kapal yang memiliki kecepatan melebihi $v_0 = 1,6 \sqrt{L}$ [kn], gading akil ke depan 0,1L dari FP harus memiliki setidaknya ukuran konstruksi yang sama dengan gading yang terletak antara geladak pertama dan kedua

Lebih lanjut, Jika bangunan atas atau rumah geladak besar direncanakan pada bangunan atas, penguatan gading ruang dibawahnya dapat dipersyaratkan.

Untuk gading geladak antara dalam tangki, persyaratan untuk modulus penampang W_1 dan W_2 menurut 2.2 harus diperhatikan.

3.2 Ukuran konstruksi

Modulus penampang W_t dan luas geser A_t dari geladak antara dan gading bangunan atas tidak boleh kurang dari:

$$W_t = 0,55 \cdot m \cdot a \cdot \ell^2 \cdot p \cdot c_r \cdot k \quad [\text{cm}^3]$$

$$A_t = (1 - 0,817 \cdot m_a) \cdot 0,05 \cdot a \cdot \ell \cdot p \cdot k \quad [\text{cm}^2]$$

p harus diambil tidak kurang dari:

$$p_{\min} = 0,4 \cdot p_L \cdot \left(\frac{b}{\ell} \right)^2 \quad [\text{kN/m}^2]$$

b = jarak tidak ditumpu balok geladak bawah masing-masing gading geladak antara [m]

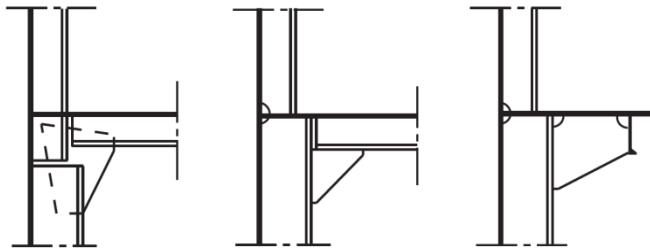
Untuk gading geladak antara yang tersambung di ujung terbawah ke pelintang geladak, P_{\min} , harus dikalikan dengan faktor:

$$f_1 = 0,75 + 0,2 \cdot \frac{e}{a} \geq 1,0$$

3.3 Sambungan Ujung

Gading-gading geladak antara dan bangunan atas harus tersambung ke gading utama bawah, atau ke geladak. Sambungan ujung dapat dilakukan sesuai dengan [Gambar 9.2](#).

Bila dapat diterapkan, untuk gading geladak antara dan bangunan atas, [2.3.3](#) harus ditaati.



Gambar 9.2 Tipe Sambungan ujung pada gading geladak antara dan bangunan atas

4. Gading ceruk dan gading-gading disekitar buritan

4.1 Gading ceruk

4.1.1 Modulus penampang W_p dan luas geser A_p gading ceruk tidak boleh kurang dari:

$$W_p = 0,55 \cdot m \cdot a \cdot \ell^2 \cdot p \cdot c_r \cdot k \quad [\text{cm}^3]$$

$$A_p = (1 - 0,817 \cdot m_a) \cdot 0,05 \cdot a \cdot \ell \cdot p \cdot k \quad [\text{cm}^2]$$

4.1.2 Gading ceruk harus tersambung ke pelat senta untuk memastikan transmisi yang cukup dari gaya geser.

4.1.3 Bila ceruk digunakan sebagai tangki, modulus penampang gading ceruk tidak boleh kurang dari yang dipersyaratkan oleh [Bab 12, B.3.1](#) untuk W_2 .

4.2 Gading-gading disekitar buritan

4.2.1 Gading-gading disekitar buritan cruiser direncanakan pada perubahan sudut ke arah melintang harus memiliki jarak tidak lebih 600 mm dan dapat diteruskan sampai ke geladak atas tutup tangki ceruk yang mempertahankan ukuran konstruksi dari gading ceruk

4.2.2 Sebuah senta tambahan dapat dipersyaratkan di buritan kapal diluar ceruk buritan bila gading cenderung miring dan tidak dipasang secara vertikal ke kulit kapal.

5. Penguatan lambung haluan dan buritan

5.1 Umum

Pada lambung haluan, yaitu dari ujung depan ke $0,15L$ dibelakang FP, braket flensa secara prinsip harus digunakan.

Sejauh dapat dilaksanakan dan memungkinkan, tingkat balok atau gading besar dan senta harus dipasang di ceruk depan dan buritan.

5.2 Tingkat balok

5.2.1 Bagian depan sekat tubrukan, umumnya jarak tingkat balok (balok di setiap gading lainnya) tidak boleh lebih 2,6 m, diukur secara vertikal, harus direncanakan di bawah geladak terendah dalam ceruk haluan tersebut. Pelat senta harus dipasang pada tingkat balok yang dihubungkan dengan pengelasan menerus ke pelat kulit dan dengan braket untuk setiap gading. Ukuran konstruksi pelat senta harus ditentukan dengan formula berikut:

$$- \text{ lebar } b = 75 \cdot \sqrt{L} \quad [\text{mm}]$$

$$- \text{ tebal } t = 6,0 + \frac{L}{40} \quad [\text{mm}]$$

5.2.2 Luas penampang masing-masing balok harus ditentukan sesuai dengan Bab 10, C.2 untuk beban:

$$P = A \cdot p \quad [\text{kN}]$$

$$A = \text{luas pembebanan balok} \quad [\text{m}^2]$$

$$p = p_s \text{ or } p_e, \text{ sesuai yang berlaku}$$

5.2.3 Dalam ceruk buritan, tingkat balok dengan pelat senta umumnya berjarak 2,6 m, diukur secara vertikal, harus direncanakan sebagaimana disyaratkan 5.2.1, sejauh dapat dilakukan berkaitan dengan bentuk kapal.

5.2.4 Las putus-putus pada senta di ceruk buritan harus dihindari. Setiap skalop pada kulit pelat harus terbatas untuk lubang yang diperlukan untuk pengelasan dan lubang air.

5.2.5 Bila ceruk digunakan sebagai tangki, pelat senta harus berflens atau pelat hadap harus dipasang di tepi dalam. Senta harus secara efektif dipasang di sekat tubrukan sehingga gaya dapat ditransmisikan dengan baik.

5.2.6 Bila geladak berlubang dipasang sebagai pengganti tingkat balok, ukuran konstruksi harus ditentukan sebagaimana untuk sekat berlubang menurut Bab 12, G. Bagaimanapun, Persyaratan mengenai luas penampang diatur dalam 5.2.2 harus dipenuhi.

5.3 Gading Besar dan Senta

5.3.1 Bila gading besar dan penumpu senta dipasang sebagai pengganti tingkat balok, ukuran konstruksi harus ditentukan sebagai berikut:

Modulus penampang:

$$W = 0,55 \cdot e \cdot \ell^2 \cdot p \cdot n_c \cdot k \quad [\text{cm}^3]$$

Luas penampang bilah pada penumpu:

$$A_w = 0,05 \cdot e \cdot \ell_1 \cdot p \cdot k \quad [\text{cm}^2]$$

- ℓ = jarak yang tidak ditumpu [m], tanpa mempertimbangkan balok palang pengikat, jika ada
 ℓ_1 = mirip dengan ℓ , namun, mempertimbangkan balok palang pengikat, jika ada
 n_c = koefisien menurut [Tabel 9.1](#) berikut.

Tabel 9.1 Koefisien pengurangan n_c

Jumlah balok palang pengikat	n_c
0	1,0
1	0,5
3	0,3
≥ 3	0,2

5.3.2 Pelintang vertikal harus dihubungkan dengan balok palang pengikat, luas penampang harus ditentukan sesuai dengan [5.2.2](#)

5.3.3 Bila gading besar dan senta pada lambung haluan ditentukan dimensinya dengan perhitungan kekuatan, tegangan tidak boleh melebihi tegangan izin dalam [2.1.4](#).

Catatan:

Bila haluan gembung besar dan panjang direncanakan, tekanan dinamis p_{sdyn} harus diterapkan secara secara unilateral. Tekanan unilateral ini dapat dihitung kurang lebih sebagai berikut:

$$p_{sdyn} = p_o \cdot c_F \cdot \left(1 + \frac{z}{T} \right) \quad [\text{kN/m}^2]$$

p_o , c_F , z dan f sesuai dengan [Bab 4](#), dengan $f = 0,75$.

Untuk luas efektif dari p_{sdyn} , luas yang diproyeksikan dari bidang z-x dari depan ke sekat tubrukan dapat diasumsikan.

5.4 Gading besar dan senta pada geladak antara dan geladak bangunan atas

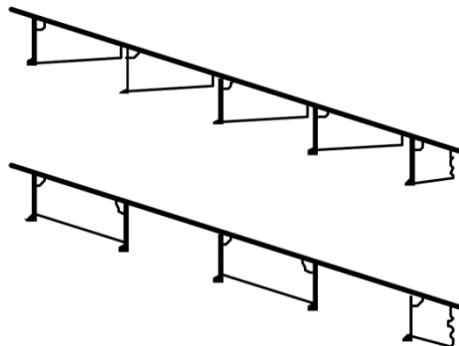
Bila kecepatan kapal melebihi $v_0 = 1,6 \sqrt{L}$ [kn] atau pada kapal dengan masing-masing haluan flare yang cukup besar, senta dan pelintang menurut [5.3](#) harus dipasang dalam $0,1L$ dari garis tegak lurus haluan di ruang geladak antara dan bangunan atas

Jarak senta dan pelintang harus kurang dari 2,8 m. Sebuah haluan flare yang cukup besar terpasang, jika sudut flare melebihi 40° , diukur dalam arah melintang kapal dan terkait dengan bidang vertikal.

5.5 Braket Triping

5.5.1 Antara titik lebar terbesar kapal pada sarat maksimum dan braket triping sekat tubrukan, jarak tidak boleh lebih dari 2,6 m, diukur secara vertikal, menurut [Gambar 9.3](#) harus dipasang. tebal braket harus ditentukan sesuai dengan [5.2.1](#). Bila pembuktian keamanan terhadap triping tersedia, braket triping dapat sebagian atau sepenuhnya diitiadakan.

5.5.2 Dalam rentang yang sama. Bila tinggi ruang geladak antara dan bangunan atas 3,0 m atau lebih, braket triping menurut [5.5.1](#) harus dipasang.



Gambar 9.3 Braket Triping

5.5.3 Bila ceruk atau ruang lainnya didepan sekat tubrukan dimaksudkan digunakan sebagai tangki, braket triping menurut [5.5.1](#) harus dipasang antara tingkat balok atau senta.

5.5.4 Untuk penguatan es, lihat [Bab 15](#)

6. Gading besar di ruang permesinan

6.1 Pengaturan

6.1.1 Di ruang mesin dan ketel, gading besar harus dipasang. Umumnya, gading besar harus diteruskan sampai ke geladak menerus paling atas. Gading besar harus berjarak tidak lebih dari 5 kali jarak gading di ruang mesin.

6.1.2 Untuk mesin pembakaran, gading besar umumnya harus dipasang di ujung depan dan belakang mesin. Gading besar harus dipasang dengan jarak yang sama sepanjang mesin.

6.1.3 Bila mesin pembakaran dipasang dibelakang, senta berjarak 2,6 m harus dipasang di ruang mesin, lurus dengan senta di ceruk buritan, jika ada. Jika tidak, gading utama harus diperkuat secukupnya. Ukuran konstruksi dari senta harus sama dengan gading besar. Setidaknya satu senta dipersyaratkan bila tinggi sampai geladak terendah kurang dari 4,0 m.

6.1.4 Untuk struktur alas di ruang permesinan, lihat [Bab 8, C.](#)

6.2 Ukuran konstruksi

6.2.1 Modulus penampang gading besar tidak boleh kurang dari:

$$W = 0,8 \cdot e \cdot \ell^2 \cdot p_s \cdot k \quad [\text{cm}^3]$$

Momen inersia dari gading besar tidak boleh kurang dari:

$$I = H \cdot (4,5H - 3,5) \cdot c_i \cdot 10^2 \quad [\text{cm}^4] \text{ untuk } 3,0 \text{ m} \leq H \leq 10 \text{ m}$$

$$I = H \cdot (7,25 H - 31) \cdot c_i \cdot 10^2 \text{ [cm}^4\text{]} \text{ untuk } H > 10 \text{ m}$$

$$c_i = 1 + (H_u - 4) \cdot 0,07$$

Ukuran konstruksi pada bilah harus dihitung sebagai berikut:

$$\text{tinggi } h = 50 \cdot H \text{ [mm]}$$

$$h_{\min} = 250 \text{ mm}$$

$$\text{tebal } t = \frac{h}{32 + 0,03 \cdot h} \text{ [mm]}$$

$$t_{\min} = 8,0 \text{ mm}$$

6.2.2 Kapal dengan tinggi kurang dari 3,0 m harus memiliki gading besar dengan ukuran konstruksi bilah tidak boleh kurang dari 250 x 8 mm dan luas penampang pelat hadap minimal 12 cm².

6.2.3 Di kamar mesin yang sangat lebar, direkomendasikan untuk memasang sekat memanjang sisi.

B. Pembujur Alas, Sisi dan Geladak, Pelintang Sisi

1. Umum

1.1 Pembujur harus lebih diutamakan menerus melalui wrang pelat dan pelintang. Pengikatan bilah pembujur ke bilah wrang pelat dan pelintang harus sedemikian rupa sehingga gaya pendukung akan ditransmisikan tanpa melebihi tegangan geser 100/k [N/mm²].

Untuk pembujur dan balok memanjang, kecukupan kekuatan lelah sesuai dengan [Bab 20](#) harus dibuktikan.

Didepan 0,1L dari **FP** bilah dari pembujur harus tersambung secara efektif pada kedua ujungnya. Jika sudut flare lebih dari 40°, penambahan penegar tumit atau braket harus direncanakan.

1.2 Jika pembujur berbatasan di sekat melintang atau gading besar, braket harus dipasang. Pembujur ini harus dihubungkan pada gading besar atau sekat oleh braket dengan tebal dari tebal bilah penegar, dan dengan panjang lasan pada pembujur 2 x tinggi pembujur.

1.3 Di luar dari flens atas dan bawah lambung kapal, luas penampang melintang diatur dalam [1.2](#) dapat dikurangi sebesar 20%.

1.4 Jika pembujur harus di snip/tirus di wrang kedap air dan sekat, pembujur harus dihubungkan ke wrang dengan braket dengan tebal wrang pelat, dan dengan panjang lasan di pembujur 2 x tinggi pembujur alas. (Untuk sistem konstruksi memanjang di alas ganda, lihat [Bab 8, B.7](#))

1.5 Untuk kekuatan bukling pada pembujur lihat [Bab 3, F.2.3 dan 3.](#)

2. Definisi

k = faktor material sesuai dengan [Bab 2, B](#)

ℓ = panjang yang tidak ditumpu [m], lihat juga [Gambar 9.4](#)

p = beban [kN/m²]

= p_B, p_{B1} menurut [Bab 4, B.3](#) untuk pembujur alas.

- = p_s , p_{s1} atau p_e menurut Bab 4, B.2.1 untuk pembujur sisi
- = p_1 menurut Bab 4, D.1.1 untuk pembujur di sisi kapal, di sekat memanjang dan alas dalam di daerah tangki.

Untuk pembujur alas di daerah tangki p karena tekanan tangki tidak perlu diambil lebih besar dari

$$p_1 - (10 \cdot T_{\min} - p_0 \cdot c_F) \quad [\text{kN/m}^2]$$

Untuk pembujur sisi dibawah T_{\min} p tidak perlu diambil lebih besar dari:

$$p_1 - 10 \cdot (T_{\min} - z) + p_0 \cdot c_F \left(1 + \frac{z}{T_{\min}} \right) \quad [\text{kN/m}^2]$$

dengan $p \leq p_1$

- = p_d menurut Bab 4, D.2 untuk pembujur di sisi kapal, di geladak dan di sekat memanjang di tangki yang dimaksudkan untuk diisi sebagian
- = p_D menurut Bab 4, B.1 untuk pembujur geladak pada geladak kekuatan
- = p_{DA} menurut Bab 4, B.5 untuk geladak terbuka yang tidak diperlakukan sebagai geladak kekuatan
- = p_i menurut Bab 4, C.2 untuk pembujur alas dalam, namun, tidak kurang dari beban yang sesuai dengan jarak antara alas dalam dan beban garis air tertinggi.
- = p_L menurut Bab 4, C.1 untuk pembujur geladak muatan dan untuk pembujur alas dalam

p_0 = menurut Bab 4, A.2.2

C_F = menurut Bab 4, Tabel 4.1

T_{\min} = sarat balas terendah

σ_L = tegangan aksial pada profil yang dipertimbangkan [N/mm^2] menurut Bab 5, D.1

z = jarak struktur [m] di atas garis dasar

x_ℓ = jarak [mm] dari struktur melintang masing-masing di I dan J (lihat Gambar 9.4)

$$m = (m_K^2 - m_a^2); \quad m \geq \frac{m_K^2}{2}$$

m_a = lihat A.1.2

$$m_K = 1 - \frac{\ell_{KI} + \ell_{KJ}}{10^3 \cdot \ell}$$

ℓ_{KI}, ℓ_{KJ} = panjang penumpu efektif [mm] karena penegar tumit dan braket pada gading I dan J (lihat Gambar 9.4)

$$\ell_K = h_s + 0,3 \cdot h_b + \frac{1}{c_1} \leq (\ell_b + h_s)$$

$$c_1 = \frac{1}{\ell_b - 0,3 \cdot h_b} + \frac{c_2 (\ell_b - 0,3 \cdot h_b)}{h_e^2} \quad \left[\frac{1}{\text{mm}} \right] \text{ Untuk } \ell_b \leq 0,3 \cdot h_b, \frac{1}{c_1} = 0 \text{ harus diambil}$$

h_s, ℓ_b, h_b, h_e lihat [Gambar 9.4](#)

h_s = tinggi penegar tumit [mm]

ℓ_b, h_b = dimensi braket [mm]

c_2 = 3,0 secara umum

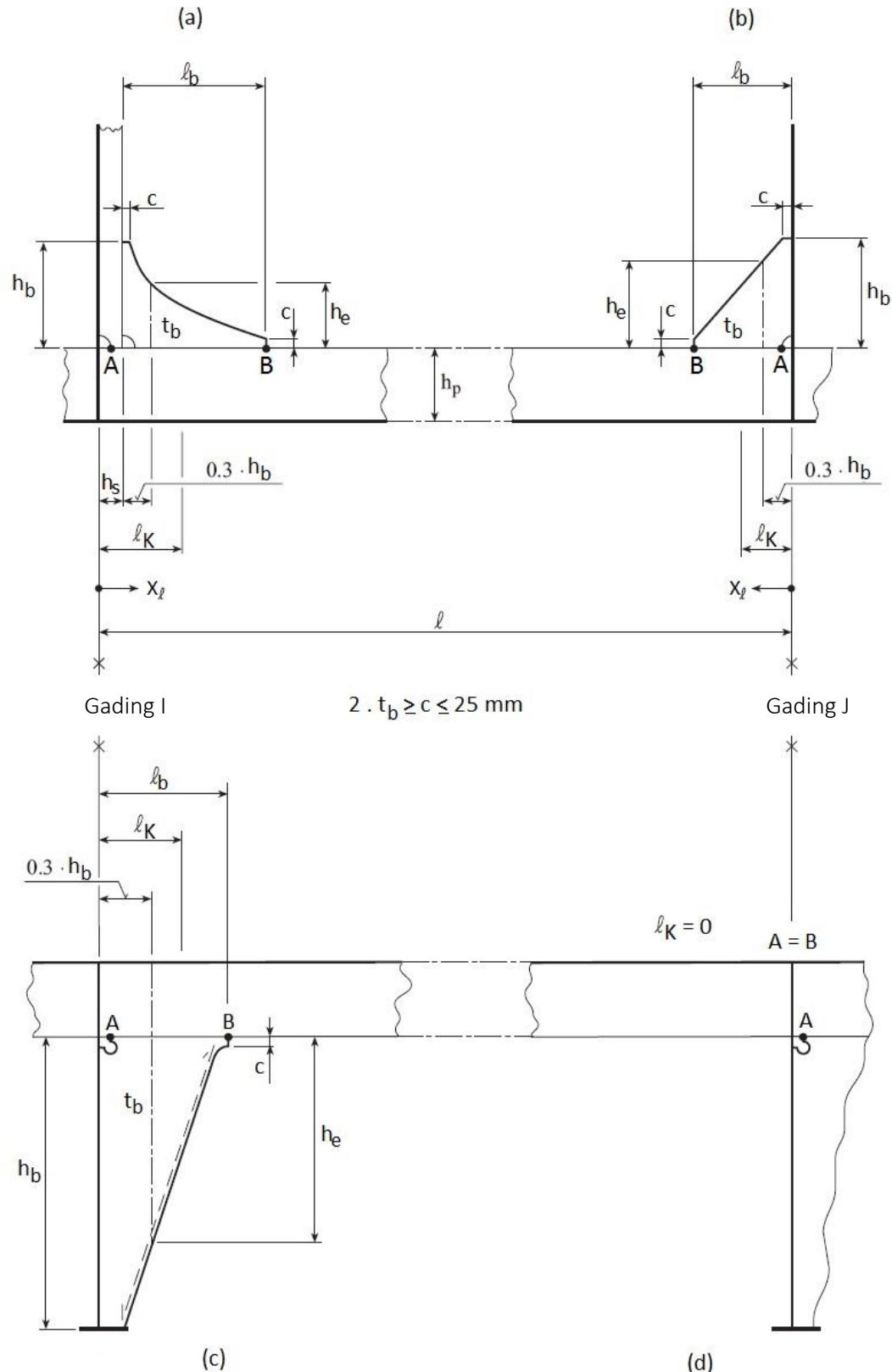
c_2 = 1,0 untuk braket berflensa (lihat [Gambar 9.4 \(c\)](#))

h_e = tinggi braket [mm] pada jarak ;

x_ℓ = $h_s + 0,3 \cdot h_b$ dari masing-masing gading I dan J

Jika tidak ada penegar tumit atau braket yang dipasang nilai masing-masing harus diambil sebagai berikut:

$$\left(h_s, h_b, \frac{1}{c_1} \right) = 0 \text{ (lihat [Gambar 9.4 \(d\)](#)).}$$



Gambar 9.4 Sambungan Ujung

3. Ukuran konstruksi dari pembujur dan balok pembujur

3.1 Modulus penampang W_ℓ dan luas geser A_ℓ dari pembujur dan balok pembujur dari geladak kekuatan tidak boleh kurang dari:

$$W_{\ell} = \frac{83,3}{\sigma_{pr}} \cdot m \cdot a \cdot \ell^2 \cdot p \quad [\text{cm}^3]$$

$$A_{\ell} = (1 - 0,817 \cdot m_a) \cdot 0,05 \cdot a \cdot \ell \cdot p \cdot k \quad [\text{cm}^2]$$

Tegangan izin σ_{pr} harus ditentukan sesuai dengan formula berikut:

$$\sigma_{pr} = \sigma_{perm} - |\sigma_L| \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\sigma_{pr} \leq \frac{150}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\sigma_{perm} = \left(0,8 + \frac{L}{450}\right) \cdot \frac{230}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\sigma_{perm\ max} \leq \frac{230}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Untuk pembujur sisi W_{ℓ} dan A_{ℓ} tidak boleh kurang dari:

$$W_{\ell min} = \frac{83}{\sigma_{perm\ max} - |\sigma_L|} \cdot m \cdot a \cdot \ell^2 \cdot p_{s1} \quad [\text{cm}^3]$$

$$A_{\ell min} = (1 - 0,817 \cdot m_a) \cdot 0,037 \cdot a \cdot \ell \cdot p_{s1} \cdot k \quad [\text{cm}^2]$$

p_{s1} sesuai dengan [Bab 4](#), masing-masing [B.2.1.1](#) and [2.1.2](#).

Untuk perhitungan kekuatan lelah menurut [Tabel 20.1](#) tegangan bending karena bending penegar lokal dan tegangan normal memanjang akibat bending lambung kapal harus dikombinasikan. Tegangan bending dari bending penegar lokal akibat beban lateral p dapat dihitung sebagai berikut:

untuk $0 \leq x_{\ell} \leq \ell_k$

$$\sigma_A = \frac{83 \cdot m \cdot a \cdot \ell^2 \cdot p}{W_a} + \sigma_h \quad [\text{N/mm}^2]$$

untuk $x_P = h_s + \ell_b$

$$\sigma_B = \sigma_A \cdot m_1 \quad [\text{N/mm}^2]$$

W_a = modulus penampang dari profil $[\text{cm}^3]$ termasuk lebar pelat efektif menurut [Bab 3, F.2.2](#)

σ_h = menurut [Bab 3, L.1](#)

$m_1 = 1,0 - 4 \cdot c_3 \cdot [1 - 0,75 \cdot c_3]$

untuk posisi B di I

$$c_{3I} = \frac{h_{sl} + \ell_{bl} - \ell_{kl}}{10^3 \cdot \ell \cdot m_k}$$

untuk posisi B di J

$$C_{3J} = \frac{h_{sl} + \ell_{bj} - \ell_{kj}}{10^3 \cdot \ell \cdot m_k}$$

Tegangan pada titik A tidak boleh kurang dari tegangan pada bidang yang berdekatan (masing-masing di belakang gading I dan di depan gading J).

Di daerah lengkungan pelat kulit (misalnya di daerah bilga) modulus penampang $W_{\ell_{min}}$, luas geser $A_{\ell_{min}}$ dan tegangan σ_B dapat dikurangi dengan faktor C_R .

$$C_R = \frac{1,0}{1,0 + \frac{a \cdot \ell^4 \cdot t}{0,006 \cdot I_a \cdot R^2}}$$

t = tebal pelat kulit [mm]

I_a = momen inersia pembujur memanjang [cm^4], termasuk lebar efektif

R = radius bending pelat [m]

3.2 Dalam tangki, modulus penampang tidak boleh kurang dari W_2 menurut [Bab 12, B.3.1.1](#)

3.3 Bila ukuran konstruksi dari pembujur ditentukan dengan perhitungan kekuatan, tegangan total yang terdiri atas bending lokal dan tegangan normal akibat bending lambung memanjang kapal tidak boleh melebihi nilai tegangan total masing-masing σ_{perm} dan $\sigma_{perm,max}$ sebagaimana didefinisikan dalam [3.1](#)

3.4 Jika penampang non simetris digunakan, tegangan tambahan sesuai dengan [Bab 3, L](#) harus dipertimbangkan.

3.5 Bila diperlukan, untuk pembujur antara sekat melintang dan pelintang sisi, tegangan tambahan yang dihasilkan dari deformasi pada pelintang sisi harus diperhitungkan.

Jika tidak ada verifikasi khusus dari tegangan akibat deformasi pada gading besar dilakukan, nilai-nilai minimum berikut harus dipertimbangkan untuk verifikasi kelelahan pembujur sisi:

$$\sigma_{DF} = \pm 0,1 \cdot \frac{h_w}{\ell - \sum \ell_b} \left[\frac{\ell_R}{DF} C_p (1 - C_p) \right]^2 [\text{N/mm}^2]$$

h_w = tinggi bilah pada profil i [mm] (lihat [Gambar 3.3](#))

$\sum \ell_b$ = $(h_{sl} + \ell_{bl} + h_{sj} + \ell_{bj}) \cdot 10^{-3}$ [m] (lihat [Gambar 9.4](#))

ℓ_R = panjang yang tidak ditumpu pada gading besar [m] (lihat [Gambar 9.5](#))

DF = tinggi gading besar [m] (lihat [Gambar 9.5](#))

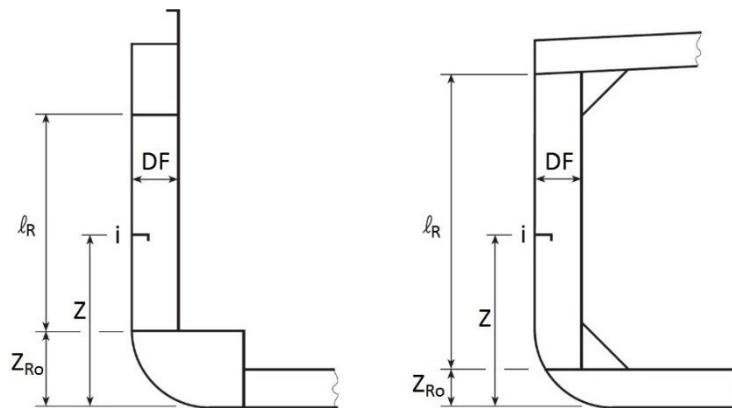
C_p = faktor bobot terkait lokasi profil:

$$= \frac{(z - z_{Ro}) / \ell_R + C_T}{1 + 2 \cdot C_T}$$

z_{Ro} = koordinat z gading besar di atas dasar [m] (lihat [Gambar 9.5](#)), $z_{Ro} < T$

C_T = koreksi terkait lokasi dari profil I ke garis air

$$= 1,1 - \frac{z}{T} \quad 0 \leq C_T \leq 0,1$$



Gambar 9.5 Definisi

- 3.6 Bila strut dipasang antara pembujur alas dan alas dalam, lihat Bab 8, B.7.2
- 3.7 Untuk ukuran konstruksi dari pembujur sisi didaerah yang harus diperkuat terhadap beban karena manuver ke pelabuhan dan kapal tunda lihat Bab 6, C.5.
- 3.8 Pada badan haluan kapal dimana sudut flare α lebih dari 40° dan pada badan buritan kapal dimana sudut flare α lebih dari 75° jarak tidak ditumpu dari pembujur yang terletak di atas $T_{min} - c_0$ tidak boleh lebih besar dari 2,6 m; c_0 lihat Bab 4, A.2. Jika tidak, braket tripling menurut A.5.5 harus dipasang. c_0 lihat Bab 4, A.2.
- 3.9 Pembujur kulit sisi dalam rentang dari 0,5 dibawah sarat minimum sampai dengan 2,0 m di atas sarat maksimum dan lebar garis air yang melebihi 0,9B harus diperiksa untuk kecukupan kekuatan terhadap dampak berlabuh.

Gaya P_f yang ditimbulkan oleh fender ke sisi kulit kapal dapat ditentukan dengan:

$$P_f = 0,08 \cdot \Delta \quad [\text{kN}] \quad 0 < \Delta \leq 2\,100 \quad [\text{t}]$$

$$P_f = 170 \quad [\text{kN}] \quad 2\,100 < \Delta \leq 17\,000 \quad [\text{t}]$$

$$P_f = \Delta/100 \quad [\text{kN}] \quad \Delta > 17\,000 \quad [\text{t}]$$

Δ = displasemen kapal [t]

Δ_{max} = 100000 t

- 3.10 Dalam rangka untuk menahan beban P_f modulus penampang W_ℓ dari pembujur sisi kulit kapal tidak boleh kurang dari:

$$W_\ell = \frac{k \cdot M_f}{235} \cdot 10^3 \quad [\text{cm}^3]$$

k = faktor material

M_f = momen bending

$$= \frac{P_f}{16} (\ell - 0,5) \quad [\text{kNm}]$$

ℓ = panjang tak ditumpu [m]

4. Sambungan antara bagian penumpu melintang dan perpotongan pembujur.

4.1 Pada perpotongan pembujur dengan bagian penumpu melintang (misalnya, bilah), sambungan geser dan penegar tumit yang terpasang harus dirancang dalam batas tegangan izin menurut [4.7](#). Pada perpotongan dari pembujur dengan batas-batas tangki melintang, bending lokal tangki pelat harus dicegah dengan penegar efektif.

4.2 Gaya total P yang ditransmisikan dari pembujur ke bagian penumpu melintang diberikan oleh:

$$P = (1 - 0,817 \cdot m_a) \cdot a \cdot \ell \cdot p \quad [\text{kN}]$$

$$P = \text{beban desain } [\text{kN}/\text{m}^2] \text{ untuk pembujur menurut } [2](#)$$

Dalam kasus kondisi yang berbeda di kedua sisi bagian penumpu melintang, rata-rata panjang yang tidak ditumpu ℓ dan rata-rata beban p harus digunakan

4.3 Kekakuan sambungan antara bagian penumpu pembujur dan pelintang diperhitungkan dengan mempertimbangkan S_h , S_s dan S_c . Jika tidak ada penegar tumit atau pelat lug dipasang, nilai masing-masing harus diambil sebagai S_h , $S_c = 0$.

$$S_h = \frac{E \cdot \ell_h \cdot t_h \cdot \left(1 + \frac{450}{\ell_h}\right)}{380} \quad [\text{N/mm}] \quad \text{untuk penegar tumit}$$

$$S_s = \frac{G \cdot h_s \cdot t_s}{b_s} \quad [\text{N/mm}] \quad \text{untuk bilah}$$

$$S_c = \frac{G \cdot h_c \cdot t_c}{b_c} \quad [\text{N/mm}] \quad \text{untuk pelat lug/kolar}$$

G = modulus geser $[\text{N}/\text{mm}^2]$

ℓ_{hc} = panjang sambungan $[\text{mm}]$ dari penegar tumit

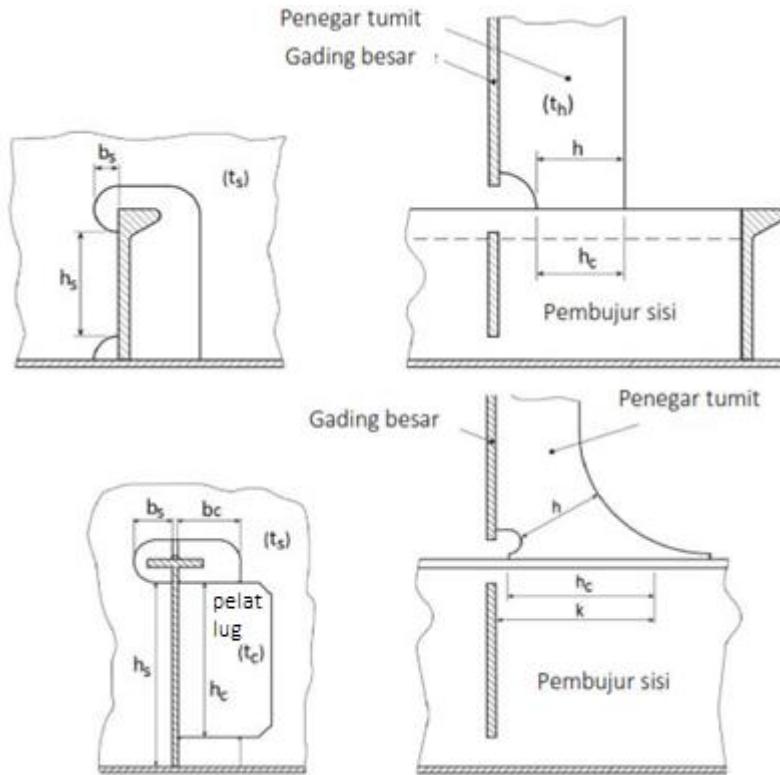
ℓ_h = Panjang $[\text{mm}]$ luas penampang melintang minimum dari penegar tumit menurut [Gambar 9.6](#)

t_h = Tebal $[\text{mm}]$ dari penegar tumit menurut [Gambar 9.6](#)

b_s, h_s, t_s = dimensi $[\text{mm}]$ sambungan dari penegar ke bilah sesuai dengan [Gambar 9.6](#)

b_c, h_c, t_c = dimensi $[\text{mm}]$ sambungan dari penegar ke pelat lug menurut [Gambar 9.6](#)

ℓ_k = Panjang efektif penumpu $[\text{mm}]$ karena penegar tumit dan braket, lihat [2](#)



Gambar 9.6 Tipe Perpotongan pembujur dan bagian penumpu melintang

4.4 Gaya P_h yang ditransmisikan dari pembujur ke bagian pelintang oleh penegar tumit harus ditentukan dengan formula berikut:

$$P_h = \varepsilon_h \cdot P \quad [\text{kN}]$$

ε_h = faktor, didefinisikan sebagai:

$$= \frac{S_h}{S_h + S_s + S_c} \quad [\text{kN}]$$

P = gaya menurut 4.2

4.5 Gaya P_s dan P_c yang ditransmisikan melalui sambungan geser ke bagian penumpu melintang harus diambil sebagai berikut:

$$P_s = \varepsilon_s \cdot P$$

dengan

$$\varepsilon_s = \frac{S_s}{S_h + S_s + S_c}$$

$$P_c = \varepsilon_c \cdot P$$

dengan

$$\varepsilon_c = \frac{S_c}{S_h + S_s + S_c}$$

4.6 Luas penampang melintang dari penegar tumit harus sedemikian rupa sehingga tegangan yang dihitung tidak melebihi tegangan izin.

- tegangan normal pada luas penampang melintang penegar tumit minimum:

$$\sigma_{\text{axial}} = \frac{P_h}{\ell_h \cdot t_h} \cdot 10^3 \quad [\text{N/mm}^2] \quad \text{dengan } \sigma_{\text{axial}} \leq \frac{150}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

- tegangan normal pada sambungan las fillet dari penegar tumit:

$$\sigma_{\text{weld}} = \frac{P_h}{2 \cdot a \cdot (\ell_{hc} + t_h + a)} \cdot 10^3 \quad [\text{N/mm}^2] \quad \text{dengan } \sigma_{\text{weld}} \leq \sigma_{vp} \quad [\text{N/mm}^2]$$

a = tebal leher las fillet sesuai dengan [Bab 19, B.3.3](#)

σ_{vp} = tegangan izin ekuivalen di las fillet sesuai dengan [Tabel 19.3](#)

4.7 Luas penampang melintang dari sambungan geser harus sedemikian rupa sehingga tegangan yang dihitung tidak melebihi tegangan izin.

- tegangan geser pada sambungan geser ke bagian penumpu melintang:

$$\tau_i = \frac{P_i}{h_i \cdot t_i} \cdot 10^3 \quad [\text{N/mm}^2] \quad \text{dengan } \tau_i \leq \frac{100}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

- tegangan geser pada sambungan geser di daerah pengelasan fillet:

$$\tau_{\text{weld},i} = \frac{P_i}{2 \cdot a \cdot h_i} \cdot 10^3 \quad [\text{N/mm}^2] \quad \text{dengan } \tau_{\text{weld},i} \leq \tau_p \quad [\text{N/mm}^2]$$

τ_p = tegangan geser izin di las fillet sesuai dengan [Tabel 19.3](#)

i = indeks, didefinisikan sebagai:

= s untuk sambungan geser dari bagian penumpu pembujur dan pelintang

= c untuk sambungan geser pembujur dan pelat lug

4.8 Luas penampang melintang pelat lug harus sedemikian rupa sehingga tegangan bending yang dihitung tidak melebihi tegangan izin.

- tegangan bending pelat lug:

$$\sigma_c = \frac{3 \cdot P_c \cdot b_c}{h_c^2 \cdot t_c} \cdot 10^3 \quad [\text{N/mm}^2] \quad \text{dengan } \sigma_c \leq \frac{150}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

- tegangan bending pada sambungan las fillet pelat lug:

$$\sigma_{\text{weld},c} = \frac{1.5 \cdot P_c \cdot b_c}{h_c^2 \cdot a} \cdot 10^3 \quad [\text{N/mm}^2] \quad \text{dengan } \sigma_{\text{weld},c} \leq \sigma_{vp} \quad [\text{N/mm}^2]$$

4.9 Untuk tipe penegar tumit ([Gambar 9.6](#), bagian atas) di kulit kapal terluar, kekuatan kelelahan harus diperkirakan dengan pendekatan yang disederhanakan.

4.9.1 Rentang tekanan kelelahan yang relevan Δ_p yang disebabkan oleh tekanan tangki dan tekanan luar pada kulit atau superposisi dari keduanya diberikan oleh perbedaan tekanan antara maksimum dan beban minimum sesuai dengan [Tabel 20.1](#).

4.9.2 Rentang tegangan izin kelelahan diberikan oleh:

$$\Delta\sigma_p = \frac{90 \cdot f_n \cdot f_r}{\left(\frac{\ell_h}{50} + C\right) \cdot k_{sp}^2} \quad [\text{N/mm}^2]$$

f_r = faktor tegangan rata-rata menurut [Bab 20](#)

f_n = faktor menurut [Tabel 20.2](#) untuk sambungan las

C = faktor, didefinisikan sebagai:

$C = 1,0$ jika sebuah pelat lug/kolar dipasang

$C = 2,0$ jika tidak ada pelat lug/kolar dipasang

k_{sp} = faktor untuk tegangan tambahan di penampang profile pembujur non-simmetris menurut [Tabel 3.7](#)

4.9.3 Analisis kekuatan kelelahan komprehensif sesuai dengan [Bab 20](#), C dapat menggantikan pendekatan yang disederhanakan untuk tipe penegar tumit dan diminta jika desain lebih kompleks dengan tumit halus dan/atau toe atau braket tambahan diperlukan.

5. Pelintang sisi

5.1 Modulus penampang W dan luas geser A_w dari pelintang sisi yang menumpu pembujur sisi tidak boleh kurang dari

$$W = 0,55 \cdot e \cdot \ell^2 \cdot p \cdot k \quad [\text{cm}^3]$$

$$A_w = 0,05 \cdot e \cdot \ell \cdot p \cdot k \quad [\text{cm}^2]$$

5.2 Bila pelintang sisi didesain atas dasar perhitungan kekuatan, tegangan berikut tidak boleh terlampau:

$$\sigma_b \leq \frac{150}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\tau \leq \frac{100}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 \cdot \tau^2} \leq \frac{180}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Pelintang sisi dan penumpunnya (misalnya geladak) harus diperiksa sesuai dengan [Bab 3](#), [F](#) terkait dengan kekuatan buklingnya.

Catatan:

Tebal bilah dapat dihitung tergantung pada ukuran bidang bilah tanpa peneger sebagai berikut:

$$t = \frac{f \cdot b}{1 + \frac{b^2}{a^2}} \sqrt{\frac{200}{k} \left(2 + \frac{b^2}{a^2} \right)}$$

a, b = panjang sisi dari bidang pelat bilah tanpa penegar, a ≥ b

f = 0,75 secara umum

= 0,9 dalam badan buritan kapal dengan flare ekstrim dan badan haluan kapal dengan sudut flare α kurang atau sama dengan 40°

= 1,0 badan haluan kapal di mana sudut flare α lebih besar dari 40°

Di badan haluan kapal dimana sudut flare α lebih besar dari 40° maka bilah di daerah balok geladak harus diberi penegar

5.3 Dalam tangki, tebal bilah tidak boleh kurang dari tebal minimum sesuai dengan Bab 12, A.7, dan modulus penampang dan luas penampang tidak boleh kurang dari W_2 dan A_{w2} menurut Bab 12, B.3

5.4 Bilah pada pelintang sisi dalam rentang dari 0,5 m di bawah sarat minimum sampai dengan 2,0 m di atas sarat maksimum dan lebar garis air melebihi 0,9B harus diperiksa untuk kekuatan bukling yang cukup terhadap dampak berlabuh. Gaya yang disebabkan oleh fender terhadap gading besar dapat ditentukan seperti pada 3.9.

5.5 Dalam rangka untuk menahan beban P_f pada gading besar, kondisi berikut harus dipenuhi :

$$P_f \leq P_{fu}$$

$P_f =$ lihat 3.9

$$P_{fu} = t_s^2 \cdot \sqrt{R_{eh}} \cdot [C + 0,27] \quad [\text{kN}]$$

$C = 0,17$ secara umum

$= 0,1$ untuk potongan lubang gading besar dengan tepi bebas di daerah pembujur menerus

$t_s =$ tebal bilah dari pelintang sisi [mm]

$R_{eh} =$ kekuatan luluh atas nominal minimum [N/mm^2] dari baja yang digunakan untuk bilah dari pelintang sisi

6. Penguatan pada badan haluan dan buritan kapal

Di haluan dan buritan kapal, gading besar dan senta atau tingkat balok masing-masing harus diatur sesuai dengan A.5.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 10 Balok Geladak dan Penumpu Konstruksi Geladak

A.	Umum.....	10-1
B.	Balok dan Penumpu Geladak	10-2
C.	Pilar.....	10-4
D.	Kantilever.....	10-5
E.	Penumpu Lubang Palka dan Penumpu yang Merupakan Bagian dari Konstruksi Memanjang Kapal	10-6

A. Umum

1. Definisi

- k = faktor material sesuai Bab 2, B.
 ℓ = panjang yang tidak ditumpu [m] sesuai Bab 3, C.
 e = lebar geladak yang ditumpu, diukur dari pusat ke pusat bidang tidak ditumpu yang berdekatan [m]
 p = beban geladak p_D , p_{DA} atau p_L [kN/m^2], sesuai Bab 4, B. dan C.
 c = 0,55
 = 0,75 untuk balok, penumpu dan pelintang geladak yang ditumpu pada salah satu atau kedua ujungnya secara sederhana
 P_s = beban pilar
 = $P \cdot A + P_i$ [kN]
 A = luas pembebanan untuk 1 pilar [m^2]
 P_i = beban dari pilar yang terletak diatas pilar yang ditinjau [kN]
 λ_s = derajat kelangsungan pilar
 = $\frac{\ell_s}{i_s \cdot \pi} \sqrt{\frac{R_{eH}}{E}} \geq 0,2$
 ℓ_s = panjang pilar [cm]
 R_{eH} = titik luluh nominal [N/mm^2]
 E = Modulus Young [N/mm^2]
 = $2,06 \times 10^5$
 i_s = jari-jari girasi pilar
 = $\sqrt{\frac{I_s}{A_s}}$ [cm^2]
 = $0,25 d_s$ untuk pilar pejal bentuk bundar
 = $0,25 \sqrt{d_a^2 + d_i^2}$ untuk pilar pipa
 I_s = momen inersia pilar [cm^4]
 A_s = luas penampang pilar [cm^2]

- d_s = diameter pilar [cm]
 d_a = diameter luar pilar [cm]
 d_i = diameter dalam pilar [cm]
 m_a = faktor sesuai [Bab 9, A.1.2](#)

2. Tegangan izin

Bila ukuran konstruksi penumpu yang bukan merupakan bagian dari konstruksi memanjang kapal, atau pelintang, balok geladak dll ditentukan dengan perhitungan kekuatan, maka tegangan berikut tidak boleh lebih dari:

$$\sigma_b \leq \frac{150}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\tau \leq \frac{100}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 \cdot \tau^2} \leq \frac{180}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

3. Kekuatan bukling

Kekuatan bukling struktur geladak harus diperiksa sesuai [Bab 3, F](#). Untuk tujuan ini tegangan desain sesuai [Bab 5, D.1](#). dan tegangan yang diakibatkan beban lokal harus dipertimbangkan.

Pada daerah haluan dan buritan serta termasuk juga tekanan yang diakibatkan slamming sesuai [Bab 4, B.2.2](#) dan [2.3](#).

B. Balok dan Penumpu Geladak

1. Balok geladak melintang dan pembujur geladak

Modulus penampang W_d dan luas geser A_d dari balok geladak melintang dan pembujur geladak antara 0,25 H dan 0,75 H diatas garis dasar harus ditentukan menurut formula berikut:

$$W_d = c \cdot m \cdot a \cdot p \cdot \ell^2 \cdot k \quad [\text{cm}^3]$$

$$A_d = (1 - 0,817 \cdot m_a) \cdot 0,05 \cdot a \cdot \ell \cdot p \cdot k \quad [\text{cm}^2].$$

m lihat [Bab 9, B.2](#)

2. Pembujur geladak pada daerah flens atas dan bawah konstruksi lambung kapal

Modulus penampang pembujur geladak dari geladak yang terletak dibawah 0,25 H dan/atau diatas 0,75 H dari garis dasar dihitung sesuai [Bab 9, B](#).

3. Penyambungan

- 3.1 Balok geladak melintang harus disambungkan ke gading-gading dengan braket sesuai [Bab 3, D.2](#).
- 3.2 Balok geladak menerus yang memotong dinding memanjang dan penumpu dapat disambungkan ke masing-masing penegar dinding memanjang dan ke bilah penumpu dengan las tanpa braket.

3.3 Balok geladak dapat disambungkan pada ambang palka dan penumpu dengan las fillet ganda bila tidak ada tumpuan jepit. Panjang las tidak boleh kurang dari $0,6 \times$ tinggi profil.

3.4 Jika balok geladak dihubungkan pada ambang palka dan penumpu serta dianggap sebagai fungsi kekakuan (misalnya penumpu kotak), maka braket harus dipasang.

3.5 Dalam rentang $0,6L$ tengah kapal, panjang lengan braket balok pada kapal geladak tunggal harus ditambah 20%. Bagaimanapun, ukuran braket balok tidak boleh diambil lebih besar daripada yang dipersyaratkan untuk modulus penampang gading-gading sesuai Peraturan.

3.6 Berkaitan dengan sambungan pembujur geladak ke pelintang dan sekat, [Bab 9, B.](#) harus diperhatikan.

4. Penumpu dan pelintang

4.1 Modulus penampang W dan luas geser A_w dan momen inersia I tidak boleh kurang dari:

$$W = c \cdot e \cdot \ell^2 \cdot p \cdot k \quad [\text{cm}^3].$$

$$A_w = 0,05 \cdot p \cdot e \cdot \ell \cdot k \quad [\text{cm}^2].$$

$$I = c_l \cdot W \cdot \ell \quad [\text{cm}^4].$$

c_l = faktor kondisi batas yang diambil dalam perhitungan, yang didefinisikan sebagai:

= 4,0 jika kedua ujung adalah tumpuan sederhana

= 2,0 jika salah satu ujung adalah tumpuan jepit

= 1,5 jika kedua ujung adalah tumpuan jepit

4.2 Tinggi penumpu tidak boleh kurang dari $1/25$ kali panjang yang tidak ditumpu. Tinggi bilah penumpu dengan skalop untuk balok geladak menerus sedikitnya $1,5$ kali tinggi balok geladak.

Ukuran konstruksi dari penumpu geladak tangki ditentukan sesuai [Bab 12, B.3.](#)

4.3 Jika suatu penumpu tidak mempunyai modulus penampang yang sama pada keseluruhan bidang penumpu, maka ukuran konstruksi yang lebih besar harus dipertahankan diatas penopang dan dikurangi secara bertahap sampai ukuran konstruksi yang lebih kecil.

4.4 Sambungan ujung penumpu pada sekat harus sedemikian rupa ukurannya sehingga momen bending dan gaya geser dapat disalurkan. Penegar sekat yang berada dibawah penumpu harus cukup ukurannya untuk mendukung penumpu.

4.5 Pelat hadap harus diperkuat dengan braket triping sesuai [Bab 3, H.3.5.](#) Pada penumpu dengan profil simetris, braket triping harus dipasang secara selang-seling pada kedua sisi pelat bilah.

4.6 Untuk penumpu yang terletak segaris dengan sisi rumah geladak dibawah geladak kekuatan, lihat [Bab 16, A.3.2.](#)

4.7 Untuk penumpu yang merupakan bagian dari struktur memanjang kapal dan untuk penumpu lubang palka lihat [E](#).

5. Struktur penumpu mesin jangkar dan penahan rantai jangkar

5.1 Untuk konstruksi penumpu dibawah mesin jangkar dan penahan rantai, tegangan izin berikut agar diperhatikan:

$$\sigma_b \leq \frac{200}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\tau \leq \frac{120}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 \cdot \tau^2} \leq \frac{220}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

5.2 Gaya yang bekerja harus dihitung masing-masing untuk 80% dan 45% dari beban nominal rantai jangkar, yaitu:

- untuk penahan rantai 80%
- untuk mesin jangkar 80%, jika penahan rantai tidak dipasang
- untuk mesin jangkar 45%, jika penahan rantai dipasang.

Lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec. 14, D](#) dan [Rules for Materials \(Pt.1, Vol.V Sec.13, dan Table 13.7\)](#).

C. Pilar

1. Umum

1.1 Bagian struktur pada kepala dan kaki pilar maupun sub-strukturnya harus dibuat sesuai dengan gaya yang diterima. Sambungan harus memiliki ukuran sekurang-kurangnya 1 cm^2 luas penampang dapat menerima beban untuk 10 kN.

Jika pilar terkena beban tarik, maka pelat rangkap tidak diizinkan.

1.2 Pilar didalam tangki harus diperiksa terhadap beban tarik. Pilar pipa tidak diizinkan dalam tangki yang berisi cairan yang mudah terbakar.

1.3 Untuk bagian-bagian struktur dari penampang lintang pilar, kecukupan kekuatan bukling sesuai [Bab 3, F](#) harus diverifikasi.

Tebal dinding pilar pipa yang diperkirakan akan mengalami kerusakan selama operasi bongkar muat tidak boleh kurang dari:

$$t_w = 4,5 + 0,015 d_a \quad [\text{mm}] \quad \text{untuk } d_a \leq 300 \text{ mm}$$

$$t_w = 0,03 d_a \quad [\text{mm}] \quad \text{untuk } d_a > 300 \text{ mm}$$

d_a = diameter luar pilar pipa [mm]

1.4 Bab ini mencakup persyaratan untuk pilar yang dibebani oleh gaya normal akibat beban lokal. Pilar yang juga dibebani oleh momen bending akibat beban lokal harus dipertimbangkan secara khusus.

Untuk pilar yang menumpu geladak dari bangunan atas efektif, gaya normal dan momen bending akibat bending lambung global harus dipertimbangkan secara khusus.

2. Ukuran konstruksi

Luas penampang pilar tidak kurang dari:

$$A_{s\text{req}} = 10 \cdot \frac{P_s}{\sigma_p} \quad [\text{cm}^2]$$

σ_p = tegangan tekan izin:

$$= \frac{\kappa}{S} \cdot R_{eH}$$

κ = faktor pengurangan

$$= \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda_s^2}}$$

$$\phi = 0,5 \cdot [1 + n_p (\lambda_s - 0,2) + \lambda_s^2]$$

n_p = 0,34 untuk pilar pipa dan pilar segi empat

= 0,49 untuk penampang terbuka

S = faktor keamanan

= 2,00 umum

= 1,66 daerah akomodasi

D. Kantilever

1. Umum

1.1 Agar dapat menahan momen bending yang timbul dari beban P , kantilever yang mendukung penumpu, ambang palka, selubung kamar mesin dan bagian-bagian geladak yang tidak ditumpu harus dihubungkan ke pelintang, gading-gading besar, gading-gading utama yang diperkuat atau dinding.

1.2 Ketika menentukan ukuran konstruksi kantilever dan bagian konstruksi yang disebutkan sebelumnya, harus dipertimbangkan bahwa momen bending yang diterima kantilever tergantung pada kapasitas beban kantilever, kapasitas beban dipengaruhi oleh perbandingan kekakuan kantilever dengan konstruksi yang didukungnya.

1.3 Pelat hadap harus diamankan terhadap kemiringan dengan memasang braket triping yang dipasang pada bilah dengan jarak yang sesuai (lihat Bab 3, H.3.5.).

1.4 Perhitungan khusus, beserta dengan gambar konstruksi kantilever harus dikirimkan untuk mendapat persetujuan.

2. Tegangan izin

2.1 Dalam penentuan ukuran konstruksi kantilever, tegangan izin berikut agar diperhatikan:

- Jika kantilever tunggal dipasang pada jarak yang lebih jauh:

$$\sigma_b \leq \frac{125}{k} \quad [\text{N/mm}^2] \quad \text{untuk tegangan bending}$$

$$\tau \leq \frac{80}{k} \quad [\text{N/mm}^2] \quad \text{untuk tegangan geser}$$

- Jika beberapa kantilever dipasang dengan jarak yang lebih kecil (misalnya: pada setiap gading-gading)

$$\sigma_b \leq \frac{150}{k} \quad [\text{N/mm}^2] \quad \text{untuk tegangan bending}$$

$$\tau \leq \frac{100}{k} \quad [\text{N/mm}^2] \quad \text{untuk tegangan geser}$$

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 \cdot \tau^2} \leq \frac{180}{k} \quad [\text{N/mm}^2] \quad \text{untuk tegangan ekuivalen}$$

Tegangan pada gading-gading besar tidak boleh melebihi dari nilai yang ditentukan diatas.

E. Penumpu Lubang Palka dan Penumpu yang Merupakan Bagian dari Konstruksi Memanjang Kapal

1. Ukuran konstruksi penumpu memanjang dan melintang lubang palka harus ditentukan berdasarkan perhitungan kekuatan. Perhitungan didasarkan pada beban geladak yang dihitung sesuai Bab 4, B. dan C.

2. Penumpu lubang palka harus sedemikian rupa ukurannya sehingga nilai tegangan yang diberikan dalam Tabel 10.1 tidak terlampaui:

Tabel 10.1 Nilai tegangan maksimum σ_ℓ untuk penumpu lubang palka

Pembujur ambang palka dan penumpu geladak kekuatan	Selain penumpu lubang palka
flens atas dan flens bawah : $\sigma_\ell \leq \frac{150}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$ pada ketinggian geladak: $\sigma_\ell \leq \frac{70}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$	$\sigma_\ell \leq \frac{150}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$

3. Untuk pembujur ambang palka menerus, tegangan kombinasi yang dihasilkan dari beban bending memanjang lambung kapal dan bending lokal dari pembujur ambang palka tidak boleh melampaui nilai berikut:

$$\sigma_L + \sigma_\ell \leq \frac{200}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

σ_ℓ = tegangan bending lokal arah memanjang kapal

σ_L = desain tegangan bending memanjang lambung kapal sesuai Bab 5, D.1.

4. Untuk menentukan ukuran konstruksi penumpu lubang palka dan penumpu yang merupakan bagian dari konstruksi memanjang kapal, tegangan izin berikut harus diperhatikan:

$$\sigma_\ell \leq \frac{150}{k} \quad [\text{N/mm}^2] \quad \text{untuk tegangan arah memanjang kapal}$$

$$\sigma_t \leq \frac{150}{k} \quad [\text{N/mm}^2] \quad \text{untuk tegangan arah melintang kapal}$$

$$\tau \leq \frac{90}{k} \quad [\text{N/mm}^2] \quad \text{untuk tegangan geser}$$

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + 3 \cdot \tau^2} \leq \sigma_{v,izin} \quad \text{untuk tegangan ekuivalen}$$

$\sigma_{v,izin}$ = tegangan ekuivalen izin $[\text{N/mm}^2]$, didefinisikan sebagai:

$$= \left(0,8 + \frac{L}{450} \right) \frac{230}{k} \quad [\text{N/mm}^2] \quad \text{untuk } L < 90 \text{ m}$$

$$= \frac{230}{k} \quad [\text{N/mm}^2] \quad \text{untuk } L \geq 90 \text{ m}$$

σ_x, σ_y = komponen tegangan dari tegangan ekuivalen, didefinisikan sebagai :

$$\sigma_x = \sigma_L + \sigma_\ell$$

$$\sigma_y = \sigma_t$$

5. Persyaratan yang berkaitan dengan kekuatan bukling sesuai A.3. harus ditaati.
6. Pengelasan pada bagian atas ambang palka harus dengan persetujuan khusus.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 11 Sekat Kedap Air

A.	Umum.....	11-1
B.	Ukuran Konstruksi.....	11-5
C.	Terowongan Poros.....	11-10

A. Umum

1. Pembagian sekat kedap air

1.1 Semua kapal harus mempunyai sekat tubrukan, sekat tabung buritan dan satu sekat kedap air pada setiap ujung dari kamar mesin. Untuk kapal dengan mesin dibelakang, sekat tabung buritan dapat digantikan oleh sekat belakang kamar mesin (lihat juga [2.2](#)).

1.2 Untuk kapal tanpa sekat memanjang didareh ruang muat jumlah sekat melintang kedap air harus, secara umum, tidak kurang dari yang diberikan dalam [Tabel 11.1](#).

Tabel 11.1 Jumlah sekat melintang kedap air

L [m]	Pengaturan ruang mesin	
	belakang	di tempat lain
L ≤ 65	3	4
65 < L ≤ 85	4	4
85 < L ≤ 105	4	5
105 < L ≤ 125	5	6
125 < L ≤ 145	6	7
145 < L ≤ 165	7	8
165 < L ≤ 185	8	9
L > 185	dipertimbangkan secara khusus	

1.3 Satu atau lebih sekat kedap air yang dipersyaratkan dalam [1.2](#) dapat ditiadakan, bila kekuatan melintang kapal memadai. Jumlah sekat melintang akan dicatat dalam Buku Register.

1.4 Jumlah dan lokasi sekat melintang yang dipasang sebagai tambahan dari yang disebutkan pada [1.1](#) harus dipilih sedemikian sehingga menjamin kekuatan melintang kapal yang cukup.

1.5 Untuk kapal yang memerlukan pembuktian kemampuan bertahan dalam kondisi bocor, pembagian sekat kedap air ditentukan dengan perhitungan stabilitas saat bocor. Untuk kapal tangki minyak, lihat [Bab 24, A.2.](#), untuk kapal penumpang lihat [Bab 29-I, C.](#), untuk kapal penggunaan khusus lihat [Bab 29-II, C.](#), untuk kapal barang yang panjangnya lebih dari 100 m lihat [Bab 36](#) dan untuk kapal suplai lihat [Bab 34, A.2.](#). Untuk kapal tangki gas cair lihat [Rules for Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk, \(Pt.1, Vol.IX\) Sec. 2](#), untuk kapal tangki kimia lihat [Rules for Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk, \(Pt. 1, Vol. X\) Sec. 2](#).

2. Pengaturan sekat kedap air

2.1 Sekat tubrukan

2.1.1 Sekat tubrukan harus terletak pada jarak tidak kurang dari $0,05L_c$ dari garis tegak lurus haluan atau 10 m, dipilih yang terkecil, dan, kecuali dapat izin oleh Pemerintah Negara Bendera, tidak boleh lebih dari $0,08L_c$ atau $0,05L_c + 3,0$ m, dipilih yang terbesar.

(SOLAS II-1, 12.1)

2.1.2 Jika setiap bagian dari kapal di bawah garis air memanjang ke depan dari garis tegak lurus haluan, misalnya, haluan gembung, jarak x harus diukur dari salah satu titik:

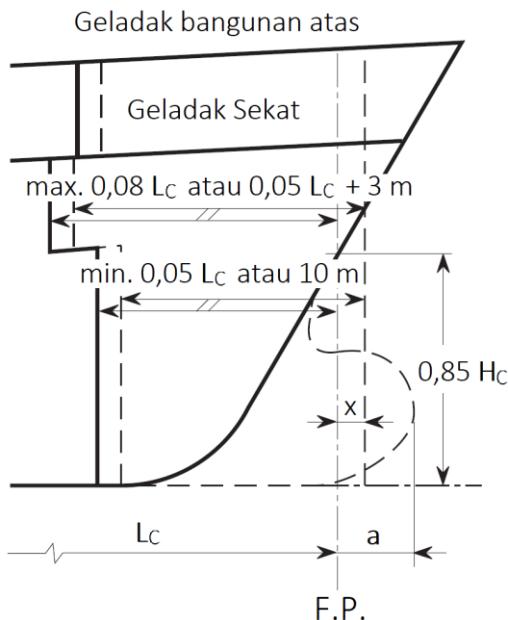
- di pertengahan perpanjangan tersebut, yaitu $x = 0,5a$
- pada jarak $0,015L_c$ di depan garis tegak lurus haluan, yaitu $x = 0,015L_c$, atau
- pada jarak 3,0 m ke depan dari garis tegak lurus haluan, yaitu $x = 3,0$ m

yang mana memberikan ukuran terkecil.

Panjang L_c dan jarak a harus ditentukan dalam dokumen persetujuan.

(SOLAS II-1, 12.3)

2.1.3 Jika [2.1.2](#) diterapkan, persyaratan jarak dalam [2.1.1](#) harus diukur dari titik acuan yang terletak pada jarak x di depan F.P.



Gambar 11.1 Lokasi sekat tubrukan

2.1.4 Sekat tubrukan harus diteruskan sampai ke geladak sekat. Sekat dapat memiliki undakan atau ceruk asalkan berada dalam batas yang ditentukan dalam [2.1.1](#).

(SOLAS II-1, 12.4)

2.1.5 Tidak diizinkan adanya pintu, lubang orang, jalan masuk, atau pipa ventilasi pada sekat tubrukan dibawah sekat geladak.

(SOLAS II-1, 12.5)

2.1.6 Kecuali seperti yang diatur dalam [2.1.7](#), sekat tubrukan di bawah geladak sekat dapat ditembus hanya dengan satu pipa yang berkaitan dengan cairan dalam tangki ceruk haluan, asalkan pipa tersebut dilengkapi dengan katup ulir yang mampu dioperasikan dari atas geladak sekat, rumah katup terlindung didalam ceruk haluan sampai ke sekat tubrukan. Tetapi Pemerintah Negara Bendera memiliki wewenang mengenai pemasangan katup tersebut pada sisi belakang sekat tubrukan asalkan katup mudah diakses dalam semua kondisi operasi dan ruang dimana katup berada bukanlah ruang muat. Semua katup harus terbuat dari baja, perunggu atau material ulet lainnya yang telah disetujui. Katup dari besi tuang biasa atau material sejenis tidak dapat diterima.

(SOLAS II-1, 12.6.1)

2.1.7 Jika ceruk haluan dibagi untuk memuat dua jenis cairan yang berbeda, Pemerintah Negara Bendera dapat memperbolehkan sekat tubrukan untuk ditembus dengan dua pipa di bawah geladak sekat, dimana masing-masing pipa dipasang sesuai dengan persyaratan 2.1.6, asalkan disetujui oleh Pemerintah Negara Bendera ketika tidak ada alternatif lainnya untuk memasang pipa kedua tersebut dan dengan memperhatikan tambahan subdivisi yang terdapat dalam ceruk haluan maka keselamatan kapal dipertahankan.

(SOLAS II-1, 12.6.2)

2.1.8 Bila bangunan atas memanjang ke depan, sekat tubrukan yang terpasang harus diteruskan sampai ke geladak selanjutnya diatas geladak sekat dan kedap cuaca. Penerusan tidak perlu dipasang secara langsung diatas sekat dibawahnya asalkan hal tersebut terletak dalam batas yang dipersyaratkan dalam 2.1.1 atau 2.1.3 dengan pengecualian yang diizinkan oleh 2.1.9 dan bagian dari geladak yang membentuk undakan dibuat secara efektif kedap cuaca. Penerusan harus diatur sedemikian rupa untuk mencegah kemungkinan kerusakan pintu haluan yang disebabkan oleh kerusakan, atau terlepasnya, pintu haluan.

(SOLAS II-1, 12.7)

2.1.9 Bila pintu haluan dipasang dan sebuah rampa muat miring yang merupakan bagian dari penerusan sekat tubrukan diatas geladak sekat, rampa harus kedap cuaca pada keseluruan panjangnya. Pada kapal barang, bagian rampa yang melebihi 2,3 m di atas geladak sekat dapat diteruskan ke depan dari batas yang ditentukan pada 2.1.1 atau 2.1.3. Rampa yang tidak memenuhi persyaratan diatas harus diabaikan sebagai penerusan dari sekat tubrukan.

(SOLAS II-1, 12.8)

2.1.10 Jumlah bukaan dalam penerusan sekat tubrukan di atas geladak sekat harus dibatasi seminimal mungkin sesuai dengan desain dan operasi normal dari kapal. Semua bukaan harus mampu untuk ditutup dalam kondisi kedap cuaca.

(SOLAS II-1, 12.9)

2.2 Sekat tabung buritan dan Sekat kedap air lainnya

2.2.1 Sekat harus dipasang untuk memisahkan kamar mesin dari ruang muat dan ruang penumpang di depan dan di belakang dan dibuat kedap air sampai ke geladak sekat. Pada kapal penumpang sekat ceruk buritan harus dipasang juga dan dibuat kedap air sampai ke geladak sekat. Akan tetapi sekat ceruk buritan dapat diletakkan dibawah geladak sekat, asalkan tingkat keselamatan kapal sehubungan dengan subdivisi tersebut tidak berkurang.

(SOLAS II-1, 12.10)

2.2.2 Pada semua kasus, tabung buritan harus berada didalam ruang kedap air dengan volume yang cukup. Pada kapal penumpang, paking buritan harus diletakkan dalam terowongan poros yang kedap air atau ruangan lainnya yang terpisah dari kompartemen tabung buritan dan volume ruangan tersebut, jika tergenang karena kebocoran pada paking buritan, maka sekat geladak tidak akan terbenam. Pada kapal barang tindakan lain untuk meminimalkan bahaya dari masuknya air kedalam kapal pada kasus rusaknya tabung buritan maka pengaturan tertentu dapat diambil atas kebijakan dari Pemerintah Negara Bendera.

(SOLAS II-1, 12.11)

3. Bukaan pada sekat kedap air

3.1 Umum

3.1.1 Tipe dan penempatan pintu-pintu harus dimasukkan untuk persetujuan.

3.1.2 Berkenaan dengan bukaan pada sekat tubrukan lihat 2.1.5 dan 2.1.10.

3.1.3 Pada sekat kedap air lainnya, pintu kedap air boleh dipasang.

Pintu kedap air yang dapat dibuka selama berlayar harus dari jenis geser dan dapat dioperasikan dari kedua sisi pintu dan dapat diakses dari atas geladak sekat. Pintu tersebut harus dilengkapi dengan simbol yang menunjukkan apakah pintu terbuka atau tertutup seperti halnya anak panah yang menunjukkan arah dimana alat operasi itu bekerja.

Pintu kedap air dapat dari jenis engsel jika pintu tersebut selalu ditutup selama berlayar. Pintu tersebut harus memiliki rangka dan kedap air dengan pegangan pintu baji yang dapat dioperasikan dari kedua sisi dan memiliki jarak yang cukup.

3.1.4 Pada kapal yang harus dilengkapi pembuktian kemampuan mengapung pada kondisi bocor, pintu engsel hanya diperbolehkan di atas garis air bocor yang paling tidak menguntungkan untuk masing-masing kompartemen. Penyimpangan dan persyaratan tambahan mengenai hal ini diberikan dalam SOLAS Ch. II-1, Reg. 13-1 (as amended by MSC.216 (82)).

3.1.5 Untuk pintu sekat di kapal penumpang, lihat [Bab 29-I, C](#).

3.1.6 Pintu kedap air harus cukup kuat dan dari desain yang disetujui. Tebal pelat tidak boleh kurang dari tebal minimum menurut [B.2](#)

3.1.7 Bukaan untuk pintu kedap air pada sekat harus diberi rangka secara efektif sehingga memungkinkan pemasangan yang baik dari pintu dan menjamin kekedapan air yang sempurna.

3.1.8 Sebelum pemasangan, pintu sekat kedap air, bersama dengan penegarnya, harus diuji dengan ketinggian air sesuai dengan tinggi geladak sekat. Setelah selesai dipasang, pintu harus diuji selang atau uji sabun untuk kekedapannya dan harus menjalani uji operasi. Penyimpangan dan persyaratan tambahan mengenai hal ini diberikan dalam SOLAS Ch. II-1 Reg. 16 sebagaimana diubah.

3.2 Pintu berengsel

Pintu berengsel harus dilengkapi dengan perapat karet dan batang pengunci atau peralatan penutup lain yang disetujui yang dapat menjamin tekanan perapat yang cukup. Batang pengunci dan peralatan penutup harus dapat dioperasikan dari kedua sisi sekat. Engsel harus mempunyai lubang persegi panjang. Baut dan bantalananya harus dari bahan tahan karat. Peringatan tertulis yang meminta agar pintu selalu dalam keadaan tertutup selama pelayaran harus dipasang dipintu.

3.3 Pintu geser

Pintu geser harus dipasang secara hati-hati dan harus diarahkan secara benar dalam semua posisi. Bahan yang peka terhadap panas tidak boleh digunakan pada sistem yang menembus sekat subdivisi kedap air, bila sistem tersebut mengalami kerusakan pada saat kebakaran akan merusak keutuhan kekedapan sekat.

Mekanisme penutup harus dapat dioperasikan dengan aman dari setiap sisi sekat dan dari atas geladak lambung timbul. Jika penutupan pintu tidak dapat diamati dengan pasti, harus dipasang indikator yang menunjukkan, apakah pintu tertutup atau terbuka; indikator harus dipasang pada posisi dari mana mekanisme penutupan dioperasikan.

3.4 Penembusan melalui sekat kedap air

Bila peralatan sekat menembus sekat kedap air, maka harus ada kewaspadaan demi mempertahankan kekedapan dengan memperhatikan SOLAS Ch. II-1, Reg. 12 sebagaimana diubah. Untuk penembusan melalui sekat tubrukan, [2.1.6](#) harus diperhatikan.

B. Ukuran Konstruksi

1. Umum, Definisi

1.1 Jika ruang muat diperuntukkan untuk mengangkut air balas, maka sekatnya harus memenuhi persyaratan [Bab 12](#).

1.2 Sekat ruang muat yang didesain untuk digunakan mengangkut muatan curah harus memenuhi persyaratan [Bab 23](#), sejauh kekuatannya diperhatikan.

1.3 Definisi

t_k = penambahan korosi sesuai dengan [Bab 3. K](#).

a = jarak penegar [m].

ℓ = panjang tidak ditumpu [m], sesuai dengan [Bab 3, C](#).

p = $9,81 \cdot h$ [kN/m²] umumnya.

= p_c jika kapal dimaksudkan untuk mengangkut muatan curah kering dalam jumlah besar.

h = jarak dari pusat beban konstruksi ke titik 1,0 m diatas geladak sekat pada sisi kapal, untuk sekat tubrukan ketitik 1,0 m diatas tepi atas sekat tubrukan pada sisi kapal.

Untuk definisi "pusat beban" lihat [Bab 4.A.2.1](#).

c_p, c_s = koefisien sesuai [Tabel 11.2](#)

f = $\frac{235}{R_{eH}}$

R_{eH} = titik luluh atas nominal minimum [N/mm] sesuai [Bab 2, B](#).

Tabel 11.2 Koefisien c_p dan c_s

Koefisien c_p dan c_s		Sekat Tubrukan	Sekat lainnya
Pelat	c_p	$1,1 \sqrt{f}$	$0,9 \sqrt{f}$
Penegar, element sekat bergelombang	c_s : dalam kasus kedua ujungnya dijepit	$0,33 \cdot f$	$0,265 \cdot f$
	c_s : dalam kasus satu ujung tumpuan sederhana dan ujung lain dijepit	$0,45 \cdot f$	$0,36 \cdot f$
	c_s : kedua ujungnya ditumpu sederhana	$0,66 \cdot f$	$0,53 \cdot f$

Untuk definisi tumpuan "jepit" dan "sederhana", lihat [Bab 3, D.1](#).

2. Pelat sekat

2.1 Tebal pelat sekat tidak boleh kurang dari:

$$t = c_p \cdot a \cdot \sqrt{p} + t_k \quad [\text{mm}]$$

$$t_{\min} = 6,0 \cdot \sqrt{f} \quad [\text{mm}]$$

Untuk kapal yang mempunyai bukaan geladak yang besar sesuai [Bab 5, F.1.2](#), tebal pelat sekat melintangnya tidak boleh kurang dari:

$$t = c \cdot \sqrt[3]{\frac{\Delta\ell}{F_1 \cdot R_{eH} \cdot \left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2}\right)} \cdot \sqrt{\frac{H}{2} \left(\frac{H}{2} - T\right) + T^2}} + t_k \quad [\text{mm}]$$

Dimana:

- $\Delta\ell$ = jarak dari pertengahan ruang muat sebelum sampai pertengahan ruang muat setelahnya dari sekat melintang yang ditinjau atau sekat tumpuan [m]
- a, b = jarak penegar [m]
- t_k = tambahan korosi [mm] sesuai Bab 3, K
- R_{eH} = tegangan luluh atas nominal material [N/mm^2] sesuai Bab 2, B
- F_1 = faktor koreksi sesuai Bab 3, F.1
- c = 13 secara umum
- = 15 dibawah $z = 0,2H$ dan di atas $0,8H$ dan umumnya di haluan kapal sebelum $x/L = 0,8$

2.2 Untuk kapal kecil, tebal pelat sekat tidak perlu melebihi tebal pelat sisi untuk jarak gading yang sama dengan jarak penegar.

2.3 Sekat tabung buritan harus dipasang dengan pelat yang diperkuat di daerah tabung buritan.

2.4 Didaerah dimana diperkirakan adanya konsentrasi beban karena olah gerak kapal di pelabuhan, yang mungkin terjadi, kekuatan bukling pada bidang pelat sekat yang secara langsung melekat pada sisi lambung, harus diperiksa sesuai Bab 9, B.5.4 dan 5.5.

2.5 Ketika menentukan ukuran konstrusi sekat tangki, yang berhubungan dengan perencanaan kebocoran silang, peningkatan tinggi tekanan pada sisi yang terendam yang mungkin terjadi pada oleng maksimum dalam kondisi bocor harus diperhitungkan.

3. Penegar

3.1 Modulus penampang penegar sekat tidak boleh kurang dari:

$$W = c_s \cdot m \cdot a \cdot \ell^2 \cdot p \quad [\text{cm}^3]$$

3.2 Pada bagian horisontal sekat, penegar harus juga memenuhi aturan untuk balok geladak sesuai Bab 10.

3.3 Ukuran konstruksi braket ditentukan berdasarkan modulus penampang penegar sesuai Bab 3, D.2. Jika panjang penegar 3,5 m dan lebih, maka braket harus diteruskan sampai ke balok atau wrang berikutnya.

3.4 Penegar sekat tanpa braket harus dihubungkan ke geladak dengan las. Panjang las paling sedikit $0,6 \times$ tinggi profil.

3.5 Jika panjang penegar antara geladak sekat dan geladak di bawahnya adalah 3,0 m dan kurang, maka sambungan ujung sesuai 3.4 tidak disyaratkan. Dalam hal ini penegar diteruskan sampai sekitar 25 mm dari geladak dan ditirus pada ujung-ujungnya. (Lihat juga Bab 3, D.3.).

3.6 Penegar sekat yang terpotong pada daerah pintu kedap air harus diperkuat dengan karling atau penegar.

4. Sekat bergelombang

4.1 Tebal pelat sekat bergelombang tidak kurang dari persyaratan sesuai 2.1. Untuk jarak a , salah satu yang terbesar dari b atau s [m] sesuai 4.3 diambil.

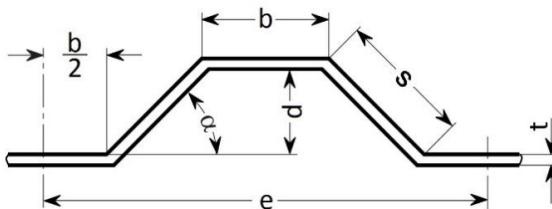
4.2 Modulus penampang elemen sekat bergelombang dihitung sesuai dengan 3.1. Untuk jarak a , lebar elemen e , [m] sesuai 4.3 harus diambil. Untuk sambungan ujung lihat Bab 3, D.4.

4.3 Modulus penampang aktual dari elemen sekat bergelombang dihitung sesuai formula berikut:

$$W = t \cdot d \left(b + \frac{s}{3} \right) \quad [\text{cm}^3]$$

Dimana :

- e = lebar elemen [cm]
 b = lebar pelat hadap [cm]
 s = lebar pelat bilah [cm]
 d = jarak antara pelat hadap [cm]
 t = tebal pelat [cm]
 $\alpha \geq 45^\circ$



Gambar 11.2 Elemen sekat bergelombang

4.4 Untuk sekat kedap air tipe bergelombang di kapal sesuai dengan Bab 23, E.

5. Bagian-bagian Pendukung Primer

5.1 Umum

Bagian-bagian pendukung primer harus dihitung menggunakan perhitungan langsung untuk menjamin kriteria tegangan sesuai 5.3.1 untuk operasi biasa dan sesuai kriteria 5.3.2 jika ada ruang muat bocor.

Berkenaan dengan lebar effektif dan pembuktian bukling pada setiap kasus Bab 3, E. dan F. harus ditaati.

Didaerah dengan potongan lubang momen lengkung derajat ke 2 harus diperhitungkan.

5.2 Asumsi beban

5.2.1 Beban selama operasi

Beban selama operasi adalah tekanan air eksternal, lihat Bab 4, dan beban akibat muatan dan tangki yang terisi, lihat Bab 17, B.2.7, Bab 21, H dan Bab 5, F jika relevan, tergantung pada bukaan geladak.

5.2.2 Beban pada kondisi bocor

Beban dalam kasus kebocoran ruang muat diperoleh dari 1.3 dengan memperhatikan 5.3.2.

5.3 Kriteria kekuatan

5.3.1 Kasus pembebanan "operasi"

Dengan beban menurut 5.2.1 tegangan izin berikut ini harus digunakan:

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_N^2 + 3\tau^2} \leq \frac{180}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\sigma_N = \text{tegangan normal}, \quad \sigma_N \leq \frac{150}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\tau = \text{tegangan geser}, \quad \tau \leq \frac{100}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$k = \text{faktor material menurut Bab 2, B}$$

Jika dibutuhkan Bab 5, F.2 harus ditaati sebagai tambahan.

5.3.2 Kasus pembebanan "ruang muat bocor"

Tebal bilah tidak boleh kurang dari:

$$t_w = \frac{10^3 \cdot Q}{\tau_{\text{perm}} \cdot h_w} + t_k \quad [\text{mm}]$$

$$\tau_{\text{perm}} = 727 \sqrt{\frac{Q}{b \cdot h_w} \sqrt{R_{eH} \left(1 + 0,75 \frac{b^2}{a^2} \right)}} \leq \frac{R_{eH}}{2,08} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$Q = \text{tegangan geser [kN]}$$

$$h_w = \text{tinggi bilah [mm]}$$

$$a, b = \text{panjang penegar bidang bilah yang tidak ditumpu, dimana } h_w \geq b \leq a$$

5.3.3 Dimensi komponen penumpu primer

Untuk penentuan ukuran penumpu primer, mode perhitungan "plastic hinges" dapat diperhitungkan

Hal ini dapat dilaksanakan baik dengan perhitungan tidak linier dari seluruh sekat atau perhitungan penumpu grillage linier dari sekat yang diidealisasikan.

Bila perhitungan penumpu grillage linier dilaksanakan, hanya momen dan gaya geser yang diambil sebagai kondisi batas pada tumpuan, yang dapat diserap oleh penampang yang relevan pada lokasi tersebut berada dalam kondisi plastis penuh.

Momen plastis [kNm] dihitung dengan:

$$M_p = \frac{W_p \cdot R_{eH}}{c \cdot 1200}$$

$$c = 1,1 \text{ untuk sekat tubrukan}$$

= 1,0 untuk sekat ruang muat

Gaya geser plastis [kN] dihitung dengan :

$$Q_p = \frac{A_s \cdot R_{eH}}{c \cdot 2080}$$

Untuk bidang momen dan gaya geser yang dihasilkan dari profil maka bagian tersebut didefinisikan sedemikian rupa sehingga kondisi

$$\sigma_v \leq R_{eH} \quad \text{terpenuhi}$$

Modulus penampang plastis harus dihitung sebagai berikut:

$$W_p = \frac{1}{1000} \sum_{i=1}^n A_i \cdot e_{pi} \quad [\text{cm}^3]$$

e_{pi} = jarak [mm] pusat luas parsial A_i dari sumbu netral penampang yang luluh. Sumbu netral tidak boleh diambil pada posisi yang lebih rendah dari pada titik terendah dari bilah.

A_i = luas parsial yang efektif [mm^2] dengan memperhatikan Bab 3, F.2.2. Dalam sambungan ini luas geser bilah yang menyalurkan gaya geser tidak diperhitungkan.

Bagian dari tinggi bilah yang terkait dengan penyaluran gaya geser tidak boleh kurang dari :

$$\Delta h_w = h_w \cdot \frac{t_w}{t_{wa}}$$

t_{wa} = tebal bilah yang terpasang $\geq t_w$

Jika penumpu dibentuk oleh luas parsial A_i dengan tegangan luluh R_{eHi} yang berbeda maka momen plastis dihitung dengan :

$$M_p = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot R_{eHi} \cdot e_{pi}}{c \cdot 1,2 \cdot 10^6} \quad [\text{kNm}]$$

Gaya geser plastis adalah:

$$Q_p = \frac{\sum_{i=1}^n A_{si} \cdot R_{eHi}}{c \cdot 2080} \quad [\text{kN}]$$

6. Struktur memanjang kedap air

Pelat dan penegar dari struktur memanjang kedap air harus dihitung sesuai dengan Tabel 11.2, kolom "sekat lainya".

C. Terowongan Poros

1. Umum

1.1 Poros dan kotak paking (*stuffing box*) harus dapat diakses. Bila satu atau lebih kompartemen terletak diantara sekat tabung buritan dan kamar mesin, maka harus dipasang terowongan poros kedap air. Ukuran terowongan poros harus cukup untuk tujuan pelayanan dan pemeliharaan.

1.2 Bukaan akses antara kamar mesin dan terowongan poros harus ditutup dengan pintu geser kedap air sesuai dengan persyaratan A.3.3. Untuk terowongan poros yang sangat pendek pintu kedap air antara terowongan dan kamar mesin dapat dihilangkan dengan persetujuan khusus.

Dalam hal ini lihat juga SOLAS 74, Ch. II-1, Reg. 11/8 sebagaimana diubah.

1.3 Terowongan ventilasi dan jalur darurat harus dibuat kedap air sampai dengan geladak lambung timbul.

2. Ukuran konstruksi

2.1 Pelat terowongan poros harus ditentukan seperti sekat sesuai [B.2.1](#).

2.2 Tebal pelat dari bagian bundar atas terowongan boleh dikurangi 10%.

2.3 Didaerah lubang palka, pelat atas terowongan harus diperkuat minimal 2,0 mm kecuali dilindungi oleh langit-langit.

Pada kapal kontainer penguatan ini dapat ditiadakan.

2.4 Modulus penampang penegar terowongan poros harus ditentukan sesuai [B.3.1](#).

2.5 Bagian horisontal dari terowongan masing-masing harus diperlakukan seperti bagian horisontal dari sekat dan geladak muatan.

2.6 Terowongan poros dalam tangki harus memenuhi persyaratan [Bab 12](#).

Bab 12 Struktur Tangki

A.	Umum.....	12-1
B.	Ukuran Konstruksi.....	12-6
C.	Tangki dengan Panjang atau Lebar yang Besar.....	12-11
D.	Tangki Minyak Nabati	12-12
E.	Tangki Lepas	12-12
F.	Tangki Air Minum.....	12-13
G.	Sekat Berlubang.....	12-13
H.	Tangki Bahan Bakar dan Minyak Pelumas pada Alas Ganda	12-14

A. Umum

Catatan

Perencanaan dan subdivisi pada tangki bahan bakar minyak harus memenuhi MARPOL, Annex I, Reg. 12 A "Oil Fuel Tank Protection".

1. Pembagian tangki

1.1 Pada tangki yang membentang selebar kapal yang dimaksudkan untuk diisi sebagian, (misalnya: tangki bahan bakar dan tangki air tawar), sekurang-kurangnya harus dipasang satu sekat memanjang, yang dapat dibuat sebagai sekat berlubang.

1.2 Jika ceruk haluan digunakan sebagai tangki, sekurang-kurangnya harus dipasang satu sekat berlubang memanjang penuh atau sebagian, jika lebar tangki melebihi 0,5B atau 6 m, mana yang lebih besar.

Jika ceruk buritan digunakan sebagai tangki, sekurang-kurangnya harus dipasang satu sekat berlubang memanjang penuh atau sebagian. Lebar permukaan cairan terbesar pada ceruk buritan tidak boleh melebihi 0,3B.

1.3 Tangki ceruk yang panjangnya melebihi 0,06L atau 6 m, mana yang lebih besar, harus dilengkapi dengan satu sekat berlubang melintang.

2. Pipa udara, pipa limpah dan pipa duga

Untuk perencanaan pipa lihat Bab 21, F.

3. Tangki ceruk haluan

Minyak tidak boleh ditempatkan di dalam tangki ceruk haluan atau tangki di depan sekat tubrukan. Lihat juga SOLAS 2015 Amand., Chapter II-2, Reg. 4.2 dan MARPOL 73/78, Annex I, Reg. 14.4.

4. Acuan lain

4.1 Jika sekat tangki merupakan bagian dari sekat kedap air, maka kekuatannya tidak boleh kurang dari persyaratan menurut Bab 11.

4.2 Mengenai instalasi pompa dan pipa, lihat juga Rules for Machinery Installations (Pt.1, Vol.III), Sec.11. Mengenai tangki bahan bakar lihat juga Rules for Machinery Installations (Pt.1, Vol.III), Sec.10. Mengenai tangki alas ganda, lihat Bab 8, B.5.

- 4.3 Untuk tangki muatan minyak lihat [Bab 24](#).
- 4.4 Mengenai ruang muatan kering yang juga dipakai untuk tangki air balas, lihat [C.2](#)
- 4.5 Untuk pengujian tangki, lihat [Bab 3, M](#).
- 4.6 Jika tangki dilengkapi dengan perencanaan kebocoran silang, maka penambahan tinggi tekanan harus dipertimbangkan (lihat juga [Bab 36, H](#)).

5. Tangki bahan bakar

5.1 Umum

5.1.1 Kapal yang menggunakan bahan bakar, perencanaan untuk penyimpanan, distribusi dan pemanfaatan bahan bakar harus sedemikian rupa untuk menjamin keselamatan kapal dan orang-orang di atas kapal dan sekurang-kurangnya harus memenuhi ketentuan sebagai berikut.

(SOLAS II-2, 4.2.2)

5.1.2 Sedapat mungkin, bagian dari sistem bahan bakar yang mengandung minyak panas di bawah tekanan melebihi $0,18 \text{ N/mm}^2$ tidak boleh ditempatkan pada posisi tersembunyi sehingga cacat dan kebocoran tidak dapat dengan mudah untuk diamati. Jalan pada bagian tersebut di ruang permesinan dari sistem bahan bakar harus diberi penerangan yang memadai.

(SOLAS II-2, 4.2.2.1)

5.1.3 Bahan bakar, minyak pelumas dan minyak mudah terbakar lainnya tidak boleh dibawa dalam tangki ceruk haluan.

(SOLAS II-2, 4.2.2.3.1)

5.1.4 Sedapat mungkin, tangki bahan bakar harus menjadi bagian dari struktur kapal dan harus ditempatkan di luar ruang permesinan kategori A.

Dimana tangki bahan bakar, selain tangki alas ganda, harus ditempatkan berdekatan atau di dalam ruang permesinan kategori A, setidaknya salah satu sisi vertikalnya harus berdekatan dengan batas-batas ruang permesinan, dan lebih disukai memiliki batas yang sama dengan tangki alas ganda, dan daerah batas tangki yang sama dengan ruang permesinan harus dijaga seminimal mungkin.

Bila tangki tersebut ditempatkan di dalam batas-batas ruang permesinan kategori A, tangki tersebut tidak boleh mengandung bahan bakar yang memiliki titik nyala kurang dari 60°C .

Secara umum, penggunaan tangki bahan bakar yang berdiri sendiri harus dihindari. Ketika tangki seperti itu digunakan di ruang permesinan kategori A pada kapal penumpang penggunaannya dilarang. Bila diizinkan, tangki bahan bakar harus ditempatkan di bak penampungan tumpahan kedap minyak dengan ukuran yang cukup, memiliki pipa pembuangan yang sesuai dan mengarah ke tangki tumpahan minyak dengan ukuran sesuai.

(SOLAS II-2, 4.2.2.3.2)

5.1.5 Tangki bahan bakar tidak boleh ditempatkan bila tumpahan atau kebocoran tersebut dapat menimbulkan kebakaran atau bahaya ledakan bila jatuh pada permukaan yang dipanaskan.

(SOLAS II-2, 4.2.2.3.3)

5.1.6 Permukaan dengan suhu di atas 220°C yang mungkin terjadi akibat kegagalan sistem bahan bakar harus diisolasi dengan benar.

Tindakan pencegahan harus diambil untuk mencegah minyak yang mungkin keluar di bawah tekanan dari pompa, penyaring atau pemanas agar tidak berhubungan dengan permukaan yang dipanaskan.

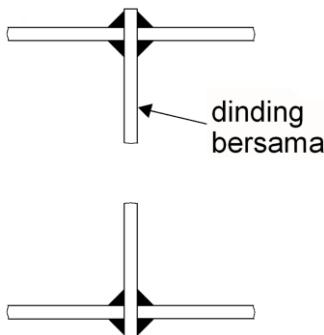
(SOLAS II-2, 4.2.2.6)

5.2 Pemisahan tangki bahan bakar dari tangki untuk cairan lain.

5.2.1 Tangki bahan bakar harus dipisahkan dengan koferdam¹ dari tangki minyak pelumas, minyak hidrolik, minyak pemanas, minyak nabati, air ketel, air kondensat dan air minum.

5.2 Dengan persetujuan khusus untuk kapal kecil, perencanaan koferdam antara tangki bahan bakar dan tangki pelumas dapat dihilangkan dengan syarat:

- Dinding bersama menerus, yaitu tidak boleh terputus pada dinding tangki yang berdekatan, lihat [Gambar 12.1](#).
- Jika dinding bersama tidak dapat dibuat menerus sesuai dengan [Gambar 12.1](#), maka las fillet pada kedua sisi dinding bersama harus dilas dua lapis dan tebal leher las tidak boleh kurang dari $0,5 \cdot t$ (t = tebal pelat).
- Penegar atau pipa tidak menembus dinding bersama.
- Marjin korosi t_k untuk dinding bersama tidak boleh kurang dari 2,5 mm .



Gambar 12.1 Dinding bersama menerus menggantikan koferdam

5.3 Tangki bahan bakar yang berdekatan dengan tangki sirkulasi minyak pelumas tidak diizinkan.

5.4 Untuk tangki bahan bakar yang dipanaskan sampai suhu yang lebih tinggi dari 10°C dibawah titik nyala bahan bakar yang bersangkutan, [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\), Sec.10, B.5.](#) harus ditaati secara khusus.

6. Tangki untuk cairan yang dipanaskan

6.1 Jika cairan yang dipanaskan akan dimuat dalam tangki, maka disyaratkan adanya perhitungan tegangan termal, jika suhu cairan yang dimuat melebihi nilai berikut:¹

$$\begin{aligned} T &= 65^\circ\text{C} && \text{dalam hal konstruksi memanjang} \\ &= 80^\circ\text{C} && \text{dalam hal konstruksi melintang} \end{aligned}$$

6.2 Perhitungan harus dilakukan untuk dua macam suhu yaitu, suhu muatan aktual dan suhu batas T sesuai dengan [6.1](#).

Perhitungan harus memberikan resultan tegangan pada struktur lambung berdasarkan suhu air laut 0°C dan suhu udara 5°C.

Tindakan konstruktif dan/atau penguatan akan disyaratkan berdasarkan hasil perhitungan pada kedua suhu tersebut.

¹ Untuk kapal berbendera Indonesia, koferdam juga disyaratkan antara ruang akomodasi dan tangki minyak.

7. Tebal Minimum

7.1 Tebal seluruh struktur tangki tidak boleh kurang dari nilai minimum berikut ini:

$$t_{\min} = 5,5 + 0,02 \cdot L \quad [\text{mm}]$$

7.2 Untuk tangki bahan bakar, tangki minyak pelumas dan tangki air tawar t_{\min} tidak boleh lebih besar dari 7,5 mm.

7.3 Untuk tangki balas kapal barang muatan kering t_{\min} tidak boleh lebih besar dari 9,0 mm.

7.4 Untuk tebal minimum dari semua struktur dalam tangki kapal tangki minyak lihat Bab 24, A.12.

8. Rekomendasi pelat dan penegar di daerah baling-baling dan ruang mesin

8.1 Umum

Dari titik tinjauan getaran struktur kulit dan tangki di daerah baling-baling dan mesin induk harus didesain sedemikian rupa sehingga desain kriteria yang ditetapkan pada 8.3 s/d 8.5 terpenuhi (lihat juga Bab 6, F.1 dan Bab 8, A.1.2.3).

8.2 Definisi

f_{pelat}^2 = frekuensi natural terendah dari bidang pelat isotropik dengan mempertimbangkan peralatan tambahan dan massa hidrodinamika [Hz]

$f_{penegar}^2$ = frekuensi natural terendah dari penegar dengan mempertimbangkan peralatan tambahan dan massa hidrodinamika [Hz]

d_p = diameter baling-baling [m]

r = jarak bidang pelat atau penegar ke posisi ujung daun baling-baling arah jam 12 [m]

d_r = rasio $\frac{r}{d_p}$

α = $\frac{P}{\Delta}$

P = keluaran mesin induk nominal [kW]

Δ = desain displasemen kapal [t]

n = kecepatan putaran maksimum poros baling - baling [1/min]

z = jumlah daun baling-baling

f_{daun} = frekuensi eksitasi lintasan daun baling-baling pada n [Hz]²

$$= \frac{1}{60} \cdot n \cdot z \quad [\text{Hz}]$$

n_e = kecepatan putaran maksimum mesin induk [1/min]

n_c = jumlah silinder mesin induk

$k_{langkah}$ = jumlah yang menunjukkan jenis mesin induk

= 1,0 untuk mesin induk 2-langkah (putaran rendah)

² Frekuensi natural bidang pelat dan penegar dapat diperkirakan dengan program komputer yang telah disetujui.

$$\begin{aligned}
 &= 0,5 \quad \text{untuk mesin induk 4-langkah (putaran sedang)}^3 \\
 f_{pengapian} &= \text{frekuensi pengapian mesin induk pada } n_e \\
 &= \frac{1}{60} \cdot k_{stroke} \cdot n_c \cdot n_e \quad [\text{Hz}]
 \end{aligned}$$

8.3 Struktur kulit sisi di daerah baling-baling

lihat [Bab 6, F.](#)

8.4 Struktur tangki di daerah baling-baling

Untuk kapal dengan baling-baling tunggal, bidang pelat dan penegar dari struktur tangki harus memenuhi kriteria pada [Tabel 12.1](#). Untuk memenuhi kriteria frekuensi natural terendah dari bidang pelat dan penegar harus lebih tinggi daripada frekuensi eksitasi pada daun baling-baling yang dinyatakan:

Tabel 12.1 Kriteria frekuensi

$\alpha \geq 0,3$				$\alpha < 0,3$	
$0 < d_r \leq 1$	$1 < d_r \leq 2$	$2 < d_r \leq 4$	$4 < d_r \leq 6$	$0 < d_r \leq 2$	$2 < d_r \leq 4$
$4,40 \cdot f_{daun}$	$3,45 \cdot f_{daun}$	$2,40 \cdot f_{daun}$	$1,20 \cdot f_{daun}$	$2,40 \cdot f_{daun}$	$1,20 \cdot f_{daun}$

8.5 Struktur tangki di daerah mesin induk

Untuk kapal dengan baling-baling tunggal, bidang pelat dan penegar tangki yang terletak di dalam ruang mesin harus memenuhi kriteria frekuensi seperti yang dijelaskan pada [Tabel 12.2](#) pada semua keadaan pengisian.

Pada umumnya, sambungan langsung antara penguatan bagian atas mesin melintang dan struktur tangki harus dihindari. Pemasangan pipa pada dinding tangki dsb. harus didesain sedemikian rupa sehingga kriteria frekuensi yang sama seperti yang diberikan untuk pelat terpenuhi.

Tabel 12.2 Kriteria frekuensi

Jenis mesin	Jenis pemasangan	Daerah pemberlakuan	Kriteria frekuensi
Putaran Rendah	Kaku	Tangki di dalam ruang mesin	$1,2 \cdot f_{pengapian} < f_{pelat} < 1,8 \cdot f_{pengapian}$ atau $f_{pelat} > 2,2 \cdot f_{pengapian}$ $f_{penegar} > 1,2 \cdot f_{pengapian}$
Putaran Sedang	Kaku atau semi - elastis	Tangki di dalam ruang mesin	$f_{pelat} < 0,8 \cdot f_{pengapian}$ atau $f_{pelat} > 1,2 \cdot f_{pengapian}$ dan $f_{penegar} < 0,8 \cdot f_{pengapian}$ atau $f_{penegar} > 1,2 \cdot f_{pengapian}$
	Elastis	Tangki sepanjang mesin hingga ke platform geladak berikutnya di atas alas dalam	$f_{pelat} < 0,9 \cdot f_{pengapian}$ atau $f_{pelat} < 1,1 \cdot f_{pengapian}$

³ Nilai ini berlaku untuk mesin tipe segaris. Frekuensi pengapian untuk mesin tipe V tergantung pada sudut V dari tabung silinder dan dapat diperoleh dari pabrik mesin.

B. Ukuran Konstruksi

1. Definisi

k = faktor bahan sesuai dengan Bab 2, B

a = jarak penegar atau lebar beban [m]

ℓ = panjang tidak ditumpu [m] sesuai dengan Bab 3, C.

p = beban p_1 atau p_d [kN/m^2] sesuai dengan Bab 4, D.; beban terbesar yang dipakai.

Untuk struktur tangki pada pelat kulit, tekanan p di bawah T_{\min} tidak boleh lebih besar dari:

$$p = p_1 - \left[10 (T_{\min} - z) - p_0 \cdot c_f \left(1 + \frac{z}{T_{\min}} \right) \right] [\text{kN}/\text{m}^2] \text{ dimana } p \leq p_1$$

T_{\min} = desain sarat balas terkecil [m]

z = jarak bagian struktur dari garis dasar [m]

p_2 = beban [kN/m^2] sesuai dengan Bab 4, D.1.

t_k = penambahan korosi sesuai dengan Bab 3, K

h = tinggi pengisian tangki [m]

e_t = karakteristik ukuran tangki ℓ_t atau b_t [m]

ℓ_t = panjang tangki [m]

b_t = lebar tangki [m]

$$\sigma_{pl} = \sqrt{\left(\frac{235}{k}\right)^2 - 3 \cdot \tau_L^2} - 0,89 \cdot \sigma_L \quad [\text{N}/\text{mm}^2]$$

σ_L = tegangan membran [N/mm^2] pada posisi yang ditinjau sesuai dengan Bab 5, D.1.

τ_L = tegangan geser [N/mm^2] pada posisi yang ditinjau, lihat juga Bab 5, D.1.

n_f = 1,0 untuk konstruksi melintang

= 0,83 untuk konstruksi memanjang

m, m_a lihat Bab 9, A.1.2

Untuk istilah "tumpuan jepit" dan "tumpuan sederhana" lihat Bab 3, D.

2. Pelat

2.1 Tebal pelat tidak boleh kurang dari:

$$t_1 = 1,1 \cdot a \cdot \sqrt{p \cdot k} + t_k \quad [\text{mm}]$$

$$t_2 = 0,9 \cdot a \cdot \sqrt{p_2 \cdot k} + t_k \quad [\text{mm}]$$

2.2 Selain persyaratan yang ditetapkan pada 2.1, tebal batasan tangki (termasuk geladak dan alas ganda) yang juga menerima tegangan normal dan tegangan geser akibat tegangan bending kapal memanjang tidak boleh kurang dari:

$$t = 16,8 \cdot n_f \cdot a \sqrt{\frac{p}{\sigma_{pl}}} + t_k \quad [\text{mm}]$$

2.3 Pembuktian kekuatan bukling pada sekat memanjang dan sekat melintang harus dilakukan sesuai dengan [Bab 3, F](#). Untuk sekat memanjang, desain tegangan sesuai dengan [Bab 5, D.1](#). dan tegangan akibat beban lokal harus dipertimbangkan.

3. Penegar dan penumpu

3.1 Penegar dan penumpu, yang tidak diperhitungkan sebagai bagian kekuatan memanjang

3.1.1 Modulus penampang penegar dan penumpu dengan tumpuan jepit pada ujung-ujungnya, tidak boleh kurang dari:

$$W_1 = 0,55 \cdot m \cdot a \cdot \ell^2 \cdot p \cdot k \quad [\text{cm}^3]$$

$$W_2 = 0,44 \cdot m \cdot a \cdot \ell^2 \cdot p_2 \cdot k \quad [\text{cm}^3].$$

Jika salah satu atau kedua ujungnya ditumpu sederhana, modulus penampang harus diperbesar 50 %.

Luas penampang geser dari bilah penumpu tidak boleh kurang dari:

$$A_{w1} = (1 - 0,817 \cdot m_a) \cdot 0,05 \cdot a \cdot \ell \cdot p \cdot k \quad [\text{cm}^2]$$

$$A_{w2} = (1 - 0,817 \cdot m_a) \cdot 0,04 \cdot a \cdot \ell \cdot p_2 \cdot k \quad [\text{cm}^2]$$

Dalam kasus penumpu yang menumpu penegar memanjang dan dalam kasus tumit penegar maka nilai faktor $m = 1,0$ dan $m_a = 0$ harus digunakan. Kalau tidak, faktor-faktor ini harus ditentukan sesuai dengan [Bab 9, B.2](#) sebagaimana untuk pembujur.

A_{w2} harus diperbesar 50 % pada posisi tumpuan jepit sepanjang $0,1 \ell$.

Kekuatan bukling pada bilah harus diperiksa sesuai dengan [Bab 3, F](#).

3.1.2 Jika ukuran konstruksi penegar dan penumpu ditentukan sesuai perhitungan kekuatan, maka berlaku nilai tegangan izin sebagai berikut:

- jika terkena beban p :

$$\sigma_b \leq \frac{150}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\tau \leq \frac{100}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 \tau^2} \leq \frac{180}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

- jika terkena beban p_2 :

$$\sigma_b \leq \frac{180}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\tau \leq \frac{115}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 \tau^2} \leq \frac{200}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

3.2 Penegar dan penumpu, yang diperhitungkan sebagai bagian kekuatan memanjang

3.2.1 Modulus penampang dan luas geser penegar dan penumpu horisontal ditentukan sesuai dengan Bab 9, B.3.1. seperti untuk pembujur. Dalam hal ini untuk penumpu yang menumpu penegar melintang digunakan faktor $m = 1$ dan $m_a = 0$.

3.2.2 Mengenai kekuatan bukling dan penumpu, persyaratan 2.3 harus ditaati.

3.3 Ukuran konstruksi balok dan penumpu tangki geladak juga harus memenuhi persyaratan Bab 10.

3.4 Untuk gading-gading dalam tangki, lihat Bab 9, A.2.2.

3.5 Penegar sekat tangki harus dihubungkan pada ujung-ujungnya dengan braket sesuai dengan Bab 3, D.2. Ukuran konstruksi braket ditentukan berdasarkan modulus penampang penegar. Braket harus dipasang jika panjang penegar melebihi 2 m.

Braket penegar harus diteruskan sampai ke balok, wrang, gading berikutnya, atau jika tidak maka harus ditumpu pada ujung-ujungnya.

3.6 Bila senta sekat melintang ditumpu pada sekat memanjang atau pada pelat sisi, gaya tumpuan dari senta ini harus diperhitungkan dalam penentuan tegangan geser pada sekat memanjang. Demikian juga, jika penumpu vertikal sekat melintang ditumpu pada geladak atau alas dalam, maka gaya tumpuan dari penumpu vertikal ini harus diperhitungkan dalam penentuan tegangan geser pada geladak atau alas dalam.

Tegangan geser yang diteruskan oleh senta ke sekat memanjang atau pelat sisi dapat ditentukan dengan formula berikut:

$$\tau_{st} = \frac{P_{st}}{2 \cdot b_{st} \cdot t} \quad [\text{N/mm}^2]$$

P_{st} = gaya tumpuan dari senta atau penumpu vertikal [kN]

b_{st} = lebar senta atau tinggi penumpu vertikal termasuk ujung braket (jika ada) [m] pada titik tumpuan.

t = lihat 2.2

Tegangan geser tambahan τ_{st} harus ditambahkan pada tegangan geser τ_L akibat tegangan bending memanjang sesuai dengan Bab 5, D.1 pada daerah berikut:

- 0,5 m di kedua sisi senta pada arah memanjang kapal
- $0,25 \cdot b_{st}$ di atas dan di bawah senta

Oleh karena itu persyaratan berikut harus dipenuhi.

$$\frac{110}{k} \geq \frac{P_{st}}{2 \cdot b_{st} \cdot t} + \tau_L$$

3.7 Sambungan antara bagian penumpu primer dan perpotongan penegar

3.7.1 Di perpotongan penegar dengan bagian penumpu primer, sambungan geser dan penegar tumit yang terpasang harus didesain sesuai dengan Bab 9, B.4.7 sampai Bab 9, B.4.9 yang mendapatkan beban tangki p dan p_2 .

3.7.2 Luas penampang penegar tumit harus sedemikian rupa sehingga tegangan yang dihitung tidak melebihi tegangan izin.

- tegangan normal minimum pada luas penampang penegar tumit:

$$\sigma_{\text{axial}} = \frac{10^3 \cdot P_h}{\ell_h \cdot t_h} \leq \frac{150}{k} \quad \text{untuk beban } p \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\sigma_{\text{axial}} \leq \frac{180}{k} \quad \text{untuk beban } p_2 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

- tegangan normal pada sambungan las fillet pada penegar tumit:

$$\sigma_{\text{weld}} = \frac{10^3 \cdot p_h}{2 \cdot a \cdot (\ell_{hc} + t_h + a)} \leq \sigma_{vp} \quad \text{untuk beban } p \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\sigma_{\text{weld}} \leq \frac{\sigma_{vp}}{0,8} \quad \text{untuk beban } p_2 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

a = tebal throat [mm] dari las fillet, lihat [Bab 19, B.3.3](#)

σ_{vp} = tegangan ekuivalen yang diizinkan pada las fillet sesuai dengan [Tabel 19.3](#)

3.7.3 Luas penampang melintang dari sambungan geser harus sedemikian rupa sehingga tegangan yang dihitung tidak melebihi tegangan izin.

- tegangan geser pada sambungan geser ke bagian penumpu melintang:

$$\tau_i = \frac{10^3 \cdot P_i}{h_i \cdot t_i} \leq \frac{100}{k} \quad \text{untuk beban } p \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\tau_i \leq \frac{115}{k} \quad \text{untuk beban } p_2 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

- tegangan geser pada sambungan geser disekitar las fillet:

$$\tau_{\text{weld},i} = \frac{10^3 \cdot P_i}{2 \cdot a \cdot h_i} \leq \tau_p \quad \text{untuk beban } p \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\tau_{\text{weld},i} \leq \frac{\tau_p}{0,8} \quad \text{untuk beban } p_2 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

τ_p = tegangan geser yang diizinkan pada las fillet sesuai dengan [Tabel 19.3](#)

i = s untuk sambungan geser bagian penumpu memanjang dan melintang

= c untuk sambungan geser memanjang dan pelat kolar

3.7.4 Luas penampang pelat collar harus sedemikian rupa sehingga tegangan bending yang dihitung tidak melebihi tegangan izin.

- tegangan bending pelat kolar

$$\sigma_c = \frac{3 \cdot 10^3 \cdot P_c \cdot b_c}{h_c^2 \cdot t_c} \leq \frac{150}{k} \quad \text{untuk beban } p [\text{N/mm}^2]$$

$$\sigma_c \leq \frac{180}{k} \quad \text{untuk beban } p_2 [\text{N/mm}^2]$$

- tegangan bending pada sambungan las fillet pada pelat kolar

$$\sigma_{las,c} = \frac{1,5 \cdot 10^3 \cdot P_c \cdot b_c}{h_c^2 \cdot a} \leq \sigma_{vp} \quad \text{untuk beban } p [\text{N/mm}^2]$$

$$\sigma_{las,c} \leq \frac{\sigma_{vp}}{0,8} \quad \text{untuk beban } p_2 [\text{N/mm}^2]$$

a, σ_{vp} sesuai 3.7.2

4. Sekat bergelombang

4.1 Tebal pelat dan modulus penampang elemen sekat bergelombang yang disyaratkan ditentukan sesuai dengan 2. dan 3., ditentukan dengan prosedur yang sama dengan Bab 11, B.4. Tebal pelat tidak boleh kurang dari t_{min} , sesuai dengan A.7, atau

- jika mendapat beban p

$$t_{crit} = \frac{b}{905} \sqrt{\sigma_D} + t_k \quad [\text{mm}]$$

- jika mendapat beban p_2

$$t_{crit} = \frac{b}{960} \sqrt{\sigma_D} + t_k \quad [\text{mm}]$$

σ_D = tegangan tekan $[\text{N/mm}^2]$

b = lebar lajur pelat hadap $[\text{mm}]$

4.2 Untuk ujung sambungan Bab 3, D.4. harus dipenuhi.

5. Tebal pelat clad

5.1 Jika titik luluh pada clad tidak kurang dari titik luluh pada material dasar, maka tebal pelat ditentukan sesuai dengan 2.1.

5.2 Jika titik luluh pada clad kurang dari titik luluh pada material dasar, maka tebal pelat tidak boleh kurang dari:

$$t_1 = 0,55 \cdot a \sqrt{p \cdot \frac{k}{A}} + t_k \quad [\text{mm}]$$

$$t_2 = 0,45 \cdot a \sqrt{p_2 \cdot \frac{k}{A}} + t_k \quad [\text{mm}]$$

untuk baja clad satu sisi:

$$A = 0,25 - \frac{t_p}{2t} \left[1 - r - \frac{t_p}{2t} (1 - r^2) \right]$$

untuk baja clad dua sisi:

$$A = 0,25 - \frac{t_p}{t} \left[1 - \frac{t_p}{t} \right] (1 - r)$$

t = tebal pelat termasuk clad [mm]

t_p = tebal pelat clad [mm]

$$r = \frac{R_{ep}}{R_{eH}}$$

R_{ep} = nilai titik luluh atas minimum dari clad [N/mm^2] pada suhu kerja

R_{eH} = nilai titik luluh atas minimum dari material dasar [N/mm^2] sesuai Bab 2, B

5.3 Tebal pelat yang ditentukan masing-masing sesuai dengan 5.1 dan 5.2 dapat dikurangi 0,5 mm. Untuk kapal tangki kimia, berlaku pengurangan menurut Rules For Ships Carrying Dangerous Chemicals In Bulk (Pt.1, Vol.X) Sec.4, 4.2 – 0.1.3.

C. Tangki dengan Panjang atau Lebar yang Besar

1. Umum

Tangki dengan panjang $\ell_t > 0,1L$ atau lebar $b_t > 0,6B$ (misalnya ruang muat untuk air balas) yang direncanakan diisi sebagian, harus diperiksa untuk mencegah resonansi antara gerakan cairan dan gerakan pitch atau roll dari kapal. Jika perlu, rasio pengisian tangki yang kritis harus dihindari. Periode gerakan pitch dan roll dari kapal demikian juga periode alami dari cairan di dalam tangki dapat ditentukan dengan formula berikut:

Periode alami cairan di dalam tangki:

$$T_{fb} = 1,132 \sqrt{\frac{e_t}{f}} \quad [s]$$

f = fungsi hiperbolik sebagai berikut:

$$= \tanh\left(\frac{\pi \cdot h}{e_t}\right)$$

Periode gelombang yang ditimbulkan oleh gerakan pitch:

$$T_s = \frac{L}{1,17 \cdot \sqrt{L} + 0,15 \cdot v_0} \quad [s]$$

v_0 = kecepatan maju kapal [kn] seperti dijelaskan pada Bab 1, H.5.

Periode gerakan roll:

$$T_r = \frac{c_r \cdot B}{\sqrt{GM}} \quad [s]$$

- c_r = 0,78 secara umum
 c_r = 0,70 untuk kapal tangki pada kondisi balas
 $\overline{GM} \approx 0,07 \cdot B$ secara umum
 $\overline{GM} \approx 0,12 \cdot B$ untuk kapal tangki dan kapal curah

2. Ruang muat untuk air balas

Sebagai tambahan untuk persyaratan yang ditentukan pada 1. di atas, maka untuk ruang muat dari kapal barang muatan kering dan kapal curah, yang direncanakan untuk diisi air balas, hal-hal berikut harus diperhatikan:

- Untuk ruang muat yang hanya diizinkan diisi penuh, pemberitahuan yang relevan akan dicantumkan ke dalam Sertifikat.
- Ventilasi yang cukup pada ruang muat dan tabung/saluran lubang palka harus disediakan.
- Untuk gading - gading Bab 9, A.2.2 juga harus diperhatikan.

D. Tangki Minyak Nabati

1. Sebagai tambahan dari ketentuan yang ditetapkan pada A dan B untuk tangki minyak nabati, persyaratan berikut harus ditaati.
2. Tangki untuk minyak nabati atau cairan sejenis, ukuran konstruksi ditentukan sesuai dengan B, harus dimuat penuh atau kosong. Catatan yang sesuai harus dicantumkan dalam Sertifikat.

Tangki tersebut dapat diisi sebagian dengan syarat tangki tersebut dibagi-bagi sesuai dengan A.1.2. Rasio pengisian antara 70 % dan 90 % agar dihindari.

3. Tangki untuk minyak nabati atau cairan sejenis harus mempunyai pipa udara yang cukup guna penyetaraan tekanan. Bubungan ekspansi kira-kira 1% dari volume tangki harus disediakan. Jika tangki dibagi oleh sekurang-kurangnya satu sekat memanjang pada garis tengah kapal, maka 3 % dari volume tangki dapat dibiarkan kosong dan digunakan sebagai ruang ekspansi.

E. Tangki Lepas

1. Umum
 - 1.1 Tangki lepas harus diamankan secukupnya terhadap gaya akibat gerakan kapal.
 - 1.2 Tangki lepas di dalam ruang muat harus juga dilengkapi dengan peralatan anti apung. Diasumsikan bahwa ruang muat bocor sampai ke garis air muat. Tegangan pada peralatan anti apung yang diakibatkan oleh gaya apung tidak boleh melampaui tegangan luluh material.
 - 1.3 Tangki lepas bahan bakar minyak tidak boleh ditempatkan di dalam ruang muat. Jika penempatan ini tidak dapat dihindari, maka harus ada langkah-langkah untuk menjamin agar muatan tidak rusak akibat bocoran minyak.
 - 1.4 Perlengkapan dan instalasi pipa pada tangki lepas harus dilindungi oleh papan pelindung, dan saluran buangan harus dipasang pada bagian luar tangki untuk mengalirkan bocoran minyak.

2. Ukuran konstruksi

2.1 Tebal pelat tangki lepas ditentukan menurut [B.2.1](#) dengan menggunakan rumus t_1 dan tekanan p seperti ditentukan pada [2.2](#).

2.2 Modulus penampang penegar tangki lepas tidak boleh kurang dari:

$$W = c \cdot a \cdot \ell^2 \cdot p \cdot k \quad [\text{cm}^3]$$

c = 0,36 jika penegar dengan tumpuan jepit pada kedua ujungnya

= 0,54 jika satu atau kedua ujungnya ditumpu sederhana

p = $9,81 \cdot h$ [kN/m^2]

h = jarak dari pusat beban panel pelat atau penegar sampai ke titik tertinggi pipa limpah atau ke titik 2,5 m diatas bagian atas tangki, mana yang lebih besar.

Untuk tangki yang dimaksudkan untuk membawa cairan dengan kepadatan lebih besar dari $1,0 \text{ t/m}^3$, tinggi h setidaknya harus diukur ke level pada jarak berikut h_p di atas bagian atas tangki:

$h_p = 2,5 \cdot \rho$ [m]

ρ = massa jenis [t/m^3] cairan yang dimuat

2.3 Untuk tebal minimum secara umum berlaku persyaratan [A.7](#).

F. Tangki Air Minum

1. Tangki air minum harus dipisahkan dari tangki yang berisi cairan selain air minum, air balas, air suling atau air ketel.

2. Dalam hal apapun perencanaan saniter atau jaringan pipanya tidak boleh berada langsung diatas tangki air minum.

3. Lubang orang yang dipasang pada bagian atas tangki harus diberi ambang.

4. Jika pipa yang berisi cairan selain dari air minum melalui tangki air minum, maka pipa tersebut harus ditempatkan dalam terowongan pipa.

5. Pipa udara dan pipa limpah tangki air minum harus dipisahkan dari pipa tangki lainnya.

G. Sekat Berlubang

1. Total luas perforasi pada sekat berlubang yaitu sekitar 20% dari luas sekat.

2. Tebal pelat pada umumnya sama dengan tebal pelat minimum menurut [A.7](#). Penguetan dapat disyaratkan untuk bagian struktur bantalan beban. Tapi bawah bebas dari sekat berlubang harus diperkuat secukupnya.

3. Modulus penampang penegar dan penumpu tidak boleh kurang dari W_1 sesuai dengan [B.3.](#), namun sebagai pengganti p digunakan beban p_d menurut [Bab 4, D.2.](#), dengan mengabaikan p_v .

4. Untuk sekat berlubang pada kapal tangki minyak lihat juga [Bab 24, D.](#)

H. Tangki Bahan Bakar dan Minyak Pelumas pada Alas Ganda

1. Jika bagian atas tangki dari tangki sirkulasi minyak pelumas tidak diatur pada tingkat yang sama dengan bagian alas dalam yang berdekatan, diskontinuitas aliran gaya ini harus dikompensasi dengan braket vertikal dan/atau horizontal. Braket harus didesain dengan taper yang mulus di ujung masing-masing lengan. Tebal braket vertikal harus sesuai dengan tebal pelat wrang menurut Bab 8, B.6.1, tebal braket horisontal harus sesuai dengan tebal bagian atas tangki dari tangki yang bersirkulasi. Braket setidaknya harus dihubungkan ke struktur kapal dengan lasan tirus ganda sesuai dengan Bab 19, B.3.2.
2. Untuk tebal minimum secara umum berlaku persyaratan A.7.1

Bab 13 Konstruksi Linggi Haluan dan Linggi Buritan

A.	Definisi.....	13-1
B.	Linggi Haluan	13-1
C.	Linggi Buritan	13-2
D.	Braket Baling-Baling.....	13-10
E.	Tabung Buritan Elastis	13-11

A. Definisi

- R_{eH} = nilai minimum tegangan luluh atas nominal [N/mm^2] sesuai dengan Bab 2, B
 k = faktor material menurut Bab 2, B, untuk baja tuang $k = k_r$ sesuai dengan Bab 14, A.4.2
 C_R = gaya kemudi [N] sesuai dengan Bab 14, B. 1.
 B_1 = gaya tumpuan [N] sesuai dengan Bab 14, C.3
 t_k = tebal korosi [mm] sesuai dengan Bab 3, K.
 a_B = jarak pengait haluan [m]

B. Linggi Haluan

1. Linggi haluan batang

1.1 Luas penampang linggi haluan batang dibawah garis air muat tidak boleh kurang dari:

$$A_b = 1,25 \cdot L \quad [cm^2].$$

1.2 Mulai dari garis air muat, luas penampang linggi haluan batang dapat dikurangi sampai menjadi 0,75 A_b pada ujung atas.

2. Linggi haluan pelat dan haluan gembung

2.1 Tebal tidak boleh kurang dari:

$$t = (0,6 + 0,4 a_B) \cdot (0,08 L + 6,0) \sqrt{k} \quad [mm]$$

$$t_{max} = 25 \sqrt{k} \quad [mm]$$

Tebal pelat tidak boleh kurang dari tebal yang disyaratkan sesuai Bab 6, C.2.

Perpanjangan linggi haluan pelat ℓ dari ujung belakang linggi haluan ke arah belakang tidak boleh kurang dari:

$$\ell = 70 \sqrt{L} \quad [mm]$$

Ukuran penegar ditentukan menurut Bab 9.

2.2 Mulai dari 600 mm di atas garis air muat hingga ke $T + c_o$, tebal pelat dapat dikurangi secara bertahap hingga menjadi 0,8t.

2.3 Linggi haluan pelat dan haluan gembung harus diperkuat dengan pengait haluan dan/atau

gading-gading kantilever. Pada kasus haluan gembung yang lebar dan panjang, lihat Bab 9, A.5.3.3

C. Linggi Buritan

1. Umum

1.1 Linggi baling-baling dan linggi kemudi pada bagian atas harus diteruskan ke lambung dan disambungkan dengan cara yang sesuai dan efisien. Pada daerah linggi kemudi, pelat kulit harus diperkuat menurut Bab 6, F.

Perhatian khusus harus diberikan terhadap rancangan bagian buritan kapal, kemudi dan sumur poros baling-baling agar gaya yang ditimbulkan oleh baling-baling sekecil mungkin.

1.2 Nilai berikut dianjurkan untuk ruang main baling-baling $d_{0,9}$ pada $0,9R$ (lihat Gambar 13.1)

$$d_{0,9} \geq 0,004 \cdot n \cdot d_p^3 \sqrt{\frac{v_0 [1 - \sin(0,75 \gamma)]}{D}} \left(0,5 + \frac{z_B}{x_F} \right) \quad [\text{m}]$$

R = jari-jari baling-baling [m]

v_0 = kecepatan kapal, lihat Bab 1, H.5. [knot]

n = jumlah putaran baling-baling tiap menit

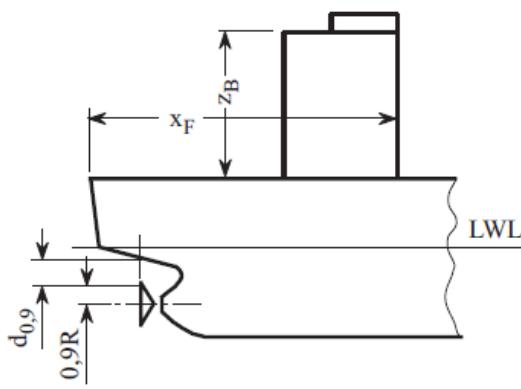
D = displasemen maksimum kapal [ton]

d_p = diameter baling-baling [m]

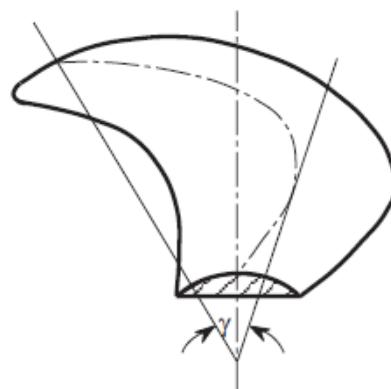
γ = sudut serong daun baling-baling [$^\circ$], lihat Gambar 13.2

z_B = tinggi geladak rumah kemudi diatas geladak cuaca [m]

x_F = jarak sekat depan rumah geladak dari tepi belakang linggi buritan [m], lihat Gambar 13.1.



Gambar 13.1 Ruang main baling-baling $d_{0,9}$



Gambar 13.2 Sudut serong

1.3 Pada kapal berbaling-baling tunggal, bagian bawah linggi buritan harus diteruskan ke depan sekurang-kurangnya 3 kali jarak gading-gading diukur dari ujung depan bos, untuk kapal-kapal lainnya sampai 2 kali jarak gading-gading diukur dari ujung belakang linggi buritan.

1.4 Tabung buritan harus dikelilingi oleh wrang pelat atau, jika bentuk kapal terlalu sempit dapat diperkuat dengan cincin dalam. Jika tidak dipasang sepatu kemudi, cincin dalam dapat dihindakan.

1.5 Tebal pelat linggi buritan dengan konstruksi las untuk kapal berbaling-baling ganda tidak boleh kurang dari:

$$t = (0,07 L + 5,0) \sqrt{k} \quad [\text{mm}]$$

$$t_{\max} = 22 \sqrt{k} \quad [\text{mm}]$$

2. Linggi baling-baling

2.1 Ukuran konstruksi linggi baling-baling pejal berbentuk persegi panjang ditentukan menurut formula berikut:

$$\ell = 1,4 \cdot L + 90 \quad [\text{mm}]$$

$$b = 1,6 \cdot L + 15 \quad [\text{mm}]$$

Jika digunakan bentuk lain selain bentuk persegi panjang, maka modulus penampang tidak boleh kurang dari nilai yang diperoleh dari ℓ dan b .

2.2 Ukuran konstruksi linggi baling-baling dengan konstruksi las ditentukan menurut formula berikut:

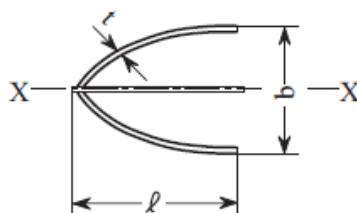
$$\ell = 50 \sqrt{L} \quad [\text{mm}]$$

$$b = 36 \sqrt{L} \quad [\text{mm}]$$

$$t = 2,4 \sqrt{L \cdot k} \quad [\text{mm}]$$

2.3 Jika bentuk penampang melintang berbeda dari Gambar 13.3 dan untuk linggi baling-baling dari baja tuang, modulus penampang terhadap sumbu memanjang tidak boleh kurang dari:

$$W_x = 1,2 \cdot L^{1,5} \cdot k \quad [\text{cm}^3]$$



Gambar 13.3 Linggi baling-baling

Catatan:

Pada kapal berbaling-baling tunggal dimana daerah di atas baling-baling mempunyai gading-gading yang melebar dengan $\alpha > 75^\circ$, tebal pelat kulit tidak boleh kurang dari tebal linggi baling-baling. Untuk $\alpha \leq 75^\circ$ tebalnya boleh $0,8t$. Dalam hal apapun tebal tersebut tidak boleh kurang dari tebal pelat kulit menurut Bab 6.

Rekomendasi ini berlaku untuk bagian pelat kulit yang dibatasi oleh permukaan yang diasumsikan berbentuk bundar, yang pusatnya terletak pada puncak daun baling-baling pada posisi jam dua belas dan jari-jarinya $0,75 \cdot \text{diameter baling-baling}$.

Penguatan yang cukup harus dilakukan, misalnya dengan wrang pada tiap gading dan dengan penumpu memanjang.

2.4 Tebal dinding bos linggi baling-baling pada kondisi terpasang sekurang-kurangnya 60% dari lebar

linggi baling-baling b menurut 2.1.

2.5 Tebal dinding bos linggi baling-baling dengan konstruksi las sesuai dengan 2.2 tidak boleh kurang dari 0,9 tebal dinding bos sesuai dengan D.2.

3. Sepatu kemudi

3.1 Modulus penampang sepatu kemudi terhadap sumbu-z tidak boleh kurang dari:

$$W_z = \frac{B_1 \cdot x \cdot k}{80} \text{ [cm}^3\text{]}$$

B_1 = lihat A.

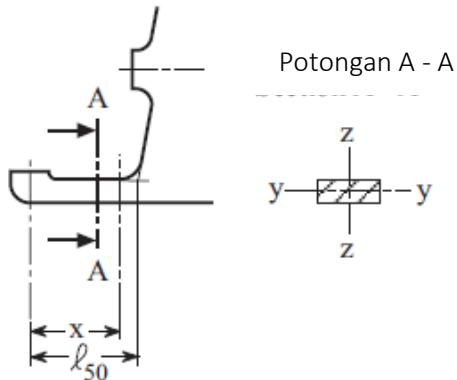
Untuk kemudi dengan dua tumpuan, gaya tumpuan kira kira $B_1 = C_R/2$ (Lihat Gambar13.9) jika elastisitas sepatu linggi diabaikan.

x = jarak masing-masing penampang melintang dari sumbu kemudi [m]

x_{\min} = $0,5 \cdot \ell_{50}$

x_{\max} = ℓ_{50}

ℓ_{50} = lihat Gambar13.4 dan Bab 14, C.3.2.



Gambar 13.4 Panjang ℓ_{50} sepatu kemudi

3.2 Modulus penampang W_z dapat dikurangi 15% jika dipasang tiang kemudi.

3.3 Modulus penampang terhadap sumbu-y tidak boleh kurang dari:

$$W_y = \frac{W_z}{2} \quad \text{jika tidak dipasang linggi kemudi atau poros kemudi}$$

$$W_y = \frac{W_z}{3} \quad \text{jika dipasang linggi kemudi atau poros kemudi}$$

3.4 Luas penampang pada lokasi $x = \ell_{50}$ tidak boleh kurang dari:

$$A_s = \frac{B_1}{48} \cdot k \text{ [mm}^2\text{]}$$

3.5 Tegangan ekuivalen dengan mempertimbangkan tegangan bending dan geser pada tiap lokasi

pada panjang ℓ_{50} tidak boleh melebihi:

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 \tau^2} \leq \frac{115}{k} \text{ [N/mm}^2]$$

$$\sigma_b \leq \frac{B_1 \cdot x}{W_z} \text{ [N/mm}^2]$$

$$\tau \leq \frac{B_1}{A_s} \text{ [N/mm}^2]$$

(IACS UR. S 10.9)

4. Tanduk kemudi dari kemudi semi gantung

4.1 Modulus penampang tanduk kemudi pada arah melintang terhadap sumbu-x horisontal pada tiap lokasi z tidak boleh kurang dari:

$$W_x = \frac{M_b \cdot k}{67} \text{ [cm}^3]$$

4.2 Pada penampang melintang manapun dari tanduk kemudi, tegangan geser akibat gaya geser Q tidak boleh melebihi nilai:

$$\tau \leq \frac{48}{k} \text{ [N/mm}^2]$$

Tegangan geser ditentukan menurut formula berikut:

$$\tau = \frac{B_1}{A_h} \text{ [N/mm}^2]$$

$$A_h = \text{luas geser efektif tanduk kemudi pada arah-y} \text{ [mm}^2]$$

4.3 Tegangan ekuivalen pada tiap lokasi (z) pada tanduk kemudi tidak boleh melebihi nilai berikut:

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 (\tau^2 + \tau_T^2)} \leq \frac{120}{k} \text{ [N/mm}^2]$$

σ_b, τ_T = komponen tegangan [N/mm²] dari tegangan ekuivalen, didefinisikan sebagai :

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_x} \text{ [N/mm}^2]$$

$$\tau_T = \frac{M_T \cdot 10^3}{2 \cdot A_T \cdot t_h} \text{ [N/mm}^2]$$

M_b, M_T = momen bending dan torsi pada tanduk kemudi dari kemudi semi gantung sesuai [5.1](#) atau [6.1](#)

A_T = luas penampang [mm²] yang diselubungi oleh tanduk kemudi pada lokasi yang dihitung

t_h = tebal pelat tanduk kemudi [mm].

4.4 Dalam penentuan tebal pelat tanduk kemudi, ketentuan 4.1 - 4.3 harus dipenuhi. Namun demikian, tebalnya tidak boleh kurang dari:

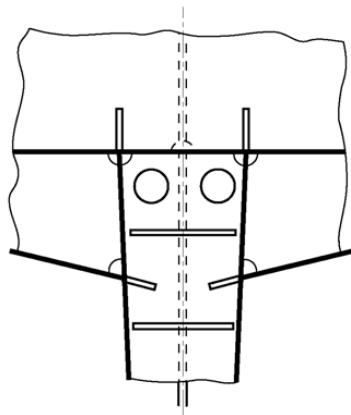
$$t_{\min} = 2,4 \cdot \sqrt{L \cdot k} \text{ [mm]}$$

(IACS UR S10.9.2.2)

4.5 Pelat tanduk kemudi harus disambung secara efektif ke struktur buritan kapal, misalnya dengan penyambungan pelat ke penumpu memanjang, agar mendapatkan penyaluran gaya yang baik, lihat [Gambar 13.5](#).

Braket atau senta harus dipasang di bagian dalam tanduk, segaris dengan pelat kulit terluar, sesuai yang ditunjukkan dalam [Gambar 13.5](#).

(IACS UR S10.9.2.3)



Gambar 13.5 Penyambungan tanduk kemudi ke struktur buritan kapal

4.6 Bilah melintang tanduk kemudi harus diteruskan ke lambung kapal sampai geladak berikutnya dalam jumlah yang cukup dan tebalnya harus memadai.

4.7 Wrang pelat yang diperkuat harus dipasang segaris dengan bilah melintang guna mendapatkan sambungan yang cukup dengan lambung kapal. Tebal wrang pelat ini harus ditambah 50% diatas nilai Peraturan yang ditetapkan pada [Bab 8](#).

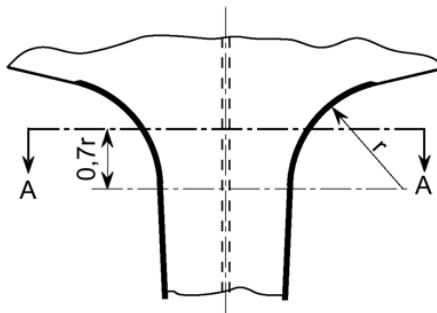
4.8 Sekat pada garis tengah kapal (pelat-berlubang) dalam ceruk buritan harus disambung ke tanduk kemudi.

4.9 Skalop harus dihindari pada sambungan antara bilah melintang dan pelat kulit.

4.10 Sambungan las antara pelat tanduk kemudi dan pelat kulit harus penetrasi penuh. Radius pengelasan harus sebesar mungkin dan dapat dilakukan dengan proses gerinda.

(IACS UR S10.9.2.3)

4.11 Jika peralihan antara tanduk kemudi dan pelat kulit melengkung, maka kira-kira 50 % modulus penampang total tanduk kemudi yang disyaratkan harus dibentuk oleh bilah pada penampang A - A yang terletak di pusat daerah peralihan, yaitu $0,7 \cdot r$ diatas daerah transisi awal. Lihat [Gambar 13.6](#).



Gambar 13.6 Transisi antara tanduk kemudi dan kulit

5. Tanduk Kemudi dari kemudi semi gantung dengan satu tumpuan elastis

5.1 Distribusi momen bending, gaya geser dan momen torsi ditentukan menurut formula berikut:

– momen bending : $M_b = B_1 \cdot z$ [Nm]

$$M_{b\max} = B_1 \cdot d \quad [\text{Nm}]$$

– gaya geser : $Q = B_1$ [N]

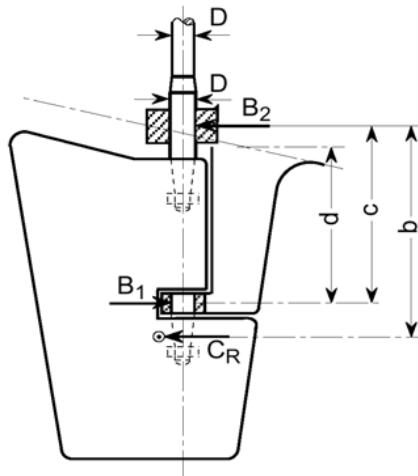
– momen torsi : $M_T = B_1 \cdot e(z)$ [Nm]

Untuk penentuan ukuran konstruksi awal, fleksibilitas tanduk kemudi dapat diabaikan dan gaya tumpuan B_1 dihitung menurut formula berikut:

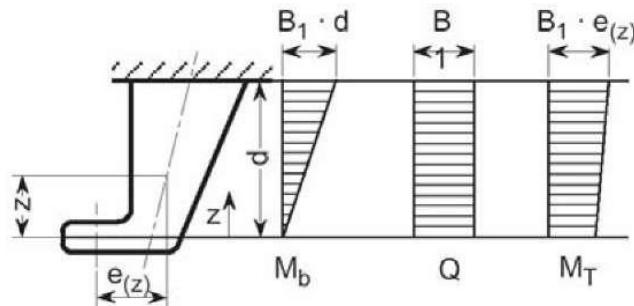
$$B_1 = C_R \cdot \frac{b}{c} \quad [\text{N}]$$

b, c, d, e(z) dan z lihat [Gambar 13.7](#) dan [13.8](#)

nilai b adalah jarak dari posisi pusat gravitasi luas kemudi.



Gambar 13.7 Perencanaan bantalan kemudi semi gantung



Gambar 13.8 Beban pada tanduk kemudi (kemudi dengan satu tumpuan elastis)

6. Tanduk Kemudi dari kemudi semi gantung dengan gabungan dua tumpuan elastis

6.1 Momen Bending dan gaya geser tanduk kemudi

Momen bending yang bekerja pada penampang secara umum dari tanduk kemudi [Nm] dapat diperoleh dari formula berikut:

- $M_H = F_{A1} \cdot z$ antara tumpuan bawah dan atas yang berada pada tanduk kemudi
- $M_H = F_{A1} \cdot z + F_{A2} \cdot (z - d_{lu})$ diatas tumpuan atas tanduk kemudi
- $F_{A1} =$ Gaya tumpuan pada tumpuan bawah tanduk kemudi [N] diperoleh menurut [Gambar 13.9](#), dan diambil sama dengan B_1 .
- $F_{A2} =$ Gaya tumpuan pada tumpuan atas tanduk kemudi [N] diperoleh menurut [Gambar 13.9](#), dan diambil sama dengan B_2 .
- $z =$ Jarak [m], ditunjukkan dalam [Gambar 13.9](#), diambil kurang dari jarak d [m] yang ditunjukkan dalam gambar yang sama.
- $d_{lu} =$ Jarak [m] antara bantalan bawah dan atas dari tanduk kemudi (sesuai [Gambar 13.3](#), $d_{lu} = d - \lambda$).

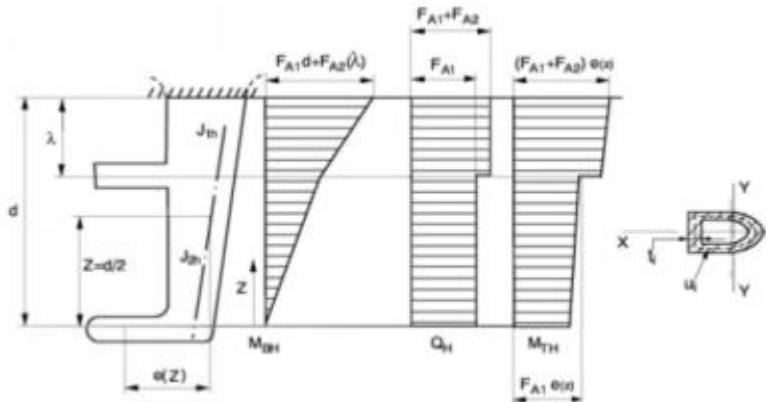
Gaya geser Q_H yang bekerja pada penampang secara umum dari tanduk kemudi [N] diperoleh dari formula berikut:

- $Q_H = F_{A1}$ antara bantalan bawah dan atas tanduk kemudi
- $Q_H = F_{A1} + F_{A2}$ diatas bantalan atas tanduk kemudi
- $F_{A1}, F_{A2} =$ Gaya tumpuan [N]

Torsi yang bekerja pada bagian penampang secara umum dari tanduk kemudi [Nm] diperoleh dari formula berikut:

- $M_T = F_{A1} \cdot e(z)$ antara bantalan bawah dan atas tanduk kemudi
- $M_T = F_{A1} \cdot e(z) + F_{A2} \cdot e(z)$ diatas bantalan atas tanduk kemudi
- $e(z) =$ Lengan torsi [m] ditunjukkan dalam [Gambar 13.9](#)

(IACS UR S10.6 ANNEX)



Gambar 13.9 Beban pada tanduk kemudi (kemudi dengan dua tumpuan elastis)

6.2 Perhitungan tegangan geser tanduk kemudi

Untuk penampang dari tanduk kemudi secara umum, yang terletak di antara bantalan bawah dan atas, tegangan berikut harus dihitung:

τ_s = Tegangan geser [N/mm^2] diperoleh dari formula berikut:

$$= \frac{F_{A1}}{F_H}$$

τ_T = Tegangan torsi [N/mm^2] untuk tanduk kemudi berongga diperoleh dari formula berikut:

$$= \frac{M_T \cdot 10^{-3}}{2 \cdot F_T \cdot t_H}$$

Untuk tanduk kemudi pejal, τ_T harus dipertimbangkan oleh BKI berdasarkan kasus per kasus.

Untuk penampang dari tanduk kemudi secara umum, yang terletak di daerah di atas bantalan atasnya, tegangan berikut harus dihitung:

τ_s = Tegangan geser [N/mm^2] diperoleh dari formula berikut:

$$= \frac{F_{A1} + F_{A2}}{A_H}$$

τ_T = Tegangan torsi [N/mm^2] untuk tanduk kemudi berongga diperoleh dari formula berikut:

$$= \frac{M_T \cdot 10^{-3}}{2 \cdot F_T \cdot t_H}$$

F_{A1}, F_{A2} = Gaya tumpuan [N]

A_H = Luas penampang geser efektif tanduk kemudi [mm^2] pada arah-y;

M_T = Momen torsi [Nm]

F_T = Luasan rata-rata yang diselubungi oleh batas luar dan dalam dari bagian berdinding tipis dari penampang tanduk kemudi [m^2].

t_H = Tebal pelat tanduk kemudi [mm]. Untuk penampang tertentu dari tanduk kemudi, nilai

maksimum τ_T diperoleh dari nilai minimum t_H .

(IACS UR S10.6 ANNEX)

6.3 Perhitungan tegangan bending tanduk kemudi

Untuk penampang dari tanduk kemudi secara umum dalam panjang d , tegangan berikut harus dihitung:

σ_B = Tegangan bending [N/mm^2] diperoleh dari formula berikut:

$$= \frac{M_H}{W_x}$$

M_H = Momen bending pada penampang yang ditinjau [Nm]

W_x = Modulus penampang [cm^3] sekitar sumbu-x (lihat [Gambar 13.2](#)).

(IACS UR S10.6 ANNEX)

D. Braket Baling-Baling

1. Sumbu penyangga sedapat mungkin harus berpotongan pada sumbu poros baling-baling. Penyangga harus diteruskan menembus pelat kulit dan harus disambung secara efisien ke gading-gading dan wrang pelat.

Konstruksi disekitar kulit kapal harus dikerjakan dengan hati-hati. Dalam kasus sambungan las, penyangga harus memiliki flens las atau bagian yang dipertebal atau disambungkan pada pelat kulit dengan cara lain yang sesuai. Untuk penguatan pelat kulit disekitar penyangga dan bos poros, lihat [Bab 6, F. Persyaratan Bab 19, B.4.3](#) harus dipenuhi.

2. Ukuran konstruksi penyangga pejal harus ditentukan seperti diuraikan dibawah ini, tergantung pada diameter poros baling-baling d :

- tebal : $0,44 \cdot d$
- luas penampang pada penyangga baling-baling : $0,44 \cdot d^2$
- panjang bos : lihat [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol. III\) Sec.4, D.5.2](#).
- tebal dinding bos : $0,25 \cdot d$.

3. Braket baling-baling dan bos poros dengan konstruksi las harus memiliki kekuatan yang sama dengan yang pejal sesuai [2](#).

4. Untuk braket baling-baling penyangga tunggal, analisa kekuatan menurut [E.1.2](#). dan analisa getaran menurut [E.2](#). harus dilakukan. Pertimbangan yang cukup, berkenaan dengan aspek kekuatan lelah harus diberikan.

Braket baling-baling penyangga tunggal dapat juga ditentukan sebagai berikut:

$$W = 0,068 \cdot d^3$$

$$I = 0,018 \cdot d^4$$

Dimana;

W = modulus penampang dari penyangga [mm^3]

- I = momen inersia dari penyangga [mm⁴]
d = diameter poros yang dipersyaratkan [mm]

Formula diatas diaplikasikan pada panjang braket, yang diukur dari garis keliling terluar dari braket penyangga atau bos tidak boleh melebihi $10,6 \cdot d$. Jika melebihi panjang ini, ukuran konstruksi dari penyangga harus ditambah.

E. Tabung Buritan Elastis

1. Analisa kekuatan

Ketika menentukan ukuran konstruksi tabung buritan disekitar daerah sambungan dengan lambung, maka tegangan berikut harus dibuktikan:

1.1 Beban statis

Tegangan bending yang disebabkan oleh beban berat statis tidak boleh melebihi $0,35 \cdot R_{eH}$.

1.2 Beban dinamis

Beban berubah-ubah sebagai akibat hilangnya sebuah daun baling-baling harus ditentukan dengan asumsi bahwa putaran baling-baling adalah 0,75 kali putaran nominal. Tegangan izin berikut harus dipenuhi:

$$\sigma_{perm} = 0,40 R_{eH} \quad \text{untuk } R_{eH} = 235 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{perm} = 0,35 R_{eH} \quad \text{untuk } R_{eH} = 355 \text{ N/mm}^2$$

Tegangan izin tersebut diatas adalah nilai-nilai pendekatan. Penyimpangan dapat disetujui pada kasus-kasus tertentu dengan memperhitungkan aspek kekuatan lelah.

2. Analisa getaran

Frekuensi bending alami pada putaran nominal sistem yang terdiri dari tabung buritan, poros baling-baling dan baling-baling tidak boleh kurang dari $1,5 \times$ putaran nominal baling-baling. Namun demikian, nilai tersebut tidak boleh melebihi $0,66 \times$ frekuensi eksitasi dari baling-baling (jumlah daun baling-baling \times putaran nominal baling-baling) dan tidak boleh sama dengan kondisi kerja, termasuk kondisi kerusakan (hilangnya sebuah daun baling-baling).

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 14 Kemudi dan Instalasi Olah Gerak

A.	Umum.....	14-1
B.	Gaya Kemudi dan Momen Torsi.....	14-5
C.	Ukuran Konstruksi Tongkat Kemudi.....	14-8
D.	Kopling Kemudi.....	14-17
E.	Badan Kemudi, Bantalan Kemudi.....	14-24
F.	Desain Momen Luluh Tongkat Kemudi	14-32
G.	Penahan, Alat Pengunci	14-32
H.	Tabung Baling-baling	14-33
J.	Perangkat untuk Meningkatkan Efisiensi Propulsi	14-34
K.	Sirip Penstabil	14-34
L.	Kesetaraan	14-35

A. Umum

Paragraf pada Bab ini berdasarkan konvensi dan/atau kode international berikut:

IACS UR S10 Rev.6^{1,2}

Pada akhir setiap paragraf yang relevan, paragraf yang sesuai dengan konvensi internasional dan/atau kode dicantumkan referensi di dalam tanda kurung.

1. Instalasi olah gerak

1.1 Tiap kapal harus dilengkapi dengan sebuah instalasi olah gerak yang akan menjamin kemampuan olah gerak yang cukup.

1.2 Instalasi olah gerak mencakup semua bagian alat-alat yang diperlukan untuk mengemudikan kapal mulai dari kemudi dan instalasi penggerak kemudi sampai ke ruang kemudi.

1.3 Bab ini menguraikan tentang tongkat kemudi, kopling kemudi, bantalan kemudi dan badan kemudi. Instalasi penggerak kemudi harus memenuhi [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol. III\) Sec.14](#).

1.4 Kompartemen instalasi penggerak kemudi harus mudah diakses, dan sedapat mungkin harus dipisahkan dari kamar mesin (Lihat juga SOLAS 74, Chapter II-I, Reg. 29.13))

1.5 Penguatan untuk Pelayaran di Es lihat [Bab 15](#).

2. Detail struktur

2.1 Cara yang efektif harus diadakan untuk menumpu berat badan kemudi tanpa tekanan bantalan yang berlebihan, misalnya dengan penyangga kemudi yang dihubungkan ke bagian atas tongkat kemudi. Struktur lambung di daerah penyangga kemudi harus diperkuat secukupnya.

(IACS UR S10.1.2.1)

2.2 Pengaturan yang sesuai agar diadakan untuk mencegah terangkatnya kemudi.

(IACS UR S10.1.2.2)

¹ Perubahan pada Rev.5 secara bersamaan akan diberlakukan oleh BKI untuk kapal dengan kontrak pembangunan pada atau setelah 1 Juli 2019

² Perubahan pada Rev.6 secara bersamaan akan diberlakukan oleh BKI untuk kapal dengan kontrak pembangunan pada atau setelah 1 Januari 2021

Sambungan struktur daun kemudi dengan bagian pejal dalam bentuk baja tempa atau tuang yang digunakan sebagai rumah tongkat kemudi harus didesain yang sesuai untuk menghindari konsentrasi tegangan berlebih pada daerah tersebut.

2.3 Tongkat kemudi harus menembus lambung, dalam tabung/selubung kedap air tertutup, atau dipasang paking di atas garis muat tertinggi, untuk mencegah air masuk ke kompartemen instalasi penggerak kemudi dan tersapunya pelumas dari penyangga kemudi. Jika puncak tabung kemudi berada di bawah garis muat tertinggi, maka harus dipasang dua tabung paking yang terpisah.

(IACS UR S10.1.2.3)

Catatan

Langkah-langkah berikut dianjurkan sebagai tindakan pencegahan untuk menghindari atau meminimalkan kavitas kemudi:

Pemilihan profil:

- Menggunakan bentuk dan tebal profil yang sesuai.
- Menggunakan profil dengan nilai koefisien tekanan mutlak yang cukup kecil untuk sudut temu yang moderat (dibawah 5°). Distribusi tekanan disekitar profil harus sehalus mungkin. Tebal maksimum profil tersebut biasanya terletak pada jarak lebih besar dari 35% di belakang ujung depan daun baling-baling.
- Menggunakan profil dengan jari-jari hidung daun baling-baling yang besar untuk kemudi yang beroperasi pada aliran baling-baling.
- Analisis Perhitungan Dinamika Fluida (CFD) untuk kemudi dengan memperhitungkan baling-baling dan arus-ikut kapal dapat digunakan.

Kavitas sepatu kemudi:

- Membundarkan lengkungan ujung depan sepatu kemudi.

Kavitas bos baling-baling:

- Memasang pelindung (bagian berputar) ke kemudi pada ketinggian bos baling-baling. Pelindung ini berfungsi sebagai perpanjangan dari bos baling-baling.

Kavitas pada permukaan tidak rata:

- Menggerinda dan memoles semua lasan.
- Hindari perubahan bentuk profil. Seringkali kemudi dibuat dengan penebalan setempat (gelembung) dan lekuk untuk memudahkan pemasangan poros kemudi. Perubahan maksimum bentuk profil harus diusahakan kurang dari dua persen tebal profil.

Kavitas celah:

- Membundarkan seluruh tepi bagian disekeliling celah.
- Ukuran celah harus sekecil mungkin.
- Menempatkan celah di luar arus baling-baling.

3. Rekomendasi ukuran luas daun kemudi

Untuk memperoleh kemampuan olah gerak yang cukup, luas daun kemudi A yang dapat digerakkan dianjurkan tidak kurang dari formula berikut:

$$A = c_1 \cdot c_2 \cdot c_3 \cdot c_4 \frac{1,75 \cdot L \cdot T}{100} \quad [m^2]$$

c_1 = faktor untuk jenis kapal:
= 1,0 secara umum

- = 0,9 untuk kapal curah dan kapal tangki yang memiliki displasemen lebih dari 50.000 ton
- = 1,7 untuk kapal tunda dan kapal pukat
- c_2 = faktor untuk jenis kemudi:
- = 1,0 secara umum
- = 0,9 untuk kemudi semi gantung
- = 0,7 untuk kemudi daya angkat tinggi
- c_3 = faktor untuk profil kemudi:
- = 1,0 untuk kemudi profil NACA dan pelat
- = 0,8 untuk profil cekung dan campuran
- c_4 = faktor untuk penempatan kemudi:
- = 1,0 untuk kemudi di dalam arus baling-baling (tipe baling-baling jet dan kemudi tabung/nosel)
- = 1,5 untuk kemudi di luar arus baling-baling

Untuk kemudi semi gantung 50% dari luas proyeksi tanduk kemudi dapat dimasukkan ke dalam luas daun kemudi A.

Jika dipasang lebih dari satu kemudi, maka luas tiap daun kemudi dapat dikurangi 20%.

4. Material dan Pengelasan

4.1 Mengenai material untuk tongkat kemudi, pena, baut kopling dan bagian kemudi yang di cor harus terbuat dari baja canai, tempa atau cor mangan carbon, lihat [Rules for Materials \(Pt.1, Vol.V\)](#) dan [Rules for Welding \(Pt.1, Vol.VI\)](#). Persyaratan material khusus harus dipenuhi untuk Notasi Klas **ES3** dan **ES4**.

4.2 Pada umumnya material yang memiliki nilai minimum tegangan luluh atas nominal R_{eH} kurang dari 200 N/mm² dan kuat tarik minimum kurang dari 400 N/mm² atau lebih dari 900 N/mm² tidak boleh digunakan untuk tongkat, pena, pasak dan baut kemudi.

Persyaratan Bab ini didasarkan pada material dengan nilai minimum tegangan luluh atas nominal R_{eH} sebesar 235 N/mm². Jika material yang digunakan memiliki nilai R_{eH} yang berbeda dari 235 N/mm², maka faktor material k_r harus ditentukan sebagai berikut:

$$k_r = \begin{cases} \left(\frac{235}{R_{eH}}\right)^{0,75} & \text{untuk } R_{eH} > 235 \text{ [N/mm}^2\text{]} \\ \frac{235}{R_{eH}} & \text{untuk } R_{eH} \leq 235 \text{ [N/mm}^2\text{]} \end{cases}$$

R_{eH} = nilai minimum tegangan luluh atas nominal dari material yang digunakan [N/mm²]

R_{eH} tidak boleh diambil lebih besar dari $0,7 \cdot R_m$ atau 450 N/mm², mana yang lebih kecil.

R_m = kuat tarik [N/mm²] material yang digunakan.

(IACS UR S10.1.3.5) (Rev.6)

4.3 Sebelum pengurangan yang signifikan dari diameter tongkat kemudi karena penggunaan baja dengan nilai R_{eH} melebihi 235 N/mm² diberikan, BKI dapat mensyaratkan evaluasi dari defleksi elastis tongkat kemudi. Defleksi yang besar harus dihindari guna mencegah tekanan tepi yang berlebihan di daerah bantalan.

(IACS UR S10.4.3) (Rev.6)

- 4.4 Tingkat mutu material pelat untuk kemudi dan tanduk kemudi sesuai dengan [Tabel 2.9](#).
(IACS UR S10.1.3.3)
- 4.5 Bagian yang dilas dari kemudi harus terbuat dari material baja canai.
(IACS UR S10.1.3.1)
- 4.6 Las slot sebisa mungkin dihindari. Las slot tidak boleh digunakan di area yang memiliki tegangan bidang yang besar secara melintang terhadap slot atau di daerah potongan lubang pada kemudi semi gantung.

Jika las slot dilakukan, maka panjang slot minimum adalah 75 mm dan lebar $2 \cdot t$, dimana t adalah tebal pelat kemudi [mm]. Jarak antara ujung slot tidak melebihi 125 mm. Slot harus berupa las fillet yang mengitari tepi dan ditutup dengan material kompon yang sesuai, misalnya dempul epoksi. Slot tidak perlu ditutup dengan lasan.

Las slot menerus harus digunakan sebagai pengganti las slot. Ketika Las slot menerus dilakukan, jarak kaki las sekitar 6-10 mm. Sudut tirus setidaknya 15° .

(IACS UR S10.1.4.1)

- 4.7 Pada lekukan tanduk kemudi dari kemudi semi gantung, jari-jari pelat kemudi kecuali pada bagian pejal baja tuang, tidak boleh kurang dari 5 kali ketebalan pelat, dan tidak boleh kurang dari 100 mm. Pengelasan di sisi pelat harus dihindari di dalam atau pada ujung jari-jari. Tepi sisi pelat dan las yang berdekatan dengan jari-jari harus dihaluskan.

(IACS UR S10.1.4.2) (Rev.6)

- 4.8 Lasan antara pelat dan bagian yang padat (bagian pejal yang di tempa atau baja tuang atau pelat yang sangat tebal) harus dilakukan dengan las penetrasi penuh. Pada daerah dengan tegangan tinggi misalnya potongan lubang dari kemudi semi gantung dan bagian atas kemudi gantung, cor atau pengelasan pada tulangan harus diatur. Pengelasan penetrasi penuh pada dua sisi normalnya juga harus diatur. Las balik terhadap batang keramik penahan atau yang setara jika tidak memungkinkan untuk dilakukan, maka batang baja penahan dapat digunakan dan harus dilas menerus pada satu sisi hingga bagian yang padat.

(IACS UR S10.1.4.3)

5. Definisi

C_R = gaya kemudi [N]

Q_R = momen torsi kemudi [Nm]

A = luas total bagian dari daun kemudi yang dapat digerakkan [m^2], diukur pada bidang tengah kemudi

Untuk kemudi tabung/nosel, A tidak boleh diambil kurang dari 1,35 kali luas proyeksi tabung/nosel.

A_t = $A +$ luas tanduk kemudi, jika ada [m^2]

A_f = bagian luas kemudi yang terletak di depan sumbu tongkat kemudi [m^2]

A_{1a} = bagian A_1 yang terletak di belakang sumbu tongkat kemudi

A_{1f} = bagian A_1 yang terletak di depan sumbu tongkat kemudi

A_{2a} = bagian A_2 yang terletak di belakang sumbu tongkat kemudi

A_{2f} = bagian A_2 yang terletak di depan sumbu tongkat kemudi

b = tinggi rata-rata daun kemudi [m]. Lebar rata-rata dan tinggi rata-rata kemudi dihitung sesuai sistem koordinat di [Gambar 14.1a](#)

c = lebar rata-rata daun kemudi [m] (lihat [Gambar 14.1a](#))

λ = aspek rasio daun kemudi A_t

$$= \frac{b^2}{A_t}$$

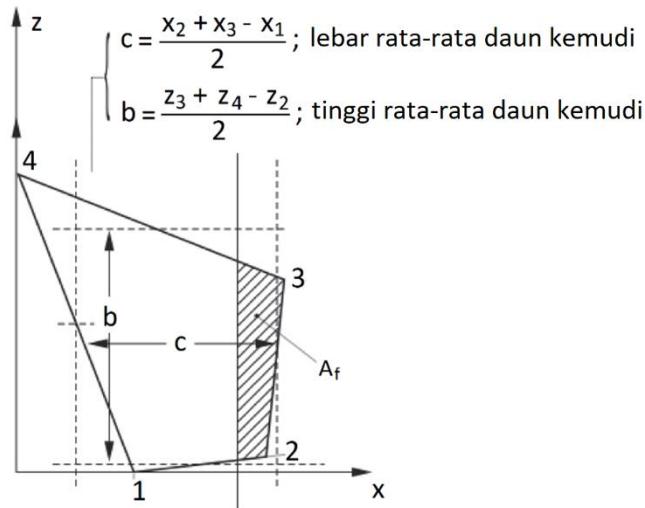
v_0 = kecepatan maju kapal [kn] seperti ditentukan pada [Bab 1, H.5.](#); jika kecepatan ini kurang dari 10 kn, maka v_0 [kn] harus diambil sebagai berikut

$$v_{min} = \frac{(v_0 + 20)}{3} \quad [\text{kn}]$$

v_a = kecepatan mundur kapal [kn]; namun tidak boleh kurang dari $0,5 \cdot v_0$

k = faktor material menurut [Bab 2, B..](#)

Penguatan kapal untuk pelayaran di es harus memperhatikan [Bab 15, B.9](#)



Gambar 14.1a Geometri Luasan Daun Kemudi

B. Gaya Kemudi dan Momen Torsi

1. Gaya kemudi dan momen torsi untuk kemudi normal

1.1 Gaya kemudi ditentukan menurut formula berikut:

$$C_R = 132 \cdot A \cdot v^2 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad [\text{N}]$$

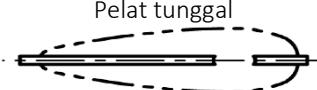
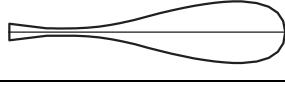
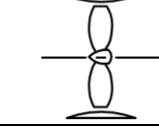
dimana

v = v_0 untuk kondisi maju

= v_a untuk kondisi mundur

- κ_1 = koefisien yang tergantung pada aspek rasio Λ
- = $(\Lambda + 2)/3$, dimana Λ tidak boleh diambil lebih besar dari 2,0
- κ_2 = koefisien yang tergantung pada bentuk/jenis kemudi sesuai [Tabel 14.1](#).
- κ_3 = koefisien yang tergantung pada letak kemudi
- = 0,8 untuk kemudi diluar aliran baling-baling jet
- = 1,0 tempat lain, termasuk juga kemudi dalam aliran baling-baling jet
- = 1,15 untuk kemudi dibelakang baling-baling tabung/nosel

Tabel 14.1 Koefisien κ_2

	Jenis profil	κ_2	
		Kondisi maju	Kondisi mundur
1	Pelat tunggal 	1,0	1,0
2	Profil Göttingen seri NACA-00 	1,1	0,80
3	Sisi rata 	1,1	0,90
4	Profil Campuran (misalnya NACA-series 63, 64; HSVA MP71, MP73) 	1,21	0,90
5	Cekung 	1,35	0,90
6	ekor ikan (misalnya Schilling high-lift rudder) 	1,4	0,8
7	kemudi sayap 	1,7	1,3
8	kemudi tabung/nosel 	1,9	1,5

(IACS UR S10.2.1.1)

1.2 Momen torsi kemudi ditentukan dengan formula berikut:

$$Q_R = C_R \cdot r \quad [\text{Nm}]$$

- r = panjang lengan, sebagaimana berikut:
- = $c (\alpha - k_b)$ [m]

α = 0,33 untuk kondisi maju
 = 0,66 untuk kondisi mundur (secara umum)

Untuk bagian kemudi dibelakang suatu struktur tetap, seperti tanduk kemudi:

α = 0,25 untuk kondisi maju
 = 0,55 untuk kondisi mundur

k_b = faktor keseimbang sebagai berikut:

$$= \frac{A_f}{A}$$

r_{min} = $0,1 \cdot c$ [m] untuk kondisi maju

(IACS UR S10.2.1.2)

2. Gaya kemudi dan momen torsi untuk daun kemudi yang terpotong (kemudi semi-gantung)

2.1 Gaya kemudi total C_R dihitung menurut [1.1](#). Distribusi tekanan pada luas permukaan daun kemudi, yang menjadi dasar penentuan momen torsi dan kekuatan daun kemudi, diperoleh sebagai berikut:

Luas permukaan daun kemudi dapat dibagi menjadi dua bagian persegi panjang atau trapesium dengan luas A_1 dan A_2 , sehingga $A = A_1 + A_2$ (lihat [Gambar 14.2](#)).

Gaya yang dihasilkan dari setiap bagian dapat diperoleh sebagai berikut:

$$C_{R1} = C_R \frac{A_1}{A} \quad [N]$$

$$C_{R2} = C_R \frac{A_2}{A} \quad [N]$$

(IACS UR S10.2.2)

2.2 Momen torsi yang dihasilkan dari setiap bagian dapat diperoleh sebagai berikut:

$$Q_{R1} = C_{R1} \cdot r_1 \quad [Nm]$$

$$Q_{R2} = C_{R2} \cdot r_2 \quad [Nm]$$

Lengan parsial r_1 dan r_2 harus ditentukan sebagai berikut:

$$r_1 = c_1 (\alpha - k_b) \quad [m]$$

$$r_2 = c_2 (\alpha - k_{b2}) \quad [m]$$

$$k_{b1} = \frac{A_{1f}}{A_1}$$

$$k_{b2} = \frac{A_{2f}}{A_2}$$

A_{1f} , A_{2f} lihat [Gambar 14.2](#)

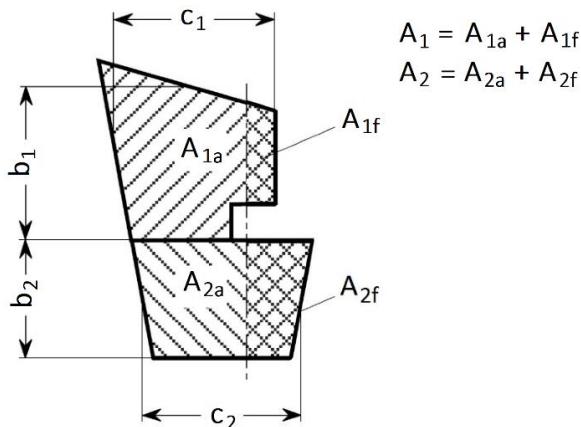
(IACS UR S10.2.2) (Rev.6)

$$c_1 = \frac{A_1}{b_1}$$

$$c_2 = \frac{A_2}{b_2}$$

b_1, b_2 = tinggi rata-rata luas parsial daun kemudi A_1 dan A_2 (lihat Gambar 14.2).

c_1, c_2 = lebar rata-rata luas parsial daun kemudi A_1 dan A_2 (lihat Gambar 14.2)



Gambar 14.2 Luas bagian A_1 dan A_2

2.3 Total momen torsi kemudi ditentukan menurut formula berikut:

$$Q_R = Q_{R1} + Q_{R2} \quad [\text{Nm}] \text{ atau}$$

$$Q_{R\min} = C_R \cdot r_{1,2\min} \quad [\text{Nm}]$$

Ditambil nilai yang terbesar.

$r_{1,2\min}$ = total lengan minimum, sebagaimana berikut:

$$= \frac{0,1}{A} (c_1 \cdot A_1 + c_2 \cdot A_2) \quad [\text{m}] \quad \text{untuk kondisi maju}$$

(IACS UR S10.2.2)

C. Ukuran Konstruksi Tongkat Kemudi

1. Diameter tongkat kemudi

1.1 Diameter tongkat kemudi untuk menyalurkan momen torsi tidak boleh kurang dari:

$$D_t = 4,2 \cdot \sqrt[3]{Q_R \cdot k_r} \quad [\text{mm}]$$

Q_R lihat B.1.2 dan B.2.2 - 2.3.

Tegangan torsi yang terkait:

$$\tau \leq \frac{68}{k_r} \quad [\text{N/mm}^2]$$

k_r lihat A.4.2.

(IACS UR S10.4.1)

1.2 Instalasi penggerak kemudi harus ditentukan sesuai dengan [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol. III\)](#), [Sec.14](#) untuk momen torsi kemudi Q_R seperti yang dipersyaratkan pada [B.1.2](#), [B.2.2](#) atau [B.2.3](#) dan dengan mempertimbangkan keausan gesek pada bantalan kemudi.

1.3 Dalam hal instalasi penggerak kemudi mekanis, diameter tongkat kemudi pada bagian teratasnya yang hanya berfungsi untuk menyalurkan momen torsi dari mesin kemudi bantu dapat diambil sebesar 0,9 D_t. Panjang sisi kuadran kemudi untuk celaga bantu tidak boleh kurang dari 0,77 D_t dan tingginya tidak boleh kurang dari 0,8 D_t.

1.4 Tongkat kemudi harus diberi pengaman terhadap pergeseran aksial. Derajat toleransi ruang gerak aksial yang diijinkan tergantung pada konstruksi mesin kemudi dan bantalan.

2. Penguatan tongkat kemudi

2.1 Jika kemudi direncanakan sedemikian rupa sehingga terjadi tambahan tegangan bending pada tongkat kemudi, maka diameter tongkat kemudi harus diperbesar secukupnya. Diameter yang diperbesar, bila ada, akan menentukan ukuran kopling.

Untuk diameter tongkat kemudi yang diperbesar, tegangan ekivalen dari bending dan torsi tidak boleh melebihi nilai berikut:

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau^2} \leq \frac{118}{k_r} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Tegangan bending:

$$\sigma_b \leq \frac{10,2 \cdot M_b}{D_1^3} \cdot 10^3 \quad [\text{N/mm}^2]$$

M_b = momen bending pada bantalan leher [Nm]

Tegangan puntir:

$$\tau \leq \frac{5,1 \cdot Q_R}{D_1^3} \cdot 10^3 \quad [\text{N/mm}^2]$$

D₁ = diameter tongkat kemudi yang diperbesar [mm]

Diameter tongkat kemudi yang diperbesar dapat ditentukan dengan formula berikut:

$$D_1 = D_t \cdot \sqrt[6]{1 + \frac{4}{3} \left[\frac{M_b}{Q_R} \right]^2} \quad [\text{mm}]$$

Q_R lihat [B.1.2](#) dan [B.2.2 - 2.3](#)

D_t lihat [1.1](#).

(IACS UR S10.4.2)

Catatan:

Bila dipasang mesin kemudi torak ganda, tambahan momen bending kemungkinan tersalur dari mesin kemudi ke tongkat kemudi. Tambahan momen bending ini harus diperhitungkan dalam penentuan diameter tongkat kemudi.

3. Analisis

3.1 Umum

Peninjauan momen bending, gaya geser dan gaya tumpuan untuk sistem kemudi pada tongkat kemudi dapat dilakukan untuk beberapa jenis kemudi seperti ditunjukkan pada [Gambar 14.3 - 14.6a](#) yang diuraikan pada [3.2. - 3.3.](#)

3.2 Data untuk analisis

$$\ell_{10} - \ell_{50} = \text{panjang masing-masing penumpu dari sistem [m]}$$

$$I_{10} - I_{50} = \text{momen inersia penumpu [cm}^4]$$

Untuk kemudi yang ditumpu oleh sepatu kemudi, panjang ℓ_{20} adalah jarak antara tepi bawah badan kemudi dan pusat sepatu kemudi, dan I_{20} adalah momen inersia pena pada sepatu kemudi.

$$\ell_{50} = \text{panjang efektif sepatu kemudi [m]}$$

$$I_{50} = \text{momen inersia sepatu kemudi sekitar sumbu-z [cm}^4]$$

Beban pada badan kemudi :

- Beban pada kemudi gantung dan kemudi yang ditumpu oleh sepatu kemudi

$$p_R = \frac{C_R}{\ell_{10} \cdot 10^3} \quad [\text{kN/m}]$$

- Beban pada kemudi gantung dengan tabung poros

$$p_R = \frac{C_R}{(\ell_{10} + \ell_{20}) \cdot 10^3} \quad [\text{kN/m}]$$

- Beban pada kemudi semi gantung dengan satu tumpuan elastis dan kemudi gantung dengan dua tumpuan

$$p_{R10} = \frac{C_{R2}}{\ell_{10} \cdot 10^3} \quad [\text{kN/m}]$$

$$p_{R20} = \frac{C_{R1}}{\ell_{20} \cdot 10^3} \quad [\text{kN/m}]$$

C_R, C_{R1}, C_{R2} lihat [B.1.](#) dan [B.2.](#)

Z = konstanta pegas dari masing-masing tumpuan pada sepatu kemudi atau tanduk kemudi

$$= \frac{6,18 \cdot I_{50}}{\ell_{50}^3} \quad [\text{kN/m}] \text{ untuk tumpuan pada sepatu kemudi ([Gambar 14.3](#))}$$

$$= \frac{1}{f_b \cdot f_t} \quad [\text{kN/m}] \text{ untuk tumpuan pada tanduk kemudi ([Gambar 14.4](#))}$$

f_b = satuan pergeseran tanduk kemudi [m] akibat satuan gaya 1 kN yang bekerja pada pusat tumpuan

$$= 0,21 \frac{d^3}{I_n} \quad [\text{m/kN}] \text{ (nilai acuan untuk baja)}$$

I_n = momen inersia tanduk kemudi disekitar sumbu-x pada $d/2$ [cm^4] (lihat juga [Gambar 14.4](#))

f_t = satuan pergeseran akibat momen torsi sebesar $1 \cdot e$ [kNm]

$$= \frac{d \cdot e^2}{G \cdot J_t} \quad [\text{m/kN}] \text{ pada umumnya}$$

$$= \frac{d \cdot e^2 \cdot \sum u_i/t_i}{3,14 \cdot 10^8 \cdot F_T^2} \quad [\text{m/kN}] \text{ untuk baja}$$

G = modulus kekakuan

$$= 7,92 \cdot 10^7 \quad [\text{kN/m}^2] \text{ untuk baja}$$

J_t = momen inersia torsi [m^4]

F_T = luas penampang rata-rata tanduk kemudi [m^2]

u_i = lebar [mm] dari tiap pelat yang membentuk luas penampang rata-rata tanduk kemudi

t_i = tebal pelat dalam tiap lebar u_i [mm]

e, d = jarak menurut [Gambar 14.4](#). [m]

K_{11}, K_{22}, K_{12} = Konstanta kesesuaian tanduk kemudi yang dihitung untuk tanduk kemudi dengan 2 konjugat tumpuan elastis ([Gambar 14.6a](#)). 2 konjugat tumpuan elastis didefinisikan dalam hal pergeseran horisontal, y_i , sesuai persamaan berikut:

y_1 = $-K_{12} B_2 - K_{22} B_1$ di bantalan tanduk kemudi bawah

y_2 = $-K_{11} B_2 - K_{12} B_1$ di bantalan tanduk kemudi atas

y_1, y_2 = Pergeseran horisontal pada masing-masing bantalan tanduk kemudi bagian bawah dan atas [m]

B_1, B_2 = Gaya tumpuan horisontal pada masing-masing bantalan tanduk kemudi bagian bawah dan atas [kN]

K_{11}, K_{22}, K_{12} = Diperoleh [m/kN] dari formula berikut:

$$K_{11} = 1,3 \frac{\lambda^3}{3 E J_{1h}} + \frac{e^2 \lambda}{G J_{th}}$$

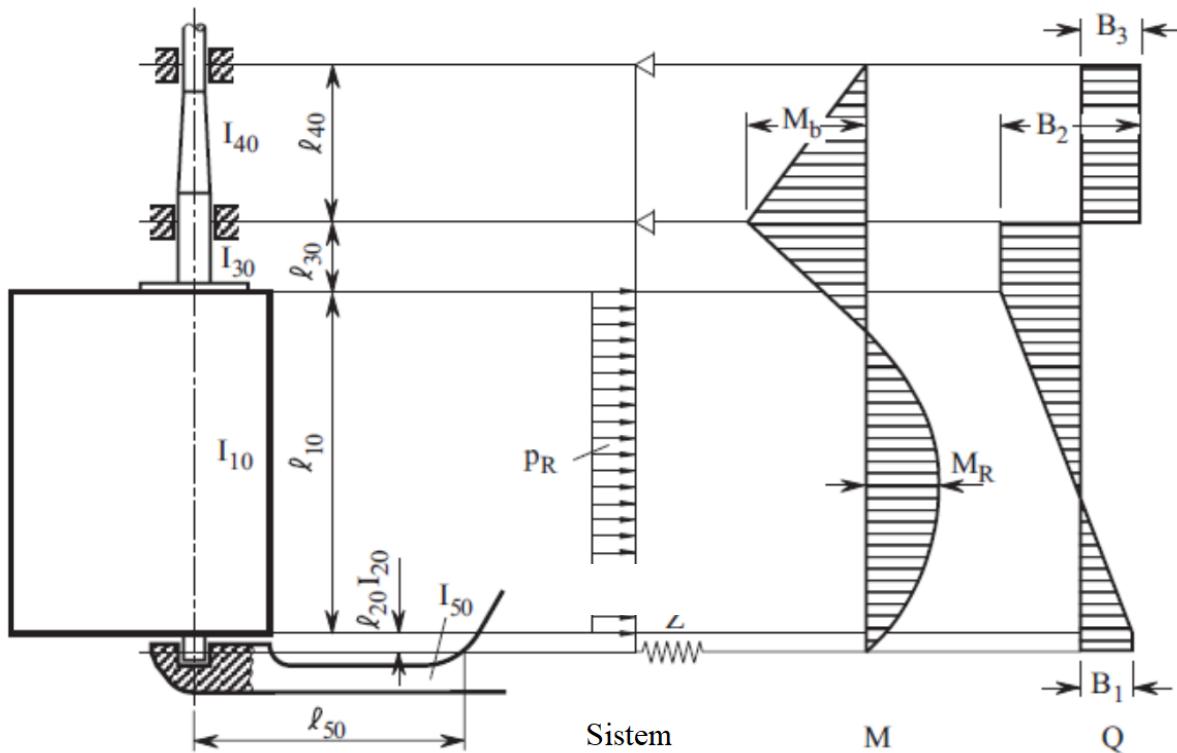
$$K_{22} = 1,3 \left[\frac{\lambda^3}{3 E J_{1h}} + \frac{\lambda^2 (d\lambda)}{2 E J_{1h}} \right] + \frac{e^2 \lambda}{G J_{th}}$$

$$K_{12} = 1,3 \left[\frac{\lambda^3}{3 E J_{1h}} + \frac{\lambda^2 (d\lambda)}{E J_{1h}} + \frac{\lambda (d\lambda)^2}{E J_{1h}} + \frac{(d\lambda)^3}{3 E J_{2h}} \right] + \frac{e^2 d}{G J_{th}}$$

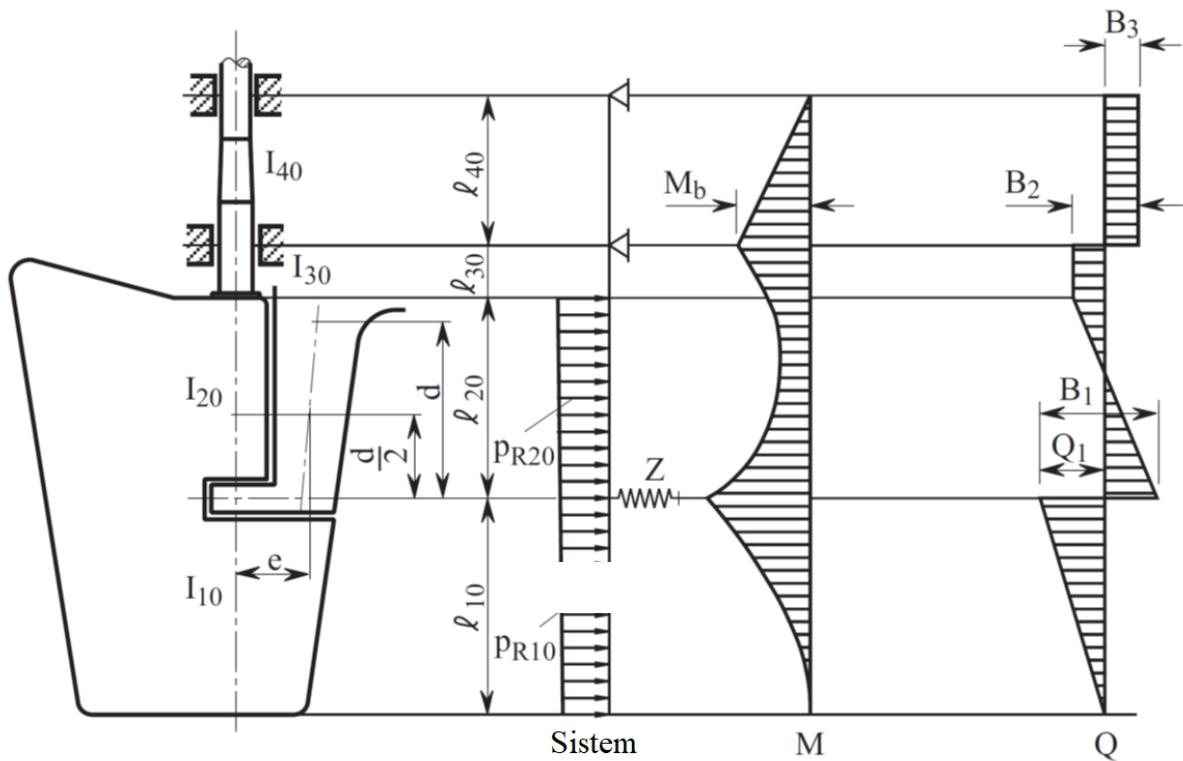
d = tinggi [m] untuk tanduk kemudi menurut [Gambar 14.6a](#). Nilai ini diukur ke bawah dari ujung atas tanduk kemudi, pada titik transisi kelengkungan ke pertengahan garis pena kemudi gantung bagian bawah.

- λ = Panjang, dalam m, sebagaimana didefinisikan dalam [Gambar 14.6a](#). Panjang ini diukur ke bawah dari ujung atas tanduk kemudi, pada titik transisi kelengkungan ke pertengahan garis bantalan atas tanduk kemudi. Untuk $\lambda = 0$, formula di atas konvergen terhadap konstanta pegas Z tersebut untuk tanduk kemudi dengan 1 tumpuan elastis, dan dengan asumsi penampang berongga untuk bagian ini.
- e = Lengan torsi tanduk kemudi [m] sebagaimana didefinisikan dalam [Gambar 14.6a](#) (Nilai diambil pada $z = d/2$).
- J_{1h} = Momen inersia tanduk kemudi disekitar sumbu x [m^4] untuk daerah di atas bantalan tanduk kemudi bagian atas. Perhatikan bahwa J_{1h} adalah nilai rata-rata dibanding panjang λ (Lihat [Gambar 14.6a](#)).
- J_{2h} = Momen inersia tanduk kemudi disekitar sumbu x [m^4] untuk daerah antara bantalan tanduk kemudi bagian atas dan bawah. Perhatikan bahwa J_{2h} adalah nilai rata-rata dibanding panjang $d - \lambda$ (Lihat [Gambar 14.6a](#)).
- J_{th} = Faktor kekakuan torsi tanduk kemudi [m^4] untuk setiap penampang tertutup berdinding tipis harus dihitung dengan formula berikut :
- $$= \frac{4F_T^2}{\sum_i \frac{u_i}{t_i}}$$
- F_T = Area rata-rata yang tertutup oleh batas luar dan dalam dari penampang berdinding tipis tanduk kemudi [m^2]
- u_i = Panjang [mm] dari pelat individu yang membentuk luasan rata-rata penampang tanduk kemudi.
- t_i = Tebal [mm] dari pelat individu yang disebutkan di atas.

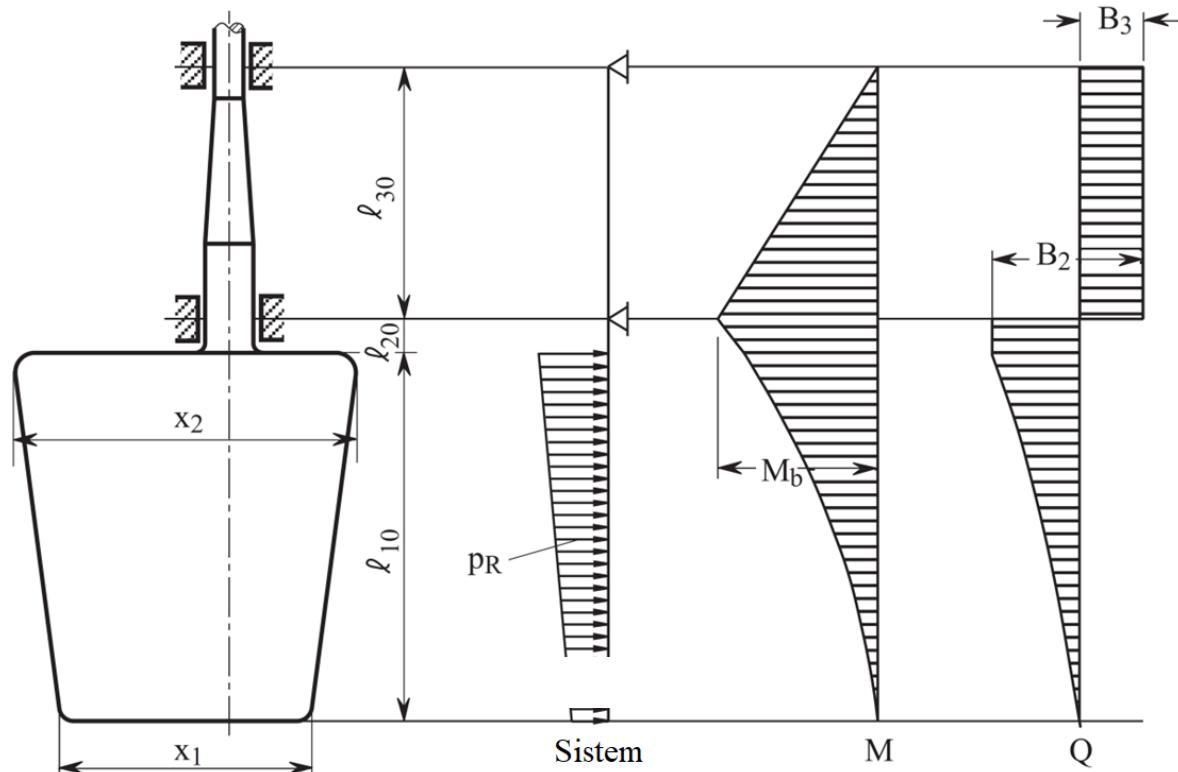
Catatan bahwa nilai J_{th} diambil sebagai nilai rata-rata, valid hingga ketinggian tanduk kemudi



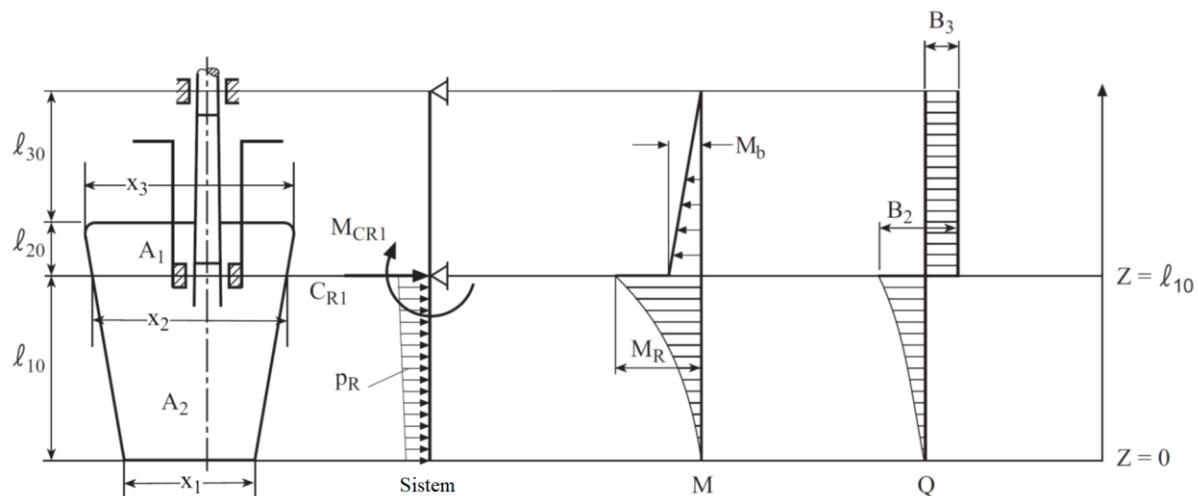
Gambar 14.3 Kemudi yang ditumpu oleh sepatu kemudi



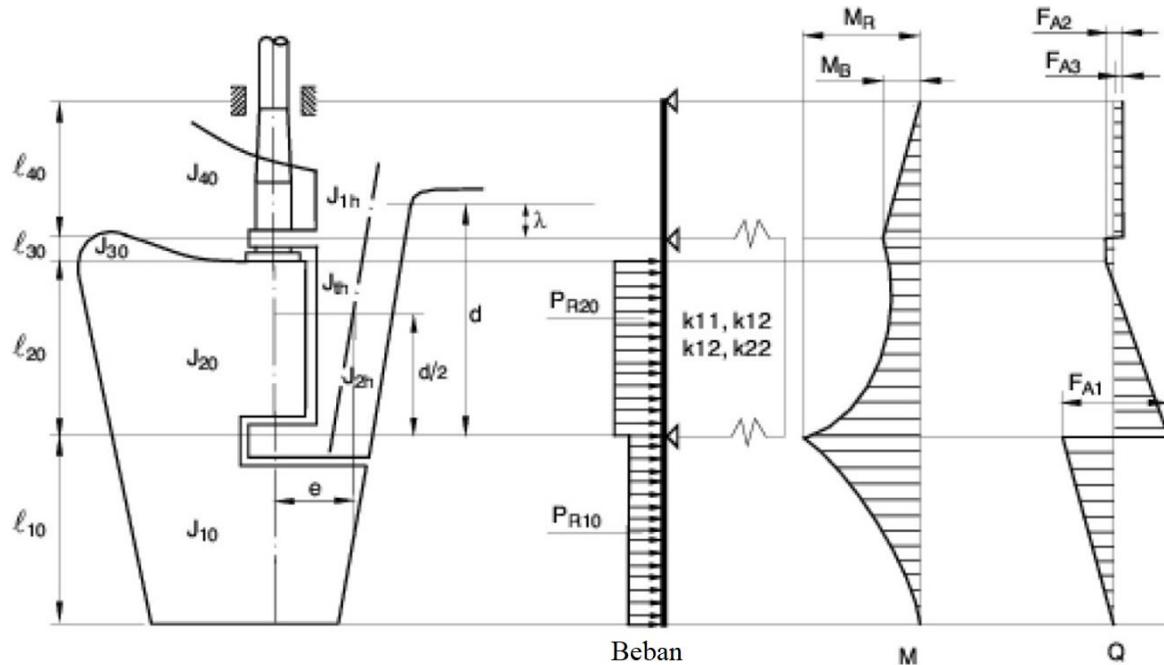
Gambar 14.4 Kemudi semi-gantung



Gambar 14.5 Kemudi gantung



Gambar 14.6 Kemudi gantung dengan tabung poros kemudi didalam badan kemudi



Gambar 14.6a Kemudi semi gantung dengan dua tumpuan

3.3 Momen dan gaya yang harus dievaluasi

3.3.1 Momen bending M_R dan gaya geser Q_1 pada badan kemudi, momen bending M_B pada bantalan leher dan gaya tumpuan B_1, B_2, B_3 harus dievaluasi.

Momen dan gaya yang telah dievaluasi tersebut harus digunakan untuk analisa tegangan yang dipersyaratkan oleh [2.](#) dan [E.1.](#) pada Bab ini dan oleh [Bab 13, C.3.](#) dan [C.4.](#)

3.3.2 Untuk kemudi gantung, momen dan gaya ditentukan menurut formula berikut:

$$M_B = C_R \cdot \left[\ell_{20} + \frac{\ell_{10} \cdot (2x_1 + x_2)}{3 \cdot (x_1 + x_2)} \right] \quad [\text{Nm}]$$

$$B_3 = \frac{M_B}{\ell_{30}} \quad [\text{N}]$$

$$B_2 = C_R + B_3 \quad [\text{N}]$$

3.3.3 Untuk kemudi gantung dengan tabung poros kemudi (lihat [Gambar 14.6](#)) momen dan gaya ditentukan dengan formula berikut:

$$C_{R1} = \text{gaya kemudi pada seluruh bagian luasan kemudi } A_1 \text{ menurut } \text{B.2.1} \quad [\text{N}]$$

$$C_{R2} = \text{gaya kemudi pada seluruh bagian luasan kemudi } A_2 \text{ menurut } \text{B.2.1} \quad [\text{N}]$$

$$M_{CR1} = C_{R1} \cdot \ell_{20} \cdot \left[1 - \frac{2 \cdot x_2 + x_3}{3 \cdot (x_2 + x_3)} \right] \quad [\text{Nm}]$$

$$M_{CR2} = C_{R2} \cdot \frac{\ell_{10} \cdot (2 \cdot x_1 + x_2)}{3 \cdot (x_1 + x_2)} \quad [\text{Nm}]$$

$$M_R = \text{Max}(M_{CR1}, M_{CR2}) \quad [\text{Nm}]$$

$$M_b = M_{CR2} - M_{CR1} \quad [\text{Nm}]$$

$$C_R = C_{R1} + C_{R2}$$

$$B_3 = \frac{M_b}{\ell_{20} + \ell_{30}} \quad [\text{N}]$$

$$B_2 = C_R + B_3 \quad [\text{N}]$$

3.3.4 Momen dan gaya kemudi yang ditumpu oleh sepatu kemudi pada [Gambar 14.3](#).

4. Tabung poros kemudi

4.1 Dalam kasus dimana tongkat kemudi dipasang dengan konfigurasi tabung poros kemudi yang diperpanjang hingga dibawah linggi buritan dan di atur sedemikian rupa yang mengakibatkan tabung poros kemudi terbebani oleh tekanan dari daun kemudi, sesuai [B.1.1](#), maka tegangan bending tabung poros kemudi harus memenuhi formula berikut:

$$\sigma_b \leq 80/k \quad [\text{N/mm}^2]$$

dimana faktor material k untuk tabung poros kemudi diambil tidak boleh kurang dari 0,7

Tegangan ekivalen akibat momen bending dan gaya geser tidak boleh melebihi $0,35 \cdot R_{eH}$.

(IACS UR S10.9.3.2)

Untuk perhitungan tegangan bending, jarak bentang dihitung pada jarak antara pertengahan tinggi bantalan tongkat kemudi bawah dan titik dimana tabung dijepit terhadap kulit atau alas dari skeg.

4.2 Pengelasan pada sambungan antara tabung poros kemudi dan kulit atau alas dari skeg harus dengan penetrasi penuh.

Pengujian tidak merusak harus dilaksanakan untuk semua sambungan pengelasan

4.3 Tebal minimum pelat kulit dan alas skeg sebesar 0,4 kali tebal tabung poros pada sambungan.

Jari-jari las fillet r (lihat [Gambar 14.7a](#)), harus sebesar mungkin dan memenuhi formula berikut:

$$r = 0,1 \cdot d_c \quad [\text{mm}]$$

dan tidak boleh kurang dari :

$$r = 60 \quad [\text{mm}] \quad \text{untuk } \sigma \geq 40/k \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$r = 30 \quad [\text{mm}] \quad \text{untuk } \sigma < 40/k \quad [\text{N/mm}^2]$$

dimana:

d_c = diameter sumbu tongkat kemudi sebagaimana didefinisikan di [2](#).

σ = tegangan bending tabung poros kemudi $[\text{N/mm}^2]$

k = faktor material sesuai [Bab 2](#) atau [A.4.2](#)

(IACS UR S10.9.3.1)

4.4 Sebagai alternatif, perhitungan kekuatan lelah berdasarkan tegangan struktur (tegangan hot spot) (lihat [Bab 20, A.2.6](#)) bisa dilakukan.

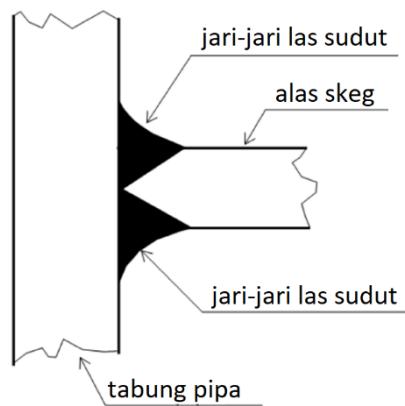
4.4.1 Jika tabung poros kemudi dilas secara langsung pada kulit atau alas skeg, maka tegangan hot spot ditentukan sesuai Bab 20, C.

Dalam hal ini kelas FAT $\Delta_{\sigma R} = 100$ harus dipergunakan, lihat Bab 20, C.3.

4.4.2 Jika tabung poros dilas dengan flens, tegangan harus dihitung sepanjang jari-jari. Kelas FAT $\Delta_{\sigma R}$ untuk kasus E2 atau E3 sesuai Tabel 20.3 harus digunakan. Sebagai tambahan, kekuatan lelah yang cukup pada las-an harus diverifikasi misalnya dengan perhitungan menurut 3.2.

4.4.3 Jari-jari bisa dibuat dengan digerinda. Jika menggunakan piringan gerinda, tanda goresan harus dihindari pada arah lasan. Jari-jari harus dicek keakuratannya dengan mal. Pengecekan sedikitnya pada empat profil. Laporan tersebut harus dikirim ke Surveyor.

Tabung poros kemudi dari material selain baja, harus mendapat pertimbangan secara secara khusus oleh BKI.



Gambar 14.7a Jari-jari las fillet

(IACS UR S10.9.3.1)

D. Kopling Kemudi

1. Umum

1.1 Kopling harus didesain sedemikian rupa agar dapat menyalurkan seluruh momen torsi dari tongkat kemudi.

1.2 Jarak sumbu baut dari pinggir flens tidak boleh kurang dari 1,2 kali diameter baut. Pada kopling horizontal sekurang-kurangnya 2 baut harus dipasang di depan sumbu tongkat kemudi.

1.3 Baut kopling harus berjenis baut pas. Baut dan mur harus dikunci secara efektif terhadap pelonggaran, misalnya menurut standar yang diajukan.

(IACS UR S10.6.1.5)

1.4 Untuk kopling horizontal kemudi gantung menurut 2. hanya diijinkan jika tebal flens kopling yang dipersyaratkan t_f kurang dari 50 mm, jika tidak maka harus dipakai kopling konis menurut 4. Untuk kemudi gantung dari jenis daya angkat tinggi, hanya kopling konis menurut 4. yang diizinkan.

1.5 Jika kopling konis digunakan (seperti kasus) antara tongkat kemudi atau pena kemudi dengan daun kemudi atau instalasi penggerak kemudi (lihat D.4), maka area kontak antara permukaan yang berhimpit harus ditunjukkan kepada Surveyor dengan uji cetak biru dan tidak kurang dari 70% terhadap bidang kontak teoritis (100%). Daerah non-kontak harus didistribusikan secara luas terhadap area kontak

teoritis. Daerah non-kontak yang terkonsentrasi di daerah depan konis secara khusus harus dihindari. Pembuktianya harus menunjukkan penggunaan komponen asli, dan perakitan komponen harus dilakukan pada saat pembuatan cetak biru untuk memastikan kualitas permukaan. Jika disimpan dalam periode yang lebih lama, harus disediakan pengawetan permukaan yang cukup.

Jika menggunakan sistem berpasangan (laki/perempuan) sebagai alternatif, area kontak antar permukaan yang berhimpit harus diperiksa dengan uji cetak biru dan tidak boleh kurang dari 80% terhadap bidang kontak teoritis (100%) dan perlu disertifikasi. Setelah sepuluh kali penggunaan atau lima tahun, bukti cetak biru harus diperbaharui.

2. Kopling horisontal

2.1 Diameter baut kopling tidak boleh kurang dari:

$$d_b = 0,62 \cdot \sqrt{\frac{D^3 \cdot k_b}{k_r \cdot n \cdot e}} \quad [\text{mm}]$$

D = diameter tongkat kemudi menurut [C](#) [mm]

n = jumlah total baut, tidak boleh kurang dari 6

e = jarak rata-rata sumbu baut dari pusat sistem baut [mm]

k_r = faktor material untuk tongkat kemudi menurut [A.4.2](#)

k_b = faktor material untuk baut menurut [A.4.2](#)

(IACS UR S10.6.1.1)

2.2 Tebal flens kopling tidak boleh kurang dari formula berikut :

$$t_f = 0,62 \cdot \sqrt{\frac{D^3 \cdot k_f}{k_r \cdot n \cdot e}} \quad [\text{mm}]$$

$$t_{f\min} = 0,9 \cdot d_b \quad [\text{mm}]$$

k_f = faktor material untuk flens kopling menurut [A.4.2](#).

Tebal flens kopling di luar lubang baut tidak boleh kurang dari $0,65 \cdot t_f$.

Lebar material diluar lubang baut tidak boleh kurang dari $0,67 \cdot d_b$.

(IACS UR S10.6.1.2 and IACS UR S10.6.1.3)

2.3 Untuk meringankan kinerja baut, flens kopling harus dilengkapi dengan pasak pas menurut DIN 6885 atau standar yang setara.

Pasak pas dapat ditiadakan jika diameter baut diperbesar 10%.

2.4 Flens kopling horisontal agar ditempa menyatu dengan tongkat kemudi atau dilas ke tongkat kemudi seperti dijelaskan pada [Bab 19](#), [B.4.4.3](#).

(IACS UR S10.6.1.4)

2.5 Untuk sambungan flens kopling dengan badan kemudi, lihat juga [Bab 19](#), [B.4.4](#).

3. Kopling vertikal

3.1 Diameter baut kopling tidak boleh kurang dari:

$$d_b = \frac{0,81 \cdot D}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{k_b}{k_r}} \quad [\text{mm}]$$

D, k_b , k_r , n lihat [2.1](#), dimana n tidak boleh kurang dari 8.

- 3.2** Momen pertama dari luas baut terhadap pusat kopling tidak boleh kurang dari:

$$S = 0,00043 \cdot D^3 \quad [\text{cm}^3].$$

- 3.3** Tebal flens kopling tidak boleh kurang dari

$$t_f = d_b \quad [\text{mm}]$$

Lebar material diluar lubang baut tidak boleh kurang dari $0,67 \cdot d_b$

- 3.4** Baut kopling harus berjenis baut pas, dan mur-nya harus dikunci secara efektif.
 (IACS UR S10.6.1.5)

4. Kopling konis

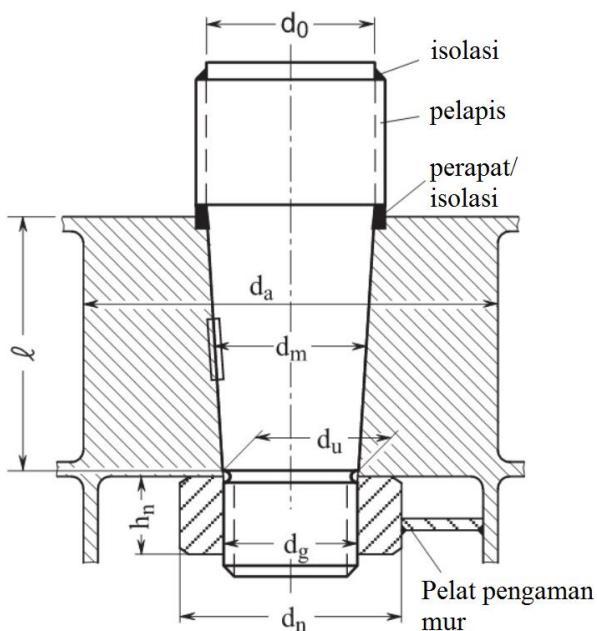
4.1 Kopling konis dengan pasak

- 4.1.1** Kopling konis tanpa pengaturan hidrolik untuk bongkar-pasang harus dibuat dengan taper c pada diameter sekitar 1:8 - 1:12.

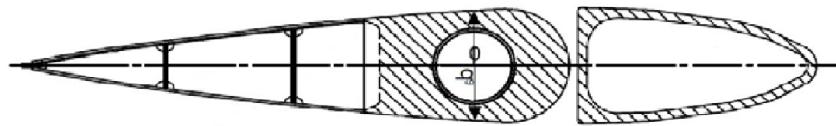
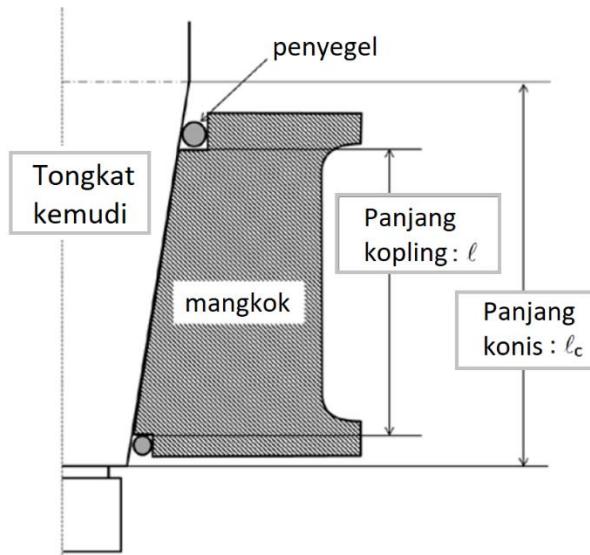
$$c = \frac{(d_o - d_u)}{\ell_c}$$

Diameter d_o dan d_u diberikan pada [Gambar 14.7](#) dan panjang konis, ℓ_c , didefinisikan pada [Gambar 14.7b](#).

Bentuk konis harus benar-benar tepat. Mur harus dikunci dengan hati-hati, misalnya dengan pelat pengaman seperti terlihat pada [Gambar 14.7](#).



Gambar 14.7 Kopling konis dengan pasak dan pelat pengaman

Gambar 14.7a – Pengukuran diameter luar mangkok kemudi (d_a) (Rev.6)

Gambar 14.7b Panjang konis dan panjang kopling

(IACS UR S10.6.3.1) (rev 6)

4.1.2 Panjang kopling ℓ umumnya tidak boleh kurang dari $1,5 \cdot d_0$.

4.1.3 Untuk kopling antara tongkat kemudi dan daun kemudi, harus dipasang pasak dengan luas geser tidak boleh kurang dari:

$$a_s = \frac{17,55 \cdot Q_F}{d_k \cdot R_{eH,1}} \quad [\text{cm}^2]$$

Q_F = desain momen luluh tongkat kemudi [Nm] menurut F.

d_k = diameter bagian konis dari tongkat kemudi [mm] pada pasak

$R_{eH,1}$ = titik luluh atas nominal minimum dari material pasak [N/mm^2]

(IACS UR S10.6.3.2)

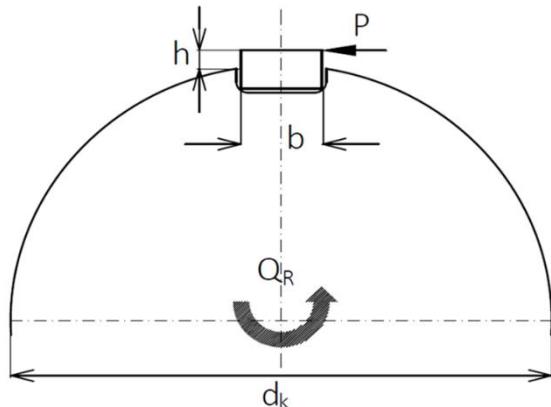
4.1.4 Luas permukaan efektif pasak (tanpa tepi bundar) diantara pasak dan tongkat kemudi atau kopling konis, tidak boleh kurang dari:

$$a_k = \frac{5 \cdot Q_F}{d_k \cdot R_{eH,2}} \quad [\text{cm}^2]$$

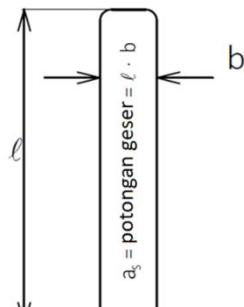
$R_{eH,2}$ = titik luluh atas nominal minimum dari material pasak, tongkat kemudi atau kopling [N/mm^2], diambil yang terkecil.

Catatan:

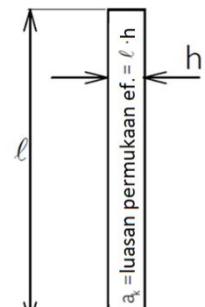
Ilustrasi dimensi pasak



Potongan pandangan tongkat kemudi dengan pasak



Luas geser pada pasak (a_s)



Luas permukaan efektif pada pasak (a_k)

(IACS UR S10.6.3.2)

4.1.5 Ukuran mur pengunci sebagai berikut, lihat [Gambar 14.7](#):

- tinggi:

$$h_n \geq 0,6 \cdot d_g$$

- diameter luar (diambil nilai yang terbesar):

$$d_n \geq 1,2 \cdot d_u \text{ atau } d_n \geq 1,5 \cdot d_g$$

- diameter luar ulir:

$$d_g \geq 0,65 \cdot d_0$$

(IACS UR S10.6.3.3)

4.1.6 Harus dibuktikan bahwa 50% dari desain momen luluh hanya disalurkan melalui gesekan pada kopling konis. Hal ini dapat dilakukan dengan menghitung tekanan dorong dan panjang dorong yang dipersyaratkan menurut [4.2.3](#) untuk momen torsi $Q'_F = 0,5 \cdot Q_F$.

(IACS UR S10.6.3.4)

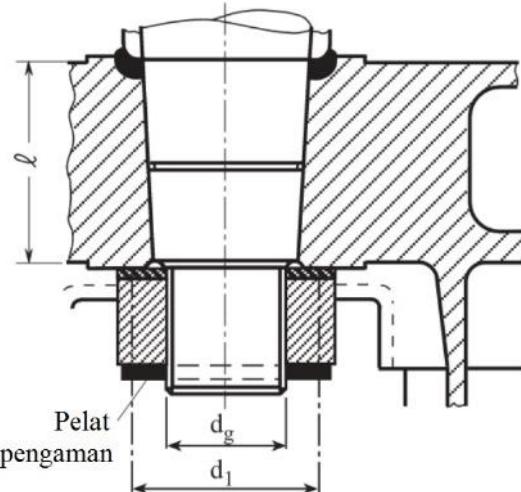
4.2 Kopling konis dengan pengaturan khusus untuk bongkar-pasang kopling

4.2.1 Jika diameter tongkat kemudi melebihi 200 mm, pemasangan dengan tekanan dianjurkan untuk dilakukan dengan sambungan tekan hidrolik.

Dalam kasus ini, konis harus lebih ramping, $c \approx 1:12$ sampai dengan $\approx 1:20$.

(IACS UR S10.6.4.1)

4.2.2 Dalam hal sambungan tekan hidrolik, mur harus dikunci secara efektif terhadap tongkat kemudi atau pena kemudi. Pelat pengaman untuk mengunci mur terhadap badan kemudi harus dipasang, lihat [Gambar 14.8](#).



Gambar 14.8 Kopling konis tanpa pasak dan dengan pelat pengaman

Sebuah pelat pengaman akan dianggap sebagai alat pengaman mur yang efektif jika luas gesernya tidak kurang dari:

$$A_s = \frac{P_s \cdot \sqrt{3}}{R_{eh}} \quad [\text{mm}^2]$$

P_s = gaya geser sebagai berikut

$$= \frac{P_e}{2} \cdot \mu_1 \left[\frac{d_1}{d_g} - 0,6 \right] \quad [\text{N}]$$

P_e = gaya dorong menurut 4.2.3.2 [N]

μ_1 = koefisien gesek antara mur dan badan kemudi, biasanya $\mu_1 = 0,3$

d_1 = diameter rata-rata dari permukaan gesek antara mur dan badan kemudi, lihat Gambar 14.8

d_g = diameter ulir dari mur

4.2.3 Untuk penyaluran momen torsi yang aman oleh kopling antara tongkat kemudi dan badan kemudi, panjang dorong dan tekanan dorong yang dipersyaratkan harus ditentukan menurut formula berikut :

.1 Tekanan dorong

Tekanan dorong tidak boleh kurang dari nilai terbesar berikut:

$$p_{req1} = \frac{2 \cdot Q_F \cdot 10^3}{d_m^2 \cdot \ell \cdot \pi \cdot \mu_0} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$p_{req2} = \frac{6 \cdot M_b \cdot 10^3}{\ell^2 \cdot d_m} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Q_F = desain momen luluh tongkat kemudi menurut F. [Nm]

d_m = diameter konis rata-rata [mm]

- ℓ = panjang kopling [mm]
 μ_0 = 0,15 (koefisien gesek)
 M_b = momen bending pada kopling konis (misalnya pada kemudi gantung) [Nm]

Harus dibuktikan bahwa tekanan dorong tidak melebihi tekanan permukaan yang diijinkan pada konis. Tekanan permukaan yang diijinkan ditentukan menurut formula berikut :

$$p_{\text{perm}} = \frac{0,95 \cdot R_{\text{eH}} (1 - \alpha^2)}{\sqrt{3 + \alpha^4}} - p_b \quad [\text{N/mm}^2]$$

dimana

- p_b = $\frac{3,5 \cdot M_b}{d_m \cdot \ell^2} \cdot 10^3$
 R_{eH} = titik luluh [N/mm^2] material mangkok kemudi
 α = d_m / d_a (lihat [Gambar 14.7](#))
 d_a = diameter luar mangkok kemudi lihat [Gambar 14.7](#) dan [Gambar 14.7a](#). Diameter tidak boleh kurang dari nilai diatas (diameter terkecil yang diambil):
= $1,25 \cdot d_o$ [mm]

Untuk d_o , lihat [Gambar 14.7](#).

(IACS UR S10.6.4.2)

.2 Panjang dorong

Panjang dorong $\Delta\ell$, dalam mm, $\Delta\ell$ ditentukan melalui formula berikut:

$$\Delta\ell_1 \leq \Delta\ell \leq \Delta\ell_2$$

$$\Delta\ell_1 = \frac{p_{\text{req}} \cdot d_m}{E \left[\frac{1-\alpha^2}{2} \right] c} + \frac{0,8 \cdot R_{\text{tm}}}{c} \quad [\text{mm}]$$

$$\Delta\ell_2 = \frac{p_{\text{perm}} \cdot d_m}{E \left[\frac{1-\alpha^2}{2} \right] c} + \frac{0,8 \cdot R_{\text{tm}}}{c} \quad [\text{mm}]$$

- R_{tm} = kekasaran rata-rata [mm]
≈ 0,01 mm
 c = taper pada diameter menurut [4.1.1](#)

(IACS UR S10.6.4.3)

Catatan

Dalam hal sambungan tekan hidrolik, gaya dorong P_e yang dipersyaratkan untuk konis dapat ditentukan menurut formula berikut:

$$P_e = p_{\text{req}} \cdot d_m \cdot \pi \cdot \ell \left(\frac{c}{2} + 0,02 \right) \quad [N]$$

Nilai 0,02 dalam formula di atas adalah nilai referensi untuk koefisien gesek yang menggunakan tekanan minyak. Nilai ini bervariasi dan tergantung pada perlakuan mekanis dan kekasaran dari detail yang dibuat.

Jika sesuai dengan prosedur pemasangan efek dorong sebagian yang disebabkan oleh berat kemudi diberikan, maka atas persetujuan BKI hal ini dapat diperhitungkan ketika menetapkan panjang dorong yang disyaratkan.

4.2.4 Tekanan dorong yang dipersyaratkan untuk pena kemudi ditentukan menurut formula berikut:

$$p_{req} = 0,4 \frac{B_1 \cdot d_0}{d_m^2 \cdot \ell} \quad [\text{N/mm}^2]$$

B_1 = gaya tumpuan pada bantalan pena kemudi [N], lihat juga [Gambar 14.4](#)

d_m, ℓ = lihat [4.2.3](#)

d_0 = diameter pena kemudi [mm] menurut [Gambar 14.7](#).

Panjang dorong harus dihitung sesuai dengan [D.4.2.3.1](#) menggunakan persyaratan tekanan dorong dan variabel untuk pena kemudi.

(IACS UR S10.7.2)

E. Badan Kemudi, Bantalan Kemudi

1. Kekuatan badan kemudi

1.1 Badan kemudi harus diperkuat dengan bilah horisontal dan vertikal sedemikian rupa sehingga badan kemudi menjadi efektif sebagai suatu balok. Kemudi harus diberi penguatan tambahan pada tepi belakang.

(IACS UR S10.3.1)

1.2 Kekuatan badan kemudi harus dibuktikan dengan perhitungan langsung menurut [C.3](#).

(IACS UR S10.3.2)

1.3 Untuk badan kemudi tanpa potongan, tegangan yang diizinkan dibatasi sampai:

tegangan bending akibat M_R :

$$\sigma_b \leq \frac{110}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

tegangan geser akibat Q_1 :

$$\tau \leq \frac{50}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

tegangan ekuivalen akibat bending dan geser:

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 \tau^2} \leq \frac{120}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

M_R, Q_1 lihat [C.3.3](#). dan [Gambar 14.3](#) dan [14.4](#).

(IACS UR S10.5.1(a))

Dalam hal bukaan pada pelat kemudi untuk mencapai kopling konis atau mur pena kemudi, berlaku tegangan izin menurut 1.4. Nilai tegangan izin yang lebih kecil bisa disyaratkan jika jari-jari sudut kurang dari $0,15 \cdot h_0$, dimana h_0 = tinggi bukaan.

1.4 Pada badan kemudi dengan potongan (kemudi semi-gantung), nilai tegangan berikut tidak boleh melebihi:

tegangan bending akibat M_R :

$$\sigma_b \leq 75 \quad [\text{N/mm}^2]$$

tegangan geser akibat Q_1 :

$$\tau \leq 50 \quad [\text{N/mm}^2]$$

tegangan torsi akibat M_t :

$$\tau_t \leq 50 \quad [\text{N/mm}^2]$$

tegangan ekuivalen akibat bending dan geser dan tegangan ekuivalen akibat bending dan torsi:

$$\sigma_{v1} = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 \tau^2} \leq 100 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\sigma_{v2} = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 \tau_t^2} \leq 100 \quad [\text{N/mm}^2]$$

(IACS UR S10.5.1(b))

$$M_R = C_{R2} \cdot f_1 + B_1 \cdot \frac{f_2}{2} \quad [\text{Nm}]$$

$$Q_1 = C_{R2} \quad [\text{N}]$$

f_1, f_2 lihat [Gambar 14.9](#).

Sebagai pendekatan pertama, tegangan torsi dapat dihitung dengan cara sederhana sebagai berikut:

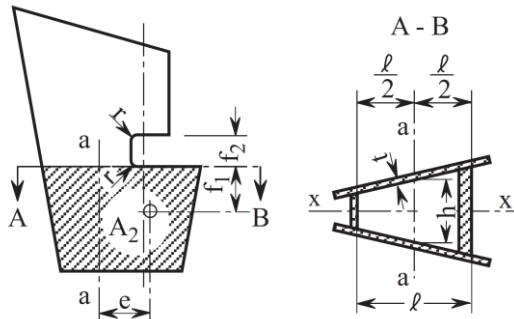
$$\tau_t = \frac{M_t}{2 \cdot \ell \cdot h \cdot t} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$M_t = C_{R2} \cdot e \quad [\text{Nm}]$$

C_{R2} = gaya kemudi parsial [N] dari bagian luas daun kemudi A_2 di bawah penampang melintang yang ditinjau

e = lengan untuk momen torsi [m] (jarak horizontal antara titik pusat luas A_2 dan garis pusat a-a dari luas penampang melintang efektif yang ditinjau, lihat [Gambar 14.9](#). Titik pusat tekanan diasumsikan berada pada $0,33 \cdot c_2$ di belakang tepi depan luas A_2 , dimana c_2 = lebar rata-rata luas A_2)

h, ℓ, t [cm], lihat [Gambar 14.9](#).



Gambar 14.9 Geometri kemudi semi-gantung

Catatan

Direkomendasikan untuk menjaga agar frekuensi alami dari kemudi yang terbenam seluruhnya dan frekuensi alami dari komponen konstruksi lokal sekurang-kurangnya 10% di atas frekuensi eksitasi baling-baling (jumlah putaran x jumlah daun baling-baling) atau jika relevan di atas orde yang lebih tinggi.

2. Pelat kemudi

2.1 Kemudi pelat ganda

2.1.1 Tebal pelat kemudi ditentukan melalui formula berikut:

$$t = 5,5 \cdot f_2 \cdot a \sqrt{p_R \cdot k} + 2,5 \quad [\text{mm}]$$

$$P_R = T + \frac{C_R}{10^4 \cdot A} \quad [\text{kN/m}^2]$$

dimana

f_2 = aspek faktor rasio sesuai definisi [Bab 3. A.3](#)

a = lebar terkecil tak ditumpu dari panel pelat [m];

Pengaruh aspek faktor rasio panel pelat f_2 sesuai [Bab 3.A.3](#) dapat diperhitungkan

(IACS UR S10.5.2)

Tebal bagaimanapun tidak boleh kurang dari tebal t_{\min} sesuai dengan [Bab 6, B.3](#)

Untuk menghindari resonansi getaran bidang pelat tunggal, maka kriteria frekuensi seperti ditentukan pada [Bab 12, A.8.3](#) diberlakukan sama untuk struktur kulit.

Sebagai tambahan terkait ukuran dan pengelasan pelat kemudi disekitar daerah kopling flens, [Bab 19, B.4.4.1](#) harus diperhatikan.

2.1.2 Untuk penyambungan pelat sisi kemudi ke pelat bilah, las pasak tidak diperkenankan. Jika penggunaan las fillet tidak praktis, maka pelat sisi harus disambung dengan Las slot ke pelat hadap yang dilaskan ke pelat bilah.

2.1.3 Tebal bilah tidak boleh kurang dari 70% tebal pelat kemudi menurut [2.1.1](#), namun tidak boleh kurang dari:

$$t_{\min} = 8,0 \quad [\text{mm}]$$

(IACS UR S10.5.2)

Pelat bilah yang terpapar air laut, harus diberi ukuran menurut [2.1.1](#)

2.2 Kemudi pelat tunggal

2.2.1 Diameter poros utama

Diameter poros utama dihitung menurut [C.1](#) dan [C.2](#). Untuk kemudi gantung, sepertiga bagian terbawah dapat ditaper sampai 0,75 kali diameter tongkat kemudi.

2.2.2 Tebal daun kemudi

.1 Tebal daun kemudi tidak boleh kurang dari:

$$t_b = 1,5 \cdot a \cdot v_0 \cdot \sqrt{k} + 2,5 \quad [\text{mm}]$$

a = jarak lengan penegar [m], tidak boleh lebih dari 1 m

v_0 = kecepatan maju kapal [kn]

.2 Tepi belakang pelat kemudi harus dibundarkan.

(IACS UR S10.5.4.2)

2.2.3 Lengan

Tebal lengan " t_a " tidak boleh kurang dari tebal daun kemudi menurut [2.2.2](#).

Modulus penampang ditentukan sebagai berikut:

$$W_a = 0,5 \cdot a \cdot c_1^2 \cdot v_0^2 \cdot k \quad [\text{cm}^3]$$

c_1 = jarak horizontal dari tepi belakang kemudi ke garis pusat tongkat kemudi [m].

(IACS UR S10.5.4.3)

3. Penyaluran torsi kemudi

3.1 Untuk penyaluran torsi kemudi, pelat kemudi menurut [2.1.1](#) dan [2.2.2.1](#) harus diperbesar 25% disekitar daerah kopling. Bilah vertikal dengan jumlah yang cukup harus dipasang disekitar daerah kopling.

3.2 Jika torsi disalurkan oleh poros yang diperpanjang sampai ke dalam kemudi, poros itu harus mempunyai diameter D_t atau D_1 , diambil yang terbesar, pada bagian atas 10% dari panjang perpotongan. Pada bagian bawah dapat ditaper sampai 0,6 D_t , pada kemudi gantung sampai 0,4 kali diameter yang diperkuat, jika dipasang tumpuan yang cukup.

4. Bantalan kemudi

4.1 Pada daerah bantalan, lapisan poros dan bush (lapisan terbuat dari kuningan/tembaga) harus dipasang. Tebal minimumnya adalah

t_{\min} = 8 mm untuk material logam dan sintetik

= 22 mm untuk material kayu pok

(IACS UR S10.8.1.1)

Jika dalam kasus kapal kecil bush tidak dipasang, diameter tongkat kemudi di daerah bantalan harus diperbesar secukupnya yang memungkinkan tongkat kemudi untuk dibubut dikemudian hari.

4.2 Pelumasan yang cukup harus diberikan.

4.3 Gaya bantalan dihasilkan dari perhitungan langsung yang disebutkan pada [C.3](#). Sebagai pendekatan pertama, gaya bantalan dapat ditentukan tanpa mempertimbangkan tumpuan elastis. Hal ini dapat dilakukan sebagai berikut:

- kemudi biasa dengan dua tumpuan
 - Gaya kemudi C_R harus disalurkan ke tumpuan menurut jarak vertikalnya dari titik berat luasan daun kemudi.
- kemudi semi-gantung:
 - gaya tumpuan pada tanduk kemudi:

$$B_1 = C_R \cdot \frac{b}{c} \quad [N]$$

- gaya tumpuan pada bantalan leher:

$$B_2 = C_R - B_1 \quad [N]$$

Untuk b dan c lihat [Gambar 13.7](#) pada [Bab 13](#).

4.4 Proyeksi permukaan bantalan A_b (tinggi bantalan x diameter luar lapisan poros) tidak boleh kurang dari :

$$A_b = \frac{B_i}{q} \quad [\text{mm}^2]$$

dimana

B_i = gaya tumpuan $B_1 - B_3$ Sesuai [Gambar 14.3](#) sampai [Gambar 14.6](#) [N]

q = tekanan permukaan yang diizinkan menurut [Tabel 14.2](#)

Tabel 14.2 Tekanan permukaan yang diizinkan q

Material bantalan	q [N/mm ²]
kayu pok	2,5
logam putih, pelumasan minyak	4,5
Material sintetis dengan kekerasan lebih dari 60 shore ¹⁾	5,5
Baja ²⁾ , perunggu dan material perunggu-grafit tekan-panas	7,0

¹⁾ Uji kekerasan lekukan pada 23°C dan dengan kelembaban 50%, harus dilakukan sesuai dengan standar yang diakui. Material sintetis harus dari jenis yang disetujui. Tekanan permukaan melebihi 5,5 N/mm² dapat disetujui sesuai dengan spesifikasi pembuat bantalan dan pengujian, namun tidak boleh lebih dari 10 N/mm².

²⁾ Baja stainless dan baja tahan aus dalam kombinasi yang disetujui dengan pelapis tongkat kemudi. Tekanan permukaan yang lebih tinggi dari 7 N/mm² dapat disetujui jika diverifikasi dengan pengujian.

(IACS UR S10.8.2) (Rev.6)

4.5 Baja stainless dan baja tahan aus, perunggu dan material perunggu-grafit tekan panas mempunyai beda potensial yang besar terhadap baja bukan paduan. Disyaratkan tindakan pencegahan untuk masing-masing material.

4.6 Tinggi bantalan harus sama dengan diameter bantalan, namun, tidak boleh melebihi 1,2 kali diameter bantalan. Jika tinggi bantalan kurang dari diameter bantalan, maka tekanan permukaan spesifik yang lebih tinggi dapat disetujui.

(IACS UR S10.8.3)

4.7 Tebal dinding bantalan pena kemudi pada sepatu kemudi dan tanduk kemudi tidak boleh kurang dari $\frac{1}{4}$ diameter pena kemudi.

4.8 Panjang rumah pena kemudi pada mangkok kemudi tidak boleh kurang dari diameter pena kemudi d_p , d_p diukur dari sisi luar lapisan pena kemudi.

(IACS UR S10.7.4)

5. Pena kemudi

5.1 Pena kemudi harus memiliki ukuran konstruksi yang memenuhi persyaratan yang diberikan pada [4.4](#) dan [4.6](#). Diameter pena kemudi tidak boleh kurang dari:

$$d = 0,35 \cdot \sqrt{B_1 \cdot k_r} \quad [\text{mm}]$$

B_1 = gaya tumpuan [N]

k_r = lihat [A.4.2](#).

(IACS UR S10.7.1)

5.2 Tebal lapisan pena kemudi atau bush tidak boleh kurang dari:

$$t = 0,01 \cdot \sqrt{B_1} \quad [\text{mm}]$$

atau sesuai nilai pada [4.1](#).

(IACS UR S10.8.1.2)

5.3 Jika pena kemudi berbentuk konis, maka pena kemudi tersebut harus memenuhi persyaratan berikut

taper pada diameter 1: 8 sampai 1: 12 jika dikunci dengan mur pengunci,

taper pada diameter 1: 12 sampai 1: 20 jika dipasang dengan injeksi minyak dan mur hidrolik.

(IACS UR S10.7.2.1)

5.4 Pena kemudi harus dipasang sedemikian rupa sehingga dapat mencegah pengenduran tanpa sengaja dan terlepas. Untuk mur dan ulir berlaku persyaratan [D.4.1.5](#) dan [4.2.2](#).

(IACS UR S10.7.3)

6. Nilai acuan untuk ruang main bantalan

6.1 Untuk bantalan bermaterial logam, ruang main bantalan umumnya tidak boleh kurang dari:

$$\frac{d_b}{1000} + 1,0 \quad [\text{mm}]$$

d_b = diameter dalam bush

6.2 Jika digunakan bantalan bermaterial bukan-logam, maka ruang main bantalan ditentukan secara khusus dengan mempertimbangkan sifat pengembangan dan sifat ekspansi panas material dan harus sesuai dengan rekomendasi pabrik pembuat.

6.3 Ruang main tidak boleh kurang dari 1,5 mm pada diameter. Dalam hal bush berpelumasan sendiri, pengurangan dibawah nilai tersebut dapat disetujui berdasarkan spesifikasi pembuat. Dan ada bukti terdokumentasi tentang riwayat operasi yang memuaskan untuk pengurangan ruang main.

(IACS UR S10.8.4)

Catatan :

Bush yang dipasang dengan alat shrink fitting saja tidak dianggap secara efektif aman, Kunci/penahan tambahan perlu diberikan untuk mencegah bush berputar atau bergeser vertikal secara tidak sengaja.

7. Sambungan struktur daun kemudi dengan bagian pejal

7.1 Bagian pejal dalam bentuk baja tempa atau tuang sebagai rumah tongkat kemudi atau pena kemudi, harus dilengkapi dengan tonjolan, kecuali sebagaimana yang diindikasikan di bawah ini:

Tonjolan tersebut tidak dipersyaratkan jika tebal pelat bilah kurang dari :

- 10 mm untuk pelat bilah yang dilas ke bagian pejal dimana bagian bawah pena kemudi dari kemudi semi gantung ditempatkan/berada dan untuk pelat bilah vertical yang dilas ke bagian pejal kopling tongkat kemudi dari kemudi gantung
- 20 mm untuk pelat bilah lainnya

(IACS UR S10.5.3.1)

7.2 Umumnya, bagian pejal terhubung ke struktur kemudi dengan menggunakan dua pelat bilah horisontal dan dua pelat bilah vertical.

(IACS UR S10.5.3.2)

7.3 Modulus penampang minimal dari sambungan dengan rumah tongkat kemudi

Modulus penampang dari potongan melintang struktur daun kemudi [cm³] yang dibentuk oleh pelat bilah vertikal dan pelat kemudi, yang terhubung dengan bagian pejal dimana tongkat kemudi berada, tidak boleh kurang dari:

$$W_s = c_s \cdot d_c^3 \cdot \left(\frac{H_E - H_x}{H_E} \right)^2 \cdot \frac{k}{k_s} \cdot 10^{-4} \text{ [cm}^3\text{]}$$

c_s = Koefisien, harus diambil sama dengan :

= 1,0 jika tidak ada bukaan pada pelat kemudi atau jika bukaan tersebut ditutup oleh pelat dengan las penetrasi penuh

= 1,5 jika ada bukaan pada potongan melintang kemudi yang ditinjau

d_c = diameter tongkat kemudi [mm]

H_E = jarak vertikal antara tepi bawah daun kemudi dan tepi atas dari bagian pejal [m]

H_x = jarak vertikal antara potongan melintang yang ditinjau dan tepi atas dari bagian pejal [m]

k = faktor material pelat daun kemudi

k_s = faktor material tongkat kemudi, menurut A.4.2.

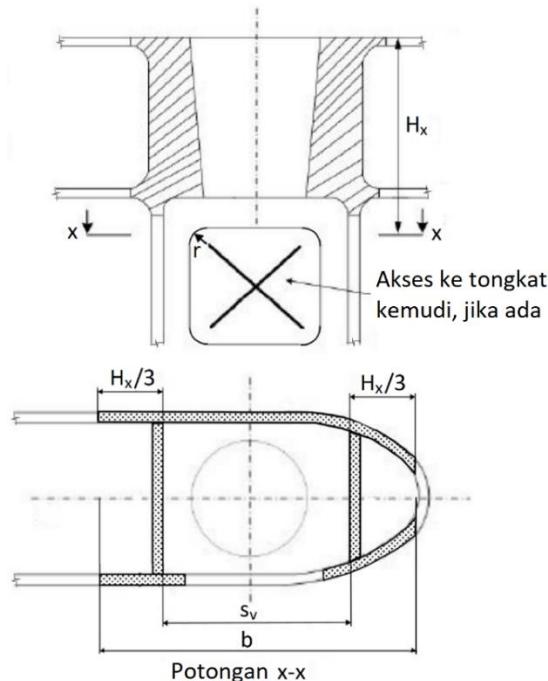
Modulus penampang aktual dari potongan melintang struktur daun kemudi dihitung terhadap sumbu simetris dari kemudi.

Lebar pelat kemudi [m] yang dipertimbangkan dalam perhitungan modulus penampang tidak boleh lebih besar dari:

$$b = s_v + \frac{2 H_x}{3} \text{ [m]}$$

s_v = jarak antara dua bilah vertikal [m] (lihat Gambar 14.19a)

Ketika bukaan untuk akses ke mur tongkat kemudi tidak ditutup oleh pelat dengan las penetrasi penuh, maka lebar pelat kemudi harus dikurangi.



Gambar 14.19a. Potongan melintang dari sambungan antara struktur daun kemudi dan rumah tongkat kemudi, contoh bukaan hanya terlihat pada satu sisi

(IACS UR S10.5.3.3)

7.4 Tebal pelat bilah horisontal yang terhubung ke bagian pejal [mm] serta pelat daun kemudi antar bilah, tidak boleh kurang dari yang terbesar atas nilai-nilai berikut :

$$t_H = 1,2 \cdot t \text{ [mm]}$$

$$t_H = 0,045 \cdot d_s^2 / s_H \text{ [mm]}$$

t didefinisikan dalam E.2.1.1

d_s diameter [mm], diambil sama dengan :

= D_1 , sesuai C.2 untuk bagian pejal rumah tongkat kemudi

= d , sesuai E.5.1 untuk bagian pejal pena kemudi

s_H jarak antara dua pelat bilah horisontal [mm]

Penebalan bilah horisontal harus diteruskan hingga depan dan belakang bagian pejal, setidaknya sampai bilah vertikal berikutnya .

(IACS UR S10.5.3.4)

7.5 Tebal pelat bilah vertikal yang dilas ke bagian pejal dimana tongkat kemudi bertempat serta tebal pelat sisi kemudi di bawah bagian pejal ini, tidak boleh kurang dari nilai yang diperoleh [mm] pada [Tabel 14.3](#).

Tabel 14.3 Tebal pelat sisi dan pelat bilah vertikal

Jenis kemudi	Tebal pelat bilah vertikal [mm]		Tebal pelat kemudi [mm]	
	Daun kemudi tanpa bukaan	Daun kemudi dengan bukaan	Daun kemudi tanpa bukaan	Daerah bukaan
Kemudi yang ditumpu oleh sepatu kemudi	1,2 t	1,6 t	1,2 t	1,4 t
kemudi gantung dan semi gantung	1,4 t	2,0 t	1,3 t	1,6 t
<small>t = tebal pelat kemudi [mm] sesuai E.2.1.1</small>				

Penebalan harus diteruskan hingga bawah bagian pejal setidaknya hingga bilah horisontal berikutnya.

(IACS UR S10.5.3.5)

F. Desain Momen Luluh Tongkat Kemudi

Desain momen luluh dari tongkat kemudi ditentukan dengan formula berikut:

$$Q_F = 0,02664 \cdot \frac{D_t^3}{k_r} \quad [\text{Nm}]$$

D_t = diameter tongkat kemudi [mm] menurut [C.1](#). Jika diameter aktual D_{ta} lebih besar dari diameter perhitungan D_t , maka diameter D_{ta} harus digunakan. Namun D_{ta} tidak boleh diambil lebih besar dari $1,145 \cdot D_t$.

(IACS UR S10.6.3.2)

G. Penahan, Alat Pengunci

1. Penahan

Gerakan kuadran atau celaga harus dibatasi pada setiap sisi dengan penahan. Penahan dan pondasinya yang dihubungkan ke lambung kapal harus dari konstruksi yang kuat sehingga titik luluh dari material yang digunakan tidak melebihi desain momen luluh tongkat kemudi.

2. Alat Pengunci

Setiap mesin kemudi harus dilengkapi dengan alat pengunci untuk menjaga agar kemudi tetap berada pada posisinya. Alat ini demikian pula pondasinya pada lambung kapal harus dari konstruksi yang kuat sehingga titik luluh material yang digunakan tidak melebihi desain momen luluh tongkat kemudi seperti disebutkan pada [F](#). Jika kecepatan kapal melebihi 12 kn, desain momen luluh hanya perlu dihitung untuk diameter tongkat kemudi berdasarkan pada kecepatan $v_0 = 12$ [kn].

3. Mengenai penahan dan alat pengunci, lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol. III\) Sec.14](#).

H. Tabung Baling-baling

1. Umum

1.1 Persyaratan berikut berlaku untuk tabung baling-baling yang memiliki diameter dalam hingga 5 m. Tabung dengan diameter yang lebih besar akan dipertimbangkan secara khusus.

1.2 Perhatian khusus harus diberikan pada tumpuan tabung permanen pada konstruksi lambung.

2. Desain Tekanan

Desain tekanan untuk tabung baling-baling ditentukan dengan formula berikut:

$$p_d = c \cdot p_{d0} \quad [\text{kN/m}^2]$$

$$p_{d0} = \varepsilon \cdot \frac{N}{A_p} \quad [\text{kN/m}^2]$$

N = daya poros maksimum [kW]

A_p = luas piringan baling-baling [m^2]

$$= \frac{\pi}{4} \cdot D^2$$

D = diameter baling-baling [m]

ε = faktor menurut formula berikut:

$$= 0,21 - 2 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{N}{A_p}$$

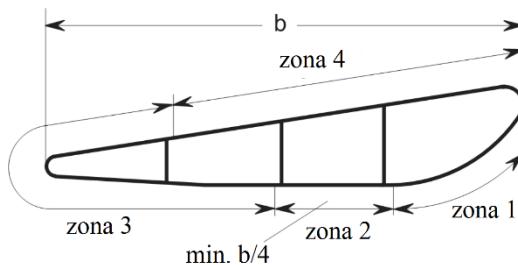
ε_{\min} = 0,10

c = 1,0 dalam zona 2 (daerah baling-baling),

= 0,5 dalam zona 1 dan 3

= 0,35 dalam zona 4

lihat [Gambar 14.10](#)



Gambar 14.10 Zona 1 s/d 4 dari tabung baling-baling

3. Tebal pelat

3.1 Tebal pelat kulit tabung baling-baling tidak boleh kurang dari:

$$t = 5 \cdot a \cdot \sqrt{p_d} + t_k \quad [\text{mm}]$$

$$t_{\min} = 7,5 \text{ [mm]}$$

a = jarak penegar cincin [m]

3.2 Tebal pelat bilah dari penegar cincin dalam tidak boleh kurang dari pelat tabung baling-baling untuk zona 3, namun dalam hal apapun tidak boleh kurang dari 7,5 mm.

4. Modulus penampang

Modulus penampang dari penampang melintang yang ditunjukkan pada [Gambar 14.10](#) di sekeliling sumbu neutralnya tidak boleh kurang dari:

$$W = n \cdot d^2 \cdot b \cdot v_0^2 \text{ [cm}^3\text{]}$$

d = diameter dalam tabung [m]

b = panjang tabung [m]

n = 1,0 untuk tabung kemudi

= 0,7 untuk tabung permanen

5. Pengelasan

Pelat kulit tabung bagian dalam dan luar harus dilaskan ke cincin penguat dalam sejauh memungkinkan dengan las menerus ganda. Las sumbat hanya diizinkan untuk pelat tabung bagian luar

J. Perangkat untuk Meningkatkan Efisiensi Propulsi

1. Operasi kapal serta keselamatan lambung, baling-baling dan kemudi tidak boleh terpengaruh oleh kerusakan, kehilangan atau pemindahan perangkat tambahan yang berfungsi untuk meningkatkan efisiensi propulsi (misalnya spoiler, sirip atau saluran ventilasi).

2. Dokumen analisa kekuatan dan getaran harus dikirimkan untuk inovasi desain perangkat. Sebagai tambahan, kekuatan lelah yang cukup pada sambungan struktur kapal harus diverifikasi. Ukuran konstruksi perangkat harus sesuai dengan Klas ES jika ada. Kasus pembebanan yang relevan harus disetujui BKI.

K. Sirip Penstabil

1. umum

Efek hidrodinamik sirip penstabil pada perilaku oleng kapal bukan bagian dari prosedur klasifikasi. Namun klasifikasi mencakup integrasi sistem dengan struktur lambung.

2. Integrasi dengan struktur lambung

2.1 Sistem bantalan lengkap dan unit penggerak langsung yang dipasang di tongkat sirip harus berada dalam suatu kompartemen kedap air tersendiri pada sisi atau alas kapal dengan ukuran sedang. Untuk detail lebih lanjut mengacu pada [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol. III\) Sec.14. H.](#)

2.2 Pada penembusan tongkat dan celah masuk sirip, pelat kulit harus diperkuat dengan cukup

2.3 Batasan kedap air dari cekungan sirip jika ada, dan kompartemen penggerak, harus berukuran sesuai dengan [Bab 6](#). Perhatian khusus harus diberikan pada transmisi gaya pendukung sirip dari bantalan tongkat ke struktur kapal.

L. Kesetaraan

1.2.1 BKI dapat menerima alternatif terhadap persyaratan yang diberikan dalam Bab ini, asalkan dapat dianggap setara

(IACS UR S10.1.5.1)

1.2.2 Analisa langsung yang diadopsi sebagai justifikasi desain alternatif harus mempertimbangkan semua mode kegagalan yang relevan, berdasar kasus per kasus. Cakupan mode kegagalan ini antara lain : keluluan, kelelahan, buckling dan patahan. Kerusakan yang mungkin disebabkan oleh kavitasi juga harus dipertimbangkan.

(IACS UR S10.1.5.2)

1.2.3 Jika dipandang perlu: uji lab, atau uji skala penuh dapat diminta untuk memvalidasi pendekatan desain alternatif.

(IACS UR S10.1.5.3)

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 15 Penguatan untuk Pelayaran di Es

A.	Umum.....	15–1
B.	Persyaratan untuk Notasi ES1 – ES4	15–8
C.	Persyaratan untuk Notasi Klas ES.....	15–21

A. Umum

1. Notasi Klas Es

1.1 Penguatan untuk bermacam notasi Klas es dianjurkan untuk daerah pelayaran dengan kondisi es sebagai berikut:

Notasi Klas es	Kondisi es
ES	Aliran es di muara sungai, dan daerah pantai
ES1 – ES4	Kondisi es di Laut Baltic bagian Utara ¹
¹ Lihat paragraf 1.1 dari "Finnish Swedish Ice Class Rules, as amended"	

1.2 Kapal yang penguatan es-nya memenuhi persyaratan [B.](#) akan mendapat notasi **ES1, ES2, ES3** atau **ES4** yang ditambahkan pada tanda Klas-nya.

1.3 Persyaratan untuk notasi Klas **ES1 – ES4** mencakup semua persyaratan yang harus dipenuhi untuk penetapan Klas es **IC - IA "Super"** menurut "Finnish-Swedish Ice Class Rules 2010 (23.11.2010 TRAFI / 31298 / 03.04.01.00 / 2010)". Referensi juga dibuat untuk Guidelines for the Application of the Finnish-Swedish Ice Class Rules (lihat 0.12.2011 TRAFI/21816/3.04.01.01/2011)

Notasi Klas es yang tersebut pada [1.1](#) setara dengan Klas Es Finlandia-Swedia berikut

- Notasi Klas es **ES1** sesuai dengan Klas es **IC**.
- Notasi Klas es **ES2** sesuai dengan Klas es **IB**.
- Notasi Klas es **ES3** sesuai dengan Klas es **IA**.
- Notasi Klas es **ES4** sesuai dengan Klas es **IA "Super"**.

Catatan :

Otoritas Maritim Swedia telah menetapkan notasi Klas es **IBV** dan **ICV** untuk kapal yang berlayar di Danau Vanern ("Regulations and General Advice of the Swedish Maritime Administration on Swedish Ice Class for Traffic on Lake Vänern", SJÖFS 2003:16). Persyaratan untuk notasi Klas es **IBV** dan **ICV** sama seperti untuk notasi Klas es **ES2** dan **ES1**, kecuali untuk perhitungan daya minimum mesin penggerak, lihat [A.3](#). Ketika menghitung tahanan kapal, tebal tumpukan es bergerak di tengah terusan, HM, harus diambil 0,65 m untuk notasi Klas es **IBV** dan 0,50 m untuk notasi Klas es **ICV**. Untuk kapal yang memenuhi persyaratan notasi Klas es **IBV** dan **ICV**, catatan yang sesuai akan dicantumkan dalam Lampiran Sertifikat Klasifikasi.

1.4 Notasi Klas es **ES1-ES4** hanya dapat diberikan kepada kapal berpenggerak sendiri jika tambahan terhadap persyaratan dari Bab ini dan juga ketentuan yang berkaitan dengan [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.13](#) dipenuhi. Sebagai contoh, tanda Klas secara lengkap adalah: **☒ A 100 ⊕ ES1; ☒ SM ES1**. Bila hanya lambung yang diperkuat untuk notasi Klas es yang lebih tinggi, maka masing-masing catatan akan dicantumkan dalam lampiran Sertifikat Klas.

1.5 Kapal yang penguatan esnya memenuhi persyaratan [C](#) akan mendapat notasi **ES** yang ditambahkan pada tanda Klasnya

Atas permintaan, notasi **ES** dapat diberikan secara terpisah untuk lambung atau mesin.

1.6 Kapal diluar persyaratan notasi Klas **ES**, **ES1 - ES4** yang telah secara khusus didesain, diberi ukuran konstruksi dan/atau dilengkapi dengan pemecah es akan mendapat notasi tambahan **ICEBREAKER**.

Ukuran konstruksi yang sesuai dengan daerah operasi yang didesain harus disepakati dengan BKI

1.7 Jika ukuran konstruksi yang disyaratkan dalam Bab ini kurang dari persyaratan untuk kapal tanpa penguatan es, maka ukuran konstruksi yang disyaratkan dalam Bab yang lain dari Peraturan ini harus dipertahankan.

2. Sarat Klas es untuk Kapal dengan Notasi ES1-ES4

2.1 Garis air es atas (UIWL) harus menjadi garis air tertinggi untuk kapal yang direncanakan beroperasi di es. Garis air es yang lebih rendah (LIWL) harus menjadi garis air terendah untuk kapal yang direncanakan beroperasi di es. Baik UIWL dan LIWL mungkin berupa garis putus-putus.

2.2 Sarat Klas es maksimum dan minimum pada garis tegak haluan, area tengah dan pada garis tegak buritan harus ditentukan sesuai dengan garis air es bagian atas/bawah dan harus dinyatakan dalam gambar yang dikirim ke BKI untuk persetujuan. Sarat Klas es maksimum pada garis tegak haluan tidak boleh kurang dari sarat maksimum di tengah kapal. Sarat tersebut dan daya mesin minimum P sesuai dengan [3](#), dan sesuai dengan Klas es akan dinyatakan dalam lampiran Sertifikat Klas.

Jika garis muat musim panas di air tawar berada pada tingkat yang lebih tinggi dari UIWL, maka sisi-sisi kapal harus dilengkapi dengan segitiga peringatan dan tanda sarat Klas es pada sarat maksimum Klas es yang diizinkan di tengah kapal

2.3 Sarat dan trim yang dibatasi oleh UIWL, tidak boleh dilampaui bila kapal berlayar di es. Kadar garam air laut sepanjang rute pelayaran yang direncanakan harus diperhitungkan saat pemuatan kapal.

Kapal harus selalu dibebani setidaknya sampai ke LIWL bila berlayar di es. LIWL harus disepakati dengan pemilik. Pada kapal dengan notasi Klas es **ES1-ES4**, setiap tangki balas yang berdekatan dengan kulit sisi dan terletak diatas LIWL dan diperlukan untuk memuati kapal sampai garis air tersebut, harus dilengkapi dengan peralatan untuk mencegah terjadinya pembekuan air.

Dalam penentuan LIWL, harus diberikan perhatian tentang perlunya menjamin tingkat kemampuan berlayar yang layak di es pada kondisi balas. Baling-baling harus sepenuhnya terbenam, jika mungkin seluruhnya dibawah es.

2.4 Untuk kapal dengan notasi Klas es **ES1-ES4**, sarat minimum pada garis tegak haluan tidak boleh kurang dari yang terkecil dari nilai berikut :

$$T_{\min} = h_0 \cdot (2 + 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot \Delta) \quad [m] \quad \text{atau}$$

$$T_{\min} = 4 \cdot h_0 \quad [m]$$

Δ = displasemen kapal [ton] pada sarat Klas es maksimum sesuai dengan [2.1](#)

h_0 = desain tebal es sesuai dengan [B.2.1](#).

3. Daya mesin penggerak untuk Kapal dengan Notasi ES1-ES4

3.1 Daya mesin penggerak P dalam kaitan dengan Bab ini adalah total daya keluaran maksimum mesin penggerak yang dapat disalurkan secara terus-menerus ke baling-baling. Jika daya keluaran dari mesin dibatasi oleh peralatan teknik atau oleh suatu peraturan yang diterapkan untuk kapal ini, maka P adalah daya keluaran yang terbatas.

3.2 Untuk kapal dengan notasi klas **ES1** atau **ES2**, yang peletakan lunas atau pada tahap pembangunan yang sama sebelum 1 September 2003, maka daya mesin penggerak tidak boleh kurang dari:

$$P = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 (f_4 \cdot \Delta + P_0) \quad [\text{kW}]$$

$$P_{\min} = 740 \quad [\text{kW}]$$

$$f_1 = 1,0 \quad \text{untuk pitch baling-baling tetap}$$

$$= 0,9 \quad \text{untuk pitch baling-baling yang dapat diatur}$$

$$f_2 = \frac{\varphi_1}{200} + 0,675 \quad \text{tetapi tidak lebih dari } 1,1$$

$$= 1,1 \quad \text{untuk haluan gembung}$$

$$f_1 \cdot f_2 \geq 0,85$$

$$\varphi_1 = \text{Sudut kearah haluan antara linggi haluan dan UIWL. Jika linggi haluan membentuk kurva yang rata dalam sabuk es seperti didefinisikan dalam 4.1, maka kurva tersebut dapat digambarkan oleh garis lurus antara titik-titik potong linggi haluan dengan batas atas dan batas bawah dari sabuk es. Jika ada perubahan yang tajam pada kemiringan linggi haluan maka digunakan sudut } \varphi_1 \text{ yang terbesar}$$

$$f_3 = 1,2 \cdot \frac{B}{\sqrt[3]{\Delta}}, \text{ tetapi tidak boleh kurang dari } 1,0$$

f_4 dan P_0 untuk masing-masing notasi klas es dan displasemen diambil dari [Tabel 15.1](#)

Tabel 15.1 Faktor f_4 dan daya P_0 untuk penentuan daya mesin penggerak minimum untuk kapal klas es ES1 dan ES2

Notasi klas es	ES2	ES1	ES2	ES1
$\Delta [t]$	< 30000			≥ 30000
f_4	0,22	0,18	0,13	0,11
P_0	370	0	3070	2100

Δ = displasemen kapal [ton] sesuai [2.4.D](#), tidak boleh diambil lebih besar dari 80000 ton.

Untuk **ES2**, daya mesin penggerak P , tidak perlu lebih tinggi dari yang disyaratkan untuk **ES3**

Catatan

Dalam hal khusus pemerintah Finlandia dapat menyetujui daya mesin penggerak dibawah dari yang disyaratkan sesuai dengan [3.2](#) diatas

3.3 Untuk kapal dengan notasi klas **ES1** atau **ES2**, yang peletakan lunas atau pada tahap pembangunan yang sama sebelum 1 September 2003, dan untuk kapal dengan notasi klas es **ES3** atau **ES4**, daya mesin penggerak tidak boleh kurang dari:

$$P = K_e \cdot \frac{(R_{CH}/1000)^{3/2}}{D_p} \quad [\text{kW}]$$

$$P_{\min} = 2800 \text{ kW untuk notasi klas es ES4}$$

$$= 1000 \text{ kW untuk notasi klas es ES1, ES2 dan ES3}$$

Daya keluaran mesin penggerak P yang disyaratkan harus dihitung untuk UIWL dan LIWL.

Daya keluaran mesin penggerak tidak boleh kurang dari yang terbesar dari kedua daya tersebut

K_e = diambil dari [Tabel 15.2](#)

Nilai dalam [Tabel 15.2](#) digunakan hanya untuk sistem penggerak konvensional. Metoda lain dapat digunakan untuk menentukan nilai K_e untuk sistem penggerak yang lebih canggih sesuai [3.4](#).

Tabel 15.2 Faktor untuk penentuan keluaran daya mesin penggerak minimum untuk kapal klas es ES3 dan ES4

Tipe baling-baling atau mesin	K_e	
	Pith Baling-baling yang dapat diatur (CP) atau mesin penggerak listrik atau mesin penggerak hidrolis	Pitch Baling-baling tetap (FP)
1 baling-baling	2,03	2,26
2 baling-baling	1,44	1,60
3 baling-baling	1,18	1,31

D_p = diameter baling-baling [m]

R_{CH} = adalah tahanan kapal [N] pada terusan dengan tumpukan es bergerak dan gabungan lapisan es:

$$R_{CH} = C_1 + C_2 + C_3 \cdot C_\mu (H_F + H_M)^2 \cdot (B + C_\psi \cdot H_F)^2 + C_4 \cdot L_{PAR} \cdot H_F^2 + C_5 \left(\frac{L_{PP} \cdot T}{B^2} \right)^3 \cdot \frac{A_{wf}}{L_{PP}} \quad [N]$$

C_1 dan C_2 adalah faktor dengan memperhitungkan gabungan lapisan atas dari tumpukan es bergerak dan untuk notasi klas es **ES1**, **ES2** dan **ES3** dapat diambil sama dengan nol

Untuk klas es **ES4** :

$$C_1 = f_1 \frac{B \cdot L_{PAR}}{2 \cdot \frac{T}{B} + 1} + (1 + 0,021 \cdot \varphi_1) \cdot (f_2 \cdot B + f_3 \cdot L_{BOW} + f_4 \cdot B \cdot L_{BOW})$$

$$C_2 = (1 + 0,063 \cdot \varphi_1) \cdot (g_1 + g_2 \cdot B) + g_3 \left(1 + 1,2 \cdot \frac{T}{B} \right) \cdot \frac{B^2}{\sqrt{L_{PP}}}$$

$$C_3 = 845 \quad [\text{kg/m}^2/\text{s}^2]$$

$$C_4 = 42 \quad [\text{kg/m}^2/\text{s}^2]$$

$$C_5 = 825 \quad [\text{kg/s}^2]$$

$$C_\mu = 0,15 \cdot \cos \varphi_2 + \sin \psi \cdot \sin \alpha; \quad C_\mu \geq 0,45$$

$$C_\psi = 0,047 \cdot \psi - 2,115; \quad C_\psi = 0 \text{ for } \psi \leq 45^\circ$$

$$H_F = \text{tebal lapisan tumpukan es bergerak yang didorong oleh Haluan kapal} \quad [\text{m}]$$

$$= 0,26 + \sqrt{H_M \cdot B}$$

$$= 1,0 \quad \text{untuk notasi klas es ES3 dan ES4}$$

$$= 0,8 \quad \text{untuk notasi klas es ES2}$$

$$= 0,6 \quad \text{untuk notasi klas es ES1}$$

Parameter kapal yang disebutkan dibawah ini harus dihitung pada UIWL dengan menggunakan garis air horisontal yang melewati sarat klas es maksimum di tengah kapal, sesuai 2.1, dan pada LIWL dengan menggunakan garis air horizontal yang melewati sarat klas es minimum di tengah kapal, sesuai 2.3. Ukuran dimensi kapal L_{PP} dan B , bagaimanapun juga, harus selalu dihitung pada LIWL. Lihat juga [Gambar 15.1](#). Panjang haluan L_{BOW} , pada UIWL dan LIWL, harus diukur dari garis tegak haluan yang ditetapkan pada UIWL. Panjang lambung tengah dengan bentuk yang sama L_{PAR} , harus diukur antara garis tegak buritan dan sisi rata, jika kapal mempunyai lebar keseluruhan antara dua titik tersebut

- L_{PAR} = panjang lambung tengah dengan bentuk yang sama [m]
- L_{PP} = panjang antara garis tegak kapal [m]
- L_{BOW} = panjang haluan [m]
- T = sarat klas es maksimum dan minimum [m] sesuai 2.1 dan 2.3
- A_{wf} = luas bidang air haluan [m^2]
- φ_1 = kemiringan linggi haluan pada garis tengah kapal [$^\circ$]

Untuk kapal dengan haluan gembung, φ_1 diambil 90° .

- φ_2 = kemiringan haluan pada $B/4$ [$^\circ$], $\varphi_{2\max} = 90^\circ$
- α = kemiringan garis air pada $B/4$ [$^\circ$]
- Ψ = $\arctan \left(\frac{\tan \varphi_2}{\sin \alpha} \right)$

Kuantitas berikut

$$\left(L_{PP} \cdot \frac{T}{B^2} \right)^3$$

tidak boleh diambil kurang dari 5 dan tidak boleh lebih dari 20.

- f_1 = 23 [N/m^2], $g_1 = 1530$ [N]
- f_2 = 45,8 [N/m], $g_2 = 170$ [N/m]
- f_3 = 14,7 [N/m], $g_3 = 400$ [$N/m^{1,5}$]
- f_4 = 29 [N/m^2]

Cakupan parameter yang digunakan untuk pemberlakuan rumus diatas ditunjukkan dalam [Tabel 15.3](#). Jika parameter kapal berada diluar dari cakupan pembelakuan ini, maka metoda lain untuk penentuan R_{CH} harus digunakan sesuai dengan ketentuan 3.4. Pada waktu menghitung parameter D_p/T , T harus diukur pada UIWL

Tabel 15.3 Lingkup aplikasi formula untuk tahanan kapal R_{CH}

Parameter	Minimum	Maksimum
α [$^\circ$]	15	55
φ_1 [$^\circ$]	25	90
φ_2 [$^\circ$]	10	90
L_{PP} [m]	65,0	250,0
B [m]	11,0	40,0
T [m]	4,0	15,0
L_{BOW}/L_{PP}	0,15	0,40

Tabel 15.3 Lingkup aplikasi rumus untuk tahanan kapal R_{CH} (*lanjutan*)

Parameter	Minimum	Maximum
L_{PAR}/L_{PP}	0,25	0,75
D_p/T	0,45	0,75
$A_{wf} / (L_{PP} \cdot B)$	0,09	0,27

3.4 Untuk tiap kapal, sebagai pengganti dari nilai Ke atau RCH sesuai 3.3, penggunaan nilai Ke berdasarkan pada perhitungan yang lebih tepat atau nilai RCH berdasarkan pada uji model dapat disetujui (lihat juga paragraf 7.4 dari Guidelines for the Application of the Finnish-Swedish Ice Class Rules). Jika RCH ditentukan menggunakan formula dalam peraturan, maka Ke dapat ditentukan dengan menggunakan perhitungan langsung atau formula dalam peraturan. Namun jika RCH ditentukan dengan menggunakan uji model, maka daya dorong baling-baling harus dihitung dengan perhitungan langsung dengan menggunakan data baling-baling aktual.

Persetujuan tersebut diberikan dengan pengertian bahwa persetujuan dapat dibatalkan jika didukung oleh kinerja aktual kapal di es.

Persyaratan desain untuk klas es adalah kecepatan minimum 5 knot dalam terusan tumpukan es bergerak berikut :

$$\text{ES4} = H_M = 1,0 \text{ m dan tebal gabungan lapisan es } 0,1 \text{ m}$$

$$\text{ES3} = H_M = 1,0 \text{ m}$$

$$\text{ES2} = H_M = 0,8 \text{ m}$$

$$\text{ES1} = H_M = 0,6 \text{ m}$$

4. Definisi untuk kapal dengan notasi ES1-ES4

4.1 Sabuk es

4.1.1 Sabuk es adalah daerah pelat kulit yang harus diperkuat. Sabuk es dibagi dalam daerah-daerah berikut (lihat Gambar 15.2):

.1 Daerah haluan F

Daerah dari ujung haluan sampai ke garis yang sejajar dengan dan pada jarak c di belakang garis batas antara daerah tengah kapal dan haluan kapal ;

c = $0,04L$, tidak lebih dari 6 m untuk notasi klas es **ES3** dan **ES4**, tidak lebih dari 5 m untuk notasi klas es **ES1- ES2**

= $0,02L$, tidak lebih dari 2 m untuk notasi klas es **ES**.

.2 Daerah tengah kapal M

Daerah dari batas belakang daerah F sesuai .1 sampai ke garis yang sejajar dengan dan pada jarak c dibelakang garis batas antara daerah tengah kapal dan buritan kapal;

.3 Daerah buritan A

Daerah dari batas belakang daerah M sesuai dengan .2 sampai ke linggi buritan;

.4 Kaki haluan FF

(hanya untuk notasi klas es **ES4**)

Daerah dibawah sabuk es dari linggi Haluan sampai ke posisi yang berjarak 5 jarak gading-gading "d" dibelakang titik dimana bentuk haluan keluar dari garis lunas;

.5 Sabuk es haluan bagian atas FU

(hanya untuk notasi klas es **ES3** dan **ES4** pada kapal dengan kecepatan $v_0 \geq 18 \text{ kn}$)

Daerah mulai dari batas atas sabuk es sampai ke posisi 2 m diatasnya dan dari linggi Haluan sampai ke posisi 0,2 L dibelakang garis tegak haluan

4.1.2 Batas vertikal dari daerah **F**, **M** dan **A** ditentukan dari [Tabel 15.4](#).

4.1.3 Pada gambar bukaan kulit yang dikirim ke BKI untuk persetujuan lokasi UIWL, LIWL dan batas atas/bawah dari sabuk es, sebagaimana juga daerah **F**, **M** dan **A** (termasuk FF dan FU, jika dapat diterapkan), harus ditunjukkan dengan jelas.

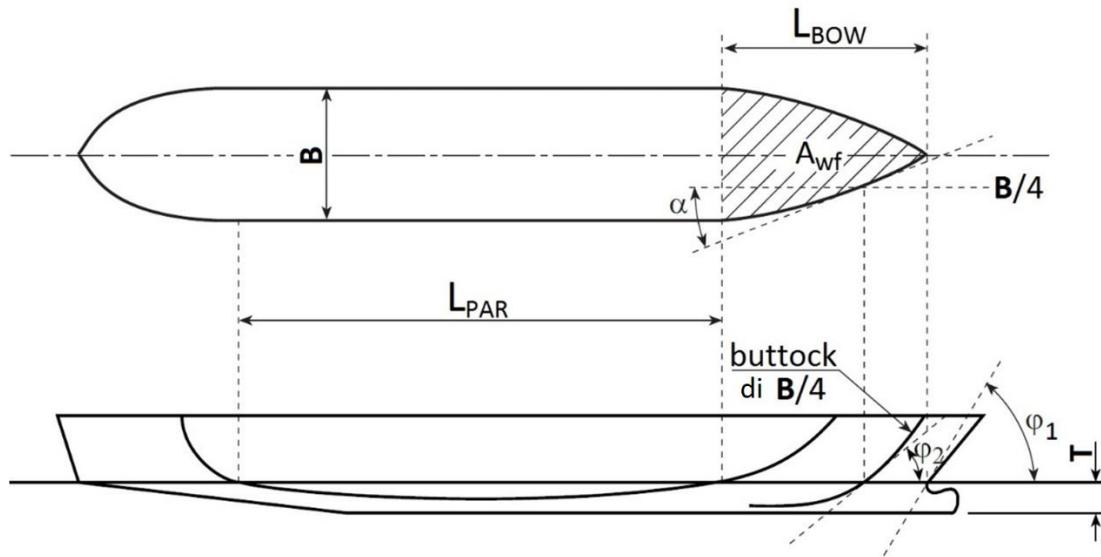
Tabel 15.4 Batas vertikal dari daerah **F**, **M** dan **A**

Notasi klas es	Daerah Lambung	Diatas UIWL [m]	Dibawah LIWL [m]
ES4	F	0,6	1,2
	M		1,00
	A		
ES3	F	0,5	0,9
	M		0,75
	A		
ES,ES1,ES2	F	0,4	0,7
	M		0,6
	A		

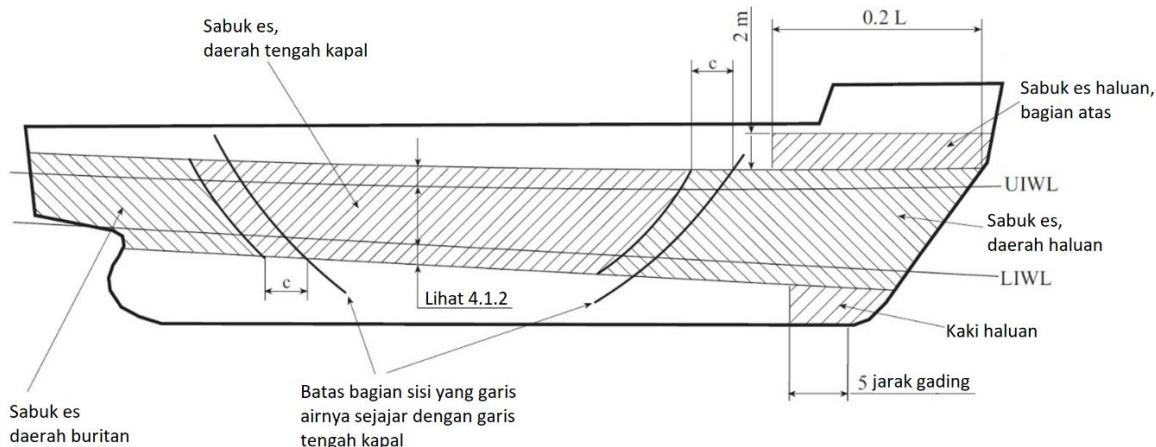
4.1.4 Istilah berikut digunakan dalam formula di [B](#):

- a = jarak gading-gading, memanjang atau melintang [m], gading-gading antara diperhitungkan, jika ada
- R_{eH} = titik luluh atas nominal minimum untuk baja konstruksi lambung sesuai dengan [Bab 2, B.1](#)
- ℓ = panjang tidak ditumpu [m] dari gading-gading, gading besar, senta. Lihat juga [Bab 3, C.3](#)
- p = desain tekanan es [N/mm²] sesuai dengan [B.2.2](#)
- h = desain tinggi dari daerah tekanan es [m] sesuai dengan [B.2.1](#)

Jarak gading-gading dan bentangannya pada umumnya diukur pada bidang vertikal sejajar dengan garis tengah kapal. Namun, jika sisi kapal menyimpang melebihi 20° dari bidang ini, maka jarak gading-gading dan bentangan harus diukur sepanjang sisi kapal



Gambar 15.1 Kemiringan linggi haluan ϕ_1 dan kemiringan haluan ϕ_2 pada $B/4$ dari CL

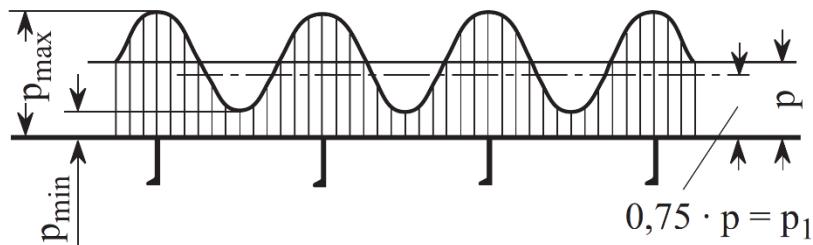


Gambar 15.2 Sabuk es

B. Persyaratan untuk Notasi ES1 – ES4

1. Umum

1.1 Tipikal distribusi beban es ditunjukkan pada Gambar 15.3. Tekanan maksimum (p_{\max}) terjadi pada gading-gading, tekanan minimum terjadi diantara gading-gading yang diakibatkan oleh perbedaan kekakuan lentur antara gading-gading dan pelat sisi.



Gambar 15.3 – Distribusi beban es

Formula untuk penentuan ukuran konstruksi yang digunakan dalam Bab ini didasarkan pada desain beban berikut:

untuk gading-gading :

$$p = \frac{1}{2} (p_{\max} + p_{\min}) \quad [\text{N/mm}^2]$$

untuk pelat kulit :

$$p_1 = 0,75 \cdot p \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$p = \text{desain tekanan es seperti pada 2.2.}$$

1.2 Formula yang diberikan dalam Bab ini bisa diganti dengan metode perhitungan langsung jika BKI menganggap aranjemen struktur atau detil yang diberikan tidak valid atau tidak berlaku. Jika tidak, analisis langsung tidak dapat digunakan sebagai alternatif untuk prosedur analitis yang ditentukan oleh persyaratan eksplisit dalam 3 (pelat kulit) dan 4 (gading - gading, senta es, gading besar).

Analisis langsung harus dilakukan menggunakan bidang beban yang didefinisikan dalam 2 (p , h dan ℓ_a). Tekanan yang digunakan adalah $1,8 \cdot p$, di mana p ditentukan sesuai dengan 2.2. Bidang beban harus dilakukan pada lokasi di mana kapasitas struktur menjadi minim akibat efek kombinasi bending dan geser. Secara khusus, struktur harus diperiksa dengan pusat beban pada UIWL, $0,5 \cdot h_0$ di bawah LIWL, dan beberapa lokasi vertikal di antaranya. Beberapa lokasi horizontal juga harus diperiksa, terutama lokasi yang berpusat pada tengah bentangan atau tengah jarak gading. Selanjutnya, jika panjang pembebahan ℓ_a tidak dapat ditentukan langsung dari aranjemen struktur, maka beberapa nilai ℓ_a harus diperiksa menggunakan nilai-nilai yang sesuai untuk c_a .

Kriteria penerimaan desain untuk kombinasi tegangan bending dan geser, menggunakan kriteria Von Mises, lebih rendah dari kekuatan luluh R_{eH} . Ketika perhitungan langsung dilakukan dengan menggunakan teori balok, tegangan geser yang diijinkan tidak boleh lebih besar dari $0,9 \cdot \tau_y$, di mana $\tau_y = R_{eH} / \sqrt{3}$.

2. Beban es

2.1 Kapal yang diperkuat untuk pelayaran es diasumsikan beroperasi pada kondisi laut terbuka dengan ketebalan es tidak lebih dari h_0 . Tinggi desain h dari daerah yang sesungguhnya berada dibawah tekanan es, bagaimanapun juga, diasumsikan lebih kecil dari h_0 . Nilai untuk h_0 dan h diberikan dalam Tabel 15.5.

Tabel 15.5 Tebal es h_0 dan desain tinggi h

Notasi klas es	h_0 [m]	h [m]
ES, ES1	0,4	0,22
ES2	0,6	0,25
ES3	0,8	0,30
ES4	1,0	0,35

2.2 Desain tekanan es ditentukan sesuai dengan formula berikut

$$p = c_d \cdot c_1 \cdot c_a \cdot p_0 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$c_d = \frac{a \cdot k + b}{1000}$$

$$k = \frac{\sqrt{\Delta \cdot P}}{1000}$$

P_{max} = 740 kW untuk notasi klas es **ES**

a, b = koefisien sesuai dengan [Tabel 15.6](#)

Tabel 15.6 Koefisien a and b

Daerah	F		M dan A	
	≤ 12	> 12	≤ 12	> 12
k				
a	30	6	8	2
b	230	518	214	286

Δ lihat [A.2.4](#)

P = total keluaran maksimum yang dapat dihasilkan mesin penggerak secara kontinu ke baling-baling [kW], lihat juga [A.3.1](#)

c_1 = koefisien sesuai [Tabel 15.7](#)

$$c_a = \frac{47 - 5 \cdot \ell_a}{44} \text{ mak. 1,0. min. 0,6}$$

ℓ_a = panjang efektif [m] sesuai [Tabel 15.8](#)

p_0 = 5,6 N/mm² (tekanan es nominal).

Tabel 15.7 Koefisien c_1

Notasi Klas Es	Daerah		
	F	M	A
ES	0,3	-	-
ES1	1,0	0,50	0,25
ES2	1,0	0,70	0,45
ES3	1,0	0,85	0,65
ES4	1,0	1,00	0,75

Tabel 15.8 Panjang efektif ℓ_a

Struktur	Tipe konstruksi	ℓ_a
Kulit	Melintang	jarak gading-gading
	Memanjang	1,7 x jarak gading-gading
Gading – gading	Melintang	jarak gading-gading
	Memanjang	Bentangan gading-gading
Senta es		Bentangan senta
Gading besar		2 x jarak gading besar

3. Tebal pelat kulit pada sabuk es

3.1 Tebal pelat kulit ditentukan sesuai dengan formula berikut:

3.1.1 Sistem konstruksi melintang:

$$t = 667 \cdot a \sqrt{\frac{f_1 \cdot p_1}{R_{eh}}} + t_c \quad [\text{mm}]$$

3.1.2 Sistem konstruksi memanjang:

$$t = 667 \cdot a \sqrt{\frac{p_1}{f_2 \cdot R_{eH}}} + t_c \quad [\text{mm}]$$

p_1 lihat 1.1

$$f_1 = 1,3 - \frac{4,2}{(1,8 + h/a)^2}$$

$$f_{1\max} = 1,0$$

$$f_2 = 0,6 + \frac{0,4}{h/a}, \text{ dimana } h/a \leq 1$$

$$= 1,4 - \frac{0,4 h}{a}, \text{ dimana } 1 < h/a \leq 1,8$$

t_c = marjin untuk abrasi dan korosi [mm]. Biasanya t_c sama dengan 2 mm. Jika cat khusus dipergunakan dan dirawat, yang mana berdasarkan pengalaman terbukti mampu menahan abrasi oleh es, maka marjin dapat dikurangi hingga 1,0 mm

3.2 Bila sarat (misalnya, dalam kondisi balas) lebih kecil dari 1,5 m, atau bila jarak antara tepi bawah sabuk es dan pelat lunas lebih kecil dari 1,5 m, maka tebal pelat alas sekitar sabuk es pada daerah F tidak boleh kurang dari yang disyaratkan untuk sabuk es. Pada daerah yang sama, tebal wrang pelat harus ditambah 10%.

3.3 Jendela bundar tidak boleh terletak dalam sabuk es. Jika geladak cuaca pada suatu bagian kapal terletak dibawah batas atas dari sabuk es, lihat A.4.1.2 (misalnya, didaerah sumur geladak penggal), maka kubu-kubu setidaknya harus mempunyai kekuatan yang sama dengan yang disyaratkan untuk kulit pada sabuk es. Pertimbangan khusus harus diberikan pada desain lubang pembebasan

3.4 Untuk kapal dengan notasi klas es **ES4**, daerah FF sesuai dengan A.4.1.1.4 minimal harus mempunyai tebal sama dengan daerah M

3.5 Untuk kapal dengan notasi klas es **ES3** atau **ES4** dan dengan kecepatan $v_0 \geq 18$ kn, maka daerah FU sesuai dengan A.4.1.1.5 setidaknya harus mempunyai tebal sama dengan daerah M .

Penguatan yang sama untuk daerah haluan dianjurkan juga untuk kapal dengan kecepatan dinas yang lebih rendah, jika, misalnya berdasarkan uji model, terbukti bahwa kapal akan menerima ombak dari arah haluan yang tinggi.

4. Gading-gading, senta es, gading-gading besar

4.1 Umum

4.1.1 Pada daerah penguatan es, semua gading-gading harus dihubungkan secara efektif ke struktur pendukung. Umumnya pembujur harus dihubungkan ke gading-gading besar pendukung dan sekat-sekat dengan braket. Braket dapat diabaikan dengan menaikkan modulus penampang gading dengan sesuai (lihat 4.3.1) dan dengan penambahan penegar tumit (atas persetujuan BKI, penegar tumit dapat diabaikan berdasarkan perhitungan langsung). Braket dan penegar tumit sekurang-kurangnya harus mempunyai tebal yang sama dengan pelat bilah gading-gading dan tepi bebas harus diperkuat secukupnya terhadap bukling. Jika gading-gading melintang berakhir pada senta atau geladak, maka braket atau konstruksi yang sejenis harus dipasang. Jika gading-gading menembus konstruksi pendukung, maka kedua sisi pelat bilah harus dihubungkan ke bagian struktur dengan pengelasan langsung, pelat kolar atau kupingan.

4.1.2 Untuk notasi klas es **ES4**, klas es **ES3** dalam daerah F dan M dan klas es **ES2** dan **ES1** dalam daerah F berlaku hal berikut :

- .1 Gading-gading yang tidak tegak lurus terhadap pelat kulit harus ditumpu terhadap tripping dengan braket, pelat interkostal, senta atau yang sejenis pada jarak tidak lebih dari 1300 mm
- .2 Gading-gading harus dihubungkan ke pelat kulit dengan las ganda menerus. Lubang skalop tidak diizinkan kecuali jika memotong sambungan las tumpul pelat kulit
- .3 Tebal bilah gading-gading minimal harus setengah kali tebal pelat kulit dan tidak kurang dari 9 mm, tidak tergantung pada faktor bahan k sesuai [Bab 2, B](#). Namun demikian, tebal bilah gading-gading tidak boleh melebihi setengah kali tebal pelat kulit yang disyaratkan untuk jarak gading 0,45 m, dengan asumsi tegangan luluh pelat tidak lebih besar dari gading-gading
- .4 Bila ada geladak, puncak tangki, sekat, gading-gading besar atau senta sebagai pengganti dari gading-gading, maka tebal pelatnya sampai dengan ketinggian yang sama dengan tinggi gading-gading terdekat harus sama dengan yang disyaratkan sesuai dengan [.3](#)

4.1.3 Untuk konstruksi melintang di atas UIWL dan di bawah LIWL, serta kontruksi memanjang dibawah LIWL, maka penerusan vertikal dari gading-gading penguatan es b_E ditentukan sesuai dengan [Tabel 15.9](#).

Bila penerusan vertical gading-gading penguatan es melintang b_E akan menerus melewati geladak atau puncak tangki tidak lebih dari 250 mm, maka penerusan tersebut bisa berakhir pada geladak atau puncak tangki.

Penerusan vertikal penguatan es dari konstruksi memanjang harus diteruskan sampai dan termasuk pembujur pertama diatas tepi atas sabuk es. Sebagai tambahan, jarak antara pembujur pertama diatas dan dibawah tepi sabuk es harus sama dengan jarak pembujur pada sabuk es. Jika pembujur pertama diatas sabuk es lebih dekat dari sekitar $a/2$ ke tepi sabuk es, maka jarak pembujur yang sama dengan jarak pembujur di sabuk es harus diteruskan sampai ke pembujur kedua diatas tepi sabuk es

Tabel 15.9 Penerusan vertikal b_E dari gading-gading yang diperkuat untuk es

Notasi Klas Es	Daerah	b_E	
		Di atas UIWL [m]	Di bawah LIWL [m]
ES	-	1,0	1,0
	M		1,6
	A		1,3
	F		1,0
ES1,ES2,ES3	FU ¹⁾	Sampai atas sabuk es	
	M	1,0	
			1,0
			1,0
	A	1,2	Sampai alas ganda atau dibawah tepi atas wrang
			2,0
			1,6
ES4	FU ¹	Sampai atas sabuk es	

¹ Jika disyaratkan sesuai dengan [A.4.1.1.5](#).

4.2 Konstruksi melintang

4.2.1 Modulus penampang dan luas geser efektif gading-gading melintang geladak utama, geladak antara atau gading-gading antara ditentukan sesuai dengan formula berikut:

- .1 Modulus penampang:

$$W = \frac{p \cdot a \cdot h \cdot \ell}{m_t \cdot R_{eH}} \cdot 10^6 \quad [\text{cm}^3]$$

$$m_t = \frac{7 \cdot m_0}{7 - 5 \cdot \frac{h}{\ell}}$$

.2 Luas geser:

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot f \cdot p \cdot h \cdot a}{2 \cdot R_{eH}} \cdot 10^4 \quad [\text{cm}^2]$$

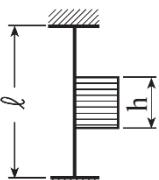
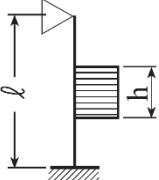
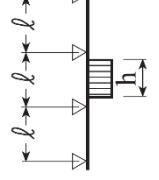
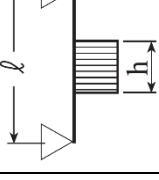
m_0 = koefisien sesuai dengan [Tabel 15.10](#).

f = faktor yang diperhitungkan dalam gaya geser maksimum terhadap lokasi beban dan distribusi tegangan geser, dapat diambil sebesar 1,2

Kondisi batas yang disebut pada [Tabel 15.10](#) adalah kondisi batas untuk gading-gading antara. Kemungkinan perbedaan kondisi batas untuk gading-gading utama dan gading-gading geladak antara diasumsikan dicakup oleh interaksi diantara gading-gading. Pengaruh ini dimasukkan dalam nilai m_0 . Pusat beban dari beban es diambil pada $\ell/2$.

Bila kurang dari 15% bentangan ℓ , dari gading-gading yang terletak didalam daerah penguatan es untuk gading-gading seperti didefinisikan dalam [4.1.3](#), maka ukuran kontruksi gading-gading biasa dapat digunakan

Tabel 15.10 Kondisi batas gading-gading melintang

Kondisi Batas	m_0	Contoh
	7	Gading-gading pada kapal curah dengan tangki sayap atas
	6	Gading-gading yang membentang dari puncak tangki sampai ke geladak tunggal
	5,7	Gading-gading menerus diantara beberapa geladak atau senta
	5	Gading-gading yang membentang hanya diantara dua geladak

4.2.2 Ujung atas konstruksi melintang

.1 Ujung atas dari bagian penguatan es dari semua gading-gading harus dihubungkan ke geladak atau senta es sesuai dengan [4.4](#).

.2 Bila gading berakhir diatas geladak atau senta, yang terletak pada atau diatas batas atas sabuk es (lihat A.4.1.2) maka bagian yang berada diatas geladak atau senta tidak perlu diberi penguatan es. Dalam hal tersebut, bagian atas dari gading-gading antara dapat dihubungkan ke gading-gading utama dan gading-gading geladak antara yang berdekatan dengan penguat horisontal yang berukuran sama dengan gading-gading utama dan gading-gading geladak antara. Gading-gading antara tersebut dapat juga diteruskan sampai ke geladak diatasnya dan jika gading-gading ini terletak lebih dari 1,8 m diatas sabuk es, maka gading-gading antara tidak perlu dihubungkan ke geladak tersebut, kecuali dibagian depan daerah F.

4.2.3 Ujung bawah konstruksi melintang

.1 Ujung bawah dari bagian penguatan es dari semua gading-gading harus dihubungkan ke geladak, alas ganda, puncak tangki atau senta es sesuai dengan 4.4.

.2 Bila gading-gading antara berakhir dibawah geladak, puncak tangki atau senta es yang terletak pada atau dibawah batas bawah dari sabuk es (lihat A.4.1.2), maka ujung bawahnya dapat dihubungkan ke gading-gading utama atau gading-gading geladak antara terdekat dengan penguat horisontal yang berukuran sama dengan gading-gading utama atau gading-gading geladak antara.

4.3 Pembujur

Modulus penampang dan luas geser pembujur ditentukan sesuai dengan formula berikut:

4.3.1 Modulus penampang:

$$W = \frac{f_3 \cdot p \cdot h \cdot \ell^2}{m \cdot R_{eH}} 10^6 \quad [\text{cm}^3]$$

4.3.2 Luas geser:

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot f_3 \cdot f_4 \cdot p \cdot h \cdot \ell}{2 \cdot R_{eH}} 10^4 \quad [\text{cm}^2]$$

f_3 = faktor yang memperhitungkan distribusi beban pada gading-gading terdekat
 $= 1 - 0,2 h/a$

f_4 = 2,16

m = faktor kondisi batas
 $= 13,3$ untuk balok menerus dengan braket ujung ganda
 $= 11,0$ untuk balok menerus tanpa braket ujung ganda

Bila kondisi batas sangat berbeda dari kondisi batas balok menerus, misalnya pada bidang ujung, maka faktor m yang lebih kecil dapat disyaratkan

4.4 Senta es

4.4.1 Senta es didalam sabuk es

Modulus penampang dan luas geser dari senta yang terletak didalam daerah sabuk es harus ditentukan sesuai dengan formula berikut:

.1 modulus penampang :

$$W = \frac{f_5 \cdot f_{5a} \cdot p \cdot h \cdot \ell^2}{m \cdot R_{eH}} \cdot 10^6 \quad [\text{cm}^3]$$

.2 luas geser :

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot f_5 \cdot f_{5a} \cdot f_{5b} \cdot p \cdot h \cdot \ell}{2 \cdot R_{eH}} \cdot 10^4 \quad [\text{cm}^2]$$

$p \cdot h$ diambil tidak boleh kurang dari 0,15

m = lihat 4.3

f_5 = faktor yang memperhitungkan distribusi beban pada gading-gading melintang; harus diambil sama dengan 0,9

f_{5a} = faktor keamanan untuk senta; harus diambil sebesar 1,8

f_{5b} = faktor yang memperhitungkan gaya geser maksimum terhadap lokasi beban dan distribusi tegangan geser; harus diambil sebesar 1,2

4.4.2 Senta es diluar sabuk es

Modulus penampang dan luas geser dari senta yang terletak diluar sabuk es namun menutupi gading-gading yang menerima tekanan es harus dihitung sesuai dengan formula berikut:

.1 modulus penampang:

$$W = \frac{f_6 \cdot f_{6a} \cdot p \cdot h \cdot \ell^2}{m \cdot R_{eH}} \cdot \left(1 - \frac{h_s}{\ell_s}\right) \cdot 10^6 \quad [\text{cm}^3]$$

.2 luas geser:

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot f_6 \cdot f_{6a} \cdot f_{6b} \cdot p \cdot h \cdot \ell}{2 \cdot R_{eH}} \cdot \left(1 - \frac{h_s}{\ell_s}\right) \cdot 10^4 \quad [\text{cm}^2]$$

$p \cdot h$ diambil tidak boleh kurang dari 0,15

f_6 = faktor yang memperhitungkan distribusi beban pada gading-gading melintang; harus diambil sama dengan 0,8

f_{6a} = faktor keamanan untuk senta; harus diambil sebesar 1,8

f_{6b} = faktor yang memperhitungkan gaya geser maksimum terhadap lokasi beban dan distribusi tegangan geser; harus diambil sebesar 1,2

m = lihat 4.3

h_s = jarak senta ke sabuk es [m]

ℓ_s = jarak senta ke senta es/geladak /struktur serupa yang terdekat [m].

4.4.3 Potongan geladak

.1 Potongan geladak yang sempit disisi palka dan berfungsi sebagai senta es harus memenuhi persyaratan modulus penampang dan luas geser pada 4.4.1 dan 4.4.2. Dalam kasus palka yang sangat panjang, perkalian $p \cdot h$ dapat diambil kurang dari 0,15 namun tidak boleh kurang dari 0,10.

.2 Ketika mendesain tutup palka geladak cuaca dan peralatannya, defleksi sisi kapal akibat tekanan es di daerah bukaan palka yang sangat panjang (melebihi $B/2$) harus dipertimbangkan.

4.5 Gading-gading besar

4.5.1 Beban yang disalurkan ke gading-gading besar dari senta atau pembujur harus dihitung sesuai dengan formula berikut:

$$P = p \cdot f_7 \cdot h \cdot e \cdot 10^3 \quad [\text{kN}]$$

$p \cdot h$ diambil tidak boleh kurang dari 0,15

e = jarak antara gading-gading besar [m]

f_7 = faktor kemanan gading-gading besar ; harus diambil 1,8

Apabila senta yang ditumpu berada diluar sabuk es, maka beban P dapat dikalikan dengan $\left(1 - \frac{h_s}{\ell_s}\right)$

dimana h_s dan ℓ_s harus diambil sesuai definisi pada [4.4.2](#).

4.5.2 Luas geser dan modulus penampang

Untuk kasus tumpuan sederhana pada ujung atas dan jepit pada ujung bawah sesuai [Gambar 15.4](#), luas geser dan modulus penampang dapat dihitung dengan formula berikut:

luas geser:

$$A = \frac{\alpha \cdot Q \cdot f_8 \cdot 10 \cdot \sqrt{3}}{R_{eH}} \quad [\text{cm}^2]$$

$$Q = P \cdot k_1 \quad [\text{kN}]$$

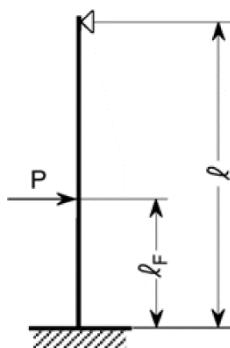
$$k_1 = 1,0 + \frac{1}{2} \cdot \left[\frac{\ell_F}{\ell} \right]^3 - \frac{3}{2} \cdot \left[\frac{\ell_F}{\ell} \right]^2 \quad \text{atau}$$

$$= \frac{3}{2} \cdot \left[\frac{\ell_F}{\ell} \right]^2 - \frac{1}{2} \cdot \left[\frac{\ell_F}{\ell} \right]^3$$

diambil yang lebih besar.

Untuk bagian bawah dari gading-gading besar digunakan ℓ_F terkecil dalam sabuk es; untuk bagian atas diambil ℓ_F terbesar dalam sabuk es.

ℓ, ℓ_F [m] sesuai [Gambar 15.4](#).



Gambar 15.4 Panjang ℓ dan ℓ_F

α = lihat [Tabel 15.11](#)

P = sebagaimana di [4.5.1](#)

f_8 = faktor yang memperhitungkan distribusi gaya geser; harus diambil 1,1

modulus penampang :

$$W = \frac{M}{R_{eH}} \cdot \sqrt{\frac{1,0}{1 - \left[\gamma \cdot \frac{A}{A_a} \right]^2}} \cdot 10^3 \text{ [cm}^3]$$

M = $P \cdot \ell \cdot 0,193$ [kNm]

A_a = luas geser aktual

= $A_f + A_w$

A_f = luas penampang melintang aktual flens bebas

A_w = luas efektif penampang melintang aktual pelat bilah

A = luas geser yang disyaratkan seperti tersebut diatas, tetapi dengan menggunakan

$$k_1 = 1 + \frac{1}{2} \left[\frac{\ell_F}{\ell} \right]^3 - \frac{3}{2} \left[\frac{\ell_F}{\ell} \right]^2$$

γ = lihat [Tabel 15.11](#)

5. Linggi haluan

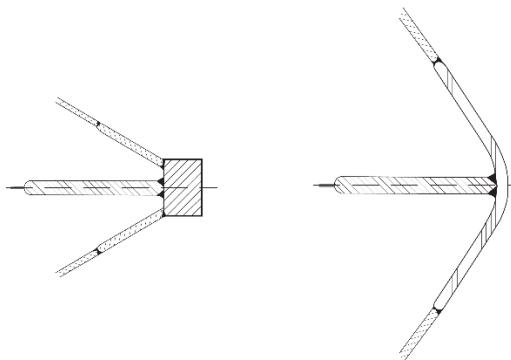
5.1 Linggi haluan dapat dibuat dari baja canai, baja cor atau baja tempa atau dari pelat baja yang dibentuk (lihat [Gambar 15.5](#)).

5.2 Tebal pelat linggi haluan dari pelat yang dibentuk dan dalam hal haluan yang tumpul, setiap bagian kulit dengan $\alpha \geq 30^\circ$ dan $\psi \geq 75^\circ$ (lihat [A.3.3](#) untuk definisi), harus dihitung sesuai dengan formula pada [3.1](#) dengan mengambil:

p_1 = p

a = yang terkecil dari kedua lebar tidak ditumpu dari panel pelat [m]

ℓ_a = jarak antara elemen-elemen tumpuan vertical [m] (lihat juga [Tabel 15.8](#))



Gambar 15.5 Linggi haluan

5.3 Linggi haluan dan bagian dari haluan tumpul sesuai dengan [5.2](#) (jika ada) harus ditumpu oleh wrang atau braket dengan jarak tidak lebih dari 0,6 m dan mempunyai tebal sedikitnya setengah dari tebal

pelat sesuai dengan 5.2. Penguatan linggi haluan harus membentang dari lunas sampai ke titik 0,75 m diatas UIWL atau, dalam hal disyaratkan adanya sabuk es depan atas (lihat juga A.4.1.1) sampai ke batas atas dari daerah FU.

Tabel 15.11 Koefisien α dan γ untuk perhitungan luas geser dan modulus penampang yang disyaratkan

$\frac{A_f}{A_w}$	0,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00
α	1,50	1,23	1,16	1,11	1,09	1,07	1,06	1,05	1,05	1,04	1,04
γ	0,00	0,44	0,62	0,71	0,76	0,80	0,83	0,85	0,87	0,88	0,89

A_f = luas penampang melintang flens bebas
A_w = luas penampang melintang pelat bilah

6. Pengaturan untuk penarikan

6.1 Pipa tambat dengan bukaan tidak kurang dari yang disebutkan dibawah ini harus dipasang pada kubu-kubu haluan pada garis tengah kapal.

- ukuran bukaan : 250 x 300 [mm]
- panjang : 150 [mm]
- jari-jari permukaan dalam: 100 [mm]

6.2 Tiang tambat atau peralatan lain untuk mengikatkan tali tarik, dengan ukuran yang dapat menahan beban putus dari tali tarik kapal harus dipasang. Sebagai alternatif, dua pengarah tali dapat dipasang secara simetris diluar garis tengah dengan masing-masing satu tiang tambat. Tiang tambat harus segaris dengan pengarah tali sehingga tali tarik dapat dikencangkan lurus terhadap tiang tambat. Pemasangan pengarah tali tengah tetap direkomendasikan, karena pengarah tali tersebut tetap berguna untuk pelayaran perairan terbuka dan juga pelayaran di es.

6.3 Pada kapal dengan displasemen tidak lebih dari 30.000 ton, bagian haluan sampai dengan ketinggian sedikitnya 5 m diatas UIWL dan sedikitnya 3 m dibelakang linggi haluan, harus diperkuat untuk menerima tegangan yang disebabkan oleh garpu penarik (fork towing). Untuk tujuan ini gading-gading antara dan senta atau geladak tambahan harus dipasang.

Catatan :

Garpu penarik di es sering kali merupakan cara yang paling efisien untuk membantu kapal dengan ukuran sedang (seperti disebutkan pada 6.3). Kapal dengan haluan gembung yang menonjol lebih dari 2,5 m didepan garis tegak depan biasanya sulit untuk ditarik dengan cara ini. Pemerintah terkait berhak untuk menolak membantu kapal tersebut jika situasinya demikian.

7. Linggi Buritan

7.1 Jarak yang sangat sempit antara ujung daun baling-baling dan linggi buritan harus dihindari karena jarak yang kecil akan menyebabkan beban yang sangat tinggi pada ujung daun.

7.2 Pada kapal dengan baling-baling ganda dan baling-baling tiga, penguatan es pada kulit dan gading-gading harus diteruskan sampai ke alas ganda sejauh 1,5 m didepan dan dibelakang dari baling-baling sisi.

7.3 Poros dan tabung poros dari baling-baling sisi biasanya ditutup dalam bos berpelat. Jika digunakan penyangga yang terpisah, maka desain, kekuatan dan penyambungan ke lambung harus dipertimbangkan dengan hati-hati.

7.4 Buritan transom yang lebar yang menerus sampai dibawah UIWL dapat sangat mengganggu kemampuan kapal untuk kembali ke es, yang merupakan hal yang paling penting. Oleh karena itu, buritan transom tidak diteruskan sampai dibawah UIWL jika hal ini dapat dihindari. Jika tidak dapat dihindari, maka bagian transom dibawah UIWL harus dijaga sekecil mungkin. Bagian dari buritan transom yang terletak di dalam sabuk es harus diperkuat seperti untuk daerah tengah kapal M.

7.5 Pengaturan penggerak dengan pendorong azimut atau baling-baling "padded", yang memberikan peningkatan kemampuan olah gerak, mengakibatkan penambahan beban es dari daerah belakang dan struktur buritan.

Perhatian khusus harus diberikan untuk penambahan beban es ini dalam desain dan penetapan ukuran dari daerah belakang dan struktur buritan.

8. Lunas bilga

Untuk membatasi kerusakan pada kulit ketika lunas bilga sebagian tersobek di es, dianjurkan agar lunas bilga dipotong-potong menjadi beberapa potongan pendek yang independen.

9. Kemudi dan mesin kemudi

9.1 Saat menghitung gaya kemudi dan momen torsi sesuai [Bab 14, B.1](#). kecepatan kapal v_0 tidak boleh diambil kurang dari yang diberikan pada [Tabel 15.12](#).

Semua ukuran konstruksi dihitung sesuai dengan gaya kemudi dan momen torsi (poros kemudi, kopling kemudi, tanduk kemudi dll.) demikian juga kemampuan mesin kemudi harus ditambah bila kecepatan kapal yang disebutkan dalam [Tabel 15.12](#) melebihi kecepatan dinas kapal.

Terlepas dari profil kemudi, maka koefisien κ_2 sesuai dengan [Bab 14, B.1.1](#) tidak boleh diambil lebih besar dari $\kappa_2 = 1,1$ dalam kaitan dengan besarnya kecepatan yang diberikan dalam [Tabel 15.12](#).

Tabel 15.12 Kecepatan minimal untuk penentuan ukuran kemudi

Notasi klas es	v_0 [kn]
ES1	14
ES2	16
ES3	18
ES4	20

Factor κ_3 sesuai dengan [Bab 14.B.1.1](#) tidak boleh diambil lebih besar dari 1,0 untuk kemudi yang terletak dibelakang nozel.

9.2 Dalam sabuk es (sesuai [A.4.1](#)) tebal pelat kemudi ditentukan seperti pelat kulit dalam daerah A. Tebal bilah tidak boleh kurang dari setengah tebal pelat kemudi.

9.3 Untuk notasi klas es **ES3** dan **ES4**, tongkat kemudi dan tepi atas kemudi harus dilindungi terhadap tekanan es dengan pisau es atau peralatan yang setara. Pertimbangan khusus harus diberikan untuk desain kemudi dan pisau es untuk kapal dengan kemudi tipe flap.

9.4 Untuk kapal dengan notasi klas es **ES3** dan **ES4** perhatian khusus harus diberikan untuk beban berlebih yang disebabkan oleh kemudi yang terpaksa keluar dari posisi tengah kapal ketika kembali ke daerah es. Peralatan pengunci sesuai dengan [Bab 14, G.2](#). dianggap mencukupi untuk menyerap beban tersebut.

Catatan

Untuk kapal yang berlayar di daerah suhu rendah, celah kecil antara daun kemudi dan lambung kapal dapat menyebabkan penempelan daun kemudi pada lambung akibat pembekuan. Oleh karena itu dianjurkan untuk

menghindari celah yang kurang dari 1/20 tebal badan kemudi atau 50 mm, mana yang lebih kecil, atau memasang peralatan yang cocok seperti peralatan pemanas..

10. Grid pendorong lateral

10.1 Persyaratan berikut ini berlaku dalam hal penguatan es terhadap grid pendorong lateral (lihat [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol. III\), Sec.13, C.13](#))

Secara umum, terowongan pendorong lateral harus ditempatkan di luar sabuk es yang didefinisikan dalam [A.4.1](#) pada daerah haluan, tengah, dan buritan, serta daerah kaki haluan untuk notasi klas es **E4**. Grid yang dipasang di lubang masuk terowongan tersebut bisa mendapat beban yang diakibatkan dari es yang pecah dan harus didesain sesuai dengan [10.2](#) dan [10.3](#) di bawah ini.

Setiap bagian dari grid yang terletak di dalam sabuk es bisa mendapatkan beban yang diakibatkan dari es utuh dan harus dipertimbangkan secara khusus.

10.2 Untuk konstruksi standar grid, balok interkostal harus dipasang tegak lurus terhadap balok menerus (lihat [Gambar 15.6](#)). Balok menerus dan interkostal harus diberi jarak tidak lebih dari $s_{c,\max} = s_{i,\max} = 500$ mm (minimal balok 2 x 2).

Grid tidak boleh menonjol di luar permukaan lambung dan dianjurkan untuk menyelaraskan balok menerus dengan garis “buttock” di tepi depan terowongan pendorong (lihat [Gambar 15.6](#)).

Konstruksi grids non-standar harus memiliki kekuatan yang setara dengan konfigurasi standar yang dijelaskan dalam [10.3](#).

10.3 Modulus penampang W_c balok menerus, tidak boleh kurang dari yang ditentukan dengan formula berikut:

$$W_c = \frac{s_c \cdot D^2}{4 \cdot R_{eH}} \cdot (1 - \kappa) \cdot 10^{-4} \quad [\text{cm}^3] \quad W_c \geq 35 \text{ cm}^3$$

s_c = jarak [mm] balok menerus

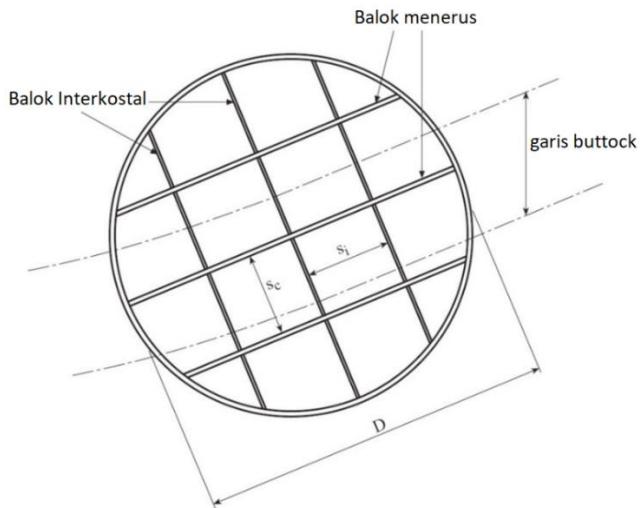
D = diameter [mm] terowongan pendorong

κ = koefisien, didefinisikan sebagai berikut:

$$= 0,4 \cdot \frac{l_i}{l_c} \cdot \frac{s_c}{s_i} \quad \kappa \leq 0,5$$

l_i/l_c = rasio momen inersia dari balok interkostal dan menerus

s_c/s_i = rasio jarak balok menerus dan interkostal



Gambar 15.6 Konstruksi standar grid pendorong lateral

C. Persyaratan untuk Notasi Klas ES

1. Pelat kulit dalam sabuk es

1.1 Dalam sabuk es pelat kulit harus mempunyai lajur yang diperkuat yang membentang sampai ke daerah depan F, yang tebalnya harus ditentukan sesuai dengan [B.3](#).

1.2 Tebal pelat sisi bagian tengah kapal harus dipertahankan didepan bagian tengah kapal sampai dengan pelat yang diperkuat.

2. Gading-gading

2.1 Di daerah depan F, modulus penampang gading-gading harus memenuhi persyaratan yang diberikan pada [B.4](#).

2.2 Braket tripping dengan jarak tidak lebih dari 1,3 m harus dipasang dalam sabuk es segaris dengan balok ceruk dan senta yang disyaratkan pada [Bab 9, A.5](#). untuk mencegah gading-gading mengalami tripping. Braket tripping harus diteruskan melewati daerah depan F.

3. Linggi Haluan

Tebal linggi haluan pelat yang dilas sampai dengan 600 mm diatas UIWL harus 1,1 kali tebal yang disyaratkan sesuai dengan [Bab 13, B.2](#), namun, tidak perlu melebihi 25 mm. Tebal diatas titik 600 mm diatas UIWL dapat dikurangi secara bertahap sampai ke tebal yang disyaratkan sesuai dengan [Bab 13, B.2](#).

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 16 Bangunan Atas dan Rumah Geladak

A.	Umum.....	16–1
B.	Pelat Sisi dan Geladak Bangunan Atas Tidak Efektif.....	16–3
C.	Sekat Ujung Bangunan Atas dan Dinding Rumah Geladak.....	16–4
D.	Geladak dari Rumah Geladak Pendek.....	16–7
E.	Dudukan Elastis Rumah Geladak.....	16–7
F.	Pemecah Ombak.....	16–11

A. Umum

Paragraf pada Bab ini didasarkan pada konvensi dan/atau kode internasional berikut:

IACS UR S3 Rev.1

IACS UR S21A Corr.2

Pada akhir setiap paragraf yang relevan, paragraf yang sesuai dengan konvensi dan/atau kode internasional dicantumkan referensi di dalam tanda kurung.

Catatan:

Mengenai penggunaan material yang tidak dapat dimagnetisasi di rumah kemudi disekitar kompas magnetik, persyaratan Pemerintah Negara Bendera terkait harus diperhatikan.

1. Definisi

1.1 Bangunan atas adalah konstruksi bergeladak di atas geladak lambung timbul yang menerus dari sisi ke sisi kapal atau dengan pelat sisi terletak disebelah dalam pelat kulit tidak lebih dari 0,04 **B**.

1.2 Rumah geladak adalah konstruksi bergeladak di atas geladak kekuatan dengan pelat sisi terletak disebelah dalam pelat kulit lebih dari 0,04 **B**.

1.3 Rumah geladak panjang adalah rumah geladak dengan panjang yang berada dalam daerah 0,4 **L** bagian tengah kapal melebihi 0,2 **L** atau 12 m, diambil nilai yang lebih besar. Kekuatan rumah geladak panjang harus dipertimbangkan secara khusus.

1.4 Rumah geladak pendek adalah rumah geladak yang tidak tercakup dalam definisi yang diberikan pada [1.3](#).

1.5 Bangunan atas yang membentang sampai ke daerah 0,4 **L** bagian tengah kapal dan panjangnya melebihi 0,15 **L** didefinisikan sebagai bangunan atas efektif. Pelat sisinya diperlakukan sebagai pelat kulit dan geladaknya diperlakukan sebagai geladak kekuatan (lihat [Bab 6 dan 7](#)).

1.6 Semua bangunan atas yang terletak diluar 0,4 **L** bagian tengah kapal atau mempunyai panjang kurang dari 0,15 **L** atau kurang dari 12 meter, menurut Bab ini, diperlakukan sebagai bangunan atas non-efektif.

1.7 Untuk rumah geladak dari alumunium, [Bab 2,D](#). agar diperhatikan.

1.8 Ukuran konstruksi cerobong asap yang terpisah ditentukan seperti pada rumah geladak.

1.9 Definisi berikut berlaku pada keseluruhan Bab ini:

k = faktor material sesuai [Bab 2, B](#).

- p_s = beban sesuai Bab 4, B.2.1.
 p_e = beban sesuai Bab 4, B.2.2.
 p_D = beban sesuai Bab 4, B.1.
 p_{DA} = beban sesuai Bab 4, B.5.
 p_L = beban sesuai Bab 4, C.1.
 t_K = penambahan korosi sesuai Bab 3, K.

2. Perencanaan bangunan atas

2.1 Menurut ICLL, Regulasi 39, tinggi haluan minimum disyaratkan pada garis tegak haluan, yang dapat diperoleh dengan penambahan lengkung bujur sepanjang paling kurang $0,15 L_c$, diukur dari garis tegak haluan, atau dengan pemasangan akil yang memanjang dari linggi haluan sampai ke suatu titik paling kurang $0,07 L_c$ dibelakang garis tegak haluan.

2.2 Kapal yang mengangkut muatan kayu digeladak dan yang akan disematkan lambung timbul yang diizinkan, harus mempunyai akil dengan tinggi sesuai Peraturan dan panjangnya paling kurang $0,07 L_c$. Lebih lanjut, kapal yang panjangnya kurang dari 100 m, harus mempunyai kimbul dengan tinggi sesuai Peraturan atau geladak penggal yang ditinggikan disertai rumah geladak.

3. Penguatan pada ujung-ujung bangunan atas dan rumah geladak

3.1 Pada ujung-ujung bangunan atas, satu atau kedua sekat ujung yang terletak didalam daerah $0,4 L$ bagian tengah kapal, tebal pelat lajur atas, geladak kekuatan dengan lebar $0,1 B$ dari pelat kulit serta tebal pelat sisi bangunan atas harus diperkuat sebagaimana ditentukan pada [Tabel 16.1](#). Penguatan harus diperluas pada daerah tersebut mulai dari 4 jarak gading dibelakang sekat ujung sampai 4 jarak gading di depan sekat ujung.

Tabel 16.1 Penguatan [%] pada ujung bangunan atas

Jenis bangunan atas	Geladak kekuatan dan pelat lajur atas	Pelat sisi bangunan atas
efektif sesuai 1.5	30	20
tidak efektif sesuai 1.6	20	10

3.2 Di bawah geladak kekuatan didaerah $0,6 L$ bagian tengah kapal, penumpu harus dipasang segaris dengan dinding memanjang, yang diteruskan sepanjang paling kurang tiga jarak gading diluar ujung dinding memanjang. Penumpu harus berimpit dengan dinding memanjang paling kurang dua jarak gading.

4. Struktur melintang bangunan atas dan rumah geladak

Struktur melintang bangunan atas dan rumah geladak harus diberi ukuran yang cukup dengan penempatan yang sesuai dari sekat ujung, gading besar, dinding baja dari kabin dan selubung atau dengan cara yang lain.

5. Bukaan pada bangunan atas tertutup

Untuk bukaan pada bangunan atas tertutup lihat [Bab 21, S](#).

6. Rekomendasi mengenai getaran pada rumah geladak

6.1 Frekuensi natural dari mode dasar getaran rumah geladak secara global (memanjang, melintang, torsional) tidak boleh berhimpitan dengan frekuensi eksitasi utama pada kecepatan putaran nominal instalasi penggerak kapal. Hal ini harus diverifikasi selama tahap desain dengan analisa getaran secara global.

6.2 Frekuensi natural dari komponen struktur lokal bidang geladak (pelat, penegar, balok geladak, penumpu memanjang, geladak grillage) tidak boleh berimpitan dengan frekuensi eksitasi utama pada kecepatan putaran nominal instalasi penggerak kapal. Hal ini harus diverifikasi selama tahap desain dengan analisa getaran secara lokal.

6.3 Direkomendasikan untuk mendesain struktur lokal geladak sedemikian rupa sehingga frekuensi natural lebih dari dua kali kecepatan daun baling-baling, dan pada kasus frekuensi pengapian mesin yang dipasang kaku, tidak kurang dari 20%. Rekomendasi ini berdasarkan pada asumsi baling-baling memiliki perilaku kavitas normal, yaitu harus dipastikan penurunan yang signifikan dari tekanan getaran dengan peningkatan/penambahan daun secara harmonis.

6.4 Kantilever anjungan navigasi harus ditumpu oleh pilar atau braket menerus dari sisi luar sampai sekurangnya satu tingkat geladak dibawahnya. Jika tidak memungkinkan, titik pengikatan dari pilar/braket pada konstruksi rumah geladak harus ditumpu dengan benar.

6.5 Titik dasar dari tiang utama kapal diletakkan pada geladak kompas dan lebih baik ditumpu dengan dinding atau pillar. Frekuensi natural dari mode dasar getaran tiang utama kapal (memanjang, melintang, torsion) tidak boleh berimpitan dengan frekuensi eksitasi utama pada kecepatan putaran nominal instalasi penggerak kapal. Hal ini harus diverifikasi pada waktu tahap perancangan dengan analisa getaran tiang kapal.

B. Pelat Sisi dan Geladak Bangunan Atas Tidak Efektif

1. Pelat sisi

1.1 Tebal pelat sisi diatas geladak kekuatan tidak boleh kurang dari nilai terbesar berikut:

$$t = 1,21 \cdot a \sqrt{p \cdot k} + t_k \text{ [mm]} \quad \text{atau}$$

$$t = 0,8 \cdot t_{\min} \text{ [mm]}$$

dimana

$$p = p_s \text{ atau } p_e, \text{ sesuai kasusnya}$$

$$t_{\min} = \text{lihat Bab 6, B.3.1.}$$

1.2 Tebal pelat sisi bangunan atas pada tingkat yang teratas dapat dikurangi jika tingkat tegangan memungkinkan pengurangan tersebut.

2. Pelat geladak

2.1 Tebal pelat geladak tidak boleh kurang dari nilai terbesar berikut:

$$t = C \cdot a \sqrt{p \cdot k} + t_k \text{ [mm]} \quad \text{atau}$$

$$t = (5,5 + 0,02 L) \sqrt{k} \text{ [mm]}$$

dimana

$$p = p_{DA} \text{ atau } p_L, \text{ diambil nilai terbesar}$$

$$C = 1,21, \quad \text{jika } p = p_{DA}$$

$$= 1,1, \quad \text{jika } p = p_L$$

L tidak perlu diambil lebih besar dari 200 m.

2.2 Bila bangunan atas tambahan ditempatkan diatas bangunan atas tidak efektif yang terletak diatas geladak kekuatan, maka tebal yang disyaratkan oleh [2.1](#) dapat dikurangi 10%.

2.3 Bila pelat geladak dilindungi dengan pelapis, maka tebal pelat geladak menurut [2.1](#) dan [2.2](#) dapat dikurangi dengan t_K , tetapi bagaimanapun juga, tidak boleh kurang dari 5 mm.

Jika digunakan pelapis selain dari kayu, maka perlu diperhatikan bahwa pelapis tidak mempengaruhi baja. Pelapis harus dipasang ke geladak dengan efektif.

3. Balok geladak, penumpu konstruksi geladak, gading-gading

3.1 Ukuran konstruksi balok geladak dan penumpu konstruksi geladak ditentukan sesuai dengan Bab [10](#).

3.2 Ukuran konstruksi gading-gading bangunan atas diberikan dalam [Bab 9, A.3](#).

C. Sekat Ujung Bangunan Atas dan Dinding Rumah Geladak

1. Umum

Persyaratan berikut berlaku untuk sekat ujung bangunan atas dan dinding rumah geladak yang merupakan satu-satunya pelindung untuk bukaan-bukaan sesuai ICLL Regulasi 18 dan untuk akomodasi.

(IACS UR S3.1)

2. Definisi

Beban desain untuk menentukan ukuran konstruksi adalah:

$$p_A = n \cdot c (b \cdot f - z) \quad [\text{kN/m}^2]$$

f = $c_L \cdot c_0$ untuk tutup palka dan ambang palka geladak cuaca

= untuk sekat ujung bangunan atas dan dinding rumah geladak:

$$- \frac{L}{10} e^{-L/300} - \left[1 - \left(\frac{L}{150} \right)^2 \right] \quad \text{untuk } L < 150 \text{ m}$$

$$- \frac{L}{10} e^{-L/300} \quad \text{untuk } 150 \text{ m} < L < 300 \text{ m}$$

$$- 11,03 \quad \text{untuk } L > 300 \text{ m}$$

$p_{A,\min}$ = beban desain minimum menurut [Tabel 16.2](#)

c_L, c_0 = lihat [Bab 4,A.2.2](#)

h_N = tinggi bangunan atas standar

$$= 1,05 + 0,01 L \quad [\text{m}] \quad \text{dengan } 1,8 \leq h_N \leq 2,3$$

$$n = 20 + \frac{L}{12} \quad \text{untuk tingkat terbawah dari dinding depan yang tidak terlindung. Tingkat terbawah biasanya adalah tingkat yang terletak diatas geladak menerus teratas secara langsung sampai tinggi } H \text{ sesuai}$$

Peraturan diukur. Namun demikian, bila jarak aktual $H - T$ melebihi tabulasi lambung timbul minimum tanpa dikoreksi menurut ICLL dengan minimal satu tinggi bangunan atas standar h_N , maka tingkat ini dapat didefinisikan sebagai tingkat kedua dan tingkat di atasnya sebagai tingkat ketiga.

$$= 10 + \frac{L}{12}$$

untuk tingkat kedua dari dinding depan bangunan atas dan rumah geladak yang tidak terlindung; dan untuk ambang depan yang tidak terlindung dan pelat tepi tutup palka, dimana jarak dari geladak lambung timbul aktual ke garis muat musim panas melebihi tabulasi lambung timbul minimum tanpa koreksi menurut ICLL dengan setidaknya satu tinggi bangunan atas standar h_N

$$= 5 + \frac{L}{15}$$

untuk tingkat ketiga dan di atasnya dinding depan yang tidak terlindung, untuk dinding sisi dan dinding depan yang terlindung dari bangunan atas dan rumah geladak; dan untuk ambang depan yang tidak terlindung dan pelat skirt/tepi tutup palka.

$$= 7 + \frac{L}{100} - 8 \frac{x}{L}$$

untuk dinding ujung belakang bangunan atas dan rumah geladak di belakang bagian tengah kapal.

$$= 5 + \frac{L}{100} - 4 \frac{x}{L}$$

untuk dinding ujung belakang bangunan atas dan rumah geladak di depan bagian tengah kapal; dan untuk dinding belakang ambang dan pelat tepi bagian belakang tutup palka di depan bagian tengah kapal

L tidak perlu diambil lebih besar dari 300 m.

$$b = 1,0 + \left(\frac{\frac{x}{L} - 0,45}{C_B + 0,2} \right)^2 \quad \text{untuk } \frac{x}{L} < 0,45$$

$$b = 1,0 + 1,5 \left(\frac{\frac{x}{L} - 0,45}{C_B + 0,2} \right)^2 \quad \text{untuk } \frac{x}{L} \geq 0,45$$

$0,60 \leq C_B \leq 0,80$; ketika menentukan ukuran konstruksi dari ujung belakang di depan bagian tengah kapal, C_B tidak perlu diambil lebih kecil dari 0,8.

- x = jarak [m] antara sekat yang ditinjau atau pemecah ombak dan ujung belakang dari panjang L. Ketika menentukan dinding sisi rumah geladak, maka rumah geladak harus dibagi kedalam bagian-bagian dengan panjang yang hampir sama dan masing-masing tidak melebihi 0,15 L dan x diambil sama dengan jarak antara ujung belakang dari panjang L dan pertengahan tiap bagian yang ditinjau.
- z = jarak vertikal [m] dari garis muat musim panas sampai ke titik tengah bentangan penegar atau ke pertengahan bidang pelat.
- c = $0,3 + 0,7 b'/B'$

Tabel 16.2 Beban desain minimum $p_{A\min}$

L	$p_{A\min}$ [kN/m ²] for				
	Bagian depan yang tidak terlindung		Area lain		
	Tingkat terbawah	Tingkat tertinggi	Tingkat ≤ 3 rd	Tingkat keempat	Tingkat ≥ 5 th
≤ 50	30		15		
> 50	$25 + \frac{L}{10}$	12,5 tapi tidak kurang dari area lain	$12,5 + \frac{L}{20}$	12,5	8,5
≤ 250					
> 250	50		25		

Untuk bagian terbuka dari selubung kamar mesin dan pemecah ombak, c tidak boleh diambil lebih kecil dari 1,0.

- b' = lebar rumah geladak pada posisi yang ditinjau
- B' = lebar kapal aktual maksimum pada geladak cuaca terbuka pada posisi yang ditinjau. b'/B' tidak boleh diambil lebih kecil dari 0,25.
- a = jarak penegar [m]
- ℓ = panjang tidak ditumpu [m]; untuk sekat ujung bangunan atas dan dinding rumah geladak, R diambil sama dengan masing-masing tinggi bangunan atas atau tinggi rumah geladak, bagaimanapun juga, tidak boleh kurang dari 2,0 m.

(IACS UR S3.2 and IACS UR S21A.2.2)

(IACS UR S3 Table 1 and IACS UR S21A Table 2)

3. Ukuran konstruksi

3.1 Penegar

Modulus penampang penegar ditentukan menurut formula berikut:

$$W = 0,35 \cdot a \cdot \ell^2 \cdot p_A \cdot k \quad [\text{cm}^3]$$

Persyaratan ini mengasumsikan bilah penegar bagian terbawah dilaskan secara efisien ke geladak. Ukuran konstruksi untuk tipe lain dari sambungan ujung dapat dipertimbangkan secara khusus.

Modulus penampang penegar sisi rumah geladak tidak perlu lebih besar dari modulus penampang gading-gading sisi pada geladak yang terletak langsung dibawahnya, dengan memperhitungkan jarak a dan panjang tidak ditumpu ℓ.

(IACS UR S3.3)

3.2 Tebal pelat

Tebal pelat ditentukan menurut nilai yang lebih besar dari formula berikut:

$$t = 0,9 \cdot a \sqrt{p_a \cdot k} + t_k \quad [\text{mm}]$$

$$t_{\min} = \left(5,0 + \frac{L}{100} \right) \sqrt{k} \quad [\text{mm}] \quad \text{untuk tingkat terbawah}$$

$$= \left(4,0 + \frac{L}{100} \right) \sqrt{k} \quad [\text{mm}] \quad \begin{aligned} &\text{untuk tingkat teratas, bagaimanapun juga tidak} \\ &\text{boleh kurang dari } 5,0 \text{ mm} \\ &\text{untuk kapal tunda } 4,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

L tidak perlu diambil lebih besar dari 300 m.

(IACS UR S3.4)

D. Geladak dari Rumah Geladak Pendek

1. Pelat

Tebal pelat geladak cuaca tetapi tidak dilindungi dengan lapisan tidak boleh kurang dari:

$$t = 8,0 \cdot a \sqrt{k} + t_k \quad [\text{mm}]$$

Untuk geladak cuaca yang dilindungi dengan lapisan dan untuk geladak didalam rumah geladak tebal pelat dapat dikurangi dengan t_k . Dalam hal apapun tebal pelat tidak boleh kurang dari tebal minimum $t_{\min} = 5,0$ mm.

2. Balok geladak

Balok geladak dan penumpu struktur geladak ditentukan menurut Bab 10.

E. Dudukan Elastis Rumah Geladak

1. Umum

1.1 Dudukan elastis harus mendapat persetujuan tipe dari BKI. Tegangan yang bekerja pada dudukan yang telah ditentukan dengan perhitungan harus dibuktikan dengan uji prototipe pada mesin uji. Penentuan mutu insulasi untuk penyaluran getaran antara lambung dan rumah geladak bukan merupakan bagian dari persetujuan tipe ini.

1.2 Tinggi sistem dudukan harus sedemikian rupa sehingga ruang antara geladak dan dasar rumah geladak tetap mudah dijangkau untuk tujuan perbaikan, perawatan dan pemeriksaan. Tinggi ruang ini biasanya tidak boleh kurang dari 600 mm.

1.3 Untuk bagian rumah geladak yang melekat pada geladak cuaca, tinggi ambang pintu 380 mm harus ditaati, untuk bangunan atas yang tidak mempunyai jalan masuk ke ruangan dibawah geladak seperti yang dipersyaratkan oleh ICLL.

1.4 Untuk jalur pipa, lihat [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol. III\), Sec.11](#).

1.5 Kabel listrik harus dipasang didalam lengkungan untuk memfasilitasi pergerakan. Jari-jari lengkungan minimum yang ditetapkan untuk kabel tersebut agar ditaati. Paking kabel harus kedap air. Untuk detail lebih lanjut, lihat [Rules for Electrical Installations \(Pt.1, Vol. IV\)](#).

1.6 Persyaratan ukuran konstruksi berikut untuk rel, dudukan, peralatan pengaman, penghenti dan subkonstruksi di lambung dan alas rumah geladak berlaku untuk kapal pada pelayaran tidak terbatas. Untuk kapal khusus dan kapal-kapal yang diperuntukkan beroperasi dalam persyaratan pelayaran terbatas yang berbeda dari yang diberikan dibawah boleh diterapkan.

2. Beban desain

Untuk tujuan penetapan ukuran konstruksi, berlaku beban desain berikut:

2.1 Berat

2.1.1 Beban yang disebabkan oleh berat diperoleh dari berat rumah geladak yang dilengkapi secara penuh, dengan mempertimbangkan juga percepatan gravitasi dan percepatan akibat pergerakan kapal di laut. Beban yang disebabkan oleh berat diasumsikan bekerja pada titik berat rumah geladak.

Masing-masing percepatan tanpa satuan a_z (vertikal), a_y (melintang) dan a_x (memanjang) dan resultan percepatan tanpa satuan a_p , ditentukan menurut [Bab 4, E](#). untuk $k = 1,0$ dan $f = 1,0$. Akibat resultan percepatan a_p , beban yang bekerja adalah sebagai berikut:

$$P = G \cdot a_p \cdot g \quad [\text{kN}] \quad \text{bekerja pada bidang y-z}$$

$$P_x = G \cdot a_x \cdot g \quad [\text{kN}] \quad \text{bekerja pada arah memanjang}$$

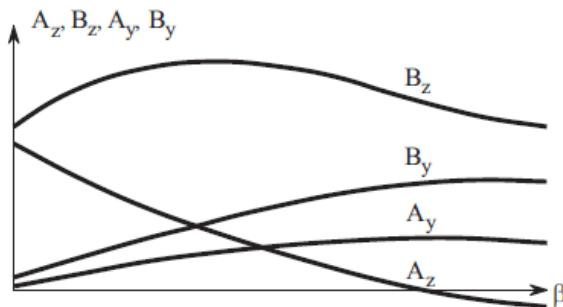
$$P_y = G \cdot a_y \cdot g \quad [\text{kN}] \quad \text{bekerja pada arah melintang}$$

$$P_z = G \cdot a_z \cdot g \quad [\text{kN}] \quad \text{bekerja secara vertical terhadap garis dasar}$$

G = massa rumah geladak yang dilengkapi secara penuh [t]

g = 9,81 [m/s²]

2.1.2 Gaya tumpuan pada arah vertikal dan horisontal harus ditentukan untuk bermacam-macam sudut β . Ukuran konstruksi harus ditentukan untuk masing-masing nilai maksimum (lihat juga [Gambar 16.1](#)).



Gambar 16.1 Gaya tumpuan

2.2 Tekanan air dan angin

2.2.1 Beban air akibat hembusan air laut diasumsikan terjadi pada dinding depan pada arah memanjang saja.

Beban desain adalah:

$$p_{wa} = 0,5 \cdot p_A \quad [\text{kN/m}^2]$$

p_A = lihat [C.2](#)

Tekanan air tidak boleh kurang dari:

$$p_{wa} = 25 \quad [\text{kN/m}^2] \quad \text{pada tepi bawah dinding depan}$$

= 0 pada ketinggian tingkat pertama diatas alas rumah geladak

$$P_{wa} = p_{wa} \cdot A_f \quad [\text{kN}]$$

A_f = bagian dinding depan rumah geladak yang terkena beban [m^2]

2.2.2 Desain beban angin yang bekerja pada dinding depan dan dinding samping adalah:

$$P_{wi} = A_D \cdot p_{wi} \quad [\text{kN}]$$

A_D = luas dinding [m^2]

$$p_{wi} = 1,0 \quad [\text{kN}/\text{m}^2]$$

2.3 Beban pada alas rumah geladak

Beban pada alas rumah geladak ditentukan oleh beban yang bekerja pada geladak tertentu dimana rumah geladak berada. Sebagai tambahan, gaya tumpuan yang dihasilkan dari beban yang ditentukan pada [2.1](#) dan [2.2](#) harus diperhitungkan.

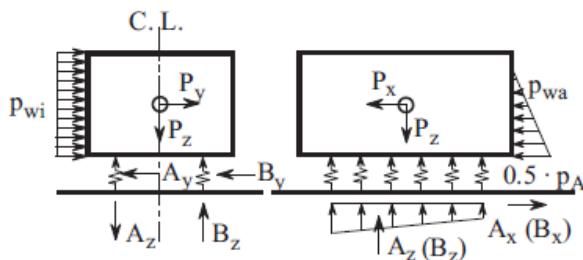
2.4 Beban pada balok geladak dan penumpu

Untuk mendesain balok geladak dan penumpu dari geladak dimana rumah geladak berada, diambil beban berikut :

- 1) Dibawah rumah geladak: Beban p_u sesuai tinggi tekanan akibat jarak antara geladak penyangga dan alas rumah geladak [kN/m^2]
- 2) Diluar rumah geladak: beban p_D .
- 3) Gaya bantalan sesuai dengan asumsi beban pada [2.1](#) dan [2.2](#)

3. Kasus beban

3.1 Untuk tujuan desain, kasus-kasus beban berikut harus diteliti secara terpisah (lihat juga [Gambar 16.2](#)):



Gambar 16.2 Beban desain akibat tekanan angin dan air

3.2 Kasus beban operasi

Gaya akibat beban luar :

3.2.1 Arah melintang (bidang z-y)

$$P_{y1} = G \cdot a_{\beta(y)} \cdot g + P_{wi} \quad [\text{kN}] \quad \text{bekerja pada arah melintang}$$

$$P_{z1} = G \cdot a_{\beta(z)} \cdot g \quad [\text{kN}] \quad \text{bekerja secara vertikal terhadap garis dasar}$$

- P_{wi} = beban angin sesuai 2.2.2
 $a_{\beta(y)}$ = komponen percepatan horizontal a_{β}
 $a_{\beta(z)}$ = komponen percepatan vertikal a_{β} .

3.2.2 Arah memanjang (bidang z-x)

$$P_{x1} = G \cdot a_{\beta(x)} \cdot g + P_{wa} + P_{wi} \quad [\text{kN}] \quad \text{bekerja pada arah memanjang}$$
$$P_{z1} = G \cdot a_{\beta(z)} \cdot g \quad [\text{kN}] \quad \text{bekerja secara vertikal terhadap garis dasar}$$
$$a_{\beta(x)} = \text{komponen percepatan horisontal pada bidang memanjang}$$

3.2.3 Untuk mendesain peralatan pengaman dan mencegah rumah geladak terangkat, gaya (pada arah keatas) tidak boleh diambil kurang dari yang ditentukan dari formula berikut:

$$P_{zmin} = 0,5 \cdot g \cdot G \quad [\text{kN}]$$

3.3 Kasus beban luar biasa

3.3.1 Gaya tubruk pada arah memanjang:

$$P_{x2} = 0,5 \cdot g \cdot G \quad [\text{kN}]$$

3.3.2 Gaya akibat kemiringan statis 45°

$$P_{z2}, P_{y2} = 0,71 \cdot g \cdot G \quad [\text{kN}]$$

P_{z2} = gaya yang bekerja secara vertikal terhadap garis dasar

P_{y2} = gaya yang bekerja pada arah melintang

3.3.3 Akibat-akibat yang mungkin dari kebakaran terhadap dudukan elastis dari rumah geladak harus diperiksa (misalnya kegagalan elemen dudukan elastis karet, peleahan perekat). Dalam hal ini pun, elemen dudukan antara lambung dan alas rumah geladak harus mampu menahan gaya horizontal P_{y2} sesuai 3.3.2 pada arah melintang

3.3.4 Untuk mendesain peralatan pengaman guna mencegah terangkatnya rumah geladak, harus diambil suatu gaya yang tidak kurang dari gaya apung rumah geladak yang dihasilkan dari ketinggian air 2 m diatas geladak lambung timbul.

4. Ukuran konstruksi rel, elemen dudukan dan substruktur

4.1 Umum

4.1.1 Ukuran konstruksi dari elemen-elemen tersebut harus ditentukan sesuai dengan kasus beban yang ditetapkan pada 3. Pengaruh defleksi penumpu utama tidak perlu dipertimbangkan dengan syarat bahwa defleksi sedemikian kecilnya sehingga semua elemen memikul beban secara merata.

4.1.2 Perhitungan kekuatan untuk elemen konstruksi dengan informasi tentang beban yang bekerja harus dikirimkan untuk persetujuan.

4.2 Tegangan izin

4.2.1 Tegangan yang diizinkan yang diberikan dalam [Tabel 16.3](#) tidak boleh dilebihi oleh rel dan struktur baja dari elemen dudukan dan pada substruktur (balok geladak, penumpu dari rumah geladak dan geladak, dimana rumah geladak berada).

4.2.2 Tegangan izin untuk perencanaan elemen dudukan elastis dari berbagai sistem akan dipertimbangkan secara kasus per kasus. Data yang cukup harus dikirimkan untuk persetujuan.

4.2.3 Tegangan pada peralatan pengaman untuk mencegah rumah geladak terangkat, tidak boleh melebihi nilai tegangan yang ditetapkan pada [4.2.1](#).

4.2.4 Pada sambungan sekrup, tegangan izin tidak boleh melebihi yang diberikan pada [Tabel 16.4](#).

4.2.5 Bila digunakan sekrup pengencang sesuai dengan DIN 82008 untuk peralatan pengaman, maka beban setiap baut pada kondisi beban [3.2.3](#) dan [3.3.4](#) boleh sama dengan beban uji (2 kali beban kerja aman).

Tabel 16.3 Tegangan izin pada rel dan struktur baja pada elemen dudukan dan pada substruktur [N/mm²]

Jenis tegangan	kasus beban operasi	kasus beban luar biasa
tegangan normal σ_n	$0,6 \cdot R_{eH}$ atau $0,4 \cdot R_m$	$0,75 \cdot R_{eH}$ atau $0,5 \cdot R_m$
tegangan geser τ	$0,35 \cdot R_{eH}$ atau $0,23 \cdot R_m$	$0,43 \cdot R_{eH}$ atau $0,3 \cdot R_m$
tegangan ekuivalen $\sigma_v = \sqrt{\sigma_n^2 + 3 \tau^2}$	$0,75 \cdot R_{eH}$	$0,9 \cdot R_{eH}$

R_{eH} = titik luluh atas nominal minimum
 R_m = kuat tarik

Tabel 16.4 Tegangan izin pada sambungan sekrup [N/mm²]

Jenis tegangan	kasus beban operasi	kasus beban luar biasa
tarikan memanjang σ_n	$0,5 \cdot R_{eH}$	$0,8 \cdot R_{eH}$
tekanan bantalan p_e	$1,0 \cdot R_{eH}$	$1,0 \cdot R_{eH}$
tegangan ekuivalen dari tarikan memanjang σ_n , tarikan τ_t akibat torsi dan geser pengencangan τ jika ada $\sigma_v = \sqrt{\sigma_n^2 + 3 (\tau^2 + \tau_t^2)}$	$0,6 \cdot R_{eH}$	$1,0 \cdot R_{eH}$

5. Penambahan korosi

Untuk pelat geladak dibawah rumah geladak dudukan elastis berlaku penambahan korosi minimum t_K = 3,0 mm.

F. Pemecah Ombak

1. Perencanaan

Jika muatan diperuntukkan untuk diangkut di atas geladak di depan dari x/L ≥ 0,85, pemecah ombak atau (misalnya, geladak *whaleback* atau *turtle*) struktur pelindung yang setara harus dipasang.

2. Ukuran dari Pemecah Ombak

2.1 Rekomendasi tinggi dari pemecah ombak adalah

$$h_w = 0,8 (b \cdot c_L \cdot c_0 - z) \text{ [mm]}$$

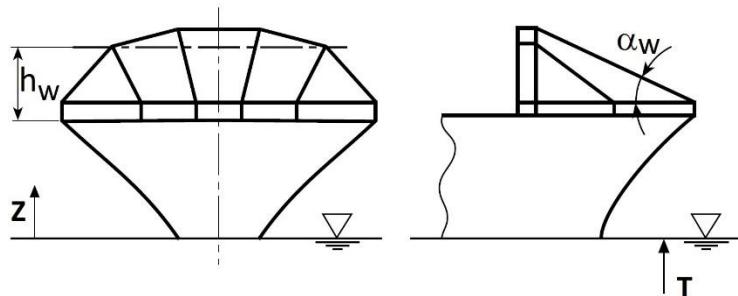
tetapi tidak boleh kurang dari

$$h_{w\min} = 0,6 (b \cdot c_L \cdot c_0 - z) \text{ [mm]}$$

Namun, Persyaratan minimum tinggi rata-rata $h_{w\min}$ tidak perlu lebih besar dari maksimum tinggi dari geladak penyimpan muatan diantara pemecah ombak dan 15 m di belakangnya.

Dimana z adalah jarak vertikal [m] antara garis air muat musim panas dan garis dasar dari pemecah ombak.

Tinggi rata-rata dari geladak *whaleback* atau *turtle* ditentukan secara sama sesuai dengan [Gambar 16.3](#).



Gambar 16.3 Whaleback

Namun, persyaratan IMO terkait jarak pandangan anjungan navigasi harus diperhatikan

2.2 Lebar pemecah ombak setidaknya sama dengan daerah di belakangnya, yang diperlukan untuk mengangkut muatan geladak.

3. Ukuran konstruksi

3.1 Tebal pelat

3.1.1 Pemecah ombak dengan $\alpha_w \leq 90^\circ$ dan whaleback dengan $\alpha_w > 20^\circ$

Tebal pelat t dari penegar-penegar harus ditentukan dengan formula berikut:

$$t = 0,9 \cdot a \cdot \sqrt{p_{BW} \cdot k} + t_k \text{ [mm]} \text{ dengan } t \geq t_{\min}$$

t_{\min} = tebal pelat minimum [mm], ditentukan sebagai:

$$= \left(5,0 + \frac{L}{100} \right) \cdot \sqrt{k}$$

Bagaimanapun L tidak perlu diambil lebih besar dari 300 m

3.1.2 Whaleback dengan $\alpha_w < 20^\circ$

Tebal pelat t harus sama dengan geladak bangunan atas tidak efektif menurut [B.2.1](#).

3.2 Penegar

3.2.1 Umum

Penegar-penegar harus disambungkan pada kedua ujungnya ke komponen struktur yang menumpunya.

3.2.2 Pemecah ombak dengan $\alpha_w \leq 90^\circ$ dan whaleback dengan $\alpha_w > 20^\circ$

Modulus penampang W dari penegar harus ditentukan dengan formula berikut:

$$W = 0,35 \cdot a \cdot \ell^2 \cdot p_{BW} \cdot k \quad [\text{cm}^3]$$

3.2.3 Whaleback dengan $\alpha_w < 20^\circ$

Ukuran konstruksi dari penegar harus sama dengan balok geladak dari bangunan atas tidak efektif menurut B.3.

3.3 Struktur pendukung utama

3.3.1 Umum

Struktur pendukung yang memadai harus dipasang.

3.3.2 Pemecah ombak dengan $\alpha_w \leq 90^\circ$ dan whaleback dengan $\alpha_w > 20^\circ$

Untuk komponen struktur pendukung utama, analisa tegangan harus dilakukan. Tegangan ekivalen tidak boleh melebihi tegangan yang diizinkan σ_{perm} berikut:

$$\sigma_{perm} = \frac{230}{k} \quad [\text{N / mm}]$$

3.3.3 Whaleback dengan $\alpha_w < 20^\circ$

Ukuran konstruksi bagian struktur pendukung utama harus sama dengan bagian struktur pendukung utama geladak bangunan atas tidak efektif sesuai dengan B.3.

4. Potongan lubang

Potongan lubang pada bilah pendukung utama pemecah ombak harus dikurangi hingga nilai minimum yang diperlukan. Ujung bebas dari potongan lubang harus diperkuat dengan penegar-penegar.

Jika potongan lubang yang terdapat pada pelat untuk mengurangi beban pada pemecah ombak, luas potongan lubang tunggal dan jumlah luas potongan lubang tidak boleh melebihi $0,2 \text{ m}^2$.

5. Beban pada pemecah ombak dan whaleback

5.1 Pemecah ombak dengan $\alpha_w \leq 90^\circ$ dan whaleback dengan $\alpha_w > 20^\circ$

Beban p_{BW} pada pemecah ombak dengan $\alpha_w \leq 90^\circ$ dan whaleback dengan $\alpha_w > 20^\circ$ harus ditentukan dengan formula berikut:

$$P_{BW} = n \cdot d (b \cdot c_L \cdot c_0 - z) \quad [\text{kN/m}^2]$$

$p_{BW,min}$ = beban desain minimum harus sama dengan $p_{A,min}$ untuk dinding depan tak terlindung pada tingkat terbawah sesuai Tabel 16.2

n = faktor distribusi, ditentukan sebagai:

$$= 10 + \frac{L}{20}$$

L tidak perlu diambil lebih besar dari 300 m.

d = koefisien untuk memperhitungkan sudut kemiringan pemecah gelombang, yang ditentukan sebagai:

$$= \sin \alpha_w$$

α_w = sudut kemiringan [°], ditentukan pada garis tengah kapal, lihat [Gambar 16.3](#)

b = faktor distribusi, ditentukan sebagai:

$$= 1,0 + 2,75 \left(\frac{\frac{x}{L} - 0,45}{\frac{C_B}{C_B + 0,2}} \right)^2$$

5.2 *Whaleback* dengan $\alpha_w < 20^\circ$

Beban p_{BW} pada *whaleback* dengan sudut kemiringan $\alpha_w < 20^\circ$ pada garis tengah kapal diambil sebagai:

$$p_{BW} = p_D \quad [\text{kN/m}]$$

p_D = beban pada geladak akil sesuai [Bab 4, B.1](#)

6. Pembuktian kekuatan bukling

Kekuatan bukling bagian struktur harus dibuktikan sesuai [Bab 3, F.](#)

Bab 17 Lubang Palka Muatan

A.	Umum.....	17-1
B.	Tutup Palka	17-4
C.	Ambang dan Penumpu Tutup Palka.....	17-22
D.	Bukaan Kecil dan Palka	17-25
E.	Lubang Palka Ruang Mesin dan Ketel	17-30
F.	Pengaturan Pengaman Tutup Palka muatan untuk Kapal Curah yang tidak Dibangun sesuai dengan UR S21 (Rev.3)	17-31

A. Umum

1. Penerapan

1.1 Persyaratan Bab ini berlaku untuk tutup palka dan ambang palka dari konstruksi pelat berpenegar dan pengaturan penutupannya¹.

(IACS UR S21A.1.1)

1.2 Tutup dan ambang palka harus terbuat dari baja. Dalam kasus material alternatif dan desain yang inovatif persetujuan harus tunduk pada BKI¹.

(IACS UR S21A.1.1)

1.3 Bab ini tidak berlaku untuk penutup portabel dengan pengaman kedap cuaca oleh terpal dan perangkat pengikat, atau penutup ponton, sebagaimana ditentukan dalam ICLL Regulasi 15¹.

(IACS UR S21A.1.1)

1.4 Referensi

Paragraf pada Bab ini didasarkan pada konvensi dan/atau kode internasional berikut:

IACS UR S14 Rev.6

IACS UR S21 Rev.5

IACS UR S21A Corr.2

ICLL yang berisi semua amandemen hingga 1 Juli 2010

Pada akhir setiap paragraf yang relevan, paragraf yang sesuai dengan konvensi dan/atau kode internasional dicantumkan referensi di dalam tanda kurung

2. Lubang palka pada geladak lambung timbul dan bangunan atas

2.1 Lubang palka diklasifikasikan sesuai dengan posisinya sebagaimana disebutkan dalam [Bab 1, H.6.7.](#)

2.2 Lubang palka harus memiliki ambang, tinggi minimum di atas geladak harus sebagai berikut:

- Pada posisi 1: 600 mm
- Pada posisi 2: 450 mm

¹ Menurut IACS UR S21A persyaratan ini berlaku untuk kapal dengan kontrak pembangunan pada atau setelah 1 Juli 2016

2.3 Penyimpangan dari persyaratan 2.2 hanya dapat diberikan untuk lubang palka di geladak terbuka yang ditutup oleh penutup baja tahan cuaca yang dapat mengencangkan sendiri. Pengecualian masing-masing, sesuai dengan ICLL Regulasi 14 (1), harus diajukan terlebih dahulu dari otoritas Pemerintah Negara Bendera yang berwenang.

2.4 Jika disematkan kenaikan lambung timbul, tinggi ambang palka sesuai dengan 2.2 dan beban desain untuk tutup palka menurut Tabel 17.2 pada geladak lambung timbul aktual dapat disyaratkan seperti geladak bangunan atas, asalkan lambung timbul musim panas sedemikian rupa sehingga menghasilkan sarat tidak akan lebih besar dari lambung timbul minimum yang sesuai dan dihitung dari geladak lambung timbul yang diasumsikan terletak pada jarak yang sama dengan tinggi bangunan atas standar di bawah geladak lambung timbul aktual.

2.5 Untuk perlindungan korosi pada semua lubang palka dan semua penutup palka pada kapal curah, kapal bijih tambang dan kapal pengangkut kombinasi, lihat Bab 38, G.

Catatan :

Persyaratan khusus dari Pemerintah Negara Bendera mengenai palka, tutup palka, pengaturan pengencangan dan pengamanan harus ditaati.

3. Lubang palka di geladak bawah dan dalam bangunan atas

3.1 Ambang palka tidak diperlukan untuk lubang palka di bawah geladak lambung timbul atau di dalam bangunan atas tertutup kedap cuaca kecuali jika dipersyaratkan untuk tujuan kekuatan.

3.2 Bila didalam selubung palka tidak ada tutup palka pada tingkat geladak, maka tutup dan penyangga dibawahnya harus diperkuat sesuai dengan beban yang lebih besar.

4. Definisi

Tutup pelat tunggal

Tutup palka yang terbuat dari baja atau material sejenis yang didesain untuk memenuhi ICLL Regulasi 16. Tutup tersebut memiliki pelat bagian atas dan samping yang menerus, tetapi terbuka di bawahnya dengan penguatan struktur terbuka. Tutup harus kedap cuaca dan dilengkapi dengan gasket dan perangkat penjepit kecuali jika alat kelengkapan tersebut dikecualikan secara khusus.

(IACS UR S21A.1.2.1)

Tutup pelat ganda

Tutup palka seperti di atas tetapi dengan pelat alas yang menerus sehingga semua struktur penegar dan internal terlindungi dari lingkungan.

(IACS UR S21A.1.2.1)

Tutup tipe ponton

Penutup portabel jenis khusus dengan pengaman kedap cuaca berupa terpal dan perangkat pengikat. Penutup tersebut harus didesain sesuai dengan ICLL Regulasi 15 dan tidak termasuk dalam Bab ini.

(IACS UR S21A.1.2.1)

Catatan:

Desain tutup palka modern dari tutup palka tipe lift-way (angkat) dalam banyak kasus disebut tutup ponton. Definisi ini tidak sesuai dengan definisi di atas. Desain tutup palka angkat modern seharusnya termasuk dalam salah satu dari dua kategori tutup pelat tunggal atau tutup pelat ganda.

(IACS UR S21A.1.2.1)

Simbol

- p = desain beban [kN/m^2] untuk tutup palka dari masing-masing kasus beban [A](#) hingga [D](#) sesuai [B](#).
- = p_H untuk pembebanan vertikal pada tutup palka sesuai [Tabel 17.2](#).
- = p_A untuk pembebanan horizontal pada penumpu tepi tutup palka dan pada ambang palka sesuai [Bab 16, C.2](#).
- = p_D , untuk beban pada geladak cuaca sesuai [Bab 4, B.1](#).
- = desain tekanan p_d , untuk tangki terisi sebagian sesuai [Bab 4, D.2](#).
- = tekanan cairan p_1, p_2 sesuai [Bab 4, D.1](#).
- = p_L , Untuk beban pada geladak muatan sesuai dengan [Bab 4, C.1](#).
- R_{eH} = titik luluh atas nominal minimum baja yang digunakan [N/mm^2] sesuai [Bab 2, B](#).
- R_m = kuat tarik baja yang digunakan [N/mm^2]
Untuk baja struktur lambung kekuatan normal:
 $R_m = 400 \text{ N/mm}^2$ dengan $R_{eH} = 235 \text{ N/mm}^2$
- Untuk baja struktur lambung kekuatan lebih tinggi:
 $R_m = 440 \text{ N/mm}^2$ dengan $R_{eH} = 315 \text{ N/mm}^2$
 $= 490 \text{ N/mm}^2$ dengan $R_{eH} = 355 \text{ N/mm}^2$
- ℓ = panjang yang tidak ditumpu penegar [m]
- a = jarak balok atau penegar lubang palka [m]
- t = tebal bagian struktur [mm]
= $t_{net} + t_k$
- t_{net} = tebal bersih [mm]
- t_k = penambahan korosi sesuai [Tabel 17.1](#)
- x = jarak titik tengah dari penutup palka yang ditinjau dari ujung belakang panjang L atau L_c , sebagaimana berlaku
- h_N = tinggi bangunan atas standar [m] sesuai ICCL, Lihat juga [Bab 16, C.2](#)

5. Penambahan Korosi

Untuk ukuran konstruksi dari tutup dan ambang palka, penambahan korosi t_k menurut [Tabel 17.1](#) harus diterapkan.

(IACS UR S21.6.1, IACS UR S21.6.2 and IACS UR S21A.7.1)

Tabel 17.1 Penambahan korosi untuk ambang palka dan tutup palka

Aplikasi	Struktur	t_k (mm)
palka geladak cuaca kapal kontainer, pengangkut mobil, pengangkut kertas, kapal penumpang	Tutup palka:	1,0
	Ambang palka	sesuai Bab 3, K.1
palka geladak cuaca kapal-kapal jenis lainnya (Nilai t_k dalam tanda kurung harus diterapkan untuk kapal curah sesuai dengan Bab 23)	Tutup palka secara umum	2,0
	Pelat yang terpapar cuaca dan pelat alas dari tutup palka kulit ganda	1,5 (2,0)
	struktur internal tutup palka pelat ganda dan penumpu kotak tertutup	1,0 (1,5)
	Ambang palka yang bukan bagian dari struktur lambung memanjang	1,5
	Ambang palka yang merupakan bagian dari struktur lambung memanjang	sesuai Bab 3, K.1
	Stay dan penegar ambang	1,5
Palka dalam ruang tertutup	Tutup palka :	
	– pelat atas	1,2
	– struktur lainnya	1,0
	Ambang palka	sesuai Bab 3, K.1 sampai K.3

(IACS UR S21A Table 9)

B. Tutup Palka

1. Umum

1.1 Bagian pendukung primer dan penegar sekunder tutup palka harus dipasang menerus sepanjang lebar dan panjang tutup palka, sepraktis mungkin. Jika hal ini tidak memungkinkan, sambungan ujung yang ditirus tidak akan digunakan dan pengaturan yang sesuai harus diterapkan untuk menyediakan daya dukung beban yang memadai.

Jarak dari bagian pendukung primer yang sejajar dengan arah penegar sekunder tidak melebihi $\frac{1}{3}$ dari rentang bagian pendukung primer. Ketika perhitungan kekuatan dilakukan dengan analisa FE sesuai 4.4, persyaratan ini dapat diabaikan.

(IACS UR S21A.1.4)

1.2 Untuk penutup palka, penggunaan baja dengan $R_{eH} > 355 \text{ N/mm}^2$ harus disetujui oleh BKI.

2. Beban desain

Penilaian struktur palka dan ambang palka harus dilakukan sesuai dengan beban desain berikut:

(IACS UR S21A.2)

2.1 Kasus beban A:

2.1.1 Desain beban vertikal p_H untuk tutup palka geladak cuaca harus diambil dari Tabel 17.2. Lihat Bab 1, H.6.7 dan Gambar 17.1 untuk definisi dari posisi 1 dan 2.

(IACS UR S21A.2.1)

Tabel 17.2 Desain beban palka geladak cuaca

Posisi	Desain beban p_H [kN/m ²]	
	$\frac{x}{L_c} \leq 0,75$	$0,75 < \frac{x}{L_c} < 1,0$
1	untuk $L_c \leq 100$ m	
		Di geladak lambung timbul $\frac{9,81}{76} \cdot \left[(4,28 \cdot L_c + 28) \cdot \frac{x}{L_c} - 1,71 \cdot L_c + 95 \right]$
	$\frac{9,81}{76} \cdot (1,5 \cdot L_c + 116)$	pada geladak bangunan atas terbuka yang terletak setidaknya satu tinggi bangunan atas standar h_N di atas geladak lambung timbul $\frac{9,81}{76} \cdot (1,5 \cdot L_c + 116)$
	untuk $L_c > 100$ m	
		Di geladak lambung timbul kapal tipe B menurut ICLL $9,81 \cdot \left[(0,0296 \cdot L_1 + 3,04) \cdot \frac{x}{L_c} - 0,0222 \cdot L_1 + 1,22 \right]$
		Di geladak lambung timbul untuk kapal dengan lambung timbul yang lebih kecil dari kapal tipe B menurut ICLL $9,81 \cdot \left[(0,1452 \cdot L_1 + 8,52) \cdot \frac{x}{L_c} - 0,1089 \cdot L_1 + 9,89 \right]$
2		pada geladak bangunan atas terbuka yang terletak setidaknya satu tinggi bangunan atas standar h_N di atas geladak lambung timbul $9,81 \cdot 3,5$
		$L_1 = L_c$, tapi tidak lebih besar dari 340 m
	untuk $L_c \leq 100$ m	
		$\frac{9,81}{76} \cdot (1,1 \cdot L_c + 87,6)$
	untuk $L_c > 100$ m	$9,81 \cdot 2,6$
		pada geladak bangunan atas yang terbuka terletak setidaknya satu tinggi bangunan atas standar h_N di atas geladak Posisi 2 terendah $9,81 \cdot 2,1$

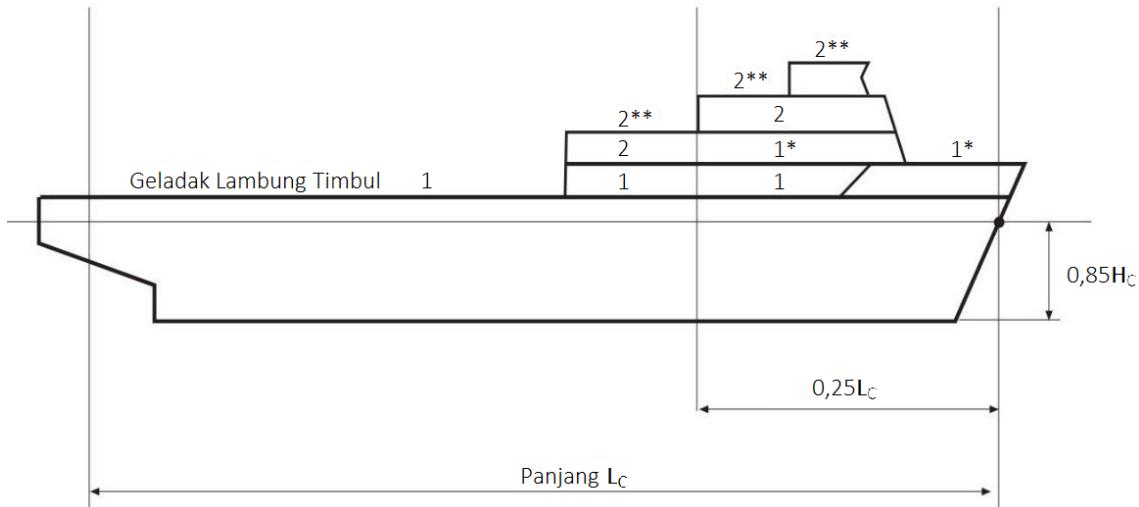
(IACS UR S21A Table 1)

2.1.2 Secara umum, desain beban vertikal p_H tidak perlu dikombinasikan dengan kasus beban **B** dan **C** sesuai dengan [2.2](#) dan [2.3](#).

(IACS UR S21A.2.1)

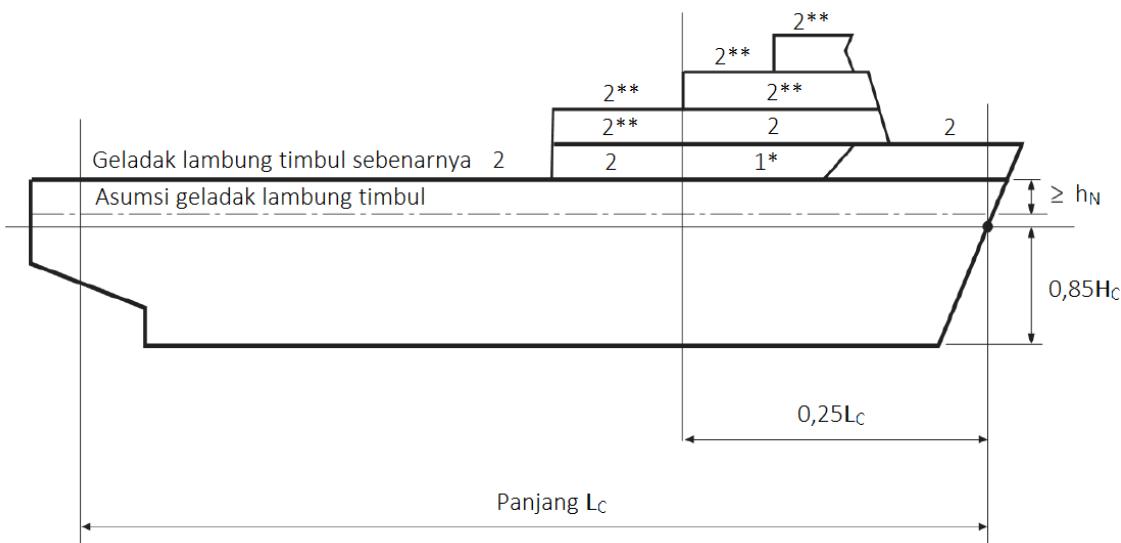
2.1.3 Jika disematkan lambung timbul yang dinaikkan, beban desain untuk tutup palka sesuai dengan [Tabel 17.2](#) pada geladak lambung timbul aktual dapat dipesyaratkan seperti geladak bangunan atas, asalkan lambung timbul musim panas sedemikian rupa sehingga sarat yang dihasilkan tidak akan lebih besar dari yang sesuai dengan lambung timbul minimum dihitung dari geladak lambung timbul yang diasumsikan terletak pada jarak yang sama dengan tinggi bangunan atas standar h_N di bawah geladak lambung timbul aktual, lihat [Gambar 17.2](#).

(IACS UR S21A.2.1)



- * Pengurangan beban pada geladak bangunan atas yang terbuka yang terletak setidaknya satu tinggi bangunan atas standar di atas geladak lambung timbul
- ** Pengurangan beban pada geladak bangunan atas yang terbuka dari kapal dengan $L_c > 100$ m yang terletak setidaknya satu tinggi bangunan atas standar di atas geladak terendah Posisi 2

Gambar 17.1 Posisi 1 and 2



- * Pengurangan beban pada geladak bangunan atas yang terbuka yang terletak setidaknya satu tinggi bangunan atas standar di atas geladak lambung timbul
- ** Pengurangan beban pada geladak bangunan atas yang terbuka dari kapal dengan $L_c > 100$ m yang terletak setidaknya satu tinggi bangunan atas standar di atas geladak terendah Posisi 2

Gambar 17.2 Posisi 1 dan 2 untuk lambung timbul yang dinaikkan

2.1.4 Dalam hal apapun desain beban vertikal p_h tidak boleh kurang dari beban desain geladak sesuai dengan Bab 4, B.1. Sebagai ganti tinggi geladak z tinggi pelat tutup palka di atas garis dasar yang kemudian akan dimasukkan.

2.1.5 Desain beban horisontal p_A untuk penumpu tepi luar tutup palka geladak cuaca dan ambang palka harus ditentukan setara seperti untuk dinding bangunan atas di posisi masing-masing (lihat Bab 16, C.2).

(IACS UR S21A.2.2)

Untuk kapal curah sesuai dengan Bab 23 beban horisontal tidak boleh kurang dari:

$$p_{A\min} = 175 \text{ kN/m}^2 \text{ secara umum untuk penumpu tepi luar tutup palka}$$

- = 220 kN/m² secara umum untuk ambang palka
- = 230 kN/m² untuk penumpu tepi depan tutup palka 1, jika tidak ada geladak akil sesuai dengan yang diatur pada Bab 23, D
- = 290 kN/m² untuk ambang melintang depan palka 1, jika tidak ada geladak akil sesuai dengan yang diatur pada Bab 23, D

(IACS UR S21.4.1)

2.2 Kasus beban B:

Jika muatan dimaksudkan untuk diangkut pada tutup palka, maka muatan tersebut harus didesain seperti pembebahan yang dijelaskan dalam Bab 4, C.1.

Jika muatan dengan tinggi penyimpanan rendah diangkut di atas tutup palka geladak cuaca, Bab 4, B.1.3 harus ditaati.

(IACS UR S21A.2.3.1 and 2.3.2)

2.3 Kasus beban C:

2.3.1 Beban Kontainer

Di mana kontainer dimuat di tutup palka gaya-gaya pendukung berikut A_z, B_z dan B_y dalam arah y- dan z di sudut tumpukan depan dan belakang karena heave, pitch, dan gerakan roll kapal harus dipertimbangkan dan ditentukan dengan formula berikut, lihat juga Gambar 17.3.

$$A_z = 9,81 \cdot \frac{M}{2} \cdot (1 + a_v) \cdot \left[0,45 - 0,42 \cdot \frac{h_m}{b} \right] \quad [\text{kN}]$$

$$B_z = 9,81 \cdot \frac{M}{2} \cdot (1 + a_v) \cdot \left[0,45 + 0,42 \cdot \frac{h_m}{b} \right] \quad [\text{kN}]$$

$$B_y = 2,4 \cdot M \quad [\text{kN}]$$

a_v = faktor percepatan sesuai Bab 4, C.1

M = berat maksimum tumpukan kontainer [t]

h_m = tinggi titik berat tumpukan diatas penyangga tutup palka [m]

Ketika kekuatan struktur tutup palka dinilai dengan analisis FE berdasarkan 4.4, h_m dapat diambil sebagai ketinggian pusat gravitasi tumpukan yang didesain di atas pelat atas tutup palka.

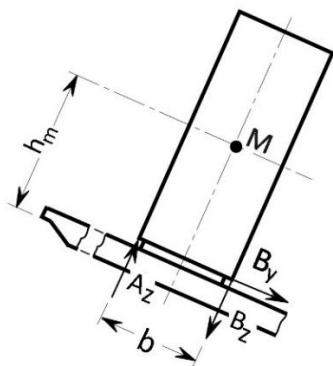
Nilai-nilai dari A_z dan B_z diterapkan untuk penilaian kekuatan tutup palka harus ditunjukkan dalam gambar tutup palka.

b = jarak antara titik-titik kaki [m]

Catatan:

Direkomendasikan bahwa beban kontainer yang dihitung seperti di atas dianggap sebagai batas beban titik kaki tumpukan peti kemas dalam perhitungan pengamanan muatan (pengikatan kontainer)

(IACS UR S21A.2.4)



Gambar 17.3 Gaya akibat beban C yang bekerja di tutup palka

2.3.2 Kasus beban dengan beban parsial

Kasus beban B dan C juga harus dipertimbangkan untuk pembebanan parsial yang mungkin terjadi dalam penerapannya, misalnya ketika tempat tumpukan kontainer tertentu kosong. Untuk setiap tutup palka, arah miring, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 17.3, harus dipertimbangkan.

Kasus beban muatan parsial tutup palka kontainer dapat dievaluasi dengan menggunakan pendekatan yang disederhanakan, dimana penutup palka dibebani tumpukan terluar, yang terletak sepenuhnya pada penutup palka. Jika ada tumpukan tambahan yang ditopang sebagian oleh tutup palka dan sebagian oleh tiang penyangga kontainer maka beban dari tumpukan ini juga harus diabaikan, lihat Tabel 17.3. Selain itu, kasus di mana hanya tempat tumpukan yang ditopang sebagian oleh tutup palka dan sebagian oleh tiang penyangga kontainer yang dibiarkan kosong harus dinilai untuk mempertimbangkan beban maksimum pada penyangga tutup palka vertikal.

2.3.3 Penyimpanan campuran kontainer 20' dan 40' pada tutup palka

Dalam kasus penyimpanan campuran (tumpukan kombinasi kontainer 20' dan 40'), gaya titik kaki di ujung depan dan belakang tutup palka tidak boleh lebih tinggi dari pada yang dihasilkan dari berat tumpukan desain untuk kontainer 40', dan kekuatan titik kaki di tengah tutup tidak boleh lebih tinggi daripada yang dihasilkan dari berat tumpukan desain untuk kontainer 20'.

Desain beban untuk muatan selain kontainer yang mengalami gaya angkat, harus ditentukan secara terpisah.

2.4 Kasus beban D:

Tutup palka ruang muat yang direncanakan diisi dengan cairan harus dirancang untuk beban yang ditetapkan pada Bab 4, D.1. dan D.2. tanpa memperhatikan tinggi pengisian ruang muat.

2.5 Kasus beban E:

Tutup palka, yang selain beban sesuai di atas dibebani ke arah melintang kapal oleh gaya akibat deformasi elastis lambung kapal, harus didesain sedemikian rupa sehingga jumlah tegangan tidak melebihi nilai yang diizinkan yang diberikan dalam 3.

(IACS UR S21A.2.5)

2.6 Gaya massa horisontal

Untuk desain penopang tutup palka menurut 5.7, gaya massa horisontal harus ditentukan dengan formula berikut:

$$F_h = m \cdot a_i$$

m = jumlah massa muatan yang diikatkan pada dan menempel tutup palka

a_i = percepatan, didefinisikan sebagai:

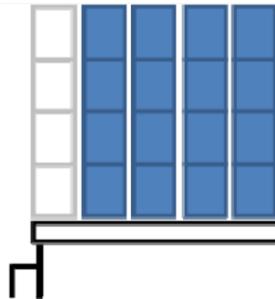
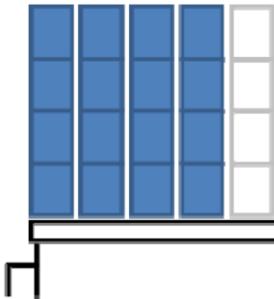
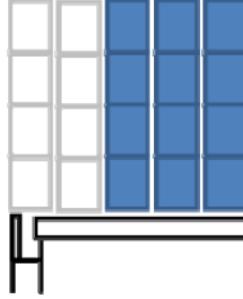
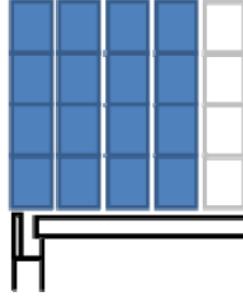
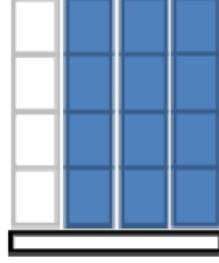
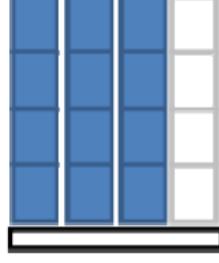
= $0,2 \cdot g$ [m/s²] untuk arah memanjang

= $0,5 \cdot g$ [m/s²] untuk arah melintang

Percepatan pada arah memanjang dan arah melintang tidak perlu dipertimbangkan bekerja secara bersamaan.

(IACS UR S21A.6.2.1)

Tabel 17.3 Pembebaan parsial dari tutup palka kontainer

Arah oleng kapal	←	→
Tutup palka yang didukung oleh ambang palka memanjang dengan semua tumpukan kontainer yang terletak sepenuhnya pada tutup palka.		
Tutup palka didukung oleh ambang palka memanjang dengan tumpukan kontainer terluar yang didukung sebagian oleh tutup palka dan sebagian oleh tiang penopang kontainer.		
Tutup palka yang tidak didukung oleh ambang palka memanjang (tutup palka tengah)		

(IACS UR S21A Table 3)

3. Tegangan dan defleksi izin

3.1 Tegangan ekuivalen σ_v dalam struktur tutup palka baja yang terkait dengan ketebalan bersih tidak boleh melebihi $0,8R_{eH}$.

Untuk kasus beban B sampai E menurut 2, tegangan ekuivalen σ_v terkait dengan ketebalan bersih tidak boleh melebihi $0,9R_{eH}$ saat tegangan dinilai dengan menggunakan FEM menurut 4.4.

Untuk baja dengan $R_{eH} > 355$ N/mm², nilai R_{eH} yang akan diterapkan di seluruh Bab ini harus disetujui oleh BKI tetapi tidak boleh lebih dari kekuatan luluh minimum material.

Untuk analisis grillage, tegangan ekuivalen σ_v dapat diambil sebagai berikut:

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2} \quad [\text{N/mm}^2]$$

σ = komponen tegangan $[\text{N/mm}^2]$

$$= \sigma_b + \sigma_n \quad [\text{N/mm}^2]$$

σ_b = tegangan bending $[\text{N/mm}^2]$

σ_n = tegangan normal $[\text{N/mm}^2]$

τ = tegangan geser $[\text{N/mm}^2]$

Untuk perhitungan FEM, tegangan ekuivalen σ_v dapat diambil sebagai berikut:

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + \sigma_y^2 + 3 \cdot \tau^2} \quad [\text{N/mm}^2]$$

σ_x = tegangan normal pada arah-x $[\text{N/mm}^2]$

σ_y = tegangan normal pada arah-y $[\text{N/mm}^2]$

τ = tegangan geser pada bidang x-y $[\text{N/mm}^2]$

Indeks x dan y merupakan tanda sumbu dari sistem koordinat kartesius dua dimensi dalam bidang elemen struktur yang ditinjau.

(IACS UR S21.3.1 and IACS UR S21A.3.1.1)

Dalam kasus perhitungan FEM menggunakan elemen shell atau tengangan bidang, tegangan-tegangan harus dibaca dari pusat masing-masing elemen. Harus diamati bahwa, khususnya, pada flens dari penumpu yang tidak simetris, evaluasi tegangan dari pusat elemen dapat mengarah pada hasil yang tidak konservatif. Jadi, mesh yang cukup halus harus diterapkan dalam kasus ini atau, tegangan pada tepi elemen tidak boleh melebihi tegangan yang diizinkan. Jika elemen shell digunakan, tegangan harus dievaluasi pada bidang tengah elemen.

Defleksi f tutup palka geladak cuaca akibat beban desain p_H tidak boleh melebihi

$$f = 0,0056 \cdot \ell_g \quad [\text{m}]$$

ℓ_g = bentangan terpanjang penumpu [m]

Catatan :

Bila tutup palka dirancang untuk mengangkut kontainer dan pemuatan campuran dibolehkan yaitu; pemuatan kontainer 40' sebagai pengganti dua kontainer 20', maka defleksi pada tutup palka harus diperhatikan secara khusus.

(IACS UR S21.3.7 and IACS UR S21A.3.1.2)

3.2 Bila tutup palka terbuat dari paduan aluminium. Bab 2, D harus ditaati. Untuk defleksi yang diizinkan, 3.1 berlaku.

3.3 Tegangan izin yang ditentukan di 3.1 berlaku untuk penumpu primer penampang simetris. Untuk penampang tidak simetris, mis. profil L, kesetaraan dalam hal kekuatan dan keamanan harus dibuktikan, lihat juga Bab 3, L.

4. Perhitungan kekuatan untuk tutup palka

4.1 Umum

4.1.1 Perhitungan kekuatan untuk tutup palka dapat dilakukan dengan analisis grillage atau FEM. Tutup palka pelat ganda atau tutup palka dengan penumpu kotak harus dinilai menggunakan FEM, lihat [4.4](#).

Perhitungan kekuatan harus didasarkan pada ketebalan bersih:

$$t_{\text{net}} = t - t_k$$

nilai t_k yang digunakan untuk perhitungan harus ditunjukkan dalam gambar.

(IACS UR S21.3.1, IACS UR S21A.1.5 and S21A.3.5)

4.1.2 Untuk struktur tutup palka, kekuatan bukling yang cukup harus ditunjukkan. Verifikasi kekuatan bukling menurut [Bab 3](#), [F](#) harus didasarkan pada $t = t_{\text{net}}$ dan tegangan yang sesuai dengan t_{net} dengan menerapkan faktor keamanan S berikut:

- $S = 1,25$ untuk tutup palka ketika mendapat beban desain vertikal p_H menurut untuk [2.1](#).
- $S = 1,10$ untuk tutup palka ketika mendapat beban desain horizontal p_A menurut [2.1](#) serta beban kasus B hingga E sesuai dengan [2.2](#) sampai [2.5](#).

Untuk verifikasi kekuatan bukling pada panel pelat yang diperkuat dengan penegar tipe-U, faktor koreksi $F_1 = 1,3$ dapat diterapkan.

(IACS UR S21.3.1 and IACS UR S21A.3.6)

4.1.3 Untuk semua komponen struktur tutup palka pada ruangan yang mengangkut cairan, tebal minimum tangki menurut [Bab 12](#), [A.7](#) harus ditaati.

4.2 Penumpu tutup palka

Penumpu dan penahan tutup palka harus diatur sedemikian rupa sehingga tidak ada kendala akibat deformasi lambung yang terjadi pada masing-masing struktur penutup palka dan pada penahan, lihat juga kasus beban E menurut [2.5](#).

Deformasi akibat desain beban menurut [2](#) antara ambang dan tutup palka kedap cuaca, serta antara ambang dan tutup pada ruang muat yang mengangkut cairan, tidak boleh menyebabkan kebocoran, lihat [6](#).

Untuk kapal curah sesuai dengan [Bab 23](#) elemen transmisi gaya harus dipasang antara panel penutup palka dengan tujuan membatasi perpindahan vertikal relatif. Namun, setiap panel harus dianggap sebagai penahan beban secara independen.

Jika dua atau lebih panel geladak disusun pada satu palka, ruang main (toleransi) pada elemen transmisi gaya antar panel umumnya harus diperhatikan.

Kekakuan perangkat pengamanan, jika berlaku, dan ruang main yang harus dipertimbangkan.

4.3 Perhitungan kekuatan untuk balok dan penumpu grillage

Sifat penampang profil harus ditentukan dengan mempertimbangkan lebar efektif sesuai dengan [Bab 3](#), [E](#). Luas penampang profil sejajar dengan bilah penumpu dalam lebar efektif dapat dimasukkan, lihat [Bab 3](#), [F.2.2](#).

Perhitungan khusus dapat dipersyaratkan untuk menentukan lebar efektif flens satu sisi atau non-simetris.

Luas penampang efektif pelat tidak boleh kurang dari luas penampang pelat hadap.

Lebar efektif pelat flens yang mendapat beban tekan dengan penegar tegak lurus terhadap bilah penumpu harus ditentukan sesuai dengan [Bab 3, F.2.2](#).

(IACS UR S21A.3.5.1)

Pada daerah bilah penumpu dengan potongan lubang yang lebih besar, dapat dipersyaratkan untuk mempertimbangkan momen bending orde kedua

4.4 Perhitungan FEM

Untuk perhitungan kekuatan tutup palka dengan menggunakan elemen hingga, geometri tutup harus dimodelkan secara ideal serealistik mungkin. Ukuran elemen harus tepat untuk memperhitungkan lebar efektif. Lebar elemen tidak boleh lebih besar dari jarak penegar. Pada daerah titik perpindahan gaya dan potongan lubang, mesh harus diperhalus bila diperlukan.

Perbandingan panjang elemen terhadap lebar tidak boleh melebihi 4. Tinggi elemen bilah penumpu tidak boleh melebihi sepertiga dari ketinggian bilah. Penegar, pelat penumpu terhadap beban lateral, harus disertakan dalam idealisasi. Penegar bukling dapat diabaikan untuk perhitungan tegangan.

(IACS UR S21A.3.5.2)

5. Ukuran konstruksi

5.1 Pelat tutup palka

5.1.1 Pelat atas

Tebal pelat atas tutup palka harus diperoleh dari perhitungan menurut [4](#). dengan mempertimbangkan tegangan izin menurut [3.1](#).

Namun, tebal tidak boleh kurang dari yang terbesar dari nilai-nilai berikut:

$$t = \text{maks } [t_1; t_2] \quad [\text{mm}]$$

$$t_1 = c_p \cdot 16,2 \cdot a \sqrt{\frac{p}{R_{eH}}} + t_k \quad [\text{mm}]$$

$$t_2 = 10 \cdot a + t_k \quad [\text{mm}]$$

$$t_{\min} = 6,0 + t_k \quad [\text{mm}]$$

$$c_p = 1,5 + 2,5 \left(\frac{|\sigma_x|}{R_{eH}} - 0,64 \right) \geq 1,5 \quad \text{untuk } p = p_H \text{ atau } p_L$$

$$= 1,0 + 2,5 \left(\frac{|\sigma_x|}{R_{eH}} - 0,64 \right) \geq 1,0 \quad \text{untuk } p \text{ dari } p_D \text{ atau tekanan cairan } (p_1, p_2, \text{ dan } p_d)$$

σ_x = tegangan normal maksimum $[\text{N/mm}^2]$ pelat tutup palka, ditentukan sesuai dengan [Gambar 17.4](#)

p = desain beban $[\text{kN/m}^2]$, didefinisikan sebagai:

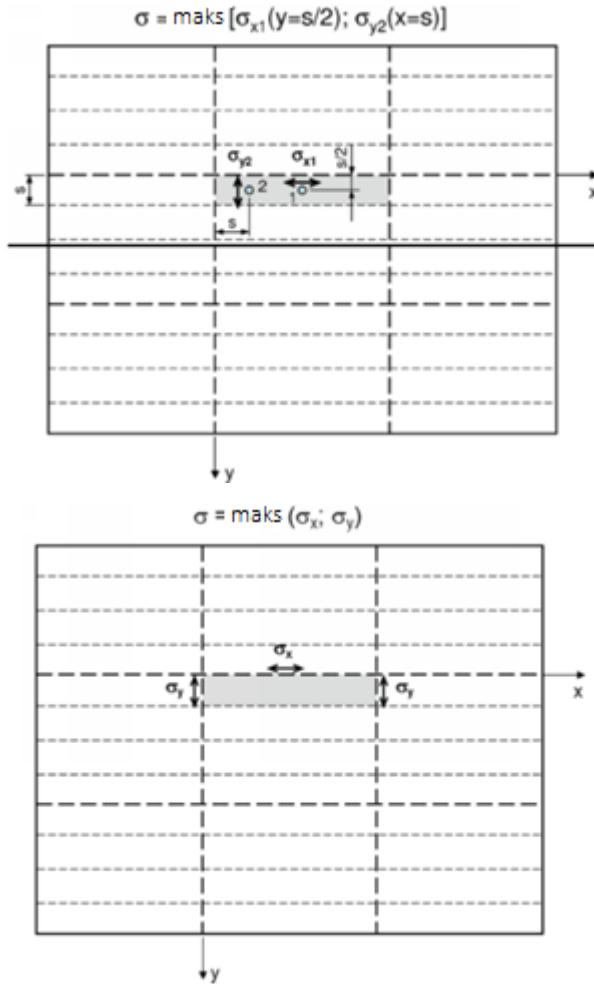
= maks $[p_D; p_H; p_L; p_1; p_2; p_d]$ sebagaimana berlaku

Untuk pelat berflens yang mendapat beban tekan, kecukupan kekuatan bukling harus diverifikasi sesuai Bab 3, F.

(IACS UR S21.3.3 and IACS UR S21A.3.2)

Untuk tutup palka yang mendapat beban roda, tebal pelat tidak boleh kurang dari tebal sesuai Bab 7, B.2.

(IACS UR S21A.3.2.1)



Gambar 17.4 Penentuan tegangan normal pada pelat penutup palka

5.1.2 Pelat bawah dari tutup palka pelat ganda dan penumpu kotak

Tebal harus diperoleh dari perhitungan menurut 4. dengan mempertimbangkan tegangan izin menurut 3.1.

Tebal tidak boleh kurang dari nilai yang terbesar berikut:

$$t = 6,5 \cdot a + t_k \quad [\text{mm}]$$

$$t_{\min} = 5,0 + t_k \quad [\text{mm}]$$

Pelat bawah dari tutup palka untuk ruang yang mengangkut cairan harus didesain untuk tekanan cairan dan tebalnya ditentukan menurut 5.1.1.

(IACS UR S21A.3.2.2)

Catatan:

Muatan proyek berarti muatan yang sangat besar atau besar yang diikatkan ke tutup palka. Contohnya adalah bagian dari crane atau pembangkit listrik tenaga angin, turbin, dll. Muatan yang dapat dianggap terdistribusi secara merata di atas tutup palka, misalnya, kayu, pipa atau gulungan baja tidak perlu dianggap sebagai muatan proyek

5.2 Penumpu utama

Ukuran konstruksi penumpu utama diperoleh dari perhitungan sesuai [4](#). serta mempertimbangkan tegangan izin sesuai dengan [3.1](#).

Untuk semua komponen penumpu utama, keamanan yang cukup terhadap bukling harus diverifikasi sesuai dengan [Bab 3, F](#). Untuk pelat berflens dengan tekanan biaksial, harus diverifikasi dengan lebar efektif sesuai dengan [Bab 3, F](#).

Tebal bilah penumpu utama tidak boleh kurang dari:

$$t = 6,5 \cdot a + t_k \quad [\text{mm}]$$

$$t_{\min} = 5,0 + t_k \quad [\text{mm}]$$

(IACS UR S21.3.5 and IACS UR S21A.3.4.1)

Untuk tutup palka kapal curah sesuai dengan [Bab 23](#), perbandingan lebar flens dengan tinggi bilah tidak boleh lebih dari 0,4, jika panjang tidak ditumpu dari flens diantara dua tumpuan flens penumpu utama lebih besar dari 3,0 m. Rasio flens terhadap tebal flens tidak boleh lebih dari 15.

(IACS UR S21.3.5)

Pada perpotongan flens dari dua buah penumpu, tegangan takik harus diperhatikan.

5.3 Penumpu tepi (Pelat skirt)

5.3.1 Ukuran konstruksi dari penumpu tepi diperoleh dari perhitungan menurut [4](#). dengan mempertimbangkan tegangan izin sesuai [3](#). Tebal penumpu tepi terluar yang terkena sapuan ombak tidak boleh kurang dari nilai-nilai yang terbesar berikut:

$$t = 16,2 \cdot a \cdot \sqrt{\frac{p_A}{R_{eH}}} + t_k \quad [\text{mm}]$$

$$t = 8,5 \cdot a + t_k \quad [\text{mm}]$$

$$t_{\min} = 5,0 + t_k \quad [\text{mm}]$$

(IACS UR S21A.3.4.2)

5.3.2 Kekakuan penumpu tepi tutup palka geladak cuaca harus cukup untuk mempertahankan tekanan perapat yang memadai di antara perangkat pengaman. Momen inersia I eleman penumpu tepi tidak boleh kurang dari yang ditentukan oleh formula berikut:

$$I = 6,0 \cdot q \cdot s^4 \quad [\text{cm}^4]$$

q = tekanan garis paking [N/mm], minimum 5,0 [N/mm]

s = jarak [m] dari perangkat pengaman

(IACS UR S21.5.1 dan IACS UR S21A.3.4.2)

5.3.3 Untuk tutup palka dari ruang yang mengangkut cairan, jalur tekanan paking harus juga dijamin jika tutup palka dibebani oleh tekanan cairan.

5.3.4 Untuk semua komponen penumpu tepi, keamanan yang cukup terhadap bukling harus diverifikasi sesuai dengan [Bab 3, F](#).

5.4 Penegar tutup palka

Modulus penampang penegar W_{net} dan luas geser A_{net} dari tutup palka yang dibebani secara merata dan dijepit pada kedua ujungnya tidak boleh kurang dari formula berikut:

$$W_{net} = \frac{104}{R_{eH}} \cdot a \cdot \ell^2 \cdot p \quad [\text{cm}^3]$$

$$A_{net} = \frac{10 \cdot a \cdot \ell \cdot p}{R_{eH}} \quad [\text{cm}^2]$$

Tebal bersih [mm] dari bilah penegar (kecuali balok-u/penegar trapesium) harus diambil tidak boleh kurang dari 4,0 mm.

Modulus penampang bersih penegar harus ditentukan berdasarkan lebar pelat ikut yang diasumsikan sama dengan jarak penegar.

Untuk flat bar dan penegar bukling, perbandingan h/t_w tidak boleh lebih besar dari $15\sqrt{k}$, dimana:

- h = tinggi penegar
- t_w = tebal bersih penegar

Penegar yang sejajar dengan bilah penumpu utama dan ditempatkan didaerah lebar efektif sesuai dengan [Bab 3, E](#). harus menerus pada penumpu melintang dan dapat diperhitungkan dalam perhitungan sifat penampang dari penumpu utama. Harus diverifikasi bahwa kombinasi tegangan yang dihasilkan oleh penumpu utama, yang diakibatkan oleh bending penumpu utama dan tekanan lateral, tidak boleh melebihi tegangan izin sesuai 3.

Untuk penegar tutup palka yang mendapat beban tekan, keselamatan yang cukup terhadap bukling lateral dan torsional menurut [Bab 3, F](#) harus diverifikasi.

Untuk tutup palka yang mendapat beban roda, ukuran konstruksi penegar harus ditentukan dengan perhitungan langsung dengan mempertimbangkan tegangan izin menurut 3.

(IACS UR S21.3.4 dan IACS UR S21A.3.3)

5.5 Tumpuan tutup palka

5.5.1 Untuk transmisi gaya tumpuan yang dihasilkan dari kasus beban yang ditentukan dalam [2.1 – 2.6](#), tumpuan harus disediakan dan harus didesain sedemikian rupa sehingga tekanan permukaan nominal secara umum tidak melebihi nilai berikut:

$$p_{nmax} = d \cdot p_n \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$d = 3,75 - 0,015 \cdot L$$

$$d_{max} = 3,0$$

$$d_{min} = 1,0 \quad \text{secara umum}$$

- $p_n = 2,0$ untuk kondisi pembebahan parsial (lihat [2.3.2](#))
 $p_n =$ Tekanan permukaan nominal ijin sebagaimana didefinisikan dalam [Tabel 17.4](#)

Tabel 17.4 Tekanan permukaan nominal izin p_n

Material tumpuan	p_n [N/mm ²] ketika dibebani oleh	
	Gaya vertikal	Gaya horizontal (pada penahan)
Baja struktur lambung	25	40
Baja yang dikeraskan	35	50
Material gesekan rendah	50	-

(IACS UR S21A Table 9)

Untuk permukaan tumpuan logam yang tidak mengalami perpindahan relatif, hal berikut ini berlaku:

$$p_{n \max} = 3 \cdot p_n \quad [\text{N/mm}^2]$$

Catatan:

Bila membuat material penumpu tutup palka vertikal dapat memberikan bukti bahwa material mencukupi terhadap kenaikan tekanan permukaan, tidak hanya secara statis tetapi dalam kondisi dinamis yang memasukkan gerakan relatif untuk jumlah siklus yang cukup, tekanan permukaan nominal yang diizinkan dapat ditingkatkan pada kasus tersebut, spektrum dengan distribusi jangka panjang untuk beban vertikal dan gerakan horizontal relatif harus ditentukan dan diterima oleh BKI dalam hubungannya dengan persetujuan gambar yang relevan.

Bila diperkirakan adanya perpindahan relatif yang besar dari permukaan tumpuan, maka direkomendasikan pemakaian material yang mempunyai sifat keausan dan gesekan yang rendah.

(IACS UR S21A.6.2.2)

5.5.2 Gambar tumpuan harus dikirimkan. Dalam gambar tumpuan, tekanan maksimum yang diizinkan diberikan oleh pabrikan material harus ditentukan terkait dengan lamanya tegangan.

(IACS UR S21A.6.2.2)

5.5.3 Bila perlu, kekuatan pengikisan yang cukup dapat ditunjukkan dengan pengujian yang mendemonstrasikan bahwa pengikisan permukaan tumpuan tidak lebih dari 0,3 mm untuk setiap satu tahun operasi pada jarak pergeseran keseluruhan 15.000 m/tahun.

(IACS UR S21A.6.2.2)

5.5.4 Substruktur dari tumpuan harus didesain sedemikian rupa, sehingga tercapai distribusi tekanan yang seragam.

(IACS UR S21A.6.2.2)

5.5.5 Terlepas dari susunan penahan, maka tumpuan harus dapat menyalurkan gaya P_h berikut pada arah memanjang dan melintang:

$$P_h = \mu \cdot \frac{P_v}{\sqrt{d}} \quad [\text{kN}]$$

P_v = Gaya tumpuan vertikal [kN].

μ = koefisien gesek

= 0,5 untuk baja pada baja

= 0,35 untuk non-logam, material tumpuan dengan gesekan kecil pada baja
d = faktor menurut 5.5.1
(IACS UR S21A.6.2.2)

5.5.6 Tumpuan, serta struktur dan substruktur yang berdekatan harus didesain sedemikian rupa sehingga tegangan izin menurut 3. tidak terlampaui.

(IACS UR S21A.6.2.2)

5.5.7 Untuk sub-struktur dan tumpuan konstruksi yang berdekatan yang menerima gaya horizontal P_h , analisa kekuatan lelah harus dilakukan sesuai Bab 20 dengan menggunakan spektrum tegangan B dan gaya horizontal P_h .

(IACS UR S21A.6.2.2)

5.6 Pengaman tutup palka geladak cuaca

5.6.1 Peralatan pengaman antara tutup palka dan ambang dan pada perpotongan harus diadakan guna menjamin kekedapan cuaca. Tekanan paking yang cukup harus dipertahankan. Tekanan paking harus dicantumkan pada gambar.

Perangkat pengaman harus sesuai untuk menjembatani perpindahan antara tutup dan ambang karena deformasi lambung kapal.

Peralatan pengaman harus dari konstruksi yang handal dan dilekatkan secara efektif pada ambang palka, geladak atau tutup palka. Masing-masing peralatan pengaman pada tiap tutup palka lebih kurang harus mempunyai karakteristik kekakuan yang sama.

Jumlah perangkat pengaman yang cukup harus disediakan di setiap sisi tutup palka dengan mempertimbangkan persyaratan 5.3.1. Hal ini berlaku juga untuk tutup palka yang terdiri dari beberapa bagian.

Spesifikasi material alat pengaman dan pengelasannya harus ditunjukkan dalam gambar tutup palka.

(IACS UR S21.5.1 dan IACS UR S21A.6.1.1)

5.6.2 Jika tupai-tupai batang dipasang, ring berpegas atau bantalan yang tangguh harus dipasang.

(IACS UR S21.5.1 dan IACS UR S21A.6.1.2)

5.6.3 Bila digunakan tupai-tupai hidrolik, maka harus ada alat positif untuk menjamin bahwa tupai-tupai tersebut tetap terkunci secara mekanis pada posisi tertutup pada waktu terjadi kegagalan sistem hidrolik.

(IACS UR S21.5.1 dan IACS UR S21A.6.1.3)

5.6.4 Luas penampang bersih dari perangkat pengaman tidak boleh kurang dari yang ditentukan dengan formula berikut:

$$A = 0,28 \cdot q \cdot s \cdot k_\ell \quad [\text{cm}^2]$$

q = jalur tekanan paking [N/mm], minimal 5,0 N/mm

s = jarak antara perangkat pengaman [m], tidak diambil kurang dari 2,0 m

$$k_\ell = \left(\frac{235}{R_{eH}} \right)^e$$

R_{eH} tidak boleh diambil lebih besar dari $0,70R_m$.

$$\begin{aligned} e &= 0,75 \quad \text{untuk} \quad R_{eH} > 235 \quad [\text{N/mm}^2] \\ &= 1,00 \quad \text{untuk} \quad R_{eH} \leq 235 \quad [\text{N/mm}^2] \end{aligned}$$

Batang atau baut harus mempunyai diameter bersih tidak kurang dari 19 mm untuk lubang palka dengan luas melebihi $5,0 \text{ m}^2$.

Perangkat pengaman dengan desain khusus di mana terjadi tegangan bending atau geser yang signifikan dapat didesain sesuai dengan 5.6.5. Sebagai beban, jalur tekanan paking q dikalikan dengan jarak antara perangkat pengaman s harus diterapkan.

(IACS UR S21.5.1 and IACS UR S21A.6.1.4)

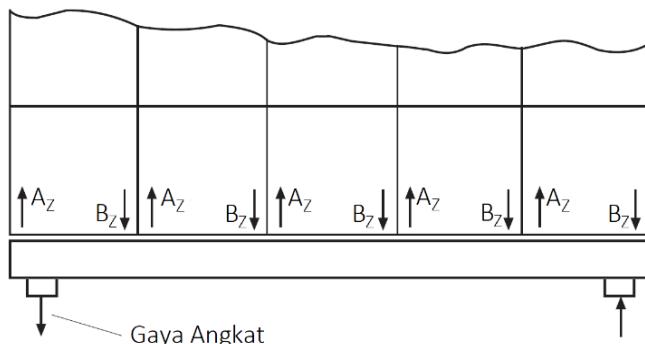
5.6.5 Perangkat pengaman tutup palka, di mana kargo akan diikat, harus didesain untuk gaya angkat sesuai dengan 2, kasus beban C, lihat Gambar 17.5. Pembebanan tidak simetris, yang mungkin terjadi dalam praktek, harus dipertimbangkan. Dalam beban tersebut, tegangan ekivalen pada perangkat pengaman tidak boleh melebihi:

$$\sigma_v \leq \frac{150}{k_e} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Catatan:

Kasus beban parsial yang diberikan pada Tabel 17.3 boleh tidak mencakup semua beban tidak simetris yang kritis untuk pengangkatan tutup palka.

(IACS UR S21A.6.1.5)



Gambar 17.5 Gaya angkat pada tutup palka

5.6.6 Perangkat pengaman tutup palka untuk ruangan yang mengangkut cairan harus didesain untuk gaya angkat menurut kasus beban D di 2.4.

5.6.7 Tutup palka geladak muatan yang terdiri dari beberapa bagian harus diamankan terhadap gaya angkat yang tidak disengaja.

5.7 Penahan tutup palka

Tutup palka harus cukup aman terhadap pergeseran.

Penahan harus disediakan untuk tutup palka dimana kargo dimuat serta untuk tutup palka dimana penumpu tepi harus didesain untuk $p_A > 175 \text{ kN/m}^2$ sesuai dengan 2.1.5.

Gaya desain untuk penahan diperoleh dari beban sesuai dengan 2.1.5 dan 2.7.

Tegangan izin pada penahan dan sub-struktur tutup palka dan ambangnya harus ditentukan sesuai 3. Ketentuan dalam 5.5 harus ditaati.

(IACS UR S21.5.2 and IACS UR S21A.6.2.3)

5.8 Kantilever, elemen-elemen transmisi beban

5.8.1 Kantilever dan elemen-elemen transmisi beban yang mentransmisikan gaya yang diberikan oleh silinder hidrolik ke tutup palka dan lambung harus didesain untuk gaya yang dinyatakan oleh pabrikan. Tegangan izin menurut 3.1 tidak boleh dilampaui.

5.8.2 Bagian struktur yang menerima tegangan tekan harus diperiksa untuk keamanan yang cukup terhadap bukling, menurut Bab 3, F.

5.8.3 Perhatian khusus harus diberikan pada desain konstruksi di tempat lokasi di mana beban dimasukkan ke dalam struktur.

5.9 Pondasi kontainer diatas tutup palka

Dudukan dan substrukturnya harus didesain untuk beban sesuai dengan 2, masing-masing kasus beban B dan C, menerapkan tegangan izin menurut 3.1.

(IACS UR S21A.4.1)

6. Kekedapan cuaca tutup palka

Tutup palka geladak cuaca harus dilengkapi paking, pengecualian lihat 6.2. Lebih lanjut persyaratan IACS Rec. 14 berlaku untuk tutup palka.

6.1 Material paking

6.1.1 Material paking harus sesuai untuk semua kondisi-pelayaran yang diperkirakan pada kapal dan harus cocok dengan muatan yang diangkut.

Material paking harus dipilih dengan memperhatikan ukuran dan elastisitas sedemikian rupa sehingga deformasi yang diperkirakan dapat ditahan. Gaya-gaya harus ditahan oleh konstruksi baja saja.

Paking harus ditekan sehingga memberikan efek kekedapan yang diperlukan untuk semua kondisi operasi yang diperkirakan.

Pertimbangan khusus harus diberikan untuk pengaturan paking pada kapal dengan gerakan relatif yang besar antara tutup palka dan ambang atau antara profil-profil tutup palka.

(IACS UR S21A.4.2.1)

6.1.2 Jika persyaratan 6.2 dipenuhi maka persyaratan kekedapan cuaca dapat ditiadakan.

6.2 Tutup palka yang tidak kedap cuaca

6.2.1 Atas permintaan dan dengan pemenuhan persyaratan berikut, maka pemasangan paking sesuai dengan 6.1 dapat ditiadakan untuk tutup palka muatan yang hanya untuk pengangkutan kontainer:

.1 Tinggi ambang tidak boleh kurang dari 600 mm.

.2 Geladak terbuka di mana tutup palka terletak di atas ketinggian $H(x)$, yang harus ditunjukkan untuk memenuhi kriteria yang dihitung berikut:

$$H(x) \geq T_{fb} + f_b + h \quad [m]$$

T_{fb} = Sarat yang sesuai dengan garis muat musim panas yang ditetapkan

f_b = lambung timbul yang ditentukan sesuai dengan ICLL

h = tinggi [m], didefinisikan sebagai:

$$= 4,6 \text{ untuk } \frac{x}{L} \leq 0,75 \quad [m]$$

$$= 6,9 \text{ untuk } \frac{x}{L} > 0,75 \quad [m]$$

.3 Labirin atau yang setara harus dipasang dekat ke tepi masing-masing panel disekitar ambang palka. Penampang yang jelas dari bukaan ini harus dibuat sekecil mungkin.

.4 Jika palka ditutupi oleh beberapa panel penutup palka, bukaan bersih dari celah di antara panel harus tidak lebih lebar dari 50 mm.

.5 Labirin dan celah antara panel penutup palka harus dianggap sebagai bukaan yang tidak terlindungi dengan memperhatikan persyaratan perhitungan stabilitas utuh dan bocor.

.6 Berkenaan dengan drainase ruang muat dan referensi sistem pemadam kebakaran yang diperlukan sesuai [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol. III\) Sec.11 and 12](#).

.7 Alarm bilga harus disediakan di masing-masing ruang muat yang dilengkapi dengan tutup tidak kedap cuaca.

.8 Selanjutnya, persyaratan pengangkutan barang berbahaya harus dipenuhi, lihat IMO MSC/Circ. 1087, Chapter 3

(IACS UR S21A.4.2.2)

6.2.2 Perangkat pengaman

Berkaitan dengan paragraf [6.2](#), kesetaraan terhadap [5.6](#) dapat dipertimbangkan dengan syarat:

- pembuktian bahwa sesuai dengan [2.3](#) (kasus beban C) perangkat pengaman tidak dipersyaratkan, dan sebagai tambahan
- pengarah tutup melintang efektif sampai ketinggian h_E diatas tumpuan tutup palka, lihat [Gambar 17.6](#). Tinggi h_E tidak boleh kurang dari nilai terbesar pada formula berikut:

$$h_E = 1,75 \cdot \sqrt{2 \cdot e \cdot s} \quad [mm]$$

$$h_{Emin} = h_F + 150 \quad [mm]$$

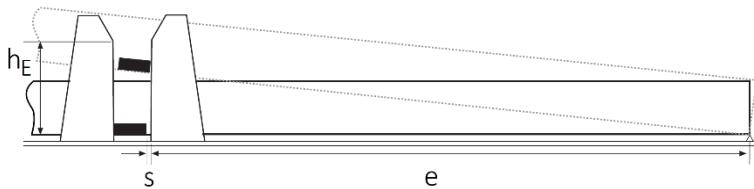
dimana

h_F = tinggi pelat hadap [mm]

e = jarak terbesar pengarah tutup dari pelat hadap memanjang [mm]

s = total ruang main [mm] dengan $10 \leq s \leq 40$

Pengarah lintang dan struktur bawahnya harus diberi dimensi sesuai dengan beban yang diberikan dalam [2.7](#) yang bekerja pada posisi h_E menggunakan tingkat tegangan ekivalen $\sigma_v = R_{eH}$ [N/mm^2].



Gambar 17.6 Tinggi pengarah tutup melintang

6.3 Pengaturan drainase

6.3.1 Pengaturan drainase pada tutup palka

Sambungan silang tutup multi panel harus disediakan dengan pengaturan drainase yang efisien.

(IACS UR S21A.4.2.3)

6.3.2 Pengaturan drainase di ambang palka

Saluran drainase harus ditempatkan disebelah dalam garis gasket dengan talang got atau perpanjangan vertikal dari sisi dan ujung ambang palka, bukaan saluran drainase harus ditempatkan pada posisi yang tepat dari ujung terusan saluran drainase.

Bukaan saluran drainase pada ambang palka harus diatur dengan jarak yang cukup pada daerah konsentrasi tegangan (misalnya sudut palka, transisi ke tiang crane).

Bukaan saluran drainase harus diatur pada ujung saluran drainase dan harus dilengkapi dengan katup satu arah untuk mencegah masuknya air dari luar. Untuk tujuan ini, tidak dapat diterima menghubungkan selang kebakaran ke lubang drainase.

Jika menggunakan kontak baja pada sisi terluar menerus antara tutup palka dan struktur kapal maka harus ada juga drainase dari ruang antara kontak baja dan gasket.

(IACS UR S21A.5.4.5)

6.4 Pengujian kekedapan, percobaan

6.4.1 Tutup palka baja yang dapat mengencangkan-sendiri pada geladak cuaca dan didalam bangunan atas terbuka harus diuji selang. Tekanan air tidak boleh kurang dari 2 bar dan nosel selang harus diletakkan pada jarak tidak lebih dari 1,5 m dari tutup palka yang diuji. Diameter nosel tidak boleh kurang dari 12 mm. Pada waktu musim dingin yang beku pengujian kekedapan yang setara dapat dilakukan berdasarkan persetujuan Surveyor.

(IACS UR S14.4.4.3 and Table 1)

6.4.2 Setelah penyelesaian sistem tutup palka, harus dilakukan percobaan untuk kelayakan fungsi dengan dihadiri Surveyor.

(IACS UR S14.4.1)

C. Ambang dan Penumpu Tutup Palka

1. Umum

1.1 Ambang palka yang merupakan bagian dari konstruksi memanjang lambung harus didesain sesuai dengan [Bab 5](#).

Untuk ambang palka yang didesain berdasarkan perhitungan kekuatan serta untuk penumpu palka, kantilever dan pilar, lihat [Bab 10](#).

Untuk bagian-bagian struktur yang dilaskan ke ambang dan untuk potongan lubang pada bagian atas ambang harus dilakukan verifikasi atas kecukupan kekuatan lelah sesuai dengan [Bab 20](#).

Dalam hal ambang melintang pada kapal-kapal dengan bukaan geladak besar [Bab 5, F](#). harus ditaati.

(IACS UR S21A.5.4.1)

Penegar skunder ambang palka harus diteruskan sampai lebar dan panjang ambang palka.

(IACS UR S21.1 and S21A.1.4)

1.2 Ambang dengan tinggi 600 mm atau lebih harus diperkuat di bagian atasnya oleh penegar horisontal.

Bila tinggi ambang tidak ditumpu lebih 1,2 m, penegar tambahan harus dipasang. Penegar tambahan dapat diitiadakan jika hal ini dijustifikasi dengan operasi kapalnya dan diverifikasi kekuatannya mencukupi (misalnya dalam kasus kapal kontainer)

Ambang palka harus ditumpu dengan cukup oleh stay.

Keamanan yang cukup terhadap bukling menurut [Bab 3, F](#) harus dibuktikan untuk pembujur ambang yang merupakan bagian dari struktur lambung memanjang.

(IACS UR S21A.3.6)

1.3 Ambang palka dan struktur pendukung harus diperkuat secara cukup untuk mengakomodasi pemuatan dari tutup palka, di arah memanjang, melintang dan vertikal.

Penguat ambang harus didukung oleh substruktur yang sesuai.

Struktur bawah geladak harus didesain dengan mempertimbangkan tegangan yang diizinkan menurut [3.1](#).

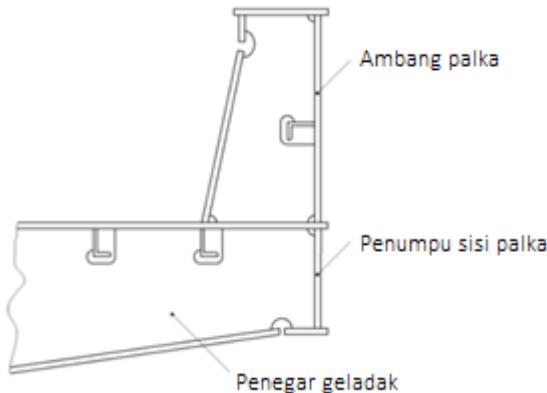
(IACS UR S21.4.5, IACS UR S21A.5.3.1 dan S21A.5.4.2)

1.4 Pada kapal yang membawa muatan diatas geladak, seperti kayu, batu bara atau kokas, penegar harus berjarak tidak lebih dari 1,5 m. Untuk peti kemas diatas geladak, lihat juga [Bab 21, H.3](#).

(IACS UR S21A.5.4.3)

1.5 Penumpu ambang yang memanjang ke tepi bawah geladak melintang; harus berflens atau dilengkapi dengan pelat hadap atau batang setengah bulat. [Gambar 17.7](#) diberikan sebagai contoh.

(IACS UR S21A.5.4.4)



Gambar 17.7 Contoh untuk penumpu sisi palka

(IACS UR S21A.5.4.4)

1.6 Sambungan ambang ke geladak pada sudut palka harus dilakukan dengan penanganan khusus. Untuk kapal curah, lihat juga [Bab 23, B.9](#).

Untuk pembundaran sudut palka, lihat juga [Bab 7, A.3](#).

1.7 Ambang palka memanjang dengan panjang melebihi $0,1L$ harus diberi braket yang ditirus atau transisi yang setara dan substruktur yang sesuai pada kedua ujungnya. Pada ujung braket, ambang palka memanjang harus dihubungkan ke geladak dengan las penetrasi penuh dengan panjang 300 mm.

(IACS UR S21A.5.4.1)

2. Ukuran konstruksi

2.1 Pelat

Tebal t ambang palka geladak cuaca tidak boleh kurang dari nilai terbesar berikut:

$$t = c \cdot a \cdot \sqrt{\frac{p_A}{R_{eh}}} + t_k \quad [\text{mm}]$$

$$t_{\min} = 6,0 + \frac{L}{100} + t_k \quad [\text{mm}], \quad L \text{ tidak perlu diambil lebih besar dari } 300 \text{ m}$$

$$= 9,5 + t_k \quad [\text{mm}], \quad \text{untuk kapal curah sesuai } \text{Bab 23}.$$

c = koefisien, didefinisikan sebagai:

= 16,4 untuk untuk kapal curah sesuai [Bab 23](#).

= 14,6 untuk semua kapal lainnya.

Tebal ambang palka geladak cuaca, yang merupakan bagian dari struktur lambung memanjang, harus didesain secara sama dengan pelat kulit sisi menurut [Bab 6](#).

(IACS UR S21.4.2 and IACS UR S21A.5.1)

Untuk operasi pencengkraman (grab) lihat juga pada [Bab 23, B.9.1](#).

2.2 Stay Ambang Palka

2.2.1 Stay ambang palka harus didesain untuk beban dan tegangan izin sesuai [B](#).

(IACS UR S21A.5.3)

2.2.2 Pada sambungan dengan geladak, modulus penampang bersih W_{net} , dalam cm^3 , dan tebal kotor t_w , dalam mm, dari stay ambang palka didesain sebagai balok dengan flens (contoh 1 dan 2 ditunjukkan pada [Gambar 17.8](#)) harus diambil tidak kurang dari:

$$W_{net} = \frac{526}{R_{eH}} \cdot e \cdot h_s^2 \cdot p_A \quad [\text{cm}^3]$$

$$t_w = \frac{2}{R_{eH}} \cdot \frac{e \cdot h_s \cdot p_A}{h_w} + t_k \quad [\text{mm}]$$

e = jarak stay ambang palka [m]

h_s = tinggi [m] dari stay ambang palka

h_w = tinggi bilah [m] stay ambang palka pada ujung bawahnya

Untuk perhitungan W_{net} lebar efektif pelat ambang tidak boleh lebih besar dari lebar pelat efektif menurut [Bab 3, F.2.2.](#)

Pelat hadap hanya boleh dimasukkan dalam perhitungan bila dipasang substruktur yang cukup dan pengelasan menjamin adanya sambungan yang mencukupi.

Untuk desain lain dari stay ambang palka, seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 17.8](#), contoh 3 dan 4, tegangan-tegangannya harus ditentukan melalui analisis grillage atau FEM. Tegangan yang dihitung harus memenuhi tegangan izin menurut [B.3](#).

Bilah harus dihubungkan ke geladak dengan las fillet pada kedua sisi dengan $a = 0,44t_w$.

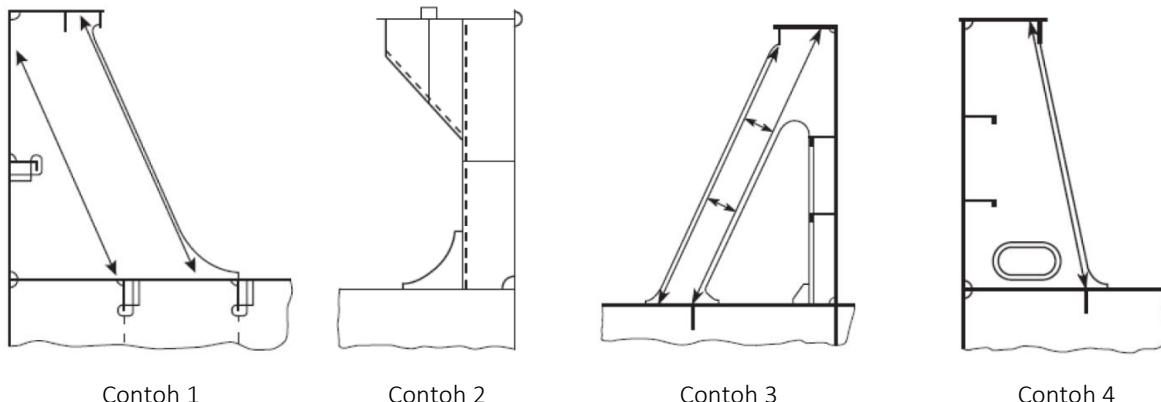
Untuk kaki bilah stay didalam $0,15h_w$, tebal leher las harus ditambah menjadi $a = 0,7t_w$ untuk $t_w \leq 10 \text{ mm}$.

Untuk $t_w > 10 \text{ mm}$ pengelasan tirus ganda penetrasи dalam harus disediakan di daerah ini.

(IACS UR S21.4.4, IACS UR S21.4.5 dan IACS UR S21A.5.3.2)

2.2.4 Untuk stay ambang, yang mentransfer gaya gesekan pada tumpuan tutup palka, kekuatan lelah yang cukup menurut [Bab 20](#) harus dipertimbangkan, lihat juga [B.5.5](#).

(IACS UR S21A.5.3.3)



Gambar 17.8 Contoh stay ambang palka

2.3 Penegar horizontal

Penegar harus menerus pada stay ambang

Untuk penegar yang kedua ujungnya dijepit modulus penampang elastis W_{net} dan luas geser A_{net} , yang dihitung berdasarkan tebal bersih, tidak boleh kurang dari:

$$W_{net} = \frac{c \cdot a \cdot \ell^2 \cdot p_A}{f_p \cdot R_{eH}} \quad [\text{cm}^3]$$

$$A_{net} = \frac{10 \cdot a \cdot \ell \cdot p_A}{R_{eH}} \quad [\text{cm}^2]$$

c = koefisien, didefinisikan sebagai:

= 75 untuk kapal curah sesuai Bab 23

= 83 untuk semua kapal lainnya

f_p = rasio modulus penampang plastis dan elastis, didefinisikan sebagai:

= $\frac{W_{pl}}{W_{el}} \leq \frac{R_m}{R_{eH}}$ untuk kapal curah sesuai Bab 23

= 1,16 dapat digunakan tanpa adanya evaluasi yang lebih teliti

= 1,0 untuk kapal selain kapal curah sesuai dengan Bab 23

W_{pl} = modulus penampang plastis

W_{el} = modulus penampang elastis

Untuk penegar yang ditirus pada sudut-sudut ambang modulus penampang dan luas geser pada tumpuan jepit harus ditambah 35%. Tebal pelat ambang pada ujung penegar yang ditirus tidak boleh kurang dari perhitungan sesuai Bab 3, D.3.

Penegar horisontal pada ambang palka yang merupakan bagian dari struktur memanjang lambung harus didesain sama dengan pembujur-pembujur sesuai dengan Bab 9.

(IACS UR S21.4.3 dan IACS UR S21A.5.2)

D. Bukaan Kecil dan Palka

1. Bermacam-macam bukaan di geladak lambung timbul dan bangunan atas

1.1 Lubang orang dan palka geladak rata kecil pada geladak di Posisi 1 dan 2 atau di dalam bangunan atas selain bangunan atas tertutup harus ditutup dengan penutup substansial yang mampu dibuat kedap air. Kecuali diamankan dengan baut yang berjarak dekat, penutup harus dipasang secara permanen.

(ICLL Annex I, II, 18(1))

1.2 Bukaan di geladak lambung timbul selain ambang palka dan bukaan ruang permesinan, lubang orang dan jendela samping rata harus dilindungi oleh bangunan atas tertutup, atau dengan rumah geladak atau jalan kompanion memiliki kekuatan dan kedap cuaca yang setara. Demikian pula, setiap bukaan tersebut dalam bangunan atas geladak terbuka, di atas sebuah rumah geladak di geladak lambung timbul yang memberikan akses ke ruang di bawah geladak lambung timbul atau ruang dalam suatu bangunan atas tertutup yang harus dilindungi oleh rumah geladak atau companionway yang efisien. Bukaan pintu

companionway tersebut atau rumah geladak yang mengarah atau memberikan akses ke tangga menuju ke bawah harus dilengkapi dengan pintu sesuai dengan [Bab 21, S.1](#). Sebagai alternatif, jika tangga dalam rumah geladak tertutup dalam companionway yang dibangun dengan benar dilengkapi dengan pintu sesuai dengan [Bab 21, S.1](#), pintu luar tidak perlu kedap cuaca.

(ICLL Annex I, II, 18(2))

1.3 Dalam posisi 1 tinggi ambang pintu dalam companionway di atas geladak minimal harus 600 mm. Di posisi 2 itu minimal harus 380 mm.

(ICLL Annex I, II, 18(4))

1.4 Bukaan pada rumah geladak teratas pada geladak penggal yang ditinggikan atau bangunan atas yang tingginya kurang dari standar, memiliki ketinggian yang sama dengan atau lebih besar dari tinggi geladak penggal standar, harus dilengkapi dengan sarana penutupan yang dapat diterima tetapi tidak perlu dilindungi oleh rumah geladak atau companionway yang efisien sebagaimana ditentukan dalam regulasi, dengan ketentuan bahwa tinggi rumah geladak sekurang-kurangnya setinggi bangunan atas standar. Bukaan di bagian atas rumah geladak pada rumah geladak dengan ketinggian bangunan atas yang kurang dari standar dapat diperlakukan dengan cara yang sama.

(ICLL Annex I, II, 18(3))

1.5 Jika akses diberikan dari geladak diatasnya sebagai alternatif akses dari geladak lambung timbul sesuai dengan ICLL, Regulation 3(10)(b), ketinggian ambang ke anjungan atau geladak buritan harus 380 mm. Hal yang sama berlaku untuk rumah geladak di geladak lambung timbul.

(ICLL Annex I, II, 18(5))

1.6 Jika akses tidak disediakan dari atas, ketinggian ambang pintu masuk rumah geladak di geladak lambung timbul harus 600 mm.

(ICLL Annex I, II, 18(6))

1.7 Jika alat penutup bukaan akses pada bangunan atas dan rumah geladak tidak sesuai dengan [Bab 21, S.1](#), bukaan geladak bagian dalam harus dianggap terbuka (yaitu terletak di geladak terbuka).

(ICLL Annex I, II, 18(7))

1.8 Pintu-pintu companionway harus mampu dioperasikan dan diamankan dari kedua sisi. Pintu tersebut harus tertutup kedap cuaca oleh segel karet dan toggle.

1.9 Lubang palka kecil kedap cuaca di Posisi Garis Muat 1 dan 2 menurut ICLL secara umum setara dengan standar internasional ISO 5778.

1.10 Akses lubang palka harus mempunyai lebar bersih paling kurang 600 x 600 mm

1.11 Untuk persyaratan khusus mengenai kekuatan dan pengamanan palka kecil pada geladak haluan terbuka, lihat [2](#).

1.12 Menurut IACS UI SC 247 hal berikut ini berlaku untuk mengamankan perangkat palka darurat:

- Alat pengaman harus dari jenis yang dapat dibuka dari kedua sisi.
- Gaya maksimum yang dibutuhkan untuk membuka penutup palka harus tidak melebihi 150 N.
- Penggunaan sebuah pegas penyama, penyeimbang atau perangkat lain yang sesuai di sisi ring untuk mengurangi gaya yang dibutuhkan untuk membuka dapat diterima.

2. Kekuatan dan pengamanan palka kecil pada geladak haluan terbuka

2.1 Umum

2.1.1 Kekuatan dan perangkat pengamanan untuk palka kecil yang dipasang di geladak haluan terbuka lebih dari 0,25L kedepan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut.

(IACS UR S26.1.1)

2.1.2 Palka kecil dalam konteks ini adalah palka yang didesain untuk akses ke ruangan dibawah geladak dan mampu untuk ditutup kedap cuaca atau kedap air, sebagaimana berlaku. Bukaannya biasanya 2,5 m² atau kurang.

(IACS UR S26.1.2)

2.1.3 Palka yang didesain untuk penyelamatan diri darurat tidak perlu memenuhi persyaratan sesuai metode A dan B di [2.4.1](#), [2.5.3](#) dan [2.6](#). Untuk perangkat pengaman dari palka yang didesain untuk palka penyelamatan diri darurat harus dari tipe cepat tanggap (misalnya satu gerakan untuk mengunci/membuka tutup palka pada pegangan roda yang dilengkapi dengan perangkat pengunci sentral) dapat dioperasikan dari kedua sisi tutup palka.

(IACS UR S26.1.3 dan 1.4)

2.2 Penerapan

Untuk kapal-kapal yang geladak terbukanya lebih dari 0,25L ke depan, berlaku untuk semua jenis kapal samudra:

- yang kontrak pembangunannya pada atau setelah tanggal 1 Januari 2004 dan
- jika ketinggian geladak terbuka disekitar palka kurang dari 0,1L atau 22 m di atas garis air muat musim panas, mana yang lebih rendah.

Untuk kapal yang kontrak pembangunannya sebelum 1 Januari 2004 hanya untuk palka di geladak terbuka yang memberikan akses ke ruang di depan sekat tubrukan, dan ke ruang yang membentang di atas garis ini ke belakang, berlaku untuk:

- kapal curah, kapal bijih tambang, dan kapal pengangkut kombinasi (sebagaimana didefinisikan dalam [Rules for Classification and Surveys \(Pt.1, Vol.I\) Annex A.7](#)) dan kapal barang kering (tidak termasuk kapal kontainer, kapal pengangkut kendaraan, kapal Ro-Ro dan kapal pengangkut serpihan kayu), panjang 100 m atau lebih.

(IACS UR S26.2.1 dan 2.2)

Catatan:

Untuk kapal yang kontrak pembangunannya sebelum 1 Juli 2007 mengacu pada IACS UR S26, paragraph. 3.

2.3 Kekuatan

2.3.1 Untuk tutup palka baja kecil persegi panjang, tebal pelat, pengaturan penegar dan ukuran kontruksi harus sesuai dengan [Tabel 17.5](#) dan [Gambar 17.9](#). Penegar, jika dipasang, harus selaras dengan titik kontak logam-ke-logam, yang dipersyaratkan dalam [2.5.1](#), lihat [Gambar 17.9](#). Penegar primer harus menerus. Semua penegar harus dilas ke penegar tepi dalam, lihat [Gambar 17.10](#).

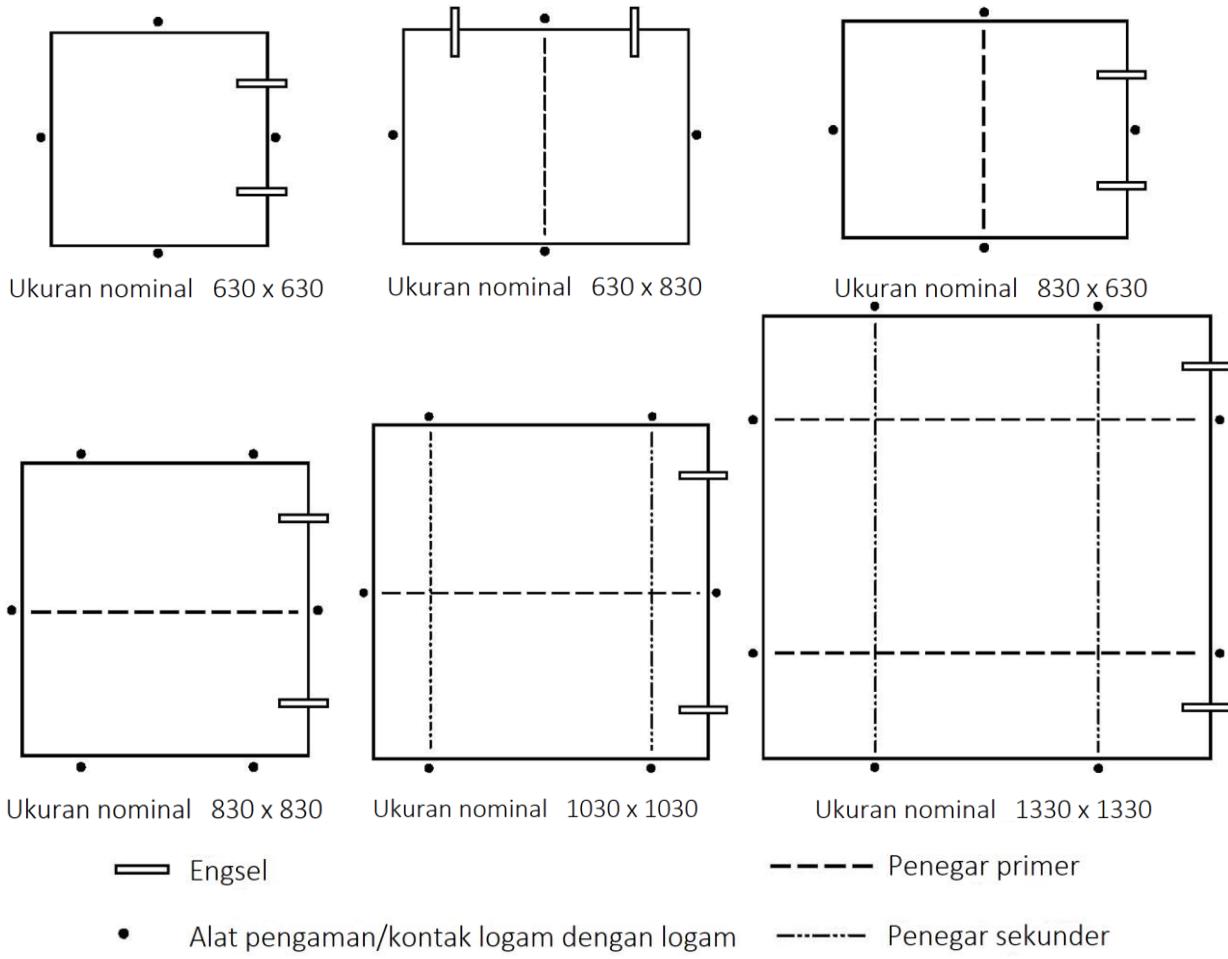
(IACS UR S26.4.1)

Table 17.5 Ukuran konstruksi tutup palka kecil pada geladak haluan

Ukuran nominal [mm x mm]	Tebal pelat tutup [mm]	Penegar primer	Penegar sekunder
		Flat bar [mm x mm]; jumlah	
630 x 630	8,0	--	--
630 x 830	8,0	100 x 8; 1	--
830 x 630	8,0	100 x 8; 1	--
830 x 830	8,0	100 x 10; 1	--
1030 x 1030	8,0	120 x 12; 1	80 x 8; 2
1330 x 1330	8,0	150 x 12; 2	100 x 10; 2

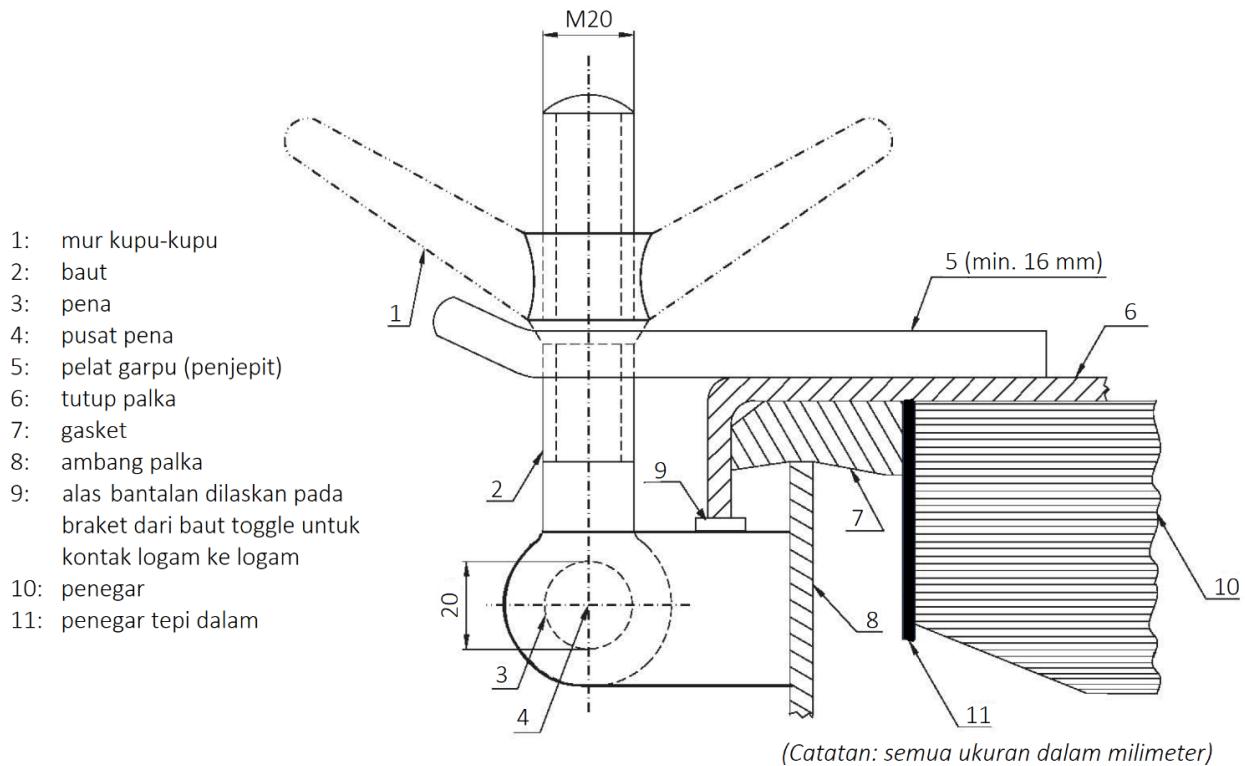
Untuk kapal dengan $L < 80$ m ukuran konstruksi tutup dapat dikurangi dengan faktor: $0,11 \cdot \sqrt{L} \geq 0,75$

(IACS UR S26.Table 1)



Gambar 17.9 Pengaturan penegar

(IACS UR S26. Fig. 1)



Gambar 17.10 Contoh metode pengamanan utama

(IACS UR S26.Fig. 2)

2.3.2 Tepi atas ambang lubang palka harus diperkuat secukupnya dengan profil horisontal, biasanya tidak lebih dari 170 mm sampai dengan 190 mm dari tepi atas ambang.

(IACS UR S26.4.2)

2.3.3 Untuk tutup palka kecil bundar atau bentuk sejenis, tebal pelat tutup dan penguatannya akan dipertimbangkan secara khusus.

(IACS UR S26.4.3)

2.3.4 Untuk tutup palka kecil yang terbuat dari bahan selain baja, ukuran konstruksi yang disyaratkan harus memberikan kekuatan yang setara.

(IACS UR S26.4.4)

2.4 Peralatan pengaman primer

2.4.1 Palka kecil yang terletak pada geladak cuaca yang terkena persyaratan [2.2](#) harus dilengkapi dengan peralatan pengaman primer sedemikian rupa sehingga tutup palkanya dapat dibuat tetap pada tempatnya dan kedap cuaca dengan suatu peralatan mekanis yang menggunakan salah satu dari metode-metode berikut:

- metode A : mengencangkan mur kupu-kupu pada garpu (klem)
- metode B : alat penjepit cepat tanggap
- metode C : alat pengunci sentral

(IACS UR S26.5.1)

2.4.2 Engkol (tuas pengencang puntir) dengan baji tidak dibolehkan.

(IACS UR S26.5.2)

2.5 Persyaratan untuk pengamanan primer

2.5.1 Tutup palka harus dilengkapi dengan gasket dari material elastis. Tutup palka harus didesain guna memungkinkan sentuhan logam dengan logam pada tekanan desain dan dapat mencegah tekanan yang berlebihan pada gasket oleh gaya air laut yang dapat menyebabkan peralatan pengaman menjadi longgar atau lepas. Kontak logam dengan logam harus ditempatkan dekat tiap alat pengaman sesuai dengan [Gambar 17.9](#) dan dengan kapasitas yang cukup untuk menahan gaya bantalan.

(IACS UR S26.6.1)

2.5.2 Metode pengaman utama harus didesain dan dibuat sedemikian rupa sehingga desain tekanan kompresi diperoleh dengan satu orang tanpa memerlukan alat apa pun.

(IACS UR S26.6.2)

2.5.3 Untuk metode pengamanan utama yang menggunakan mur kupu-kupu, garpu (penjepit) harus dengan desain yang kuat. Pengaman tersebut harus didesain untuk meminimalisasi bahaya terlepasnya mur kupu-kupu pada waktu penggunaan; dengan cara melengkungkan garpu keatas, menaikkan permukaan pada ujung bebas, atau cara lain yang sejenis. Tebal pelat dari garpu baja tanpa penegar tidak boleh kurang dari 16 mm. Contoh perencanaan diperlihatkan pada [Gambar 17.10](#).

(IACS UR S26.6.3)

2.5.4 Untuk tutup palka kecil yang terletak pada geladak cuaca didepan palka muat terdepan, engsel-engsel harus dipasang sedemikian rupa sehingga arah yang dominan dari air laut yang akan menyebabkan tutup palka tertutup, hal ini berarti bahwa engsel-engsel biasanya ditempatkan pada tepi depan.

(IACS UR S26.6.4)

2.5.5 Pada palka kecil yang terletak diantara palka-palka utama, misalnya antara palka No. 1 dan 2, engsel-engsel harus ditempatkan pada tepi depan atau tepi sebelah luar, tergantung yang paling praktis untuk perlindungan terhadap limpahan air laut ke geladak pada kondisi ombak dari samping dan ombak quartering (sudut 45°) dari arah haluan.

(IACS UR S26.6.5)

2.6 Peralatan pengamanan sekunder

Palka kecil pada geladak haluan harus dilengkapi dengan peralatan pengaman sekunder independen, misalnya dengan baut geser, penahan atau batang penahan yang dipasang longgar, yang mampu menjaga tutup palka berada pada tempatnya meskipun pada saat alat pengaman utama menjadi longgar atau lepas. Peralatan pengaman sekunder harus dipasang pada sisi yang berlawanan dengan engsel tutup palka. Harus dipasang alat penahan jatuh akibat penutupan yang tidak disengaja.

(IACS UR S26.7)

E. Lubang Palka Ruang Mesin dan Ketel

1. Bukaan geladak

1.1 Bukaan di atas ruang mesin dan ketel tidak boleh lebih besar dari yang diperlukan. Disekitar ruangan tersebut harus dipastikan adanya kekuatan melintang yang cukup.

1.2 Bukaan ruang mesin dan ketel harus dibulatkan dengan baik di sudut-sudutnya, dan jika disyaratkan, harus dilengkapi dengan perkuatan kecuali distribusi tegangan memanjang yang baik dipastikan oleh dinding samping bangunan atas atau rumah geladak. Lihat juga [Bab 7, A.3](#).

2. Selubung ruang mesin dan ketel

2.1 Bukaan ruang mesin dan ketel di geladak cuaca dan di dalam bangunan atas terbuka harus dilindungi dengan selubung dari ketinggian yang cukup.

2.2 Tinggi selubung diatas geladak cuaca dari kapal dengan sarat konstruksi penuh tidak boleh kurang dari 1,8 m jika L tidak melebihi 75 m, dan tidak kurang dari 2,3 m jika L sama dengan 125 m atau lebih. Nilai antara diperoleh dengan interpolasi.

2.3 Ukuran konstruksi penegar, pelat dan tutup selubung terbuka harus memenuhi persyaratan sekat ujung bangunan atas dan rumah geladak menurut Bab 16. C.

2.4 Didalam bangunan atas terbuka, selubung harus diberi penegar dan pelat menurut Bab 16, C, seperti untuk sekat ujung belakang.

2.5 Tinggi selubung diatas geladak bangunan atas sekurang-kurangnya 760 mm. Tebal pelatnya boleh 0,5 mm lebih kecil dari pada tinggi menurut D.2.3, dan penegar harus mempunyai tebal yang sama dengan pelat dan tinggi bilah 75 mm, dengan jarak penegar 750 mm.

2.6 Tebal pelat selubung ruang mesin dan ketel yang berada dibawah geladak lambung timbul atau didalam bangunan atas tertutup harus 5 mm dan didalam ruang muat 6,5 mm; penegar harus mempunyai tinggi bilah paling kurang 75 mm dan tebal yang sama dengan tebal pelat, bila penegarnya berjarak 750 mm.

2.7 Pelat ambang harus diteruskan sampai ke tepi bawah balok geladak.

3. Pintu pada selubung kamar mesin dan ketel

3.1 Pintu pada selubung diatas geladak terbuka dan didalam bangunan atas terbuka harus dari baja, diberi penguat dan engsel dengan baik, dan dapat ditutup dari kedua sisi dan dikunci kedap cuaca dengan toggle dan paking karet.

Catatan:

Untuk kapal dengan lambung timbul yang diperkecil (B-minus) atau lambung timbul kapal tangki (A), ICLL Regulasi 26(1) harus ditaati.

3.2 Pintu-pintu minimal harus mempunyai kekuatan yang sama dengan dinding selubung tempat pintu dipasang.

3.3 Tinggi ambang pintu harus 600 mm diatas geladak pada posisi 1 dan 380 mm diatas geladak pada posisi 2.

F. Pengaturan Pengaman Tutup Palka muatan untuk Kapal Curah yang tidak Dibangun sesuai dengan UR S21 (Rev.3)

1. Aplikasi dan implementasi

1.1 Persyaratan ini berlaku untuk semua kapal curah, sebagaimana didefinisikan dalam Rules for Classification and Surveys (Pt.1, Vol.I) Annex A.7, yang tidak dibangun sesuai dengan UR S21 (Rev.3) dan untuk perangkat pengaman tutup palka baja dan penahan untuk ambang palka kargo No.1 dan No.2 yang mengamankan seluruh atau sebagian dalam 0,25L dari garis tegak lurus haluan, kecuali penutup palka jenis tongkang.

1.2 Semua kapal curah yang tidak dibangun sesuai dengan UR S21 (Rev.3) harus memenuhi persyaratan UR ini sesuai dengan jadwal sebagai berikut:

- 1) Untuk kapal-kapal yang akan berusia 15 tahun atau lebih pada 1 Januari 2004 sampai tanggal jatuh tempo dari survei antara atau pembaharuan kelas pertama setelah tanggal tersebut;
- 2) Untuk kapal-kapal yang akan berusia 10 tahun atau lebih pada 1 Januari 2004 sampai tanggal jatuh tempo dari survei kelas pembaharuan pertama setelah tanggal tersebut;
- 3) Untuk kapal-kapal yang akan berusia kurang dari 10 tahun pada 1 Januari 2004 sampai tanggal kapal mencapai usia 10 tahun.

1.3 Penyelesaian pembangunan sebelum 1 Januari 2004 dari survei pembaharuan kelas atau survei antara dengan tanggal jatuh tempo setelah tanggal 1 Januari 2004 tidak dapat digunakan untuk menunda pemenuhan. Namun, penyelesaian sebelum 1 Januari 2004 dari rentang waktu survei yang menjangkau 1 Januari 2004 dapat diterima.

1.4 Sub bab ini tidak berlaku untuk kapal curah dengan bongkar muat sendiri (Self Unloading Bulk Carrier (SUBC))

2. Peralatan Pengaman Penahan

Kekuatan peralatan pengaman harus memenuhi persyaratan yang diberikan dalam [B.5.6.1](#) hingga [B.5.6.4](#) dan [B.5.3.2](#).

3. Penahan

3.1 Tutup palka No. 1 dan 2 harus diamankan secara efektif, dengan menggunakan penahan, terhadap gaya melintang yang timbul dari tekanan 175 kN/m^2 .

3.2 Penutup palka No. 2 harus diamankan secara efektif, dengan menggunakan penahan, terhadap gaya memanjang yang bekerja pada ujung depan yang timbul dari tekanan 175 kN/m^2 .

3.3 Penutup palka No 1 harus diamankan secara efektif, dengan menggunakan penahan, melawan gaya memanjang yang bekerja pada ujung depan yang timbul dari tekanan 230 kN/m^2 .

Tekanan ini dapat dikurangi menjadi 175 kN/m^2 jika geladak akil dipasang.

3.4 Tegangan ekuivalen:

- 1) pada penahan dan struktur pendukungnya, dan
- 2) dihitung di leher lasan penahan tidak boleh melebihi nilai yang diijinkan $0,8R_{eH}$.

(IACS UR S30)

4. Material dan Pengelasan

bila stopper atau alat pengaman dipasang memenuhi dengan Sub Bab ini, maka peralatan tersebut harus dibuat dari material, termasuk dengan kawat lasan, memenuhi masing-masing persyaratan pada [Rules for Materials \(Pt.1, Vol.V\) Sec. 4, or 7](#) dan [Rules for Welding \(Pt.1, Vol.VI\)](#).

Bab 18 Perlengkapan

A.	Umum.....	18-1
B.	Angka Perlengkapan	18-4
C.	Jangkar.....	18-6
D.	Kabel Rantai	18-9
E.	Bak Rantai.....	18-11
F.	Perlengkapan Tambat.....	18-12
G.	Perlengkapan Tarik	18-20
H.	Pengaturan tambat dan tarik.....	18-24
J.	Pendukung struktur lambung mesin jangkar dan penahan rantai jangkar	18-26

A. Umum

1. Setiap kapal harus dilengkapi dengan paling sedikit satu buah mesin jangkar

Mesin jangkar dan penahan rantai, jika dipasang, harus memenuhi [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol. III\) Sec.14, D.](#)

2. Perlengkapan jangkar, kabel rantai, kabel-kabel dan tali-temali harus ditentukan dari [Tabel 18.2](#) sesuai dengan angka perlengkapan Z.

3. Untuk kapal yang memiliki Notasi daerah pelayaran "L" (Pelayaran Pantai) yang melekat pada Karakter Klasifikasinya, perlengkapan dapat ditentukan sebagai satu rentang angka yang lebih rendah dari yang disyaratkan sesuai dengan angka perlengkapan Z.

4. Perlengkapan jangkar yang dipersyaratkan dalam Bab ini dimaksudkan untuk penambatan sementara kapal dalam area pelabuhan atau daerah yang terlindung ketika kapal menunggu berlabuh, saat pasang, dll. IACS Rec. No. 10 'Anchoring, Mooring and Towing Equipment' dapat dirujuk sebagai rekomendasi mengenai perlengkapan jangkar untuk kapal di perairan dalam dan tidak terlindungi.

Oleh karena itu perlengkapan tidak didesain untuk mempertahankan kapal di perairan yang terbuka sepenuhnya pada cuaca buruk atau untuk menghentikan kapal yang sedang bergerak atau hanyut. Dalam kondisi ini beban pada perlengkapan jangkar bertambah sampai ke suatu tingkat sedemikian sehingga komponennya dapat rusak atau hilang akibat gaya energi tinggi yang dihasilkan, khususnya pada kapal besar.

Perlengkapan jangkar yang disyaratkan oleh Bab ini didesain untuk menahan kapal di tempat tahanan tanah yang baik dalam kondisi tersebut untuk menghindari jangkar terseret. Di tempat tahanan tanah yang buruk, kekuatan tahanan jangkar akan berkurang secara signifikan.

Rumus angka perlengkapan (Z) untuk perlengkapan jangkar seperti yang diberikan dalam [B](#) didasarkan pada asumsi kecepatan arus maksimum 2,5 m/s, Kecepatan angin maksimum 25 m/s dan jangkauan minimal kabel rantai 6, jangkauan adalah rasio antara panjang rantai yang dilepaskan terhadap kedalaman air. Untuk kapal dengan L yang lebih besar dari 135 m, sebagai alternatif perlengkapan jangkar yang dipersyaratkan dapat dianggap berlaku untuk kecepatan maksimum arus 1,54 m/s, kecepatan angin maksimum 11 m/s dan dengan maksimum tinggi gelombang signifikan 2,0 m.

Diasumsikan bahwa dalam keadaan normal kapal hanya akan menggunakan satu jangkar haluan dan kabel rantai jangkar pada satu waktu.

Pembuatan jangkar dan kabel rantai jangkar harus sesuai dengan [Rules for Materials \(Pt.1, Vol. V\) Sec.12 and 13.](#)

(IACS UR A1.1)

5. Kapal yang dibangun dibawah pengawasan BKI dan mendapatkan tanda ~~K~~ didalam Sertifikat dan didalam Buku Register harus dilengkapi dengan jangkar dan rantai jangkar yang memenuhi [Rules for Materials \(Pt.1. Vol.V\)](#) dan sudah diuji pada mesin yang disetujui dengan dihadiri Surveyor.

6. Persyaratan struktur terkait dengan tarik dan tambat pada kapal konvensional

6.1 Kapal konvensional harus dilengkapi dengan pengaturan, perlengkapan jangkar dan geladak dengan beban kerja aman yang cukup untuk memungkinkan pelaksanaan yang aman dari semua operasi tarik dan tambat yang terkait dengan operasi normal kapal.

Kapal konvensional berarti kapal tipe displasemen 500 GT ke atas, tidak termasuk kapal kecepatan tinggi, kapal tujuan khusus dan semua unit lepas pantai. Sesuai MSC.266(84), 'Kapal tujuan khusus' berarti kapal yang bergerak sendiri secara mekanis yang karena fungsinya membawa lebih dari 12 personel khusus di atas kapal.

6.2 Persyaratan ini berlaku untuk desain dan konstruksi perlengkapan kapal diatas geladak dan struktur pendukung yang digunakan untuk operasi tarik dan tambat normal. Penarikan normal berarti operasi tarik yang diperlukan untuk olah gerak di pelabuhan dan perairan terlindung yang berhubungan dengan operasi normal kapal.

6.3 Untuk kapal yang tidak tunduk pada SOLAS Regulation II-1/3-4 Paragraph 1, tetapi dimaksudkan untuk dilengkapi dengan peralatan untuk tarik oleh kapal lain atau kapal tunda, mis. seperti untuk membantu kapal dalam keadaan darurat seperti yang diberikan dalam SOLAS Regulation II-1/3-4 Paragraph 2, persyaratan yang ditetapkan sebagai 'tarik lainnya' dalam bab ini harus diterapkan untuk desain dan konstruksi perlengkapan kapal diatas geladak dan struktur pendukung lambung tersebut.

6.4 Persyaratan ini tidak berlaku untuk desain dan konstruksi perlengkapan kapal di atas geladak dan struktur pendukung lambung yang digunakan untuk layanan tarik khusus yang didefinisikan sebagai:

- **Penarikan transit kanal:** Layanan penarikan untuk kapal yang melintasi kanal, mis. Terusan Panama. Layanan ini harus mengacu pada persyaratan transit kanal lokal.
- **Penarikan darurat untuk kapal tangki:** Layanan penarikan untuk membantu kapal tangki dalam keadaan darurat. Untuk pengaturan tarik darurat, kapal yang tunduk pada SOLAS Regulation II-1/3-4 Paragraph 1 harus mematuhi peraturan dan resolusi MSC.35 (63) sebagaimana dapat diubah.
- **Penarikan pengawalan:** Layanan penarikan yang khususnya untuk kapal tangki minyak atau kapal pengangkut LNG, diperlukan di muara tertentu. Layanan ini harus mengacu pada persyaratan pengawalan lokal dan panduan yang diberikan oleh, misalnya, Oil Companies International Marine Forum (OCIMF).

(IACS UR A2.0)

6.5 Persyaratan ini harus diterapkan dalam [F.](#), [G.](#) dan [H.](#) sebagaimana berlaku.

7. Referensi

7.1 Paragraf pada Bab ini didasarkan pada konvensi dan/atau kode internasional berikut:

IACS UR A1 Rev. 7 Corr. 1

IACS UR A2 Rev. 5

IACS Rec. 10 Rev.4

Pada akhir setiap paragraf yang relevan, paragraf yang sesuai dengan konvensi dan/atau kode internasional dicantumkan referensi di dalam tanda kurung

- 7.2 Untuk sub-struktur dari mesin jangkar dan penahan rantai, lihat Bab 10, B.5.
- 7.3 Untuk lokasi mesin jangkar pada kapal tangki, lihat Bab 24, A.9.
- 7.4 Ketika menentukan perlengkapan untuk kapal-kapal yang memiliki notasi pelayaran "T" (Pelayaran perairan yang terlindung) yang melekat pada Karakter Klasifikasi mereka, ketentuan Bab 30, E harus dipatuhi.
- 7.5 Ketika menentukan perlengkapan untuk kapal tunda, Bab 27, E harus dipatuhi.
- 7.6 Ketika menentukan perlengkapan tongkang dan ponton, Bab 31, G harus dipatuhi.
- 7.7 Untuk kapal pelayaran samudra yang melakukan operasional di perairan pedalaman dan sungai harus memiliki perlengkapan jangkar serta memenuhi Regulasi dari Pihak yang berwenang.

8. Definisi

Jangkar buritan

Sebuah jangkar buritan dalam Peraturan ini dinamakan jangkar arus pada kapal kecil pelayaran samudra, yaitu sampai dengan dan termasuk angka perlengkapan Z = 205.

Perlengkapan kapal di atas geladak

Perlengkapan kapal di atas geladak berarti komponen-komponen terbatas pada hal berikut: bolder dan tiang tambat, pengarah tali, stand rol, ganjal kayu yang digunakan untuk penambatan kapal normal dan komponen yang serupa yang digunakan untuk penarikan kapal normal. Komponen lain seperti kapstan, derek, dll. tidak tercakup dalam Bab ini. Setiap las atau baut atau perangkat setara yang menghubungkan perlengkapan kapal di atas geladak ke struktur pendukung adalah bagian dari perlengkapan kapal di atas geladak dan jika dipilih dari standar industri yang tunduk pada standar tersebut.

(IACS UR A2.0)

Pendukung struktur lambung

Pendukung struktur lambung berarti bahwa bagian dari struktur kapal pada/di mana perlengkapan kapal diatas geladak ditempatkan dan yang langsung disalurkan ke gaya yang diberikan pada perlengkapan kapal diatas geladak. Struktur pendukung lambung kapstan, derek, dll. yang digunakan untuk operasi tarik dan tambat normal atau lainnya yang disebutkan di atas juga tunduk pada Bab ini.

(IACS UR A2.0)

Kondisi kapasitas nominal

Kondisi kapasitas nominal didefinisikan sebagai kondisi teoritis dimana muatan geladak maksimum yang mungkin dimasukkan dalam perencanaan kapal pada posisinya masing-masing. Untuk kapal peti kemas kondisi kapasitas nominal merupakan kondisi teoritis dimana jumlah peti kemas maksimum yang mungkin termasuk dalam perencanaan kapal pada posisinya masing-masing.

(IACS UR A2.0)

Desain Beban Putus Minimum Kapal (Ship Design Minimum Breaking Load = MBL_{SD})

Desain Beban Putus Minimum Kapal (MBL_{SD}) berarti beban putus minimum dari tali tambat atau tali tarik baru yang kering dimana perlengkapan kapal di atas geladak dan struktur pendukung lambung didesain untuk memenuhi persyaratan penahan tambat atau persyaratan tarik dari layanan tarik lainnya.

(IACS UR A2.0)

Desain Gaya Putus Tali (Line Design Break Force = LDBF)

Desain Gaya Putus Tali (LDBF) berarti gaya minimum dimana tali tambat baru, kering, disambung, akan putus. Desain ini untuk semua bahan tali pengikat sintetis.

(IACS UR A2.0)

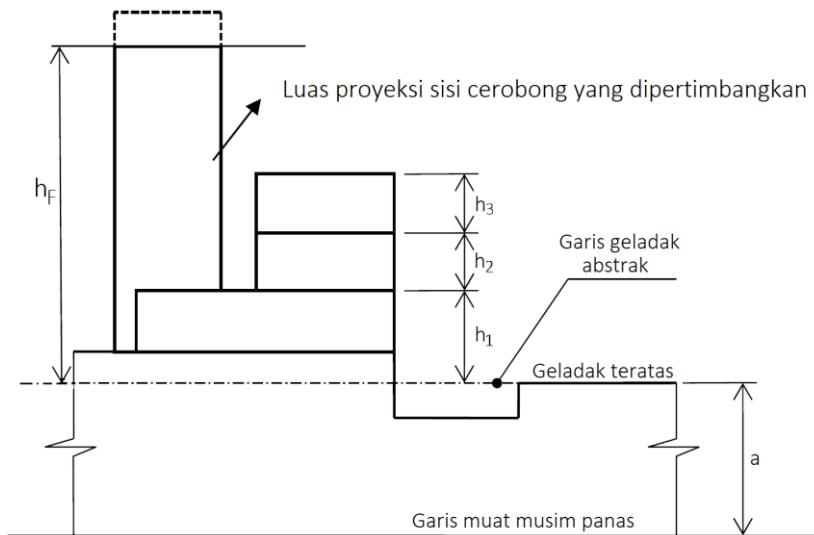
B. Angka Perlengkapan

- Angka perlengkapan Z untuk jangkar dan rantai jangkar harus dihitung sebagai berikut :

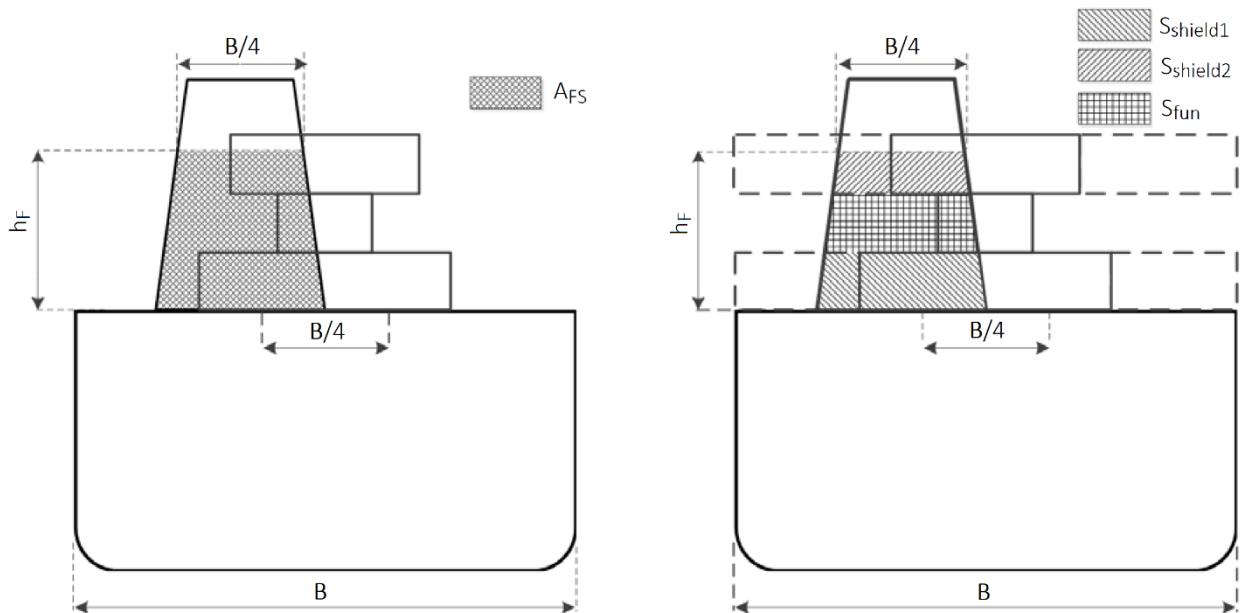
$$Z = D^{2/3} + 2 \cdot (h \cdot B + S_{fun}) + \frac{A}{10}$$

- D = displasemen tanpa kulit [t] (di air laut dengan berat jenis 1,025 t/m³) hingga garis air muat musim panas.
- h = tinggi efektif [m], dari garis air muat musim panas ke atap rumah geladak paling atas.
= a + $\sum h_i$
- a = jarak vertikal pada sisi [m], dari garis air muat musim panas, bagian tengah kapal, sampai ke geladak atas.
- h_i = tinggi [m] pada garis tengah kapal setiap tingkat rumah geladak yang lebarnya lebih besar dari B/4. Untuk tingkat terendah, " h_1 " harus diukur di garis tengah kapal dari geladak atas atau dari garis geladak abstrak di mana terdapat diskontinuitas lokal di geladak atas, lihat [Gambar 18.1a](#) di bawah ini sebagai contoh.
- S_{fun} = luas proyeksi depan efektif dari cerobong [m²], didefinisikan sebagai:
= $A_{FS} - S_{shield}$
- A_{FS} = luas proyeksi depan cerobong [m²], dihitung antara geladak atas pada garis tengah kapal, atau garis geladak abstrak dimana terdapat diskontinuitas lokal di geladak atas, dan tinggi efektif h_F .
- A_{FS} diambil sama dengan nol jika lebar cerobong kurang dari atau sama dengan B/4 pada semua ketinggian sepanjang tinggi cerobong. Bila beberapa cerobong dipasang di kapal, A_{FS} harus diambil sebagai jumlah dari luas proyeksi depan dari setiap cerobong. A_{FS} harus diambil sama dengan nol jika jumlah masing-masing lebar cerobong kurang dari atau sama dengan B/4 pada semua evaluasi keseluruhan tinggi cerobong.
- h_F = tinggi efektif cerobong [m], diukur dari geladak atas pada garis tengah kapal, atau garis geladak abstrak dimana terdapat diskontinuitas lokal di geladak atas, dan bagian atas cerobong. Bagian atas cerobong dapat diambil pada tingkat di mana lebar cerobong mencapai B/4. Bila beberapa cerobong dipasang pada kapal, bagian atas cerobong dapat diambil pada tingkat dimana jumlah masing-masing lebar cerobong mencapai B/4.
- S_{shield} = penampang dari luas proyeksi depan A_{FS} [m²], yang terhalang oleh semua rumah geladak yang lebarnya lebih besar dari B/4. Jika ada lebih dari satu penampang yang terhalang, setiap penampang yang terhalang yaitu $S_{shield1}$, $S_{shield2}$ dll seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 18.1b](#) harus ditambahkan secara bersama-sama. Untuk menentukan S_{shield} , lebar rumah geladak diasumsikan B untuk semua rumah geladak yang memiliki lebar lebih besar dari B/4 seperti yang ditunjukkan untuk $S_{shield1}$, $S_{shield2}$ pada [Gambar 18.1b](#).

- A = luas proyeksi sisi [m^2], lambung, bangunan atas, rumah geladak dan cerobong di atas garis air muat musim panas, yang berada dalam panjang L yang memiliki lebar lebih besar dari $B/4$. Luas proyeksi sisi dari cerobong dipertimbangkan dalam A ketika A_{FS} lebih besar dari nol. Dalam hal ini, luas proyeksi sisi cerobong harus dihitung antara geladak atas, atau garis geladak abstrak dimana ada diskontinuitas lokal di geladak atas, dan tinggi efektif h_F . Bila beberapa cerobong dipasang di kapal, pengaruh cerobong yang terhalang pada arah melintang dapat dipertimbangkan di total luas proyeksi sisi, yaitu ketika luas proyeksi sisi dari dua atau lebih cerobong yang tumpang tindih sepenuhnya atau sebagian, luas yang tumpang tindih hanya akan dihitung satu kali.



Gambar 18.1a Luas proyeksi sisi

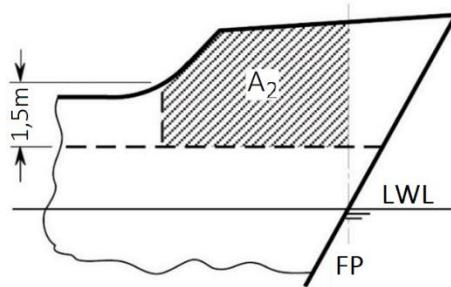


Gambar 18.1b Luas proyeksi depan

Catatan:

- Saat menghitung h , kemiringan dan trim harus diabaikan, yaitu h adalah jumlah lambung timbul di bagian tengah kapal ditambah tinggi (di garis tengah kapal) setiap tingkat rumah geladak yang lebarnya lebih besar dari $B/4$.

- Bila rumah geladak dengan lebar lebih besar dari $B/4$ terletak diatas rumah geladak dengan lebar $B/4$ atau kurang, rumah geladak yang lebih lebar dimasukkan dan yang lebih sempit diabaikan.
- Pelindung kubu-kubu dengan tinggi 1,5 m atau lebih dianggap sebagai bagian rumah geladak ketika menentukan h dan A , misalnya luas yang diperlukan pada [Gambar 18.2](#) sebagai A_1 harus dimasukkan kedalam A . Tinggi ambang palka dan tinggi setiap muatan geladak seperti kontainer, dapat diabaikan ketika menentukan h dan A . Berkenaan dengan penentuan A , bila kubu-kubu dengan tinggi lebih dari 1,5 m, daerah yang ditunjukkan di bawah ini sebagai A_2 harus dimasukkan dalam A .



Gambar 18.2 Luas efektif A_2 dari kubu-kubu

(IACS UR A1.2)

2. Tali tambat untuk kapal dengan Angka Perlengkapan Z kurang dari atau sama dengan 2000 diberikan dalam [F.4.1](#). Untuk kapal-kapal lain tali tambat diberikan dalam [F.4.2](#).

Angka perlengkapan untuk pemilihan tali tarik dan tambat yang direkomendasikan harus dihitung sesuai dengan [1](#). Muatan geladak pada kondisi kapasitas nominal kapal harus disertakan untuk penentuan luas proyeksi sisi A . Kondisi kapasitas nominal didefinisikan dalam [A.8](#).

Jumlah minimum yang direkomendasikan dan kekuatan minimum tali tambat ditentukan pada [F.4.1](#) dan [F.4.2](#). Sebagai alternatif untuk [F.4.1](#) dan [F.4.2](#), rekomendasi minimum untuk tali tambat dapat ditentukan dengan analisis tambat langsung sesuai dengan prosedur yang diberikan dalam IACS Recommendation No. 10 "Anchoring, Mooring and Towing Equipment" App. A.

Desainer harus mempertimbangkan untuk memverifikasi kecukupan tali tambat berdasarkan penilaian yang dilakukan untuk masing-masing pengaturan penambatan, fasilitas tambat sisi pantai yang diharapkan dan kondisi lingkungan desain untuk tempat berlabuh.

Definisi desain gaya putus tali (LDBF) diberikan dalam [A.8](#).

(IACS Rec. 10 2.1)

C. Jangkar

1. Umum

Perlengkapan jangkar harus ditentukan sesuai dengan [Tabel 18.2](#) dan harus didasarkan pada angka perlengkapan di [B.1](#).

Jangkar haluan harus disambungkan ke kabelnya dan ditempatkan di atas kapal untuk siap digunakan. Ketika jangkar arus dibutuhkan, lihat [6](#).

(IACS UR A1.4.3)

Harus dipastikan bahwa setiap jangkar dapat disimpan pada lubang jangkar dan pipa lubang jangkar sedemikian rupa sehingga tetap aman dalam kondisi berlayar di laut. Detail harus dikoordinasikan dengan pemilik.

Peraturan nasional mengenai penyediaan sebuah jangkar cadangan, jangkar arus atau jangkar buritan mungkin perlu ditaati.

2. Jangkar tongkat

Jika angka perlengkapan (Z) kurang dari 205, massa dari jangkar tongkat dan jangkar arus jika digunakan, tidak termasuk tongkat harus 80% dan massa tongkat harus 20% dari massa seperti yang diberikan dalam [Tabel 18.2](#) untuk jangkar haluan tanpa tongkat.

(IACS Rec. 10, 1.1.2.1.1(b))

3. Jangkar biasa (tanpa tongkat)

Jangkar biasa dari jenis "tanpa tongkat" secara umum dapat digunakan dan harus dari desain yang disetujui.

Massa kepala jangkar paten biasa (tanpa tongkat), termasuk pin dan bagian-bagiannya, tidak boleh kurang dari 60% total massa jangkar.

Massa individu masing-masing jangkar haluan dapat bervariasi hingga 7% di atas atau di bawah massa individu yang dipersyaratkan asalkan massa total semua jangkar haluan tidak boleh kurang dari jumlah massa individu yang dipersyaratkan.

(IACS UR A1.4.1.1)

4. Jangkar Daya Cengkeram Tinggi (HHP)

Jangkar 'daya cengkeram tinggi' adalah jangkar dengan daya cengkeram setidaknya dua kali lipat dari jangkar biasa tanpa tongkat dengan massa yang sama. Jangkar HHP harus sesuai untuk digunakan di kapal dan tidak memerlukan penyesuaian sebelumnya atau penempatan khusus di dasar laut.

Bila jenis jangkar khusus yang dikategorikan sebagai "jangkar daya cengkeram tinggi" yang dibuktikan dengan kemampuan cengkeram tinggi digunakan sebagai jangkar haluan, massa masing-masing jangkar mungkin 75% dari massa yang dipersyaratkan untuk jangkar haluan biasa tanpa tongkat pada [Tabel 18.2](#).

Untuk persetujuan dan/atau penerimaan sebagai jangkar HHP, pengujian skala penuh yang memuaskan menurut [7.](#) harus dilakukan dengan mengkonfirmasikan bahwa jangkar memiliki daya tahan paling sedikit dua kali lipat dari jangkar biasa tanpa tongkat dengan massa yang sama.

(IACS UR A1.4.1.2)

Dimensi kabel rantai dan mesin jangkar harus didasarkan pada massa jangkar tanpa pengurangan menurut [Tabel 18.2](#).

5. Jangkar Daya Cengkeram Sangat Tinggi (VHHP)

Jangkar "daya cengkeram sangat tinggi" adalah jangkar dengan daya cengkeram setidaknya empat kali lipat dari jangkar biasa tanpa tongkat dengan massa yang sama. Jangkar VHHP cocok untuk digunakan pada kapal pelayaran samudera terbatas dan tidak memerlukan penyesuaian sebelumnya atau penempatan khusus di dasar laut.

Penggunaan jangkar VHHP dibatasi pada kapal Pelayaran samudera terbatas sebagaimana didefinisikan oleh BKI.

Massa jangkar VHHP umumnya tidak melebihi 1500 kg.

Jika jangkar daya cengkeram sangat tinggi yang terbukti daya cengkeramnya digunakan sebagai jangkar haluan, massa masing-masing jangkar tersebut dapat dikurangi tidak boleh kurang dari 50% dari massa yang dipersyaratkan untuk jangkar biasa tanpa tongkat di [Tabel 18.2](#).

Untuk persetujuan dan/atau penerimaan sebagai jangkar VHHP, pengujian skala penuh yang memuaskan menurut [7](#). harus dilakukan dengan mengkonfirmasikan bahwa jangkar memiliki daya cengkeram setidaknya empat kali lipat dari jangkar biasa tanpa tongkat atau setidaknya dua kali lipat dari jangkar HHP yang disetujui sebelumnya dengan massa yang sama.

(IACS UR A1.4.1.3)

6. Jangkar buritan

Ketika perlengkapan jangkar buritan atau jangkar arus dipasang, diameter kabel rantai harus ditentukan dari Tabel sesuai dengan massa jangkar. Jangkar buritan harus siap dihubungkan dengan kabelnya. Harus dipastikan bahwa jangkar dapat disimpan sedemikian rupa sehingga tetap kuat dalam kondisi di laut lepas. jika mesin jangkar buritan dipasang persyaratan [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol. III\) Sec.14, D](#). harus diperhatikan.

Jika tali kawat baja digunakan untuk jangkar buritan sebagai pengganti kabel rantai, hal-hal berikut harus diperhatikan:

- Tali kawat baja setidaknya harus sepanjang kabel rantai yang dipersyaratkan dalam [Tabel 18.2](#). Kekuatan tali kawat baja setidaknya harus sesuai dengan nilai kelas mutu rantai K1 yang dipersyaratkan.
- Sebuah kabel rantai pendek harus dipasang di antara tali kawat dan jangkar haluan atau arus yang memiliki panjang 12,5 m atau jarak antara jangkar dalam posisi penyimpanan dan mesin derek, diambil yang lebih kecil.
- Semua permukaan yang bersentuhan dengan kawat harus dibulatkan dengan radius tidak kurang dari 10 kali diameter tali kawat (termasuk linggi haluan).
- Kabel mesin derek harus disediakan sesuai dengan persyaratan untuk mesin jangkar dalam [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol. III\) Sec.14, D](#).

(IACS Rec. 10, 1.1.3.3)

Lihat juga [2](#).

7. Uji daya cengkeram jangkar untuk jangkar HHP dan VHHP

7.1 Uji skala penuh harus dilakukan di laut pada berbagai jenis dasar laut, biasanya, lumpur lunak atau endapan lumpur, pasir atau kerikil dan tanah liat keras atau material campuran serupa. Pengujian harus diterapkan pada jangkar dengan massa yang sejauh mungkin mewakili berbagai ukuran yang diusulkan.

7.2 Untuk satu kisaran kelompok tertentu, dua jangkar yang dipilih untuk pengujian (masing-masing jangkar biasa tanpa tongkat dan jangkar HHP, atau jangkar biasa tanpa tongkat dan jangkar VHHP) harus memiliki massa kurang lebih sama dan diuji dalam kaitannya dengan ukuran rantai yang dipersyaratkan untuk massa jangkar itu. Jika jangkar biasa tanpa tongkat tidak tersedia, untuk pengujian jangkar HHP, jangkar HHP yang disetujui sebelumnya dapat digunakan sebagai gantinya. Untuk pengujian jangkar VHHP, jangkar HHP atau VHHP yang sebelumnya disetujui dapat digunakan sebagai pengganti jangkar biasa tanpa tongkat. Panjang kabel dengan masing-masing jangkar harus sedemikian rupa sehingga tarikan pada batang tetap horizontal. Untuk tujuan ini, jangkauan 10 dianggap normal tetapi jangkauan yang tidak kurang dari 6 dapat diterima. Jangkauan didefinisikan sebagai rasio panjang kabel terhadap kedalaman air.

7.3 Tiga pengujian harus dilakukan untuk setiap jangkar dan setiap jenis dasar laut. Kestabilan dan kemudahan penarikan jangkar harus diperhatikan jika memungkinkan. Pengujian harus dilakukan dari sebuah kapal tunda tetapi pengujian di darat sebagai alternatif dapat diterima. Tarikan harus diukur dengan dinamometer. Pengukuran tarikan, berdasarkan pada kurva tarikan RPM/bolder dari kapal tunda dapat diterima sebagai alternatif dari dinamometer.

7.4 Untuk persetujuan dan/atau penerimaan untuk kisaran ukuran jangkar HHP, pengujian harus dilakukan untuk setidaknya dua ukuran jangkar. Massa ukuran maksimum yang disetujui tidak boleh lebih dari 10 kali massa ukuran terbesar yang diuji.

7.5 Untuk persetujuan dan/atau penerimaan untuk kisaran ukuran jangkar VHHP, setidaknya tiga ukuran jangkar harus diuji, yang mengindikasikan bagian dasar, tengah dan atas dari rentang massa.

7.6 Uji beban daya cengkeram tidak boleh melebihi beban uji dari jangkar.

(IACS UR A1.4.2)

8. Pengujian jangkar

Pengujian semua jenis jangkar harus sesuai dengan [Rules for Materials \(Pt.1, Vol.V\) Sec.12, F.](#)

D. Kabel Rantai

1. Kabel rantai harus seperti yang dipersyaratkan oleh [Tabel 18.2](#) untuk angka perlengkapan yang dihitung pada kapal berlaku kabel rantai yang terbuat dari material yang ditentukan dalam persyaratan [Rules for Materials \(Pt.1, Vol.V\)](#), dengan klas mutu berikut:

Klas mutu K1-K1 (kualitas biasa)

Klas mutu K1-K2 (kualitas khusus)

Klas mutu K1-K3 (kualitas ekstra khusus)

(IACS UR A1.5.1.1)

2. Material Klas mutu K1 yang dipakai untuk kabel rantai yang dihubungkan dengan "Jangkar daya cengkeram tinggi" harus mempunyai kuat tarik R_m tidak kurang dari 400 N/mm^2 .

Kabel Rantai Klas mutu K2 dan K3 harus harus di quench dan ditemper pasca produksi dan hanya dibeli dari pabrik pembuat yang diakui.

3. Panjang total rantai jangkar yang diberikan dalam [Tabel 18.2](#) harus dibagi kira-kira sama antara kedua jangkar haluan.

4. Kabel sambungan bersekang atau rantai pendek dapat digunakan untuk jangkar arus.

5. Jangkar haluan harus dikaitkan dengan kabel rantai sambungan bersekang untuk salah satu klas mutu yang tercantum dalam [Rules for Materials \(Pt.1, Vol.V\) Table 13.2](#).

(IACS UR A1.5.2)

6. Desain dan/atau nilai standar beban putus (BL) dan beban uji (PL) dari kabel sambungan bersekang harus digunakan untuk pengujian dan penerimaan kabel rantai, diberikan dalam [Rules for Materials \(Pt.1, Vol.V\) Table 13.7](#).

(IACS UR A1.5.3)

7. Untuk angka perlengkapan Z hingga 90, sebagai alternatif untuk kabel rantai bersekang, kabel rantai sambungan pendek dapat digunakan.

(IACS Rec. 10 1.1.3.1)

8. Untuk sambungan jangkar dengan kabel rantai segel tipe-Kenter yang disetujui dapat dipilih sebagai pengganti segel Dee biasa. Sambungan ujung dengan kili-kili harus dipasang diantara jangkar dan kabel rantai. Sebagai ganti sambungan ujung dengan kili-kili dapat digunakan segel kili-kili yang disetujui. Bagaimanapun, segel kili-kili tidak boleh disambungkan ke tangkap jangkar kecuali disetujui secara khusus. Jumlah yang cukup dari segel cadangan yang sesuai harus disimpan diatas kapal untuk memudahkan pemasangan jangkar cadangan setiap waktu. Atas permintaan pemilik segel kili-kili dapat di dispensasi.

9. Pemasangan kabel rantai jangkar pada ujung bagian dalam struktur kapal harus dilengkapi dengan peralatan yang cocok dan dapat dioperasikan dari suatu posisi yang dapat dicapai di luar bak rantai untuk dalam keadaan darurat memungkinkan pelepasan yang mudah kabel rantai jangkar ke laut.

Ujung bagian dalam struktur kapal dimana ujung kabel rantai harus diamankan kestruktur dengan pengikatan untuk menahan gaya tidak kurang dari 15% dan tidak lebih dari 30% dari beban putus nominal kabel rantai jangkar.

(IACS Rec.10 1.3.2)

10. Tali kawat dapat digunakan sebagai pengganti kabel rantai pada kapal dengan panjang kurang dari 40 m dan dengan ketentuan sebagai berikut:

- 1) Panjang tali kawat harus sama dengan 1,5 kali panjang kabel rantai yang sesuai tabel ([Tabel 18.2](#)) dan kekuatannya harus sama dengan kabel rantai tabel dari kelas mutu 1 ([Rules for Materials \(Pt.1, Vol.V\) Table 13.2](#)).
- 2) Kabel rantai pendek harus dipasang antara tali kawat dan jangkar yang memiliki panjang 12,5 m atau jarak antara jangkar dalam posisi penyimpanan dan mesin derek, diambil yang lebih kecil.
- 3) Semua permukaan yang bersentuhan dengan kawat harus dibulatkan dengan jari-jari tidak kurang dari 10 kali diameter tali kawat (termasuk linggi haluan).

(IACS UR A1.5.1.2)

Untuk jangkar buritan, [C.6](#) harus ditaati.

11. Untuk Pelayaran samudera terbatas, penggunaan tali kawat baja dapat diterima sebagai pengganti kabel rantai sesuai kebijakan BKI.

(IACS UR A1.5.1.3)

12. Keausan kabel rantai bersekang yang diperbolehkan untuk jangkar haluan mengikuti [Rules for Classification and Surveys \(Pt.1, Vol.I\) Annex A.3](#).

(IACS UR A1.6)

13. **Pengamanan pada jangkar yang disimpan**

Untuk menahan jangkar dengan erat pada lambung atau bak jangkar, disarankan untuk memasang tali pengikat jangkar, misalnya, 'devil's claw'.

Tali pengikat jangkar harus dirancang untuk menahan beban setidaknya dua kali massa jangkar ditambah 10 m kabel tanpa melebihi 40% dari kekuatan luluh material.

(IACS Rec. 10 1.3.2)

E. Bak Rantai

1. Bak rantai harus dengan kapasitas dan tinggi yang cukup untuk memungkinkan kabel rantai jangkar dengan mudah dan langsung melewati urlup kabel rantai dan tersimpan dengan sendirinya.

(IACS Rec. 10 1.3.1 (a))

Kapasitas penyimpanan minimum yang dipersyaratkan tanpa kotak lumpur untuk dua rantai jangkar haluan adalah sebagai berikut:

$$S = 1,1 \cdot d^2 \cdot \frac{\ell}{10^5} \quad [\text{m}^3]$$

d = diameter rantai [mm] sesuai [Tabel 18.2](#).

ℓ = panjang total rantai jangkar bersekang sesuai dengan [Tabel 18.2](#).

Kapasitas penyimpanan total harus didistribusikan pada kedua bak rantai dengan ukuran yang sama untuk rantai jangkar kiri dan kanan. Bentuk daerah dasar sedapat mungkin dibuat bujur sangkar dengan panjang sisi maksimum 33d. Sebagai alternatif, daerah dasar bundar dapat dipilih, yang diameternya tidak boleh melebihi (30 – 35)d.

Penyimpanan setiap bak rantai di atas, kedalaman bebas yang memadai harus disediakan, yang ditentukan oleh formula berikut:

$$h = 1500 \quad [\text{mm}]$$

2. Dinding bak rantai dan bukaan untuk memasukinya harus kedap air guna mencegah genangan yang tidak disengaja dari bak rantai yang menyebabkan kerusakan pada mesin-mesin bantu atau peralatan penting atau mempengaruhi pengoperasian yang layak dari kapal.

(IACS Rec. 10 1.3.1 (b))

2.1 Persyaratan khusus untuk meminimalkan masuknya air

2.1.1 Urlup jangkar dan bak rantai harus kedap air sampai ke geladak cuaca.

2.1.2 Bila dilengkapi jalan masuk, maka jalan masuk tersebut harus ditutup dengan tutup yang layak dan diamankan dengan baut-baut yang rapat jaraknya.

2.1.3 Urlup jangkar yang akan dilewati jangkar harus dilengkapi dengan peralatan penutup yang dipasang secara permanen untuk meminimalisasi masuknya air.

3. Fasilitas pengeringan yang memadai dari bak rantai harus disediakan.

(IACS Rec. 10 1.3.1 (c))

4. Bila dinding bak rantai merupakan juga dinding tangki, maka ukuran penegar dan pelatnya harus ditentukan sebagaimana untuk tangki menurut [Bab 12](#).

Bila halnya tidak demikian, maka tebal pelat harus ditentukan sebagaimana untuk t_2 dan modulus penampang sebagaimana untuk W_2 menurut [Bab 12](#), [B.2](#). dan [B.3](#). Jarak dari pusat beban sampai puncak bak rantai harus diambil untuk perhitungan beban.

5. Untuk lokasi bak rantai pada kapal tangki minyak [Bab 24](#), [A.9](#). harus diperhatikan.

F. Perlengkapan Tambat

1. Perlengkapan kapal diatas geladak dan Pendukung struktur geladak

1.1 Kekuatan, Pengaturan dan pemilihan

Kekuatan perlengkapan kapal diatas geladak yang digunakan untuk operasi tambat dan pendukung struktur lambung serta kekuatan pendukung struktur lambung derek dan kapstan harus memenuhi persyaratan Sub-Bab ini.

Untuk perlengkapan kapal diatas geladak yang dimaksudkan untuk digunakan baik untuk tambat maupun tarik, [G](#). berlaku untuk tarik.

(IACS UR A2.2.1)

Perlengkapan kapal diatas geladak, derek dan kapstan untuk tambat harus ditempatkan pada penegar dan/atau penumpu, yang merupakan bagian dari struktur geladak untuk memfasilitasi distribusi beban tambat yang efisien. Pengaturan lain dapat diterima (untuk chocks di kubu-kubu, dll.) asalkan kekuatannya dipastikan memadai untuk pelayarannya.

(IACS UR A2.2.2)

Perlengkapan kapal diatas geladak dapat dipilih dari standar industri yang diterima oleh BKI dan setidaknya berdasarkan desain beban putus minimum kapal menurut [Tabel 18.2](#) (lihat Catatan dalam [2.3](#)).

Tiang tambat (bolder ganda) harus dipilih untuk tali tambat yang dipasang dengan model angka delapan jika standar industri membedakan antara metode yang berbeda untuk memasang tali, yaitu angka delapan atau pemasangan sambungan mata.

Bila perlengkapan kapal diatas geladak tidak dipilih dari standar industri yang diterima, kekuatan alat kelengkapan dan pemasangannya ke kapal harus sesuai dengan [2](#). Tiang tambat (bolder ganda) dipersyaratkan untuk menahan beban yang disebabkan oleh tali tambat dipasang dalam model angka delapan, lihat catatan. Untuk penilaian kekuatan, teori balok atau analisis elemen hingga menggunakan ukuran konstruksi bersih harus diterapkan, secara sesuai. Penambahan korosi serta toleransi keausan harus dimasukkan seperti yang didefinisikan dalam [3](#). Atas kebijakan BKI, beban uji dapat diterima sebagai alternatif untuk penilaian kekuatan dengan perhitungan.

Catatan:

Dengan tali yang dipasang ke tiang tambat dengan cara biasa (model angka delapan), salah satu dari dua tiang tali tambat dapat dikenakan gaya dua kali lebih besar dari yang bekerja pada tali tambat. Dengan mengabaikan efek ini, bergantung pada standar industri yang diterapkan dan ukuran pemasangan, kelebihan beban dapat terjadi.

(IACS UR A2.2.4)

1.2 Beban kerja aman (Safe Working Load = SWL)

- 1) Beban Kerja Aman (SWL) adalah batas beban aman untuk perlengkapan kapal di atas geladak untuk tujuan penambatan.
- 2) Kecuali jika SWL yang lebih besar diminta oleh pemohon sesuai dengan [2.3.3](#)), SWL tidak boleh melebihi desain beban putus minimum kapal menurut [Tabel 18.2](#), lihat catatan pada [2.3](#).
- 3) SWL [t], dari setiap perlengkapan kapal diatas geladak harus ditandai (dengan manik las atau yang setara) pada perlengkapan geladak yang digunakan untuk tambat. Untuk perlengkapan yang dimaksudkan untuk digunakan, baik untuk penambatan dan penarikan, TOW [t], menurut [G.1.2](#) harus ditandai sebagai tambahan pada SWL.

- 4) Persyaratan di atas tentang SWL berlaku untuk penggunaan dengan tidak lebih dari satu tali tambat.
- 5) Rencana pengaturan tarik dan tambat yang disebutkan dalam [H](#) adalah untuk menentukan metode penggunaan tali tambat.

(IACS UR A2.2.6)

2. Pendukung struktur lambung

2.1 Kekuatan

Perhitungan kekuatan untuk penumpu struktur lambung dari perlengkapan tambat harus didasarkan pada tebal bersih.

$$t_{net} = t - t_k$$

$$t_k = \text{Penambahan korosi menurut } 3.$$

(IACS UR A2.0)

Beban desain yang diterapkan untuk pendukung struktur lambung harus sesuai dengan [2.3](#).

2.2 Pengaturan

Pengaturan bagian yang diperkuat di bawah alat perlengkapan kapal diatas geladak, derek dan kapstan harus mempertimbangkan segala variasi arah (horizontal dan vertikal) dari gaya tambat yang bekerja pada perlengkapan kapal diatas geladak, lihat [Gambar 18.6](#) untuk contoh pengaturan. Penyelarasan yang tepat untuk pemasangan dan pendukung struktur lambung harus dipastikan.

(IACS UR A2.2.5)

2.3 Pertimbangan beban

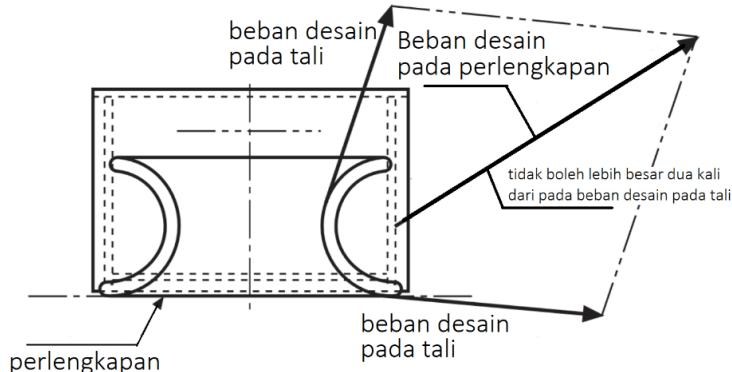
- 1) Beban desain minimum yang diterapkan untuk pendukung struktur lambung pada perlengkapan kapal diatas geladak adalah 1,15 kali desain beban putus minimum kapal sesuai [Tabel 18.2](#) untuk angka perlengkapan Z (lihat catatan).
- 2) Beban desain minimum yang diterapkan untuk pendukung struktur lambung pada derek, dll. haruslah 1,25 kali beban penahan rem maksimum yang dimaksudkan dan, dimana beban penahan rem maksimum yang diasumsikan tidak kurang dari 80% dari desain beban putus minimum kapal sesuai [Tabel 18.2](#), lihat catatan. Untuk pendukung struktur lambung dari kapstan, beban desain harus 1,25 kali dari gaya tarikan maksimum.
- 3) Bila beban kerja aman SWL lebih besar dari yang ditentukan menurut [1.2](#) diminta oleh pemohon, maka beban desain harus ditingkatkan sesuai dengan hubungan SWL/beban desain yang sesuai yang diberikan oleh [2.3](#) dan [1.2](#).
- 4) Beban desain harus diterapkan pada perlengkapan ke segala arah yang mungkin terjadi dengan memperhatikan pengaturan yang ditunjukkan pada rencana pengaturan tarik dan tambat. Jika tali tambat berbelok pada sambungan, total beban desain yang diterapkan pada sambungan sama dengan resultan dari beban desain yang bekerja pada tali, lihat [Gambar 18.3](#). Namun, dalam kasus apa pun beban desain yang diterapkan pada pemasangan harus lebih besar dari dua kali beban desain pada tali.

Catatan:

1. Bila tidak ditentukan lain oleh [B.1](#) dan [F.4](#), luas proyeksi sisi termasuk muatan geladak seperti yang diberikan oleh kondisi kapasitas nominal kapal harus diperhitungkan untuk pemilihan tali tambat dan beban yang diterapkan pada perlengkapan kapal diatas geladak dan pendukung struktur lambung. Kondisi kapasitas nominal didefinisikan dalam [A.8](#).

2. Peningkatan desain gaya putus tali untuk tali sintetis menurut F.6.2 tidak perlu diperhitungkan untuk beban yang diterapkan pada perlengkapan kapal diatas geladak dan pendukung struktur lambung.

(IACS UR A2.2.3)

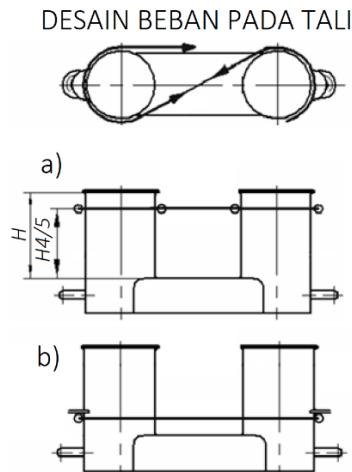


Gambar 18.3 Penerapan beban desain

2.4 Titik kerja dari gaya tambat

Titik kerja dari gaya tambat pada alat perlengkapan kapal diatas geladak harus diambil pada titik pengikatan tali tambat atau pada perubahan arahnya. Untuk bolder dan tiang tambat, titik pengikatan dari tali tambat harus diambil tidak kurang dari 4/5 dari tinggi tabung di atas dasar, lihat a) pada Gambar 18.4. Namun, jika sirip dipasang ke tabung tambat untuk menjaga tali tambat serendah mungkin, titik pemasangan tali tambat dapat diambil di lokasi sirip, lihat b) pada Gambar 18.4.

(IACS UR A2.2.5)



Gambar 18.4 Titik pengikatan tali tambat

(IACS UR A2.2.5)

2.5 Tegangan izin

Tegangan izin pada kondisi beban desain seperti ditentukan dalam 2.3 adalah sebagai berikut:

- Untuk penilaian kekuatan dengan menggunakan teori balok atau analisis grillage:

$$\text{Tegangan normal: } \sigma_N \leq R_{eH}$$

$$\text{Tegangan geser: } \tau \leq 0,6 \cdot R_{eH}$$

Tegangan normal adalah jumlah tegangan bending dan tegangan aksial. Tidak ada faktor konsentrasi tegangan yang diperhitungkan.

(IACS UR A2.2.5(1))

- 2) Untuk penilaian kekuatan dengan menggunakan analisis elemen hingga:

Tegangan Von-mises: $\sigma_v \leq R_{eh}$

Untuk penilaian kekuatan melalui analisa elemen hingga, mesh harus cukup halus untuk mewakili geometri serealistik mungkin. Rasio panjang elemen tidak boleh melebihi 3. Penumpu harus dimodelkan menggunakan elemen shell atau tegangan bidang. Flens penumpu simetris dapat dimodelkan dengan elemen balok atau rangka batang. Tinggi elemen dari jaring penumpu tidak boleh melebihi sepertiga dari tinggi bilah. Didarerah bukaan kecil di bilah penumpu, tebal bilah harus dikurangi menjadi ketebalan rata-rata di atas tinggi bilah sesuai persyaratan peraturan BKI. Bukaan besar harus dimodelkan. Penegar dapat dimodelkan dengan menggunakan shell, plane stress, atau elemen balok. Ukuran mesh penegar harus cukup halus untuk mendapatkan tegangan bending yang tepat. Jika flat bar dimodelkan menggunakan elemen shell atau tegangan bidang, dumy elemen batang harus dimodelkan pada tepi bebas flat bar dan dumy tegangan elemen harus dievaluasi. Tegangan harus dibaca dari pusat tiap elemen. Untuk elemen shell, tegangan harus dievaluasi pada bidang tengah elemen.

dimana:

R_{eh} = titik luluh atas nominal dari material yang digunakan [N/mm^2] sesuai dengan Bab 2, B.2

(IACS UR A2.2.5(2))

3. Penambahan korosi

Penambahan korosi total, t_k , tidak boleh kurang dari nilai-nilai berikut:

- Untuk Pendukung struktur lambung, sesuai Bab 3, K.
- Untuk pedestal dan pondasi diatas geladak yang bukan merupakan bagian dari perlengkapan tambat menurut standar industri yang diterima 2,0 mm.
- Untuk perlengkapan kapal diatas geladak yang tidak dipilih dari standar industri yang diterima 2,0 mm.

Untuk Kapal yang tunduk pada IACS CSR Bulk Carriers dan Oil Tanker, sesuai [Rules for Bulk Carriers and Oil Tanker \(Pt.1, Vol.XVII\)](#)

(IACS UR A2.4)

Selain penambahan korosi yang diberikan di atas, toleransi keausan, t_w , untuk perlengkapan kapal diatas geladak yang tidak dipilih dari standar industri yang diterima tidak boleh kurang dari 1,0 mm, ditambahkan ke permukaan yang dimaksudkan yang secara teratur bersentuhan dengan tali.

(IACS UR A2.5)

4. Tali tambat

4.1 Tali tambat untuk kapal dengan $Z \leq 2000$

Tali tambat minimum yang direkomendasikan untuk kapal yang memiliki Angka Perlengkapan (Z) kurang dari atau sama dengan 2000 diberikan pada [Tabel 18.2](#).

Untuk kapal yang memiliki rasio $A/Z > 0,9$ jumlah tali berikut harus ditambahkan ke jumlah tali tambat seperti yang diberikan oleh [Tabel 18.2](#):

$$1 \text{ tali jika } 0,9 < \frac{A}{Z} \leq 1,1$$

$$2 \text{ tali jika } 1,1 < \frac{A}{Z} \leq 1,2$$

$$3 \text{ tali jika } \frac{A}{Z} > 1,2$$

Penentuan luas proyeksi sisi (A) dipertimbangkan dengan [B.2](#).

(IACS Rec. 10, 2.1.1)

Panjang setiap tali tambat untuk kapal dengan $Z \leq 2000$ dapat diambil dari [Tabel 18.2](#).

(IACS Rec. 10, 2.1.3)

4.2 Tali tambat untuk kapal dengan $Z > 2000$

Kekuatan minimum yang direkomendasikan dan jumlah tali tambat untuk kapal dengan Angka Perlengkapan $Z > 2000$ diberikan masing-masing pada [4.2.1](#) dan [4.2.2](#). Panjang tali tambat diberikan oleh [4.2.3](#).

Kekuatan tali tambat dan jumlah tali haluan, buritan, dan breast (lihat catatan) untuk kapal dengan Angka Perlengkapan $Z > 2000$ didasarkan pada luas proyeksi sisi A_1 . Luas proyeksi sisi A_1 harus dihitung serupa dengan luas proyeksi sisi A menurut [B.1](#) tetapi dengan mempertimbangkan kondisi-kondisi berikut:

- 1) Sarat balas harus dipertimbangkan untuk perhitungan luas proyeksi sisi A_1 . Untuk jenis kapal yang memiliki variasi kecil dalam sarat, seperti misalnya kapal penumpang dan kapal RO/RO, luas proyeksi sisi A_1 dapat dihitung dengan menggunakan garis air muat musim panas.
- 2) Penahan angin dari dermaga dapat dipertimbangkan untuk perhitungan luas proyeksi sisi A_1 kecuali kapal dimaksudkan untuk secara teratur ditambatkan ke dermaga tipe jetty. Ketinggian permukaan dermaga 3,0 m di atas garis air dapat diasumsikan, yaitu bagian dasar dari daerah yang diproyeksikan dengan ketinggian 3,0 m di atas garis air untuk kondisi pemuatan yang dipertimbangkan dapat diabaikan untuk perhitungan luas-proyeksi sisi A_1 .
- 3) Muatan geladak pada kondisi kapasitas nominal kapal harus disertakan untuk penentuan luas proyeksi sisi A_1 . Untuk kondisi dengan muatan di geladak, garis air muat musim panas dapat dipertimbangkan. Muatan geladak dapat tidak perlu dipertimbangkan jika balas biasa tanpa muatan di geladak menghasilkan luas proyeksi sisi A_1 yang lebih besar daripada kondisi muatan penuh dengan muatan di geladak. Luas proyeksi sisi yang terbesar harus dipilih sebagai luas proyeksi sisi A_1 . Kondisi kapasitas nominal didefinisikan dalam [A.8](#).

Tali tambat seperti yang diberikan di bawah ini didasarkan pada kecepatan arus maksimum 1,0 m/s dan kecepatan angin maksimum berikut v_w [m/s]:

$$\begin{aligned} v_w &= 25 - 0,002 \cdot (A_2 - 2000) && \text{untuk kapal penumpang, feri dan pengangkut mobil dengan } \\ &&& 2000 \text{ m}^2 < A_1 \leq 4000 \text{ m}^2 \\ &= 21 && \text{untuk kapal penumpang, feri dan pengangkut mobil dengan } \\ &&& A_1 > 4000 \text{ m}^2 \\ &= 25 && \text{untuk kapal lain} \end{aligned}$$

Kecepatan angin dianggap mewakili kecepatan rata-rata 30 detik dari segala arah dan pada ketinggian 10 m di atas tanah. Kecepatan arus dianggap mewakili kecepatan arus maksimum yang bekerja pada haluan atau buritan ($\pm 10^\circ$) dan pada ketinggian setengah dari sarat rata-rata. Selain itu, dianggap bahwa kapal ditambatkan ke dermaga kokoh yang memberikan perlindungan terhadap arus silang.

Beban tambahan yang disebabkan oleh, misalnya, kecepatan angin atau arus yang lebih tinggi, arus silang, beban gelombang tambahan, atau berkurangnya pelindung dari dermaga tidak-kokoh mungkin perlu dipertimbangkan secara khusus. Selain itu, harus diperhatikan bahwa tata letak tambatan yang tidak menguntungkan dapat sangat meningkatkan beban pada tali tambat tunggal.

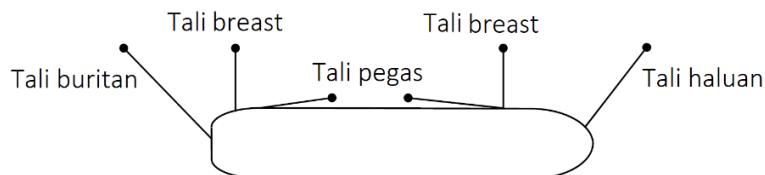
Catatan:

Berikut ini didefinisikan sehubungan dengan tujuan tali tambat, lihat juga [Gambar 18.5](#):

Tali breast : Tali tambat yang dipasang tegak lurus terhadap kapal, menahan kapal pada arah lepas dermaga.

Tali pegas : Sebuah tali tambat yang digunakan hampir sejajar dengan kapal, menahan kapal pada arah haluan atau arah buritan.

Tali haluan/buritan : Tali tambat yang berorientasi antara arah memanjang dan melintang, menahan kapal pada posisi lepas dermaga dan pada haluan atau buritan. Jumlah penahan pada haluan atau buritan dan posisi lepas dermaga tergantung pada garis sudut relatif terhadap arah ini.



Gambar 18.5 Tali tambat

(IACS Rec. 10, 2.1.2)

4.2.1 Desain beban putus minimum kapal

Desain beban putus minimum kapal MBL_{SD} dari tali tambat harus diambil sebagai:

$$MBL_{SD} = 0,1 \cdot A_2 + 350 \text{ [kN]} \quad \text{dengan } MBL_{SD} \leq 1275 \text{ kN}$$

dimana:

MBL_{SD} = desain beban putus minimum kapal

Namun, pada kasus tambatan yang dianggap tidak cukup untuk kondisi lingkungan yang diberikan oleh [4.2](#). Untuk kapal-kapal ini, kecepatan angin yang dapat diterima v_w^* dapat diperkirakan sebagai berikut:

$$v_w^* = v_w \cdot \sqrt{\frac{MBL_{SD}^*}{MBL_{SD}}} \quad [\text{m/s}]$$

dimana

v_w = kecepatan angin sesuai [4.2](#),

MBL_{SD}^* = desain beban putus minimum kapal dari tali tambat yang dimaksudkan untuk diberikan
 $MBL_{SD}^* \geq MBL_{SD\min}^*$

$$MBL_{SD\min}^* \geq \left(\frac{21}{v_w} \right)^2 \cdot MBL_{SD}$$

$MBL_{SD\min}^*$ = desain beban putus minimum kapal sesuai dengan kecepatan angin yang dapat diterima v_w^* dari 21 m/s

Jika $v_w^* > v_w$

$$MBL_{SD\min}^* \geq \left(\frac{v_w^*}{v_w} \right)^2 \cdot MBL_{SD}$$

(IACS Rec. 10 2.1.2.1)

4.2.2 Jumlah tali tambat

Jumlah total tali haluan, buritan dan breast (lihat Catatan pada 4.2) harus diambil seperti berikut:

$$n = 8,3 \cdot 10^{-4} \cdot A_2 + 6$$

Untuk kapal tangki minyak, kapal tangki kimia, kapal curah, dan kapal bijih tambang, jumlah total tali haluan, buritan dan breast harus diambil seperti berikut:

$$n = 8,3 \cdot 10^{-4} \cdot A_2 + 4$$

Jumlah tali haluan, buritan dan breast harus dibulatkan ke bilangan bulat terdekat.

Jumlah tali haluan, buritan dan breast dapat ditambah atau dikurangi sehubungan dengan penyesuaian desain beban putus minimum kapal pada tali. Desain beban putus minimum kapal yang disesuaikan, MBL_{SD}^{**} , harus diambil seperti berikut:

$$MBL_{SD}^{**} = 1,2 \cdot MBL_{SD} \cdot \frac{n}{n^{**}} \leq MBL_{SD} \text{ untuk penambahan jumlah tali}$$

$$MBL_{SD}^{**} = MBL_{SD} \cdot \frac{n}{n^{**}} \text{ untuk pengurangan jumlah tali}$$

dimana:

MBL_{SD} atau MBL_{SD}^* sebagaimana ditentukan dalam 4.2.1

n^{**} = penambahan atau pengurangan jumlah tali haluan, buritan dan breast

n = jumlah tali untuk jenis kapal yang dipertimbangkan seperti yang dihitung dengan formula di atas tanpa pembulatan.

Begitu pula sebaliknya, desain beban putus minimum kapal tali haluan, buritan dan breast dapat ditingkatkan atau dikurangi sehubungan dengan penyesuaian jumlah tali.

Jumlah total tali pegas (lihat Catatan pada 4.2) harus diambil tidak kurang dari:

2 tali dimana $Z < 5000$

4 tali dimana $Z \geq 5000$

Desain beban putus minimum kapal pada tali pegas harus sama dengan kekuatan tali haluan, buritan dan breast. Jika jumlah tali haluan, buritan dan breast bertambah sehubungan dengan penyesuaian desain beban putus minimum kapal pada tali, jumlah tali pegas juga harus ditambah, tetapi dibulatkan ke atas ke angka genap terdekat.

$$n_s^* = \frac{MBL_{SD}}{MBL_{SD}^{**}} \cdot n_s$$

dimana:

MBL_{SD} atau MBL_{SD}^* sebagaimana ditentukan dalam 4.2.1

n_s = jumlah tali pegas seperti yang diberikan di atas

n_s^* = penambahan jumlah tali pegas .

(IACS Rec. 10, 2.1.2.2)

4.2.3 Panjang tali tambat

Untuk kapal dengan $Z > 2000$ panjang setiap tali tambat dapat diambil 200 m.

Panjang masing-masing tali tambat dapat dikurangi hingga 7% dari panjang yang diberikan di atas, tetapi panjang total tali tambat tidak boleh kurang dari yang dihasilkan jika semua tali memiliki panjang yang sama.

(IACS Rec. 10 2.1.3)

5. Perlengkapan tambat pada penambatan satu titik

5.1 Atas permintaan pemilik, BKI bersedia untuk mensertifikasi bahwa kapal secara khusus dipasang perlengkapan untuk memenuhi Section 2.1, 4.2 dan 6 dari "Recommendations for Equipment Employed in the Bow Mooring of Conventional Tankers at Single Point Moorings" yang diterbitkan oleh Oil Companies International Marine Forum (OCIMF), 2007".

5.2 Untuk kapal tangki yang digunakan dalam pelayanan operasi penjemputan dengan menggunakan penambatan satu titik/*single point moorings* (SPM) Bab 24, L harus ditaati.

6. Tali

6.1 Butir 6.2 hingga 6.3 dan Tabel 18.1 serta Tabel 18.2 untuk tali tarik dan tali tambat hanya merupakan rekomendasi, yang mana pemenuhan bukan merupakan persyaratan Klas.

Tabel 18.1 Diameter tali kawat/serat

Tali kawat baja ¹⁾	Tali kawat sintetis		Tali serat		
	Poliamida ²⁾	Poliamida	Poliester	Polipropilen	
dia. [mm]	dia. [mm]	dia. [mm]	dia. [mm]	dia. [mm]	
12	30	30	30	30	
13	30	32	32	32	
14	32	36	36	36	
16	32	40	40	40	
18	36	44	44	44	
20	40	48	48	48	
22	44	48	48	52	
24	48	52	52	56	
26	56	60	60	64	
28	60	64	64	72	
32	68	72	72	80	
36	72	80	80	88	
40	72	88	88	96	

¹⁾ Sesuai DIN 3068 atau yang setara

²⁾ Tali biasa dari monofilamen poliamida halus dan serat filamen.

6.2 Tali tarik dan tali tambat dapat dari kawat, serat alami atau struktur serat sintetis atau dari campuran kawat dan serat. Untuk tali serat sintetis disarankan untuk menggunakan tali yang mengurangi risiko recoil (putus tiba-tiba) untuk mengurangi risiko cedera atau kematian jika tali tambat putus.

Terlepas dari rekomendasi kekuatan yang diberikan dalam [B.2](#) dan [G.2](#), tidak ada tali serat yang berdiameter kurang dari 20 mm. Untuk tali poliamida, desain gaya putus tali harus ditingkatkan sebesar 20% dan untuk tali sintetis lainnya sebesar 10% untuk memperhitungkan hilangnya kekuatan karena, antara lain, penuaan dan keausan.

(IACS Rec.10 2.3)

Persyaratan diameter tali serat sintetis yang digunakan sebagai pengganti tali kawat baja dapat diambil dari [Tabel 18.1](#).

6.3 Untuk tali kawat yang digunakan sebagai tali tambat, uji beban putus ditentukan dalam [Rules for Materials \(Pt.1, Vol.V\) Sec.14](#), D. harus ditaati.

7. Pemeriksaan setelah pembangunan

Kondisi alat kelengkapan geladak, alas atau pondasinya, jika ada, dan struktur lambung di sekitar alat kelengkapan harus diperiksa sesuai dengan BKI.

(IACS UR A2.6)

G. Perlengkapan Tarik

1. Perlengkapan kapal diatas geladak dan pendukung struktur lambung

1.1 Pengaturan dan kekuatan

Perlengkapan kapal untuk tarik harus ditempatkan pada penegar, dan/atau penumpu, yang merupakan bagian dari konstruksi geladak untuk memfasilitasi distribusi beban tarik yang efisien. Pengaturan lain dapat diterima (untuk chocks di kubu-kubu, dll.) asalkan keuatannya dipastikan memadai untuk pelayanan yang dimaksud.

(IACS UR A2.1.2)

Perlengkapan kapal diatas geladak dapat dipilih dari standar industri yang diterima oleh BKI dan setidaknya berdasarkan pada beban berikut:

- 1) Untuk operasi tarik normal, beban tarik maksimum yang dimaksudkan (mis. tarikan bolder statis) seperti yang ditunjukkan pada rencana pengaturan tarik dan tambat,
- 2) Untuk pelayanan tarik lainnya, desain beban putus minimum kapal menurut [Tabel 18.2](#) (lihat Catatan pada [1.1.1](#)),
- 3) Untuk alat kelengkapan yang dimaksudkan untuk digunakan, baik untuk operasi tarik normal maupun lainnya, beban yang lebih besar menurut [1](#) dan [2](#)).

Tiang tarik (bolder ganda) dapat dipilih untuk tali tarik yang dipasang dengan sambungan mata jika standar industri membedakan antara metode yang berbeda untuk memasang tali, yaitu angka delapan atau pemasangan sambungan mata.

Bila perlengkapan kapal diatas geladak tidak dipilih dari standar industri yang diterima, kekuatan tambat dan pengikatannya ke kapal harus sesuai dengan [1.1.1](#) dan [1.1.2](#). Tiang tarik (bolder ganda) diperlukan

untuk menahan beban yang disebabkan oleh tali tarik yang terpasang dengan sambungan mata. Untuk penilaian kekuatan dengan teori balok atau analisis elemen hingga harus menerapkan ukuran konstruksi bersih secara sesuai. Penambahan korosi serta toleransi keausan harus dimasukkan sebagaimana didefinisikan dalam F.3. Berdasarkan kebijakan BKI, uji beban dapat diterima sebagai alternatif untuk penilaian kekuatan dengan perhitungan.

(IACS UR A2.1.4)

Kekuatan perlengkapan kapal diatas geladak yang digunakan untuk operasi tarik biasa di haluan, sisi dan buritan dan pendukung struktur lambung harus ditentukan berdasarkan 1.1.1 dan 1.1.2.

Bila kapal dilengkapi dengan perlengkapan kapal diatas geladak yang dimaksudkan untuk digunakan untuk layanan tarik lainnya, kekuatan alat kelengkapan ini dan pendukung struktur lambung harus memenuhi persyaratan pada sub-bagian ini.

Untuk perlengkapan kapal di atas geladak yang dimaksudkan untuk digunakan baik untuk tarik maupun tambat, F. berlaku untuk penambatan.

(IACS UR A2.1.1)

Perhitungan kekuatan harus didasarkan pada tebal bersih

$$t_{\text{net}} = t - t_k$$

t_k = penambahan korosi, lihat F.3

(IACS UR A2.0)

1.1.1 Pertimbangan beban

Beban desain minimum yang diterapkan pada struktur lambung pendukung untuk perlengkapan kapal diatas geladak adalah:

- 1) Untuk operasi tarik normal 1,25 kali beban tarik maksimum yang dimaksudkan (mis. tarik bolder statis) seperti yang ditunjukkan pada rencana pengaturan tarik dan tambat.
- 2) Untuk layanan tarik lainnya, desain beban putus minimum kapal menurut Tabel 18.2. (lihat Catatan),
- 3) Untuk perlengkapan kapal diatas geladak yang dimaksudkan untuk digunakan, baik untuk operasi normal maupun operasi tarik lainnya, beban desain yang lebih besar menurut 1) dan 2).

Catatan:

1. *Luas proyeksi sisi termasuk muatan geladak seperti yang diberikan oleh pada kondisi kapasitas nominal kapal harus diperhitungkan untuk pemilihan tali tarik dan beban yang diterapkan pada perlengkapan kapal diatas geladak dan pendukung struktur lambung. Kondisi kapasitas nominal didefinisikan dalam A.8.*
2. *Peningkatan desain gaya putus tali untuk tali sintetis menurut F.1.2 tidak perlu diperhitungkan untuk beban yang diterapkan pada perlengkapan kapal diatas geladak dan pendukung struktur lambung.*

Bila beban tarik aman TOW lebih besar dari yang ditentukan menurut 1.2 diminta oleh pemohon, maka beban desain harus ditingkatkan sesuai dengan hubungan TOW/beban desain yang sesuai yang diberikan oleh 1.1.1 dan 1.2.

Desain beban harus diterapkan pada alat perlengkapan kapal diatas geladak ke segala arah yang mungkin terjadi dengan memperhatikan pengaturan yang ditunjukkan pada rencana pengaturan tarik dan tambat. Bila tali tarik berbelok pada perlengkapan kapal diatas geladak, total desain beban yang diterapkan pada

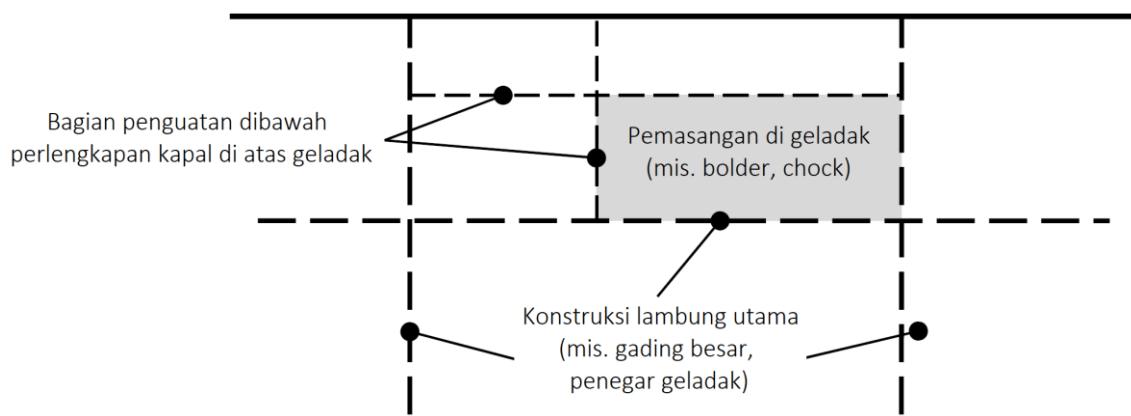
perlengkapan kapal diatas geladak sama dengan resultan desain beban yang bekerja pada tali, lihat [Gambar 18.6](#). Namun, dalam kasus apa pun beban desain yang diterapkan pada perlengkapan kapal diatas geladak harus lebih besar dua kali dari desain beban pada tali.

(IACS UR A2.1.3)

1.1.2 Titik kerja dari gaya tarik

Beban desain yang diterapkan pada struktur lambung pendukung harus sesuai dengan [1.1.1](#).

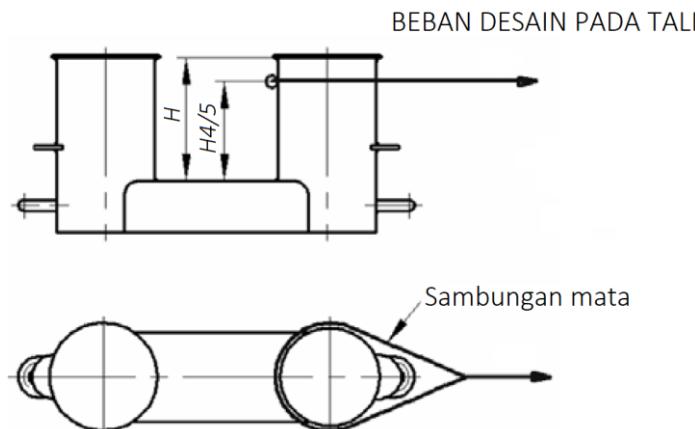
Bagian yang diperkuat di bawah alat perlengkapan kapal diatas geladak harus diatur secara efektif untuk setiap variasi arah (horizontal dan vertikal) dari gaya tarik yang bekerja pada alat perlengkapan kapal diatas geladak, lihat [Gambar 18.6](#) untuk contoh pengaturan. Pelurusan yang tepat untuk perlengkapan kapal diatas geladak dan pendukung struktur lambung harus dipastikan.



Gambar 18.6 Contoh pengaturan penguatan tambahan di bawah perlengkapan kapal diatas geladak

Titik kerja gaya tarik pada perlengkapan kapal diatas geladak harus diambil pada titik pemasangan tali tarik atau pada perubahan arahnya.

Untuk bolder dan tiang tambat, titik pemasangan tali tarik harus diambil tidak kurang dari 4/5 dari tinggi tabung di atas dasar, lihat [Gambar 18.7](#) di bawah.



Gambar 18.7 Titik pengikatan tali tarik

(IACS UR A2.1.5)

1.1.3 Tegangan izin

Tegangan izin dalam kondisi beban desain seperti yang ditentukan dalam [1.1.1](#) adalah sebagai berikut:

- 1) Untuk penilaian kekuatan dengan menggunakan teori balok atau analisa grillage:

$$\text{Tegangan normal} : \sigma_N \leq R_{eH}$$

$$\text{Tegangan geser} : \tau \leq 0,6 \cdot R_{eH}$$

(IACS UR A2.1.5(1))

Untuk menentukan tegangan normal, lihat [F.2.5 1](#).

- 2) Untuk penilaian kekuatan dengan menggunakan analisis elemen hingga:

$$\text{Tegangan Von-mises: } \sigma_V \leq R_{eH}$$

(IACS UR A2.1.5(2))

Untuk menentukan penilaian kekuatan dengan elemen hingga, lihat [F.2.5 2](#).

dimana:

R_{eH} = Titik luluh atas nominal dari material yang digunakan [N/mm^2] sesuai dengan [Bab 2](#), [B.2](#).

1.2 Beban Tarik Aman (TOW)

- 1) Beban tarik aman (TOW) adalah batas beban aman perlengkapan kapal diatas geladak yang digunakan untuk tujuan tarik.
- 2) TOW yang digunakan untuk operasi tarik normal tidak boleh melebihi nilai berikut:

$$TOW \leq 0,8 \frac{F_D}{1,25}$$

F_D = desain beban sesuai dengan [1.1.1.1](#))

- 3) TOW yang digunakan untuk operasi tarik lainnya tidak boleh melebihi 80% desain beban sesuai dengan [1.1.1.2](#))
- 4) Untuk perlengkapan kapal diatas geladak yang digunakan untuk operasi tarik normal dan lainnya, beban tarik aman yang terbesar menurut [2](#)) dan [3](#)) harus digunakan.
- 5) TOW [t], dari setiap perlengkapan kapal diatas geladak harus ditandai (dengan manik las atau yang setara) pada perlengkapan kapal diatas geladak yang digunakan untuk tarik. Untuk perlengkapan kapal diatas geladak yang dimaksudkan untuk digunakan, baik untuk tarik dan tambat, SWL [t], menurut [F.1.2](#) harus ditandai sebagai tambahan untuk TOW.
- 6) Persyaratan di atas pada TOW berlaku untuk penggunaan dengan tidak lebih dari satu tali. Jika tidak dipilih lain, untuk tiang tarik (bolder ganda) TOW adalah batas beban untuk tali tarik yang dipasang dengan sambungan mata.
- 7) Rencana pengaturan tarik dan tambat yang disebutkan dalam [H](#). adalah untuk menentukan metode penggunaan tali tarik.

(IACS UR A2.1.6)

2. Tali tarik

Tali tarik yang diberikan dalam [Tabel 18.2](#) dan dimaksudkan sebagai tali tarik dari kapal yang akan ditarik oleh kapal tunda atau kapal lain. Untuk pemilihan tali tarik dari [Tabel 18.2](#), Angka Perlengkapan Z harus diambil sesuai [B.2](#).

Desainer harus mempertimbangkan verifikasi kecukupan tali tarik berdasarkan penilaian yang dilakukan untuk setiap pengaturan tarik.

(IACS UR A2.2)

3. Perlengkapan kapal diatas geladak dan Pendukung stuktur lambung untuk penarikan pengawalan

Untuk perlengkapan kapal diatas geladak yang dimaksudkan untuk digunakan untuk penarik pengawalan seperti yang dipersyaratkan, mis. untuk kapal tangki bermuatan di beberapa daerah di Amerika Serikat, ketentuan dalam [1](#) sebagaimana diberikan untuk pelayaran tarik lainnya harus diterapkan secara sama.

H. Pengaturan tambat dan tarik

1. Rencana pengaturan tambat dan tarik

SWL dan TOW untuk penggunaan yang dimaksudkan untuk setiap perlengkapan kapal diatas geladak harus dicatat dalam rencana pengaturan tarik dan tambat yang tersedia di kapal untuk pedoman Nakhoda. Perlu diperhatikan bahwa TOW adalah batas beban untuk tujuan tarik dan SWL untuk tujuan tambat. Jika tidak dipilih lain, untuk tiang tarik perlu dicatat bahwa TOW adalah batas beban untuk tali tarik yang dipasang dengan sambungan mata.

Informasi yang diberikan pada Rencana pengaturan adalah untuk memasukkan pengaturan sehubungan dengan setiap perlengkapan kapal di atas geladak:

- 1) lokasi kapal
- 2) tipe perlengkapan kapal
- 3) SWL/TOW
- 4) tujuan (penambatan/penarikan dipelabuhan/penarikan lainnya)
- 5) cara penerapan beban tali tarik atau tambat termasuk batasan sudut fleet, yaitu perubahan sudut pada arah tali perlengkapan kapal diatas kapal.

Item 3) berkaitan dengan item 4) dan 5), harus disetujui oleh BKI.

Selanjutnya, informasi yang diberikan pada rencana pengaturan tersebut mencakup:

- 1) pengaturan tali tambat yang menunjukkan jumlah tali (N);
- 2) desain beban putus minimum kapal (MBL_{SD});
- 3) kondisi lingkungan yang dapat diterima sebagaimana diberikan dalam [F.4.2.1](#) untuk desain beban putus minimum kapal yang direkomendasikan dari tali tambat untuk kapal dengan Angka Perlengkapan Z > 2000 adalah:
 - Kecepatan angin rata-rata 30 detik dari segala arah (v_w atau v_w^* sesuai [F.4.2.1](#))
 - Kecepatan arus maksimum yang bekerja pada haluan atau buritan ($\pm 10^\circ$)

Informasi seperti yang diberikan di atas harus dimasukkan ke dalam pilot card untuk memberikan informasi yang tepat kepada mualim tentang operasi pelabuhan dan tarik lainnya.

(IACS UR A2.3)

2. Derek tambat

2.1 Setiap derek harus dilengkapi dengan rem yang kapasitas penahannya cukup untuk mencegah lepasnya tali tambat ketika tegangan tali sama dengan 80% dari desain beban putus minimum kapal seperti yang dipasang pada lapisan pertama.

Derek harus dilengkapi dengan rem yang memungkinkan pengaturan rem perubahan beban yang andal.

(IACS Rec. 2.4.1)

2.2 Untuk derek listrik, gaya tarik kerek maksimum yang dapat diterapkan pada tali tambat (lapisan pertama yang digulung) tidak boleh kurang dari 2/9 kali, atau lebih dari 1/3 kali desain beban putus minimum kapal pada tali. Untuk derek otomatis, angka ini berlaku bila derek diatur ke daya maksimum dengan kontrol otomatis.

(IACS Rek. 2.4.2)

2.3 Untuk derek listrik dengan kontrol otomatis, perubahan gaya tarik yang dapat diberikan derek pada tali tambat (lapisan pertama yang digulung) tidak boleh melebihi 1,5 kali, atau kurang dari 1,05 kali gaya tarik kerek untuk pengaturan daya tertentu dari derek. Derek harus ditandai dengan kisaran kekuatan tali yang dirancang untuknya.

(IACS Rek. 2.4.3)

3. Pengaturan tambat dan tarik

3.1 Pengaturan tambat

Tali tambat pada pelayanan yang sama (misalnya tali breast, lihat Catatan pada [F.4.2](#)) harus memiliki karakteristik yang sama dalam hal kekuatan dan elastisitas.

Sedapat mungkin, jumlah derek tambat yang cukup harus dipasang untuk memungkinkan semua tali tambat ditambatkan pada derek. Hal ini memungkinkan distribusi beban yang efisien ke semua jalur tambat dalam layanan yang sama dan agar jalur tambat melepaskan beban sebelum putus. Jika pengaturan penambatan dirancang sedemikian rupa sehingga tali tambat sebagian akan ditambatkan pada tiang tambat atau bolder, hal tersebut harus dipertimbangkan bahwa tali ini mungkin tidak efektif seperti tali tambat yang ditambatkan pada derek.

Tali tambat harus memiliki pengarah sepraktis mungkin dari drum tambat ke pengarah tali.

Pada titik perubahan arah, jari-jari permukaan kontak tali yang cukup besar pada perlengkapan kapal di atas geladak harus disediakan untuk meminimalkan kerusakan yang dialami oleh tali tambat dan seperti yang direkomendasikan oleh pabrik tali untuk jenis tali yang akan digunakan.

(IACS Rek. 2.5.1)

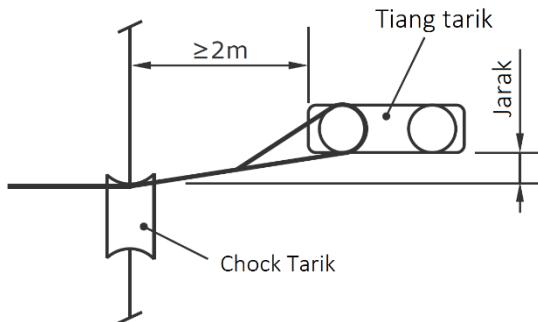
3.2 Pengaturan tarik

Tali tarik harus diarahkan melalui chock tertutup. Penggunaan pengarah tali terbuka dengan penggulung atau penggulung pengarah tali tertutup harus dihindari.

Untuk tujuan tarik, disarankan untuk menyediakan setidaknya satu chock yang dekat dengan garis tengah kapal ke depan dan ke belakang. Juga bermanfaat untuk memberikan chock tambahan pada sisi kiri dan kanan di transom dan haluan.

Tali tarik harus mengarah lurus dari tarik atau bolder ke chock.

Untuk tujuan tarik, tiang tarik atau bolder yang melayani chock harus ditempatkan sedikit offset dan pada jarak minimal 2 m dari chock, lihat [Gambar 18.8](#):



Gambar 18.8 Tipikal pengaturan tarik

Drum warping sebaiknya ditempatkan tidak lebih dari 20 m dari chock, diukur di sepanjang jalur tali.

Perhatian harus diberikan pada pengaturan peralatan untuk operasi tarik dan tambat untuk mencegah interferensi dari tali tambat dan tarik sejauh dapat dilakukan. Hal tersebut bermanfaat untuk menyediakan pengaturan tarik khusus yang terpisah dari peralatan tambat.

Referensi untuk pengaturan tarik darurat pada kapal tangki harus mengacu pada SOLAS Chapter II-1, Regulation 3-4. Untuk semua kapal selain kapal tangki, direkomendasikan untuk menyediakan pengaturan tarik di haluan dan buritan dengan kekuatan yang cukup untuk layanan 'tarik lainnya' seperti yang didefinisikan dalam [A.8](#).

(IACS Rek. 2.5.2)

J. Pendukung struktur lambung mesin jangkar dan penahan rantai jangkar

1. Umum

Pendukung struktur lambung mesin jangkar dan penahan rantai jangkar harus cukup untuk mengakomodasi desain dan beban di laut.

(IACS UR A1.7)

1.1 Desain beban

Desain beban harus diambil tidak kurang dari:

- untuk penahan rantai jangkar, 80% dari beban putus kabel rantai jangkar,
- untuk mesin jangkar, di mana tidak ada penahan rantai jangkar yang dipasang atau penahan rantai jangkar dipasang ke mesin jangkar, 80% dari beban putus kabel rantai jangkar,
- untuk mesin jangkar, di mana penahan rantai jangkar dipasang tetapi tidak dipasang ke mesin jangkar, 45% dari beban putus kabel rantai jangkar.

Desain beban harus diterapkan ke arah kabel rantai jangkar.

(IACS UR A1.7.1)

1.2 Beban laut

Beban laut harus diambil sesuai [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.14, D.4.3](#).

(IACS UR A1.7.2)

1.3 Tegangan izin

Tegangan yang bekerja pada struktur lambung pendukung dari mesin jangkar dan penahan rantai jangkar, berdasarkan tebal bersih yang diperoleh dengan mengurangi penambahan korosi, t_K , yang diberikan dalam [1.4](#), tidak boleh lebih besar dari nilai yang diizinkan berikut ini:

- 1) Untuk penilaian kekuatan dengan menggunakan teori balok atau analisis grillage:

- Tegangan normal : $1,0 \cdot R_{eH}$
- Tegangan geser : $0,6 \cdot R_{eH}$

Tegangan normal adalah jumlah tegangan lentur dan tegangan aksial. Tegangan geser yang dipertimbangkan sesuai dengan tegangan geser yang bekerja tegak lurus terhadap tegangan normal. Tidak ada faktor konsentrasi tegangan yang harus diperhitungkan.

- 2) Untuk penilaian kekuatan melalui analisis elemen hingga:

- Tegangan Von Mises : $1,0 \cdot R_{eH}$

Untuk penilaian kekuatan melalui analisa elemen hingga mesh harus cukup halus untuk mewakili geometri serealistik mungkin. Rasio panjang elemen tidak boleh melebihi 3. Penumpu harus dimodelkan menggunakan elemen shell atau tegangan bidang. Flensa penumpu simetris dapat dimodelkan dengan elemen balok atau rangka batang. Tinggi elemen dari jaring penumpu tidak boleh melebihi sepertiga dari tinggi bilah. Didarerah bukaan kecil di bilah penumpu, tebal bilah harus dikurangi menjadi ketebalan rata-rata di atas tinggi bilah sebagai persyaratan peraturan BKI. Bukaan besar harus dimodelkan. Penegar dapat dimodelkan dengan menggunakan shell, tegangan bidang, atau elemen balok. Ukuran mesh penegar harus cukup halus untuk mendapatkan tegangan bending yang tepat. Jika flat bar dimodelkan menggunakan elemen tegangan shell atau tegangan bidang, dumy elemen batang harus dimodelkan pada tepi bebas flat bar dan dumy tegangan elemen harus dievaluasi. Tegangan harus dibaca dari pusat tiap elemen. Untuk elemen shell, tegangan harus dievaluasi pada bidang tengah elemen.

R_{eH} adalah titik luluh atas nominal dari material yang digunakan

(IACS UR A1.7.3)

1.4 Penambahan Korosi

Penambahan korosi total, t_K , tidak boleh kurang dari nilai berikut:

- Untuk pendukung struktur lambung, menurut [Bab 3, K](#)
- Untuk Kapal yang tunduk pada IACS CSR Bulk Carriers dan Oil Tanker, menurut [Rules for Bulk Carriers and Oil Tanker \(Pt.1, Vol.XVII\)](#)

(IACS UR A1.7.4)

Tabel 18.2 Jangkar, Kabel Rantai dan Tali-temali

No untuk Registrasi:	Angka Perlengkapan Z	Jangkar Tanpa Tongkat		Kabel rantai bersekang						Rekomendasi tali							
		Jumlah ¹⁾	Jangkar haluan	Jangkat arus	Jangkar haluan			Kawat arus atau rantai untuk jangkar arus			Tali Tarik		Tali tambat				
					Panjang total		Diameter				Panjang	Beban putus ²⁾	Panjang	Desain Beban Putus Minimum Kapal ²⁾			
					d ₁	d ₂	d ₃										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
101	up to 50	2	120	40	165	12,5	12,5	12,5	80	64,7	180	98	3	80	35		
102	50 – 70	2	180	60	220	14	12,5	12,5	80	64,7	180	98	3	80	37		
103	70 – 90	2	240	80	220	16	14	14	85	73,5	180	98	3	100	40		
104	90 – 110	2	300	100	247,5	17,5	16	16	85	80	180	98	3	110	42		
105	110 – 130	2	360	120	247,5	19	17,5	17,5	90	89,2	180	98	3	110	48		
106	130 – 150	2	420	140	275	20,5	17,5	17,5	90	98,1	180	98	3	120	53		
107	150 – 175	2	480	165	275	22	19	19	90	107,9	180	98	3	120	59		
108	175 – 205	2	570	190	302,5	24	20,5	20,5	90	117,7	180	112	3	120	64		
109	205 – 240	2	660		302,5	26	22	20,5			180	129	4	120	69		
110	240 – 280	2	780		330	28	24	22			180	150	4	120	75		
111	280 – 320	2	900		357,5	30	26	24			180	174	4	140	80		
112	320 – 360	2	1020		357,5	32	28	24			180	207	4	140	85		
113	360 – 400	2	1140		385	34	30	26			180	224	4	140	96		
114	400 – 450	2	1290		385	36	32	28			180	250	4	140	107		
115	450 – 500	2	1440		412,5	38	34	30			180	277	4	140	117		
116	500 – 550	2	1590		412,5	40	34	30			190	306	4	160	134		
117	550 – 600	2	1740		440	42	36	32			190	338	4	160	143		
118	600 – 660	2	1920		440	44	38	34			190	370	4	160	160		
119	660 – 720	2	2100		440	46	40	36			190	406	4	160	171		
120	720 – 780	2	2280		467,5	48	42	36			190	441	4	170	187		
121	780 – 840	2	2460		467,5	50	44	38			190	479	4	170	202		
122	840 – 910	2	2640		467,5	52	46	40			190	518	4	170	218		
123	910 – 980	2	2850		495	54	48	42			190	559	4	170	235		
124	980 – 1060	2	3060		495	56	50	44			200	603	4	180	250		
125	1060 – 1140	2	3300		495	58	50	46			200	647	4	180	272		
126	1140 – 1220	2	3540		522,5	60	52	46			200	691	4	180	293		
127	1220 – 1300	2	3780		522,5	62	54	48			200	738	4	180	309		
128	1300 – 1390	2	4050		522,5	64	56	50			200	786	4	180	336		
129	1390 – 1480	2	4320		550	66	58	50			200	836	4	180	352		
130	1480 – 1570	2	4590		550	68	60	52			220	888	5	190	352		
131	1570 – 1670	2	4890		550	70	62	54			220	941	5	190	362		
132	1670 – 1790	2	5250		577,5	73	64	56			220	1024	5	190	384		
133	1790 – 1930	2	5610		577,5	76	66	58			220	1109	5	190	411		
134	1930 – 2080	2	6000		577,5	78	68	60			220	1168	5 ⁴⁾	190 ⁴⁾	437 ⁴⁾		
135	2080 – 2230	2	6450		605	81	70	62			240	1259					
136	2230 – 2380	2	6900		605	84	73	64			240	1356					
137	2380 – 2530	2	7350		605	87	76	66			240	1453					
138	2530 – 2700	2	7800		632,5	90	78	68			260	1471					

Tabel 18.2 Jangkar, Kabel Rantai dan Tali-temali (*lanjutan*)

No untuk Registrasi.	Angka Perlengkapan Z	Jangkar Tanpa Tongkat			Kabel rantai bersekang						Rekomendasi tali				
		Jumlah ¹⁾	Massa setiap jangkar	Panjang haluan	Jangkar haluan			Kawat arus atau rantai untuk jangkar arus		Tali Tarik		Tali tambat			
					Diameter			Panjang	Beban putus ²⁾	Panjang	Desain Beban Putus Minimum Kapal ²⁾	Jumlah	Panjang ³⁾	Desain Beban Putus Minimum Kapal ²⁾	
					d ₁	d ₂	d ₃								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
139	2700 – 2870	2	8300	632,5	92	81	70			260	1471				
140	2870 – 3040	2	8700	632,5	95	84	73			260	1471				
141	3040 – 3210	2	9300	660	97	84	76			280	1471				
142	3210 – 3400	2	9900	660	100	87	78			280	1471				
143	3400 – 3600	2	10500	660	102	90	78			280	1471				
144	3600 – 3800	2	11100	687,5	105	92	81			300	1471				
145	3800 – 4000	2	11700	687,5	107	95	84			300	1471				
146	4000 – 4200	2	12300	687,5	111	97	87			300	1471				
147	4200 – 4400	2	12900	715	114	100	87			300	1471				
148	4400 – 4600	2	13500	715	117	102	90			300	1471				
149	4600 – 4800	2	14100	715	120	105	92			300	1471				
150	4800 – 5000	2	14700	742,5	122	107	95			300	1471				
151	5000 – 5200	2	15400	742,5	124	111	97			300	1471				
152	5200 – 5500	2	16100	742,5	127	111	97			300	1471				
153	5500 – 5800	2	16900	742,5	130	114	100			300	1471				
154	5800 – 6100	2	17800	742,5	132	117	102			300	1471				
155	6100 – 6500	2	18800	742,5		120	107			300	1471				
156	6500 – 6900	2	20000	770		124	111			300	1471				
157	6900 – 7400	2	21500	770		127	114			300	1471				
158	7400 – 7900	2	23000	770		132	117			300	1471				
159	7900 – 8400	2	24500	770		137	122			300	1471				
160	8400 – 8900	2	26000	770		142	127			300	1471				
161	8900 – 9400	2	27500	770		147	132			300	1471				
162	9400 – 10000	2	29000	770		152	132			300	1471				
163	10000 – 10700	2	31000	770			137			300	1471				
164	10700 – 11500	2	33000	770			142			300	1471				
165	11500 – 12400	2	35500	770			147			300	1471				
166	12400 – 13400	2	38500	770			152			300	1471				
167	13400 – 14600	2	42000	770			157			300	1471				
168	14600 – 16000	2	46000	770			162			300	1471				

d₁ = diameter rantai klas mutu K1 (kualitas biasa), lihat juga D

¹⁾ lihat C.1

d₂ = diameter rantai klas mutu K2 (kualitas khusus), lihat juga D

²⁾ lihat F.4.2.1

d₃ = diameter rantai klas mutu K3 (kualitas extra khusus), lihat juga D

³⁾ lihat F.4.2.3

⁴⁾ Nilai ini hanya digunakan untuk Z ≤ 2000, untuk Z > 2000, lihat F.4.2

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 19 Sambungan Las

A.	Umum.....	19–1
B.	Desain	19–2
C.	Analisa Tegangan.....	19–17

Pengantar

Isi Bab ini pada umumnya sama dengan *Rules for Welding (Pt.1, Vol.VI) Sec.12, G*. Dikarenakan kemungkinan waktu penerbitan referensi tersebut (*Sec.12, G*) dan bab ini berbeda, maka beberapa perbedaan sementara mungkin terjadi dan oleh karena itu, peraturan yang terbit terakhir harus digunakan sebagai pedoman.

A. Umum

1. Informasi yang terdapat dalam dokumen manufaktir

1.1 Bentuk dan ukuran las dan, bila bukti dengan perhitungan diberikan, persyaratan yang berlaku untuk sambungan las (tingkat mutu las, kategori detail) harus disebutkan dalam gambar dan dokumen manufaktur lainnya (daftar komponen, jadwal pengelasan dan inspeksi). Dalam hal khusus, misalnya bila melibatkan material khusus, maka dokumen harus menyebutkan juga metode pengelasan, kawat las yang digunakan, masukan panas dan kontrolnya, bentuk pengelasan dan perlakuan pasca pengelasan yang dapat disyaratkan.

1.2 Jika simbol dan tanda menyimpang dari simbol dan definisi yang terdapat dalam standar yang relevan (misalnya standar DIN), simbol dan tanda tersebut yang digunakan untuk mengidentifikasi sambungan las harus dijelaskan. Bila persiapan las (bersama dengan metode pengelasan yang disetujui) memenuhi baik dengan praktek pembangunan kapal yang normal dan Peraturan ini serta standar yang diakui, bila ada, maka tidak diperlukan penjelasan khusus.

2. Material, mampu las

2.1 Hanya material induk yang telah terbukti mampu lasnya (lihat [Bab 2](#)) yang boleh digunakan untuk struktur las. Setiap persyaratan persetujuan baja atau uji kualifikasi prosedur dan rekomendasi pembuat baja harus diperhatikan.

2.2 Untuk tingkat mutu baja struktur lambung kekuatan normal A, B, D dan E yang telah diuji oleh BKI, mampu lasnya dianggap telah terbukti. Kecocokan material induk ini untuk proses pengelasan dengan tingkat efisiensi tinggi dan masukan panas tinggi harus dibuktikan.

2.3 Tingkat mutu baja struktur lambung kekuatan lebih tinggi AH/DH/EH/FH yang telah disetujui oleh BKI sesuai dengan persyaratan yang relevan dari *Rules for Welding (Pt.1, Vol.VI)*, kemampuan lasnya telah diperiksa dan, asalkan penanganannya sesuai dengan praktek pembangunan kapal yang normal, dapat dianggap telah terbukti. Kecocokan material induk ini untuk proses pengelasan dengan tingkat efisiensi tinggi dan masukan panas tinggi harus dibuktikan.

2.4 Baja struktur kekuatan lebih tinggi butiran halus (diquence dan ditemper), baja suhu rendah, baja tahan karat dan baja struktur paduan lainnya memerlukan persetujuan khusus dari BKI. Bukti mampu las dari baja tersebut harus diserahan bersama dengan prosedur las dan kawat las.

2.5 Baja tuang dan komponen tempa memerlukan pengujian oleh BKI. Untuk baja tuang yang digunakan di pengelasan struktur kapal, nilai maksimum komposisi kimia yang diizinkan sesuai *Rules for Welding (Pt.1, Vol.VI) Sec.7, B.4* dan *Table 7.1* harus ditaati.

2.6 Paduan aluminium memerlukan pengujian oleh BKI. Bukti mampu lasnya harus diserahkan bersama dengan prosedur las dan bahan habis pengelasan.

2.7 Bahan habis pengelasan yang digunakan harus cocok untuk logam induk yang akan dilas dan harus disetujui oleh BKI.

3. Pembuatan dan pengujian

3.1 Pembuatan komponen struktur las hanya dapat dilakukan di bengkel atau pabrik yang telah disetujui. Persyaratan yang harus diperhatikan berkaitan dengan fabrikasi sambungan las terdapat dalam [Rules for Welding \(Pt.1, Vol.VI\)](#).

3.2 Tingkat mutu las dari sambungan las yang tidak dilengkapi dengan bukti perhitungan (lihat [1.1](#)) tergantung pada seberapa penting sambungan las tersebut terhadap keseluruhan struktur dan lokasi sambungan las dalam bagian struktur (lokasi terhadap arah tegangan utama) dan pada tegangannya. Untuk detail mengenai tipe, ruang lingkup dan cara pengujian, lihat [Rules for Welding \(Pt.1, Vol.VI\) Sec.12, I](#). Bila bukti kekuatan lelah disyaratkan, sebagai tambahan persyaratan [Bab 20](#) berlaku.

B. Desain

1. Prinsip desain umum

1.1 Pada tahap desain, sambungan las harus direncanakan sedemikian rupa sehingga dapat dijangkau pada saat fabrikasi, diletakkan pada posisi yang sebaik mungkin untuk pengelasan dan memungkinkan untuk melakukan urutan pengelasan dengan semestinya.

1.2 Sambungan las dan urutan pengelasannya harus direncanakan sedemikian rupa sehingga tegangan las sisa dapat dijaga tetap minimum agar tidak terjadi deformasi yang berlebihan. Ukuran sambungan las tidak boleh berlebihan, lihat juga [3.3](#).

1.3 Ketika merencanakan sambungan las, pertama harus ditetapkan bahwa tipe dan mutu las yang dipertimbangkan, seperti las dengan penetrasi akar penuh dalam hal sambungan las HV atau DHV (K), sesungguhnya dapat dikerjakan secara sempurna pada kondisi yang ditetapkan oleh batasan proses pembuatan yang dipakai. Jika hal tersebut tidak dapat dilaksanakan, maka harus dipilih tipe sambungan las yang lebih sederhana dan kemampuan menahan beban yang kemungkinan lebih rendah harus diperhitungkan ketika menentukan ukuran komponen.

1.4 Sambungan las dengan tegangan tinggi, maka umumnya dikenakan pemeriksaan yang mengharuskan dirancang sedemikian rupa sehingga metode pengujian yang paling sesuai untuk menguji kesalahan dapat digunakan (radiografi, ultrasonik, metode uji retak permukaan) agar pemeriksaan yang terpercaya dapat dilakukan.

1.5 Karakteristik khusus yang khas pada material, seperti nilai kekuatan material canai yang rendah pada arah ketebalan (lihat [2.5.1](#)) atau pelunakan paduan aluminium hasil penggerjaan dingin akibat pengelasan, adalah faktor-faktor yang harus diperhitungkan ketika mendesain sambungan las. Pelat pelapis dimana efisiensi ikatan antara material induk dan material pelapis telah dibuktikan, pada umumnya, dapat diperlakukan sebagai pelat padat (sampai dengan tebal pelat medium dimana utamanya digunakan sambungan las fillet).

1.6 Dalam hal dimana jenis material yang berbeda dipasangkan dan dioperasikan dalam air laut atau media elektrolit lainnya, sebagai contoh sambungan las antara baja karbon tanpa paduan dengan baja tahan karat pada pelapis tahan aus pada tabung kemudi atau pada pelapis poros kemudi, perbedaan potensial yang dihasilkan akan meningkatkan kecenderungan korosi dan oleh karena itu harus diberikan perhatian khusus. Bila mungkin, las tersebut harus ditempatkan pada lokasi yang kurang beresiko terhadap

korosi (seperti diluar tangki) atau tindakan-tindakan perlindungan khusus harus diambil (seperti penggunaan lapisan pelindung atau proteksi katodik).

2. Detail desain

2.1 Aliran tegangan, transisi

2.1.1 Semua sambungan las pada bagian penumpu utama harus didesain guna memberikan profil tegangan yang sehalus mungkin tanpa takik eksternal atau internal yang besar, tanpa diskontinuitas padakekakuan dan tanpa halangan pada regangan, lihat [Bab 3, H](#).

2.1.2 Hal ini berlaku sama pada pengelasan komponen subordinat ke bagian penumpu utama yang tepi pelat bebas atau flensnya harus, sedapat mungkin, bebas dari pengaruh takik yang disebabkan oleh sambungan las. Mengenai pengelasan yang tidak dapat diizinkan pada tepi atas pelat lajur atas, lihat [Bab 6, C.3.4](#). Hal ini berlaku sama untuk pengelasan pada tepi atas ambang sisi lubang palka menerus.

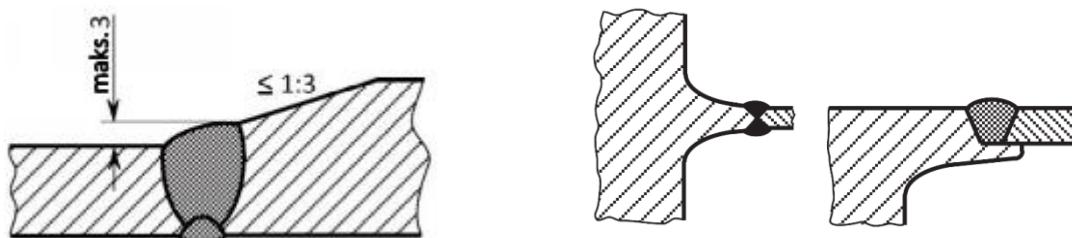
2.1.3 Sambungan tumpul pada struktur menerus yang panjang atau luas, seperti lunas bilga, dapra, rel crane, ambang slop, dll. yang melekat pada bagian struktur utama harus dilas pada keseluruhan penampangnya.

2.1.4 Jika mungkin, sambungan (khususnya sambungan ditempat) pada penumpu dan profil tidak boleh diletakkan pada daerah dengan tegangan bending yang tinggi. Sambungan pada tekukan flens harus dihindari.

2.1.5 Peralihan antara komponen yang berbeda ukuran harus halus dan bertahap. Bila tinggi bilah penumpu atau profil berbeda, maka flens atau gelembung harus ditiruskan dan pelat bilah dipotong dan diperpanjang atau ditekan bersama-sama untuk menyamakan tinggi profil. Panjang daerah transisi minimal harus dua kali perbedaan tinggi.

2.1.6 Bila tebal pelat berbeda pada daerah sambungan yang tegak lurus pada arah tegangan utama, maka perbedaan tebal lebih besar dari 3,0 mm harus diakomodasi dengan meniruskannya tepi pelat yang lebih tebal dengan cara seperti ditunjukkan dalam [Gambar 19.1](#) dengan perbandingan minimal 1 : 3 atau menurut kategori takik. Perbedaan tebal 3 mm atau kurang dapat diakomodir dalam pengelasan.

2.1.7 Untuk pengelasan pada pelat atau elemen lain yang berdinding relatif tipis, maka baja tuang atau baja tempa harus ditirus dengan tepat atau dilengkapi dengan pengelasan flens menyatu yang dicor atau ditempa sesuai dengan [Gambar 19.2](#).



Gambar 19.1 Pengelasan dengan perbedaan ketebalan

Gambar 19.2 Pengelasan flens pada baja tuang atau tempa

2.1.8 Untuk sambungan penyangga poros baling-baling ke bos baling-baling dan pelat kulit, lihat [4.3](#) dan [Bab 13, D.2.](#); untuk sambungan flens kopling horizontal ke badan kemudi, lihat [4.4](#). Untuk persyaratan leher tongkat kemudi yang dipertebal maka disyaratkan dengan las build-up dan untuk sambungan flens kopling, lihat [2.7](#) dan [Bab 14, D.2.4](#). Sambungan antara tongkat kemudi dan flens kopling harus disambung

dengan pengelasan penetrasi penuh.

2.2 Pengelompokan las setempat, jarak minimum

2.2.1 Pengelompokan las setempat dan jarak antar las yang berdekatan harus dihindari. Las tumpul yang berdekatan harus dipisahkan satu sama lain dengan jarak yang ditentukan oleh formula berikut:

$$50 + 4 \cdot t \quad [\text{mm}] \quad \text{antar las tumpul yang berdekatan}$$

$$30 + 2 \cdot t \quad [\text{mm}] \quad \text{antar las fillet yang berdekatan dan antar las fillet dan tumpul yang berdekatan}$$

t = tebal pelat [mm]

Lebar pelat pengganti atau pelat sisipan (potongan), bagaimanapun, minimum 300 mm atau 10 kali tebal pelat, mana yang lebih besar.

2.2.2 Pelat penguat, pengelasan flens, dudukan dan komponen serupa yang dilas-soket ke pelat harus berukuran minimum sebagai berikut:

$$D_{\min} = 170 + 3(t - 10) \geq 170 \quad \text{mm}$$

D = diameter bulatan atau panjang sisi las bersudut [mm]

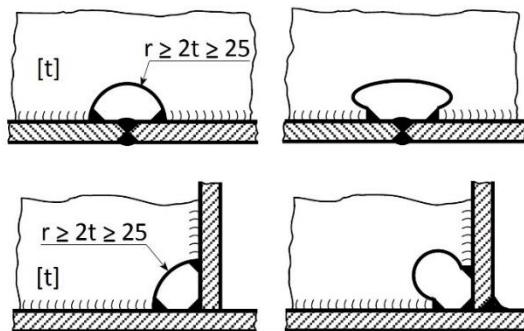
t = tebal pelat [mm]

Jari-jari sudut dari las soket bersudut harus $5 \cdot t$ [mm] tetapi setidaknya 50 mm. Sebagai alternatif "sambungan memanjang" harus diteruskan melewati "sambungan melintang". Las soket harus dilas penuh ke pelat sekelilingnya.

Mengenai peningkatan tegangan akibat perbedaan tebal pelat lihat juga [Bab 20, B.1.3](#).

2.3 Potongan lubang pengelasan

2.3.1 Potongan lubang pengelasan untuk penggeraan (kemudian) dari las tumpul atau las fillet setelah penempatan konstruksi melintang harus dibuat bulat (jari-jari minimum 25 mm atau 2 kali tebal pelat, yang mana lebih besar) dan harus dibentuk untuk memberikan transisi yang halus pada permukaan yang disambung seperti ditunjukkan dalam [Gambar 19.3](#) (terutama diperlukan bila beban sebagian besar bersifat dinamis).



Gambar 19.3 Potongan lubang pengelasan

2.3.2 Bila pengelasan selesai sebelum penempatan komponen struktur melintang, maka lubang pengelasan tidak diperlukan. Setiap penguatan las yang ada harus digerinda sebelum penempatan komponen struktur melintang atau komponen struktur ini diberi lubang pengelasan yang sesuai.

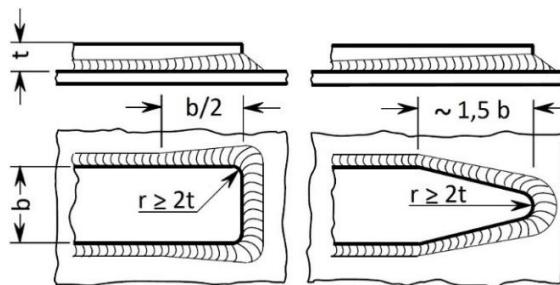
2.4 Penguatan setempat, pelat ganda

2.4.1 Bila pelat (termasuk pelat penumpu dan dinding pipa) mengalami peningkatan tegangan setempat, maka bilamana mungkin, penggunaan pelat yang lebih tebal lebih diutamakan daripada pelat rangkap. Bush bantalan, hub dll. harus selalu dalam bentuk penampang yang lebih tebal yang dilaskan ke pelat lihat [2.2.2](#).

2.4.2 Bila pelat ganda tidak dapat dihindari, tebal pelat ganda tidak boleh lebih dari dua kali tebal pelat. Pelat ganda yang lebarnya lebih besar dari kira-kira 30 kali tebalnya harus dilas slot ke pelat dibawahnya sesuai dengan [3.3.11](#) dengan interval tidak lebih dari 30 kali tebal pelat ganda.

2.4.3 Sepanjang tepi (memanjang) nya, pelat ganda harus dilas fillet secara menerus dengan tebal leher las "a" $0,3 \times$ tebal pelat ganda. Pada ujung pelat ganda, tebal leher "a" pada ujung depan harus ditambahkan sampai $0,5 \times$ tebal pelat ganda tetapi tidak boleh lebih dari tebal pelatnya (lihat [Gambar 19.4](#)).

Transisi las pada ujung permukaan pelat ganda pada pelat dasar harus membentuk sudut 45° atau kurang dengan pelat dasar.



Gambar 19.4 Pengelasan pada bagian ujung pelat ganda

2.4.4 Bila pembuktian kekuatan lelah disyaratkan (lihat [Bab 20](#)), maka konfigurasi ujung pelat ganda harus sesuai dengan kategori detail yang dipilih.

2.4.5 Pelat ganda tidak diizinkan dalam tangki yang memuat cairan yang mudah terbakar, kecuali pelat kolar dan pelat ganda kecil untuk perlengkapan seperti perlengkapan pemanas tangki atau perlengkapan untuk tangga.

2.5 Bagian-bagian konstruksi yang berpotongan, tegangan pada arah ketebalan

2.5.1 Bila, dalam hal bagian-bagian konstruksi berpotongan, pelat atau produk canai lainnya mendapat tegangan pada arah ketebalan dari tegangan penyusutan akibat pengelasan dan/atau beban yang bekerja, maka tindakan yang sesuai harus diambil dalam desain dan fabrikasi struktur untuk mencegah robek lamelar (retak berlapis) akibat ketidakseragaman sifat produk canai.

2.5.2 Tindakan tersebut termasuk penggunaan bentuk las yang sesuai dengan volume las yang minimum dan urutan las yang didesain untuk mengurangi penyusutan melintang. Tindakan lainnya adalah distribusi tegangan ke daerah yang lebih luas dari permukaan pelat dengan menggunakan las build-up atau menyambung bersama-sama beberapa "serat" bagian yang mendapat tegangan pada arah ketebalan seperti dicontohkan pada sambungan pelat lajur sisi geladak/ pelat lajur sisi atas yang ditunjukkan pada [Gambar 19.12](#).

2.5.3 Dalam hal tegangan yang sangat tinggi pada arah ketebalan, misalnya, akibat kumpulan pengaruh dari tegangan penyusutan las tumpul tirus tunggal atau tirus ganda yang besar ditambah beban kerja yang tinggi, maka pelat dengan sifat yang terjamin pada arah tebal (material dengan kemurnian ekstra tinggi dan

jaminan minimum pengurangan luas penampang dari spesimen uji tarik yang diambil dari arah ketebalan)¹ harus digunakan.

2.6 Pengelasan bagian yang dibentuk dengan pengerajan dingin, jari-jari bending

2.6.1 Bila mungkin, pengelasan harus dihindari pada bagian yang dibentuk dengan pengerajan dingin dengan perpanjangan permanen lebih dari 5% dan di area yang berdekatan dengan baja struktur yang memiliki kecenderungan mengalami penuaan regangan (strain ageing).

Perpanjangan ϵ di zona luar yang mengalami tegangan tarik adalah

$$\epsilon = \frac{100}{1 + 2 r/t} [\%]$$

r = radius bending dalam [mm]

t = tebal pelat [mm]

2.6.2 Pengelasan dapat dilakukan pada bagian yang dibentuk dengan pengerajan dingin dan area yang berdekatan dengan baja struktur lambung dan baja struktur yang setara (misalnya baja yang berada dalam kelompok mutu S...J... dan S...K...pada DIN EN 10025) asalkan jari-jari bending minimum tidak kurang dari jari-jari yang ditetapkan dalam [Tabel 19.1](#).

Tabel 19.1 Jari-jari bending dalam minimum r

Tebal pelat t [mm]	jari-jari bending dalam minimum r [mm]
≤ 4	$1,0 \cdot t$
≤ 8	$1,5 \cdot t$
≤ 12	$2,0 \cdot t$
≤ 24	$3,0 \cdot t$
> 24	$5,0 \cdot t$

Catatan:

Kapasitas bending material mungkin memerlukan jari-jari bending yang lebih besar.

2.6.3 Bila berlaku untuk baja lain dan material lain, jika meragukan jari-jari bending minimum yang diperlukan harus ditetapkan melalui pengujian. Uji ketangguhan yang cukup pasca pengelasan dapat ditentukan untuk baja dengan titik luluh atas nominal minimum lebih dari 355 N/mm² dan tebal pelat 30 mm dan lebih yang telah mengalami pengerajan dingin yang menghasilkan perpanjangan permanen 2% atau lebih.

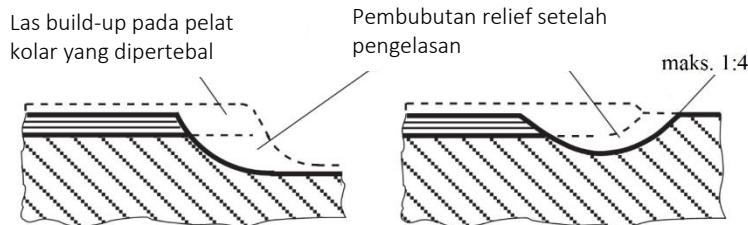
2.7 Las build-up pada tongkat dan pena kemudi

2.7.1 Ketahanan aus dan/atau ketahanan korosi bentuk pengelasan pada permukaan bantalan tongkat kemudi, pena dll. harus diterapkan pada kolar yang dipertebal melebihi minimal 20 mm dari diameter bagian poros yang berdekatan.

2.7.2 Bila berdasar alasan desain kolar yang dipertebal tidak memungkinkan, maka las build-up dapat diterapkan pada poros halus asalkan pembubutan relief sesuai dengan [2.7.3](#) dimungkinkan (dengan meninggalkan diameter sisa yang cukup).

¹ Lihat Rules for Materials (Pt.1, Vol.V) Sec.4.1

2.7.3 Setelah pengelasan, daerah transisi antara bagian poros yang dilas dan yang tidak dilas harus dibubut relief dengan jari-jari yang besar, seperti ditunjukkan dalam [Gambar 19.5](#), untuk menghilangkan material induk yang telah berubah akibat pekerjaan pengelasan yang strukturnya didekat kampuh cekung dan untuk menghasilkan pemisahan fisik dari “takik” geometri dan metalurgi.



Gambar 19.5 Penerapan las build-up pada tongkat kemudi dan pena

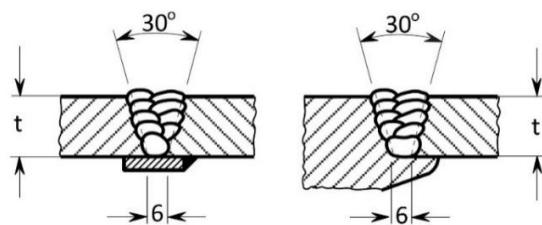
3. Bentuk dan ukuran las

3.1 Sambungan tumpul

3.1.1 Tergantung pada tebal pelat, metode pengelasan dan posisi pengelasan, sambungan tumpul harus berbentuk persegi, V atau V-ganda (misalnya EN 22553/ISO 2533, ISO 9692-1,-2,-3 atau -4). Bila bentuk las yang lain digunakan, bentuk ini harus secara khusus dijelaskan dalam gambar. Bentuk las untuk proses pengelasan khusus seperti pengelasan satu-sisi atau pengelasan elektrogas harus telah diuji dan disetujui dalam konteks uji prosedur las.

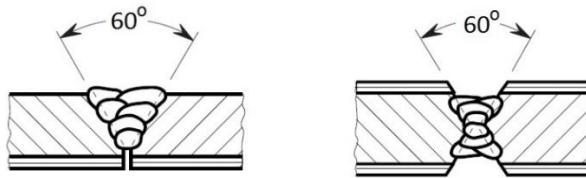
3.1.2 Pada prinsipnya, sisi belakang dari sambungan tumpul harus dibuat alur dan dilas dengan minimal satu lapis jalur penutup. Pengecualian dari aturan ini, seperti dalam las busur-rendam atau proses las yang disebutkan dalam [3.1.1](#), disyaratkan untuk diuji dan disetujui berkaitan dengan uji prosedur las. Tebal las efektif dianggap sama dengan tebal pelat, atau, bila tebal pelat berbeda, tebal pelat yang lebih rendah. Bila uji kekuatan lelah disyaratkan (lihat [Bab 20](#)), kategori detail tergantung pada pengerjaan (mutu) las.

3.1.3 Bila kondisi yang disebutkan diatas tidak dapat dipenuhi, misalnya bila las hanya dapat dijangkau dari satu sisi saja, maka sambungan harus dikerjakan sebagai las dengan ketirusan yang lebih kecil dengan akar terbuka dan penyangga (penahan) kolam las permanen yang melekat atau digerinda atau dicor menyatu, seperti ditunjukkan [Gambar 19.6](#).



Gambar 19.6 Las satu sisi dengan penyangga (penahan) kolam las permanen

3.1.4 Bentuk las yang diilustrasikan pada [Gambar 19.7](#) harus digunakan untuk pelat berlapis/clad. Bentuk las ini harus digunakan dengan cara yang sama untuk menyambung pelat berlapis ke baja struktur lambung (tanpa paduan dan paduan rendah).



Pengelasan material penyangga pada jarak yang cukup (min. 2 mm) dari material berlapis



Membuat alur di sisi pelat berlapis



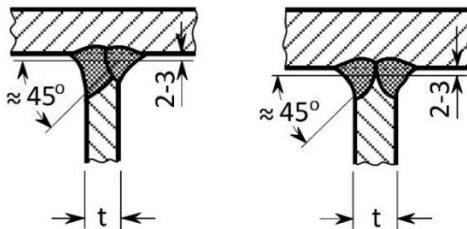
Pengelasan sisi pelat berlapis minimal dua lapis
Jika diperlukan menggunakan elektroda antar lapis khusus

Gambar 19.7 Bentuk las untuk pengelasan pelat berlapis

3.2 Sambungan sudut, T dan T-ganda (silang)

3.2.1 Sambungan sudut, T dan T-ganda (silang) dengan penyatuhan penuh dari pelat tegak harus dibuat sebagai las tirus tunggal atau ganda dengan muka akar yang minimum dan celah udara yang cukup, seperti ditunjukkan pada [Gambar 19.8](#), dan dengan membuat alur pada akar dan lapisan las penutup dari sisi yang berlawanan.

Tebal las efektif diasumsikan sama dengan tebal pelat tegak. Bila pembuktian kekuatan lelah disyaratkan (lihat [Bab 20](#)), kategori detail tergantung pada penggerjaan (mutu) las.

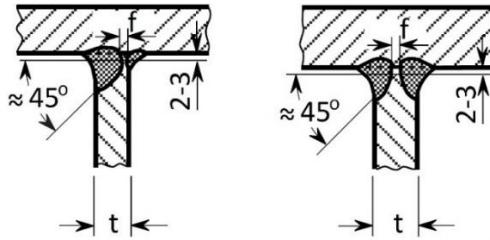


Gambar 19.8 Las tirus tunggal dan ganda dengan penetrasi akar penuh

3.2.2 Sambungan sudut, T dan T ganda (silang) dengan penetrasi akar las tidak penuh yang ditentukan, seperti ditunjukkan pada [Gambar 19.9](#), harus dibuat sebagai las tirus tunggal atau ganda, seperti dijelaskan pada [3.2.1](#), dengan las balik tetapi tanpa membuat alur di akar tersebut.

Tebal las efektif dapat diasumsikan sebagai tebal pelat tegak t dikurangi f , dimana f adalah penembusan akar tidak penuh sebesar $0,2 \cdot t$ dengan maksimum 3,0 mm, yang harus diimbangi dengan las fillet ganda dengan ukuran yang sama pada tiap sisi. Bila pembuktian kekuatan lelah disyaratkan (lihat [Bab 20](#)), maka

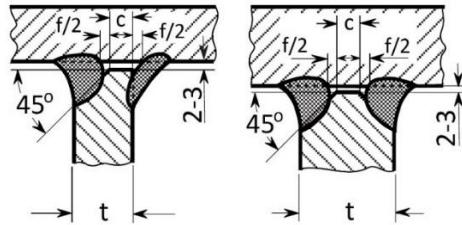
Las ini harus dimasukkan dalam tipe D1.



Gambar 19.9 Las tirus tunggal dan las tirus ganda dengan penetrasi akar tidak penuh yang ditentukan

3.2.3 Sambungan sudut, T dan T-ganda (silang) dengan muka akar tidak dilas c dan penetrasi akar tidak penuh yang ditentukan f harus dibuat sesuai dengan [Gambar 19.10](#).

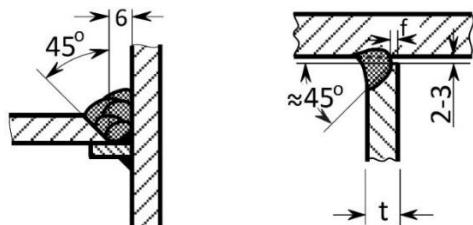
Tebal las efektif diasumsikan sama dengan tebal pelat tegak t dikurangi $(c + f)$, dimana nilai f ditetapkan 0,2 t dengan nilai maksimum 3 mm. Bila pembuktian kekuatan lelah disyaratkan (lihat [Bab 20](#)), maka las ini harus dimasukkan dalam tipe D2 atau D3.



Gambar 19.10 Las tirus tunggal dan las tirus ganda dengan muka akar tidak dilas dan penetrasi akar tidak penuh yang ditentukan

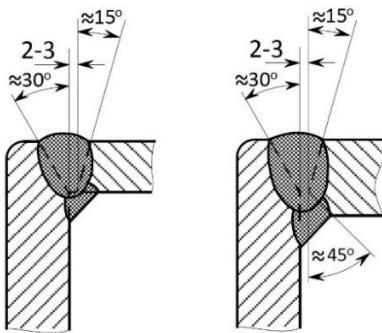
3.2.4 Sambungan sudut, T dan T-ganda (silang) yang hanya dapat dijangkau dari satu sisi saja boleh dibuat sesuai dengan [Gambar 19.11](#) dengan cara yang sama seperti sambungan tumpul pada [3.1.3](#) dengan menggunakan penyangga (penahan) kolam las, atau sebagai las sisi-tunggal, tirus tunggal dengan cara yang sama dengan yang dijelaskan pada [3.2.2](#).

Tebal las efektif ditentukan secara analog dengan [3.1.3](#) atau [3.2.2](#), sesuai dengan kondisinya. Bila mungkin, sambungan tersebut tidak digunakan bila pembuktian kekuatan lelah disyaratkan (lihat [Bab 20](#)).



Gambar 19.11 Sambungan las T sisi-tunggal

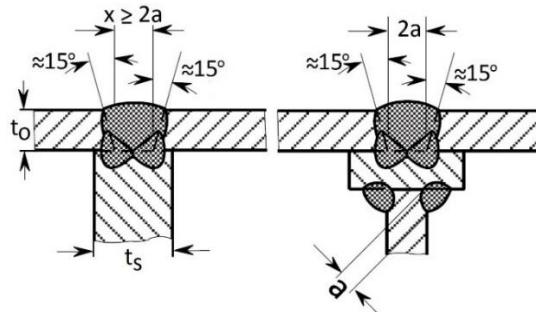
3.2.5 Bila sambungan sudut adalah rata; maka bentuk las harus seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 19.12](#) dengan penirusan minimal 30° dari pelat tegak lurus untuk menghindari bahaya robek lamelar. Prosedur yang sama harus diikuti dalam hal sambungan T (sambungan tiga pelat) dimana pelat tegak harus disoket diantara pelat mendatar.



Gambar 19.12 Sambungan sudut rata

3.2.6 Bila, dalam hal sambungan T, arah dari tegangan utama terletak dibidang horizontal (misalnya pelat) yang ditunjukkan pada [Gambar 19.13](#) dan bila sambungan pelat (bilah) tegak lurus termasuk dalam prioritas yang kedua, maka las yang menyatukan tiga pelat boleh dibuat sesuai dengan [Gambar 19.13](#) (dengan pengecualian untuk sambungan T yang utamanya menerima beban dinamis). Untuk jalur akar dari tiga pelat tersebut penetrasi las yang cukup harus dicapai, penetrasi yang cukup harus diverifikasi melalui uji prosedur pengelasan.

Tebal efektif dari las yang menyatukan pelat horizontal ditentukan sesuai dengan [3.2.2](#). Ukuran "a" yang disyaratkan ditentukan melalui sambungan yang menyatukan pelat-pelat (bilah) vertikal dan harus, bilamana diperlukan, ditentukan sesuai dengan [Tabel 19.4](#) atau melalui perhitungan seperti untuk las fillet.



Gambar 19.13 Pengelasan bersama tiga pelat

[Tabel 19.2](#) menunjukkan nilai referensi untuk desain sambungan tiga pelat pada kemudi, nozel kemudi, dll.

Tabel 19.2 Nilai referensi untuk sambungan tiga pelat

tebal pelat t_o	[mm]	≤ 10	12	14	16	18	≥ 20
Jarak celah las minimum x	[mm]	6	7	8	10	11	12
tebal bilah minimum t_s	[mm]	10	12	14	16	18	20

3.3 Sambungan las fillet

3.3.1 Pada prinsipnya las fillet harus dari tipe las fillet ganda. Pengecualian dari aturan ini (seperti dalam hal penumpu kotak tertutup dan tegangan geser yang sebagian besar sejajar dengan las) harus mendapatkan persetujuan untuk tiap kasus individu. Tebal leher las "a" (tinggi dari segitiga samakaki) ditentukan sesuai dengan [Tabel 19.4](#) atau melalui perhitungan menurut [C](#). Panjang kaki las fillet tidak boleh kurang dari 1,4 kali tebal leher las "a". Untuk las fillet pada pelat ganda, lihat [2.4.3](#); untuk pengelasan jalur sisi geladak ke jalur sisi atas, lihat [Bab 7, A.2.1](#), dan untuk sambungan braket, lihat [C.2.7](#).

3.3.2 Tebal leher las fillet relatif yang ditentukan dalam [Tabel 19.4](#) berhubungan dengan baja struktur

Lambung kekuatan normal dan kekuatan lebih tinggi serta baja struktur yang setara. Tebal leher las fillet relatif secara umum boleh juga diterapkan pada baja struktur kekuatan tinggi dan logam bukan besi asalkan "kuat tarik geser" dari logam las yang digunakan minimal sama dengan kuat tarik dari material induk. Gagal memenuhi ini, maka ukuran "a" harus dinaikkan dan peningkatan yang diperlukan harus ditentukan pada waktu uji prosedur pengelasan (lihat [Rules for Welding \(Pt.1, Vol.VI\) Sec.12, F.](#)). Sebagai alternatif, pembuktian melalui perhitungan yang memperhitungkan sifat dari logam las dapat ditunjukkan.

Catatan:

Dalam hal paduan aluminium kekuatan lebih tinggi (misal AlMg 4,5Mn 0,7), peningkatan tersebut mungkin diperlukan untuk sambungan silang yang menerima tegangan tarik, pengalaman menunjukkan bahwa dalam uji prosedur las kuat tarik-geser dari las fillet (dibuat dengan logam pengisi yang sepadan) sering gagal untuk mencapai kuat tarik dari material induk. Lihat juga [Rules for Welding \(Pt.1, Vol.VI\) Sec.12, F.](#)

3.3.3 Tebal leher las fillet tidak boleh lebih dari 0,7 kali tebal dari bagian yang lebih tipis yang akan disambung (umumnya tebal bilah). Tebal leher minimum dihitung sesuai formula berikut:

$$a_{\min} = \sqrt{\frac{t_1 + t_2}{3}} \quad [\text{mm}] \quad \text{dengan } a_{\min} \geq 3,0 \quad \text{mm}$$

t_1 = tebal pelat yang lebih tipis (misal pelat bilah) [mm]

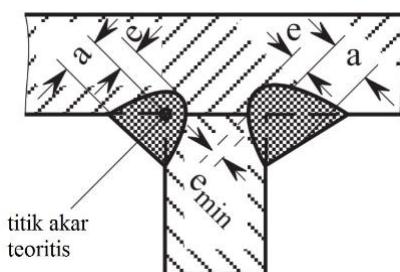
t_2 = tebal pelat yang lebih besar (misal pelat flens) [mm]

3.3.4 Diinginkan agar permukaan las fillet diratakan dengan transisi yang halus ke material induk. Bila pembuktian kekuatan lelah disyaratkan (lihat [Bab 20](#)), penggerindaan las (untuk menghilangkan takik) mungkin diperlukan tergantung pada kategori takik. Las harus menembus minimal sampai ke dekat titik akar teoritis.

3.3.5 Bila proses las mekanis digunakan yang menjamin penetrasi lebih dalam melebihi titik akar teoritis dan bila penetrasi tersebut dipertahankan secara merata dan dapat diandalkan pada kondisi produksi, persetujuan dapat diberikan untuk penetrasi yang lebih dalam ini untuk diizinkan dalam menentukan tebal leher las. Ukuran efektif:

$$a_{\text{deep}} = a + \frac{2 \cdot e_{\min}}{3} \quad [\text{mm}]$$

Ukuran efektif (a_{deep}) tersebut harus dipastikan sesuai dengan [Gambar 19.14](#) dan dengan menggunakan faktor " e_{\min} " yang akan ditetapkan untuk setiap proses las melalui uji prosedur pengelasan. Tebal leher tidak boleh kurang dari tebal leher minimum yang terkait dengan titik akar teoritis.



Gambar 19.14 Las fillet dengan penetrasi yang ditambah

3.3.6 Jika mengelas diatas cat dasar terutama yang dapat menyebabkan porositas, peningkatan ukuran "a" sampai dengan 1 mm dapat ditetapkan tergantung proses pengelasan yang digunakan. Hal ini khususnya berlaku bila digunakan tebal leher las fillet minimum. Ukuran penambahan akan ditetapkan

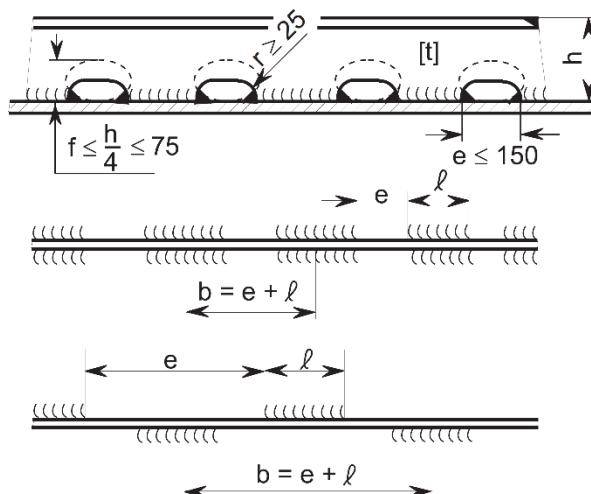
berdasarkan kasus per kasus dengan mempertimbangkan sifat dan besarnya tegangan setelah hasil uji cat dasar sesuai dengan [Rules for Welding \(Pt.1, Vol.VI\) Sec.12, F](#). Hal ini berlaku sama untuk proses pengelasan dimana ketentuan harus dibuat untuk penetrasi akar yang tidak mencukupi.

3.3.7 Las fillet menerus yang diperkuat pada kedua sisi harus digunakan di daerah yang menerima beban dinamis yang sangat tinggi (misalnya untuk menyambungkan penumpu memanjang dan melintang dari pondasi mesin ke pelat hadap dekat baut pondasi, lihat [Bab 8, C.3.2.5](#) dan [Tabel 19.4](#)), kecuali las tirus tunggal atau ganda disyaratkan pada daerah ini. Pada daerah ini ukuran "a" harus sama dengan $0,7 \times$ tebal yang lebih tipis dari bagian yang akan dilas.

3.3.8 Las fillet putus-putus sesuai dengan [Tabel 19.4](#) dapat diletakkan berlawanan antara satu dengan lainnya (las putus-putus rantai, kemungkinannya dengan skalop) atau zig-zag (lihat [Gambar 19.15](#)). Dalam hal profil yang kecil skalop tipe lain dapat disetujui.

Dalam tangki air dan tangki muat, didaerah dasar tangki bahan bakar dan di dasar ruangan dimana air kondensasi atau percikan air mungkin berkumpul dan pada komponen yang berongga (misal daun kemudi) yang terancam korosi, hanya las fillet menerus atau las fillet putus-putus dengan skalop yang boleh digunakan). Hal ini berlaku juga pada daerah konstruksi atau ruangan yang terbuka terhadap kondisi lingkungan yang ekstrim atau yang terbuka terhadap muatan yang korosif.

Tidak boleh ada skalop di daerah dimana pelat menerima tegangan setempat yang tinggi (misal didaerah alas bagian haluan kapal) dan las menerus harus diutamakan bila beban sebagian besar bersifat dinamis.



Gambar 19.15 - Las skalop, las rantai dan las zig zag

3.3.9 Tebal leher a_u dari las fillet putus-putus ditentukan menurut rasio langkah (pitch) b/ℓ yang dipilih dengan menggunakan formula:

$$a_u = 1,1 \cdot a \cdot \left[\frac{b}{\ell} \right] \quad [\text{mm}]$$

- a = tebal leher las fillet yang disyaratkan [mm] untuk las menerus menurut [Tabel 19.4](#) atau yang ditentukan melalui perhitungan
- b = langkah (pitch)
- = $e + \ell$ [mm]
- e = interval antar las [mm]
- ℓ = panjang las fillet [mm]

Rasio langkah (pitch) b/ℓ tidak boleh lebih dari 5,0. Panjang maksimum bagian yang tidak dilas ($b - \ell$ pada las skalop dan las rantai, atau $b/2 - \ell$ pada las zig-zag) tidak boleh lebih dari 25 kali tebal yang lebih tipis dari bagian yang akan dilas. Namun, panjang skalop tidak boleh lebih dari 150 mm.

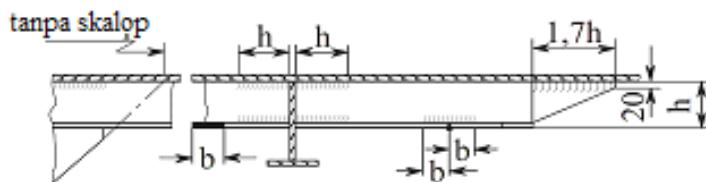
3.3.10 Sambungan tumpang harus dihindari bilamana mungkin dan tidak boleh digunakan untuk komponen yang menerima beban berat. Dalam hal komponen yang menerima beban yang rendah sambungan tumpang dapat disetujui asalkan, bilamana mungkin, arahnya sejajar dengan arah tegangan utama. Lebar tumpangan harus $1,5 \cdot t + 15$ mm (t = tebal pelat yang lebih tipis). Kecuali bila nilai lain ditentukan melalui perhitungan, tebal leher las fillet "a" harus sama dengan 0,4 kali tebal pelat yang lebih tipis, dengan persyaratan bahwa tidak boleh kurang dari tebal leher minimum yang disyaratkan oleh [3.3.3](#). Las fillet harus menerus pada kedua sisi dan harus bertemu di bagian ujung.

3.3.11 Dalam hal las sumbat, sumbatnya harus, bilamana mungkin, berbentuk lubang memanjang yang terletak pada arah tegangan utama. Jarak antara lubang dan panjang lubang dapat ditentukan dengan cara yang sama dengan langkah (pitch) "b" dan panjang las fillet " ℓ " pada las putus-putus yang dicakup pada [3.3.8](#). Tebal leher las fillet " a_u " dapat ditentukan sesuai dengan [3.3.9](#). Lebar lubang minimal harus sama dengan dua kali tebal pelat dan tidak boleh kurang dari 15 mm. Ujung dari lubang harus setengah bundar. Pelat atau profil yang terletak dibawahnya minimal harus sama tebalnya dengan pelat berlubang dan harus diproyeksikan pada kedua sisi sampai jarak $1,5 \times$ tebal pelat dengan maksimum 20 mm. Bila mungkin hanya las fillet yang diperlukan saja yang dilas, sementara ruang kosong lainnya diisi dengan pengisi yang cocok. Dalam kasus khusus, selain pengelasan slot, pengelasan slot dapat disetujui oleh BKI. Pengelasan sambungan lug tidak diijinkan.

4. Sambungan las komponen khusus

4.1 Las pada ujung penumpu dan penegar

4.1.1 Seperti ditunjukkan pada [Gambar 19.16](#), pelat bilah pada ujung penumpu atau penegar yang dilas secara putus-putus harus dilas secara menerus ke pelat atau pelat flens, sebagaimana berlaku, sepanjang minimal sama dengan tinggi penumpu atau tinggi penegar "h" dengan maksimum 300 mm. Mengenai penguatan las pada bagian ujung, biasanya melebihi 0,15 dari bentangan, lihat [Tabel 19.4](#).



Gambar 19.16 Las pada ujung penumpu dan ujung penegar

4.1.2 Daerah pelat braket harus dilas secara menerus sepanjang jarak minimal sama dengan panjang pelat braket. Skalop harus diletakkan diluar garis bayangan sebagai perpanjangan ujung bebas pelat braket.

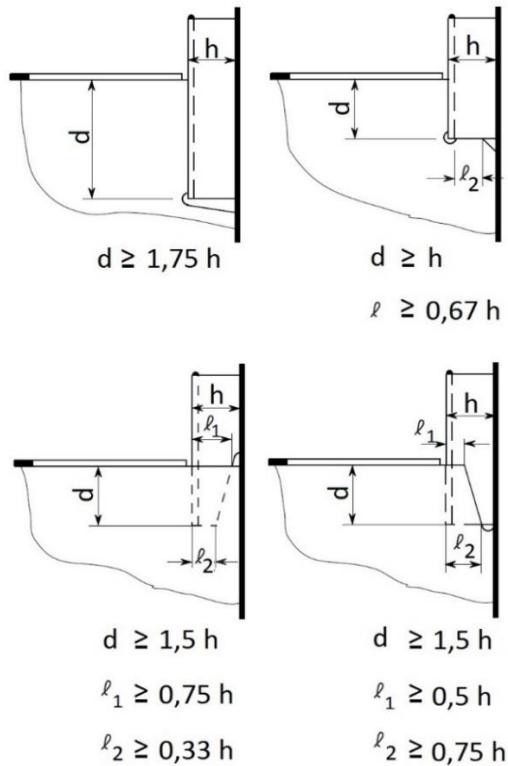
4.1.3 Bilamana mungkin, ujung bebas penegar harus berhenti pada pelat melintang atau bilah penegar dan penumpu untuk menghindari konsentrasi tegangan pada pelat. Bila hal tersebut tidak mungkin, ujung penegar harus ditirus dan dilas secara menerus sepanjang jarak minimal $1,7 \cdot h$ dengan maksimum 300 mm.

4.1.4 Bila sambungan tumpul terdapat pada pelat flens, maka pelat flens harus dilas secara menerus ke pelat bilah pada kedua sisi sambungan sepanjang jarak minimal sama dengan lebar pelat flens.

4.2 Sambungan antara ujung profil dan pelat

4.2.1 Sambungan las yang menghubungkan ujung profil dan pelat dapat dibuat pada bidang yang sama

atau ditumpangkan. Bila perhitungan desain tidak dilakukan atau tidak disyaratkan untuk sambungan las, sambungan dapat dibuat dengan cara yang sama dengan yang ditunjukkan pada [Gambar 19.17](#).



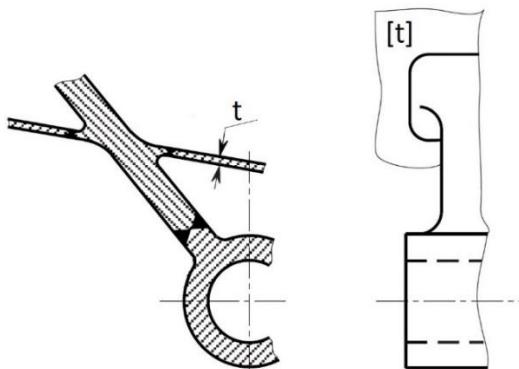
Gambar 19.17 Sambungan yang menyatukan ujung profil dan pelat

4.2.2 Bila sambungan terletak pada bidang pelat, maka sambungan sebaiknya berbentuk las tumpul tirus tunggal dengan fillet. Bila sambungan antara pelat dan ujung profil berhimpitan, las fillet harus menerus pada kedua sisi dan harus bertemu pada ujung-ujungnya. Ukuran "a" yang diperlukan harus dihitung sesuai dengan [C.2.6](#). Tebal leher las fillet tidak boleh kurang dari tebal minimum yang ditetapkan pada [3.3.3](#).

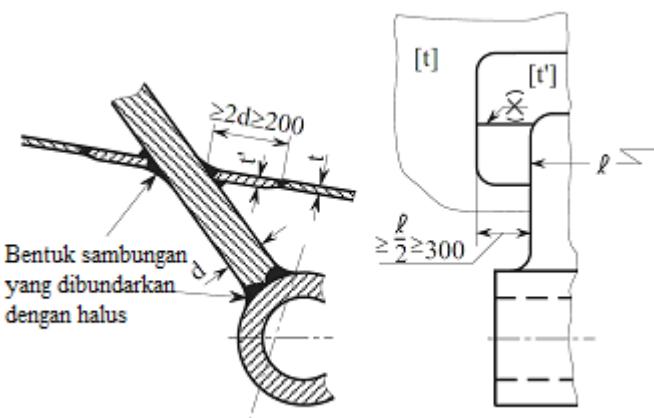
4.3 Sambungan las braket poros

4.3.1 Kecuali dicor menjadi satu atau dilengkapi dengan flens las yang dicor menjadi satu sama dengan yang dijelaskan pada [2.1.7](#) (lihat [Gambar 19.18](#)), maka bos penyangga dan penyangga baling-baling harus dihubungkan satu dengan lainnya dan ke pelat kulit dengan cara yang ditunjukkan pada [Gambar 19.19](#).

4.3.2 Dalam hal braket poros berpenyangga tunggal pengelasan tidak boleh dilakukan pada lengan di atau dekat posisi jepitan. Komponen tersebut harus dilengkapi dengan flens las yang dicor atau ditempa menjadi satu.



Gambar 19.18 Braket poros dengan flens las yang dicor menjadi satu



t = tebal pelat sesuai dengan Bab 6, F. [mm]

$$t' = \frac{d}{3} + 5,0 \text{ [mm]} \text{ bila } d < 50 \text{ mm}$$

$$= 3\sqrt{d} \text{ [mm]} \text{ bila } d \geq 50 \text{ mm}$$

Untuk braket poros dengan penampang berbentuk elips d dapat digantikan dengan $2/3 d$ dalam formula diatas.

Gambar 19.19 Braket poros tanpa pengelasan flens yang dicor menjadi satu

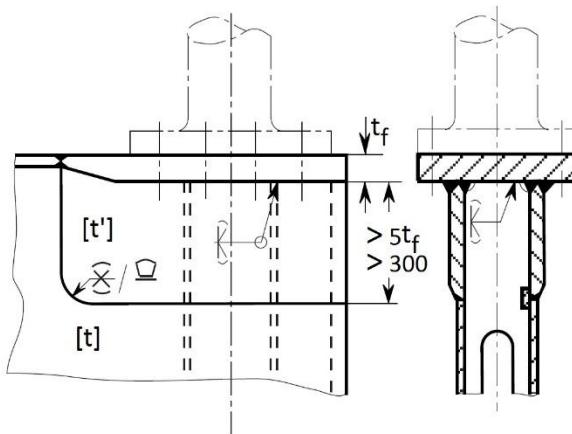
4.4 Flens kopling kemudi

4.4.1 Kecuali digunakan flens baja tempa atau baja tuang dengan flens las yang ditempa atau dicor menjadi satu sesuai dengan 2.1.7, flens kopling kemudi horizontal harus disambung ke badan kemudi dengan pelat yang ditirus dan las penetrasi penuh dengan tirus tunggal atau tirus ganda seperti dijelaskan pada 3.2.1, lihat Gambar 19.20. Lihat juga Bab 14, D.1.4 dan D.2.4.

4.4.2 Toleransi harus diberikan untuk flens kopling yang kekuatannya berkurang pada arah ketebalan, lihat 1.5 dan 2.5. Jika ada keraguan, maka harus dibuktikan dengan perhitungan kekuatan sambungan las yang cukup.

4.4.3 Sambungan las antara tongkat kemudi (dengan kerah yang dipertebal, lihat 2.1.8) dan flens harus dibuat sesuai dengan Gambar 19.21a.

Untuk sambungan las tongkat kemudi berdiameter kecil sesuai dengan Gambar 19.21b dapat diterapkan.



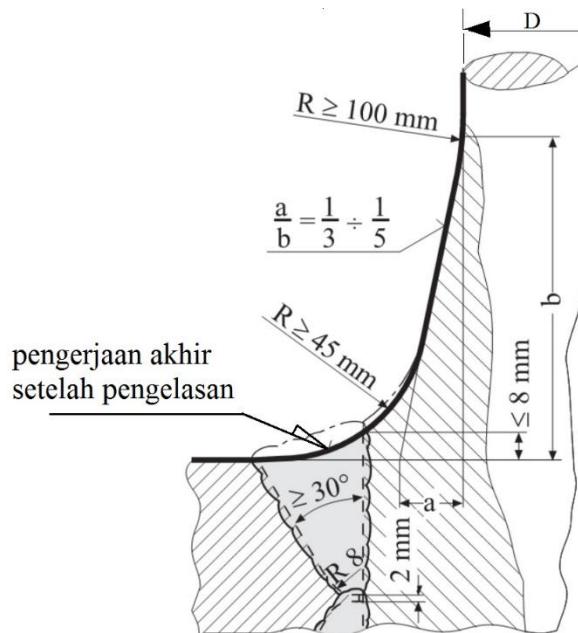
t = tebal pelat sesuai dengan Bab 14, E.2 [mm]

t_f = tebal flens aktual [mm]

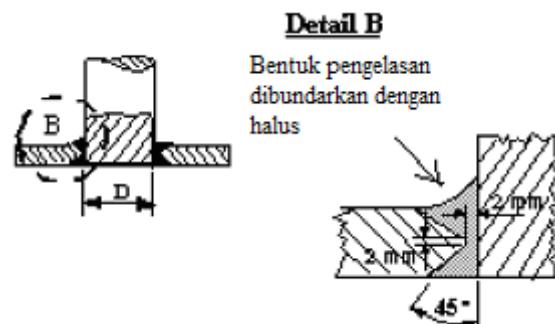
$$t' = \frac{t_f}{3} + 5,0 \quad [\text{mm}] \text{ bila } t_f < 50 \text{ mm}$$

$$= 3\sqrt{t_f} \quad [\text{mm}] \text{ bila } t_f \geq 50 \text{ mm}$$

Gambar 19.20 Flens kopling kemudi horizontal



Gambar 19.21a Sambungan las antara tongkat kemudi dan flens kopling



Gambar 19.21b Sambungan las antara tongkat kemudi dan flens kopling untuk diameter tongkat kemudi kecil

C. Analisa Tegangan

1. Analisa umum tegangan las fillet

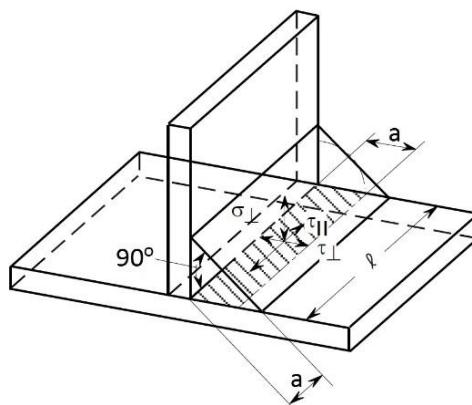
1.1 Definisi tegangan

Untuk tujuan perhitungan, tegangan berikut pada las fillet didefinisikan sebagai berikut (lihat juga [Gambar 19.22](#)):

σ_{\perp} = tegangan normal yang bekerja secara vertikal terhadap arah sambungan las [N/mm²]

τ_{\perp} = tegangan geser yang bekerja secara vertikal terhadap arah sambungan las [N/mm²]

τ_{\parallel} = tegangan geser yang bekerja pada arah sambungan las [N/mm²]



Gambar 19. 22 Tegangan pada las fillet

Tegangan normal yang bekerja searah dengan sambungan las tidak perlu dipertimbangkan.

Untuk tujuan perhitungan, luas sambungan las adalah $a \cdot \ell$

Akibat kondisi keseimbangan, hal berikut berlaku untuk daerah sisi vertikal terhadap daerah sambungan las yang diarsir.

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Tegangan ekuivalen dihitung dengan formula berikut:

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + \tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2} \quad [\text{N/mm}^2]$$

1.2 Definisi

a = tebal leher [mm]

ℓ = panjang las fillet [mm]

P = gaya tunggal [N]

M = momen bending pada posisi yang ditinjau [Nm]

Q = gaya geser pada titik yang ditinjau [N]

S = momen pertama luas penampang flens yang dihubungkan ke pelat bilah dengan las terhadap sumbu netral balok [cm³]

I = momen inersia profil penumpu [cm⁴]

W = modulus penampang dari profil yang disambung [cm³]

2. Penentuan Tegangan

2.1 Las fillet yang mendapat tegangan dari gaya normal dan gaya geser

Untuk tujuan analisa tegangan, las frontal dan flank dianggap sama. Sesuai dengan asumsi tersebut, tegangan normal dan tegangan geser dihitung sebagai berikut:

$$\sigma = \tau = \frac{P}{\sum a \cdot \ell} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Sambungan seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 19.23](#):

- Tegangan geser pada las fillet frontal seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 19.23](#), didefinisikan sebagai:

$$\tau_{\perp} = \frac{P_1}{2 \cdot a (\ell_1 + \ell_2)} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{P_2}{2 \cdot a (\ell_1 + \ell_2)} \pm \frac{P_2 \cdot e}{2 \cdot a \cdot F_t} \quad [\text{N/mm}^2]$$

F_t = Luasan, didefinisikan sebagai:

$$= (\ell_1 + a)(\ell_2 + a) \quad [\text{mm}^2]$$

- Tegangan geser pada las fillet flank seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 19.23](#), didefinisikan sebagai:

$$\tau_{\perp} = \frac{P_2}{2 \cdot a (\ell_1 + \ell_2)} \quad [\text{N/mm}^2]$$

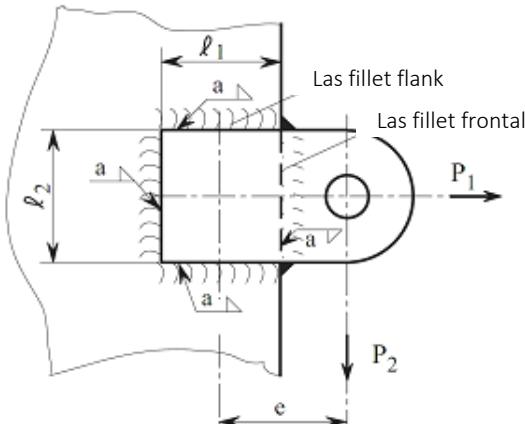
$$\tau_{\parallel} = \frac{P_1}{2 \cdot a (\ell_1 + \ell_2)} \pm \frac{P_2 \cdot e}{2 \cdot a \cdot F_t} \quad [\text{N/mm}^2]$$

ℓ_1, ℓ_2 = panjang sesuai yang didefinisikan dalam [Gambar 19.23](#) [mm]

e = jarak sesuai yang didefinisikan dalam [Gambar 19.23](#) and [Gambar 19.24](#) [mm]

- Tegangan ekivalen untuk las fillet frontal dan flank :

$$\sigma_v = \sqrt{\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2} \quad [\text{N/mm}^2]$$



Gambar 19.23 Sambungan las dari pelat mata angkat yang menumpang

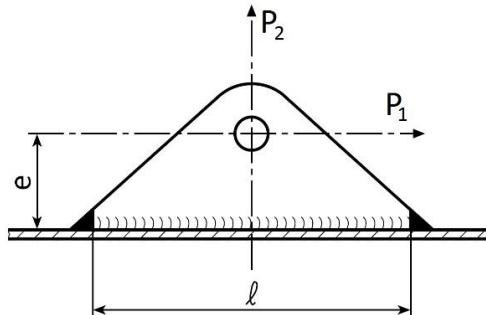
- Tegangan geser [N/mm^2] pada sambungan seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 19.24](#), didefinisikan sebagai:

$$\tau_{\perp} = \frac{P_2}{2 \cdot \ell \cdot a} + \frac{3 \cdot P_1 \cdot e}{\ell^2 \cdot a} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{P_1}{2 \cdot \ell \cdot a} \quad [\text{N/mm}^2]$$

– Tegangan ekivalen :

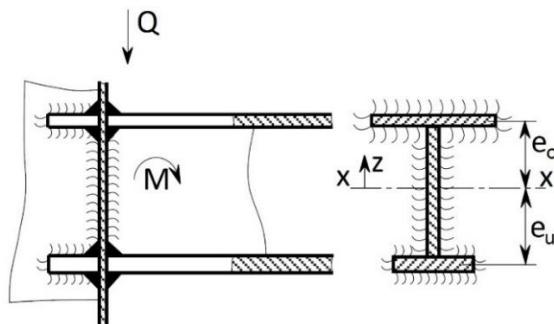
$$\sigma_v = \sqrt{\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2} \quad [\text{N/mm}^2]$$



Gambar 19.24 Sambungan las pelat mata angkat yang dipasang secara vertikal

2.2 Tegangan sambungan las fillet karena momen bending dan gaya geser

Tegangan pada tumpuan jepit dari penumpu dihitung sebagai berikut (dalam [Gambar 19.25](#) balok kantilever diberikan sebagai suatu contoh):



Gambar 19.25 Tumpuan jepit balok kantilever

1) Tegangan Normal akibat momen bending:

$$\sigma_{\perp}(z) = \frac{M \cdot z}{I_s} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\perp,\max} &= \frac{M}{I_s} \cdot e_u \quad [\text{N/mm}^2], \quad \text{jika } e_u > e_0 \\ &= \frac{M}{I_s} \cdot e_0 \quad [\text{N/mm}^2], \quad \text{jika } e_u < e_0 \end{aligned}$$

2) Tegangan geser akibat gaya geser:

$$\tau_{\parallel}(z) = \frac{Q \cdot S_s(z)}{10 \cdot I_s \cdot \sum a} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\tau_{\parallel,\max} = \frac{Q \cdot S_{smax}}{20 \cdot I_s \cdot a} \quad [\text{N/mm}^2]$$

I_s = momen inersia sambungan las terhadap sumbu x [cm⁴]

$S_s(z)$ = momen pertama penampang las yang disambung pada titik yang ditinjau [cm³]

z = jarak dari sumbu netral [cm].

3) Tegangan Ekuivalen:

Harus dibuktikan bahwa baik $\sigma_{\perp,\max}$ didaerah flens maupun $\tau_{\parallel,\max}$ di daerah sumbu netral atau tegangan ekuivalen $\sigma_v = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2}$ pada setiap titik yang diberikan tidak melebihi batas yang diizinkan yang disebutkan pada 2.8. Tegangan Ekuivalen σ_v harus selalu dihitung pada sambungan pelat bilah – flens.

2.3 Sambungan las fillet yang mendapat tegangan dari momen bending dan torsi serta gaya geser

Mengenai tegangan normal dan tegangan geser yang dihasilkan dari bending, lihat 2.2. Tegangan torsi τ_T yang dihasilkan dari momen torsi M_T dihitung sebagai berikut:

$$\tau_T = \frac{M_T \cdot 10^3}{2 \cdot a \cdot A_m} \quad [\text{N/mm}^2]$$

M_T = momen torsi [Nm]

A_m = luas penampang [mm²] yang tertutup oleh sambungan las.

Tegangan ekuivalen yang dibentuk oleh ketiga komponen (bending, geser dan torsi) dihitung dengan formula berikut:

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2 + \tau_T^2} \quad [\text{N/mm}^2] \quad \text{bila } \tau_{\parallel} \text{ and } \tau_T \text{ memiliki arah yang tidak sama.}$$

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + (\tau_{\parallel} + \tau_T)^2} \quad [\text{N/mm}^2] \quad \text{bila } \tau_{\parallel} \text{ and } \tau_T \text{ memiliki arah yang sama.}$$

2.4 Sambungan las fillet menerus antara pelat bilah dan pelat hadap dari penumpu bending

Tegangan dihitung didaerah gaya geser maksimum. Tegangan pada arah memanjang las tidak perlu diperhitungkan. Dalam hal sambungan las fillet ganda menerus tegangan geser τ_{\parallel} harus dihitung sebagai berikut:

$$\tau_{\parallel} = \frac{Q \cdot S}{20 \cdot l \cdot a} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Tebal las fillet yang disyaratkan a_{req} adalah:

$$a_{req} = \frac{Q \cdot S}{20 \cdot l \cdot \tau_{perm}} \quad [\text{mm}]$$

2.5 Sambungan las fillet putus-putus antara pelat bilah dan pelat hadap dari penumpu bending

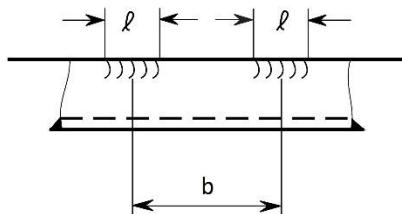
Dalam hal sambungan las fillet putus-putus tegangan geser τ_{\parallel} dan tebal las fillet yang disyaratkan a_{req} harus ditentukan dengan formula berikut:

$$\tau_{\parallel} = \frac{Q \cdot S \cdot \alpha}{20 \cdot I \cdot a} \cdot \left[\frac{b}{\ell} \right] \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$a_{\text{req}} = \frac{Q \cdot S \cdot 1,1}{20 \cdot I \cdot \tau_{\text{perm}}} \cdot \left[\frac{b}{\ell} \right] \quad [\text{mm}]$$

b = langkah (pitch) las fillet putus-putus [mm]

$\alpha = 1,1$ faktor konsentrasi tegangan dengan memperhitungkan peningkatan tegangan geser pada ujung sambungan las fillet " ℓ ".



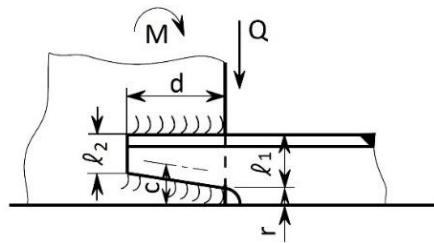
Gambar 19.26 Sambungan las fillet putus-putus

2.6 Sambungan las fillet pada profil sambungan tumpang

2.6.1 Profil yang disambung dengan sambungan las fillet di kedua sisi pada profil sambungan tumpang tegangan geser τ_{\parallel} dan τ_{\perp} harus ditentukan dengan formula berikut (lihat [Gambar 19.27](#)):

$$\tau_{\perp} = \frac{Q}{2 \cdot a \cdot d} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{M \cdot 10^3}{2 \cdot a \cdot c \cdot d} \quad [\text{N/mm}^2]$$



Gambar 19.27 Profil yang disambung dengan las fillet di kedua sisi

Tegangan Ekuivalen adalah:

$$\sigma_v = \sqrt{\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2} \quad [\text{N/mm}^2]$$

c, d, ℓ_1 , ℓ_2 , r [mm] lihat [Gambar 19.27](#)

$$c = r + \frac{3 \cdot \ell_1 - \ell_2}{4} \quad [\text{mm}]$$

Karena pengaruh gaya geser pada umumnya dapat diabaikan, maka tebal las fillet yang disyaratkan a_{req} dapat ditentukan melalui formula berikut:

$$a_{req} = \frac{W \cdot 10^3}{1,5 \cdot c \cdot d} \quad [\text{mm}]$$

2.6.2 Profil yang disambung dengan las fillet di kedua sisi dan di kedua ujung las frontal (pengelasan keliling seperti ditunjukkan pada [Gambar 19.28](#)), tegangan geser τ_{\perp} dan τ_{\parallel} harus ditentukan dengan formula berikut:

$$\tau_{\perp} = \frac{Q}{a \cdot (2 \cdot d + \ell_1 + \ell_2)} \quad [\text{N/mm}^2]$$

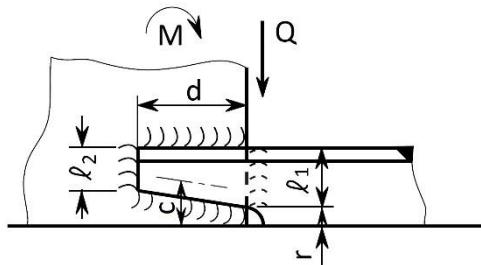
$$\tau_{\parallel} = \frac{M \cdot 10^3}{a \cdot c \cdot (2 \cdot d + \ell_1 + \ell_2)} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Tegangan Ekuivalen adalah:

$$\sigma_v = \sqrt{\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Tebal las fillet yang disyaratkan a_{req} adalah:

$$a_{req} = \frac{W \cdot 10^3}{1,5 \cdot c \cdot d \left[1 + \frac{\ell_1 + \ell_2}{2 \cdot d} \right]} \quad [\text{mm}]$$



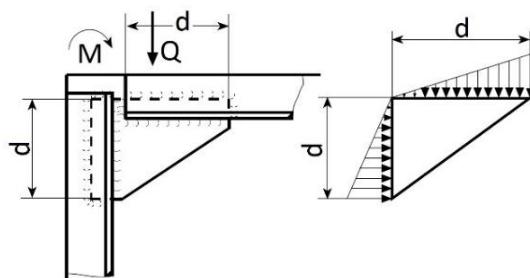
Gambar 19.28 Profil yang disambung dengan las fillet di kedua ujung las flank dan di kedua ujung las frontal (pengelasan keliling)

2.7 Sambungan braket

Bila profil disambung ke braket seperti ditunjukkan pada [Gambar 19.29](#), tegangan geser rata-rata adalah:

$$\tau = \frac{3 \cdot M \cdot 10^3}{4 \cdot a \cdot d^2} + \frac{Q}{2 \cdot a \cdot d} \quad [\text{N/mm}^2]$$

d = panjang bagian yang menumpang [mm]



Gambar 19.29 Sambungan braket dengan distribusi tegangan ideal yang dihasilkan dari momen M dan gaya geser Q

Tebal las fillet yang disyaratkan dihitung dari modulus penampang profil sebagai berikut:

$$a_{req} = \frac{1000 \cdot W}{d^2} \quad [\text{mm}]$$

(Gaya geser Q telah diabaikan)

2.8 Tegangan izin

Tegangan izin untuk berbagai material pada kondisi pembebanan yang sebagian besar statis diberikan dalam [Tabel 19.3](#). Nilai yang tercantum untuk baja kekuatan tinggi, baja tahan karat austenitik dan paduan aluminium didasarkan pada asumsi bahwa nilai kekuatan logam las yang digunakan minimal sama tinggi dengan kekuatan material induk. Untuk kasus lainnya, maka nilai "a" yang dihitung harus diperbesar (lihat juga [B.3.3.2](#)).

Tabel 19.3 Tegangan izin pada sambungan las fillet

Material	R_{eH} atau $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Tegangan izin untuk: tegangan ekuivalen (σ_{vp}), tegangan geser (τ_{perm}) [N/mm ²]	
Baja struktur lambung kekuatan normal	KI - A/B/D/E	235	115
Baja struktur lambung kekuatan lebih tinggi	KI - A/D/E/F 32	315	145
	KI - A/D/E/F 36	355	160
	KI - A/D/E/F 40	390	175
Baja kekuatan tinggi	S 460	460	200
	S 690	685	290
baja tahan karat austenitik dan baja tahan karat austenitik-feritik	1.4306/304 L	180	110
	1.4404/316 L	190	
	1.4435/316 L	190	
	1.4438/317 L	195	
	1.4541/321	205	
	1.4571/316 Ti	215	
	1.4406/316 LN	280	
	1.4429/316 LN	295	130
	1.4439/317 LN	285	
Paduan aluminium	1.4462/318 LN	480	205
	Al Mg 3/5754	80 ¹	35
	Al Mg 4,5 Mn0,7/5083	125 ¹	56
	Al Mg Si/6060	65 ²	30
	Al Mg Si Mn/6082	110 ²	45

¹⁾ pelat, kondisi lunak

²⁾ profil, pengerasan dingin

Tabel 19.4 Sambungan las fillet

Bagian struktur yang disambung	Tebal dasar dari las fillet $a/t_0^{1)}$ untuk las fillet ganda menerus ²⁾	Las fillet putus-putus diizinkan ³⁾ pada
Struktur alas penumpu melintang dan memanjang satu sama lain - ke pelat kulit dan alas dalam penumpu tengah ke pelat lunas datar dan alas dalam penumpu melintang dan memanjang dan penegar termasuk pelat kulit di daerah penguatan alas haluan (bagian depan)	0,35 0,20 0,40 0,30	✗ ✗
Ruang Mesin penumpu melintang dan memanjang ke satu sama lain - ke pelat kulit dan alas dalam alas dalam ke pelat kulit Kotak katup laut, sisi basah/air bagian dalam	0,35 0,30 0,40 0,50 0,30	
Pondasi mesin penumpu melintang dan memanjang satu sama lain dan ke pelat kulit - ke pelat alas dalam dan pelat hadap - ke pelat bagian atas - di daerah baut pondasi - ke braket dan penegar Penumpu memanjang dari bantalan dorong ke alas dalam	0,40 0,40 0,50 ⁴⁾ 0,70 ⁴⁾ 0,30 0,40	
Geladak - ke pelat kulit (secara umum) - Lajur sisi geladak ke lajur sisi atas (lihat juga Bab 7, A.2)	0,40 0,50	
Gading, penegar, balok, dll Secara umum pada tangki ceruk lunas bilga ke pelat kulit	0,15 0,30 0,15	✗ ✗
Pelintang, Penumpu melintang dan memanjang Secara umum dalam bentang 0,15 dari penumpu. Kantilever pilar ke geladak.	0,15 0,25 0,40 0,40	✗
Sekat, batas tangki, dinding bangunan atas dan rumah geladak - ke pelat geladak, kulit dan dinding.	0,40	
Ambang palka - ke pelat geladak (Lihat juga Bab 17, C.1.8) - ke penegar memanjang	0,40 0,30	
Tutup palka Secara umum las fillet kedap air atau minyak.	0,15 0,30	✗ ⁵⁾
Kemudi pelat ke bilah	0,25	✗
Linggi haluan pelat ke bilah	0,25	✗

¹⁾ t_0 = tebal pelat terkecil.

²⁾ Untuk gaya geser yang besar, tebal leher yang lebih besar dapat disyaratkan berdasarkan perhitungan menurut C.

³⁾ Untuk pengelasan putus-putus di ruang yang rentan terhadap korosi B.3.3.8 harus diperhatikan.

⁴⁾ Untuk ketebalan pelat melebihi 15 mm sambungan las tumpul tirus tunggal atau ganda dengan, penetrasi penuh atau dengan penetrasi akar tidak penuh yang ditentukan sesuai dengan Gambar 19.9 harus diterapkan.

⁵⁾ Kecuali penutup palka di atas ruang muat yang disediakan untuk air balas.

Bab 20 Kekuatan Lelah

- A. Umum 20-1
- B. Analisa Kekuatan Lelah untuk Tepi Pelat Bebas dan Sambungan Las dengan menggunakan Klasifikasi Detail 20-6
- C. Analisa Kekuatan Lelah untuk Sambungan Las Berdasarkan pada Tegangan Lokal..... 20-12

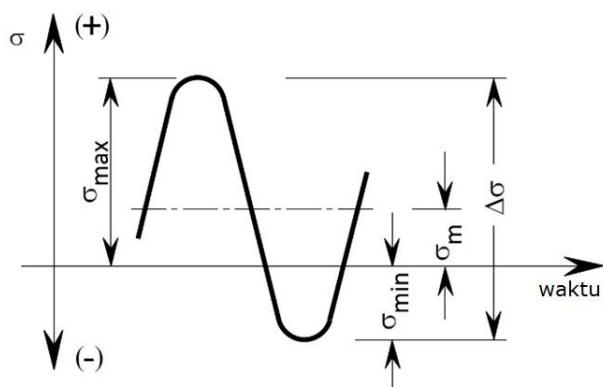
Pendahuluan

Pembuktian kekuatan lelah yang cukup, yaitu kekuatan terhadap permulaan retak akibat pembebahan dinamis selama beroperasi, berguna untuk menilai dan mengurangi kemungkinan permulaan retak dari bagian-bagian struktur pada tahap desain.

Akibat proses pembebahan yang acak, sifat material dan faktor fabrikasi yang tidak merata serta akibat pengaruh penuaan, permulaan retak tidak seluruhnya dapat ditiadakan selama tahap operasi dikemudian hari. Sehingga, hal-hal tersebut yang antara lain menyebabkan perlu adanya survei berkala.

A. Umum

1. Definisi



Gambar 20.1 Siklus beban dinamis

$\Delta\sigma$ = rentang tegangan yang bekerja [N/mm^2], lihat Gambar 20.1, didefinisikan sebagai:

$$= \sigma_{\max} - \sigma_{\min}$$

σ_{\max} = tegangan maksimum dari suatu siklus tegangan [N/mm^2]

σ_{\min} = tegangan minimum dari suatu siklus tegangan [N/mm^2]

σ_m = tegangan rata-rata [N/mm^2], didefinisikan sebagai:

$$= (\sigma_{\max} + \sigma_{\min})/2$$

$\Delta\sigma_{\max}$ = rentang tegangan maksimum yang bekerja dalam suatu spektrum rentang tegangan [N/mm^2]

$\Delta\sigma_p$ = rentang tegangan izin [N/mm^2]

$\Delta\tau$ = kisaran rentang tegangan geser [N/mm^2]

n = jumlah siklus tegangan yang bekerja

- N = jumlah siklus tegangan yang dialami menurut kurva S-N (= siklus tegangan yang dialami dibawah pembebanan dengan amplitudo konstan)
- $\Delta\sigma_R$ = nilai rujukan kekuatan lelah kurva S-N pada siklus $2 \cdot 10^6$ dari rentang tegangan [N/mm²] (= angka kelas FAT sesuai [Tabel 20.3](#))
- f_m = faktor koreksi karena pengaruh material
- f_R = faktor koreksi karena pengaruh tegangan rata rata
- f_w = faktor koreksi karena bentuk las
- f_i = faktor koreksi karena peranan penting suatu elemen struktur
- f_t = faktor koreksi untuk pengaruh ketebalan
- f_s = faktor koreksi tambahan untuk analisa tegangan struktur
- f_n = faktor yang mempertimbangkan spektrum tegangan dan jumlah siklus untuk perhitungan rentang tegangan izin
- $\Delta\sigma_{Rc}$ = nilai rujukan kekuatan lelah yang dikoreksi dari kurva S-N pada siklus tegangan $2 \cdot 10^6$ [N/mm²]
- D = rasio kerusakan kumulatif.

2 Ruang Lingkup

2.1 Analisa kekuatan lelah harus dilakukan untuk struktur yang utamanya menerima beban siklis.

Item perlengkapan, mis. Bantalan penahan tutup palka atau penahan peralatan, juga harus dipertimbangkan. Detail takik yaitu sambungan las dan takik pada tepi pelat bebas harus dipertimbangkan secara individu. Penilaian kekuatan lelah harus dilaksanakan baik berdasarkan pada rentang tegangan puncak yang diizinkan untuk spektra tegangan standar (lihat [B.2.1](#)) maupun berdasarkan pada rasio kerusakan kumulatif (lihat [B.2.2](#)).

2.2 Analisa kekuatan lelah tidak dipersyaratkan jika rentang tegangan puncak akibat beban dinamis di laut (spektrum tegangan A menurut [2.4](#)) dan/atau akibat perubahan sarat atau kondisi pemuatan, masing-masing memenuhi kondisi berikut:

- puncak rentang tegangan yang diakibatkan hanya oleh beban dinamis di laut:

$$\Delta\sigma_{max} \leq 2,5\Delta \cdot \sigma_R \quad [\text{N/mm}^2]$$

- jumlah puncak rentang tegangan yang diakibatkan beban dinamis dilaut dan perubahan sarat atau kondisi pembebanan, masing-masing :

$$\Delta\sigma_{max} \leq 4,0 \cdot \Delta\sigma_R \quad [\text{N/mm}^2]$$

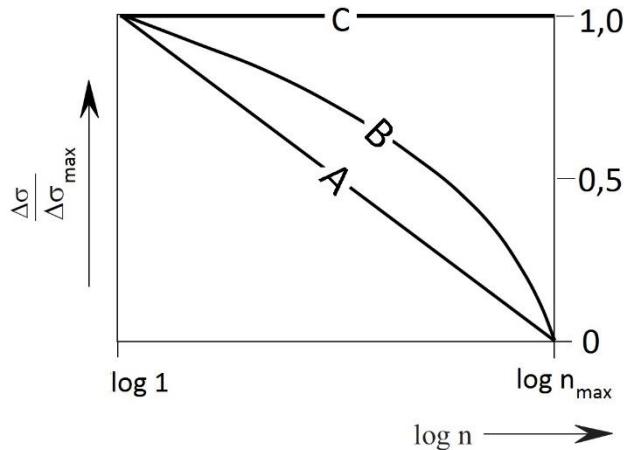
Catatan

Untuk struktur yang dilas dengan kelas FAT 80 atau lebih tinggi, analisa kekuatan lelah dipersyaratkan hanya pada kasus tegangan dinamis yang sangat tinggi.

2.3 Peraturan ini berlaku untuk konstruksi yang terbuat dari baja struktur lambung dengan kekuatan normal dan kekuatan lebih tinggi sesuai dengan [Bab 2](#), [B](#). dan juga paduan aluminium. Material lain seperti baja tuang dapat diperlakukan dengan cara yang sama dengan menggunakan desain kurva S-N yang sesuai. Permasalahan kelelahan dengan siklus rendah dalam kaitannya dengan nilai luluh siklus tinggi harus dipertimbangkan secara khusus. Ketika menerapkan peraturan ini, maka rentang tegangan nominal

perhitungan tidak boleh lebih dari 1,5 kali titik luluh atas nominal minimum. Dalam hal khusus, analisa kekuatan lelah dapat dilakukan dengan mempertimbangkan tegangan elasto-plastik lokal.

2.4 Rentang tegangan $\Delta\sigma$ yang diharapkan selama umur pakai kapal atau komponen struktur, masing-masing dapat digambarkan melalui suatu spektrum rentang tegangan (distribusi rentang tegangan jangka panjang). [Gambar 20.2](#) menunjukkan tiga spektrum rentang tegangan standar A, B dan C, yang berbeda satu dengan lainnya pada distribusi rentang tegangan $\Delta\sigma$ sebagai fungsi dari jumlah siklus beban



- A : Spektrum garis lurus (jenis spektrum rentang tegangan yang ditimbulkan oleh rentang tegangan gelombang laut)
- B : spektrum parabolik (perkiraan distribusi normal dari rentang tegangan $\Delta\sigma$ sesuai DIN 15018)
- C : spektrum persegi panjang (rentang tegangan konstan dalam keseluruhan spektrum; jenis spektrum rentang tegangan yang dipicu oleh mesin atau baling-baling)

Gambar 20.2 Spektrum rentang tegangan standar A, B dan C

Dalam hal tegangan yang hanya ditimbulkan oleh gelombang laut, untuk desain umur kira-kira 20 tahun biasanya spektrum rentang tegangan A harus diasumsikan dengan jumlah siklus $n_{max} = 5 \cdot 10^7$. Untuk desain umur 30 tahun diasumsikan jumlah siklus $n_{max} = 7,5 \cdot 10^7$.

Tegangan maksimum dan minimum yang dihasilkan dari efek beban maksimum dan minimum dilaut yang relevan. Pada umumnya efek dari berbagai beban yang berbeda untuk perhitungan $\Delta\sigma_{max}$ harus digabungkan secara konservatif. [Tabel 20.1](#) menunjukkan beberapa contoh dari beban individu yang harus dipertimbangkan dalam kasus normal.

Pada kondisi gelombang laut yang ekstrim, terjadi rentang tegangan yang melebihi $\Delta\sigma_{max}$ (lihat [Bab 5, B](#) dan [D](#)). Rentang tegangan ini, yang mana siklus beban pada umumnya harus diasumsikan dengan $n < 10^4$, dapat diabaikan dalam hal umur lelahnya, ketika rentang tegangan $\Delta\sigma_{max}$ yang diperoleh dari beban sesuai dengan [Tabel 20.1](#) ditetapkan pada Spektrum A.

Untuk kapal dengan bentuk lambung tidak lazim dan kapal dengan bentuk dan misi khusus, maka spektrum rentang tegangan yang berbeda dari spektrum A boleh digunakan, yang dapat dievaluasi dengan metode spektral.

Tegangan fluktuatif lain yang signifikan, misalnya pada pembujur, akibat defleksi dari tumpuan pelintang (lihat [Bab 9, B.3.5](#)), pada struktur memanjang dan melintang kapal akibat deformasi puntir (untuk ini lihat juga [Bab 5,F.1.1](#)) dan juga tegangan tambahan akibat penggunaan profil tidak simetris, harus dipertimbangkan, lihat [Bab 3, L](#).

Tabel 20.1 Nilai maksimum dan minimum beban siklik yang disebabkan gelombang laut

Beban	Beban maksimum	Beban minimum
Momen bending memanjang vertikal (Bab 5, B) ¹⁾	$M_{SW} + M_{ST} + f_Q \cdot M_{WVhog}$	$M_{SW} + M_{ST} + f_Q \cdot M_{WVsag}$
Momen bending memanjang vertikal dan momen bending gelombang horisontal ¹⁾ (Bab 5, B.)	$M_{SW} + M_{ST} + f_Q \cdot (0,6 \cdot M_{WVhog} + M_{WH})$	$M_{SW} + M_{ST} + f_Q \cdot (0,6 \cdot M_{WVhog} - M_{WH})$
Momen bending memanjang vertikal, momen bending gelombang horisontal dan momen puntir ¹⁾ (Bab 5, B.)	$f_F \cdot \{M_{SW} + M_{ST} + f_Q \cdot [(0,43 + C) \cdot M_{WVhog} + M_{WH} + M_{WT}]\}$ $C = \left(\frac{x}{L} - 0,5 \right)^2$	$f_F \cdot \{M_{SW} + M_{ST} + f_Q \cdot [(0,43 + C \cdot (0,5 - C)) \cdot M_{WVhog} + C \cdot (0,43 + C) \cdot M_{WVsag} - M_{WH} - M_{WT}]\}$
Beban pada geladak cuaca ²⁾ (Bab 4, B.1.)	p_D	0
Beban pada sisi kapal ^{2), 4)} (Bab 4, B.2)	$10(T - z) + p_0 \cdot c_F \left[1 + \frac{z}{T} \right]$ $p_0 \cdot c_F \frac{20}{10+z-T}$	$10(T - z) - p_0 \cdot c_F \left[1 + \frac{z}{T} \right] \text{ but } \geq 0$ 0
Beban pada alas kapal ^{2), 4)} (Bab 4, B.3.)	$10 \cdot T + p_0 \cdot c_F$	$10 \cdot T - p_0 \cdot c_F$
Tekanan cairan dalam tangki yang terisi penuh (Bab 4, D.1)	tegak ⁴⁾ $9,81 \cdot h_1 \cdot p (1 + a_v) + 100 \cdot p_v$ miring $9,81 \cdot p [h_1 \cdot \cos \varphi + (0,3 \cdot b + y) \sin \varphi] + 100 \cdot p_v$	$9,81 \cdot h_1 \cdot p (1 - a_v) + 100 \cdot p_v$ $9,81 \cdot p [h_1 \cdot \cos \varphi + (0,3 \cdot b - y) \sin \varphi] + 100 \cdot p_v ; \text{ but } \geq 100 \cdot p_v$
Beban akibat muatan ⁵⁾ (Bab 4, C.1 dan E.1)	$p (1 + a_v)$ $p \cdot a_x \cdot 0,7$ $p \cdot a_y \cdot 0,7$	$p (1 - a_v)$ $- p \cdot a_x \cdot 0,7$ $- p \cdot a_y \cdot 0,7$
Beban akibat gaya gesek ³⁾ (Bab 17, B.5.5.5)	P_h	$- P_h$
Beban akibat gaya kemudi ³⁾ (Bab 14, B)	C_R Q_R	$- C_R$ $- Q_R$

¹⁾ Beban maksimum dan minimum harus ditentukan sedemikian rupa sehingga rentang tegangan terbesar yang bekerja $\Delta\sigma$ sesuai Gambar 20.1 pada tegangan rata-rata yang konservatif diperoleh dengan memperhatikan tanda (positif, negatif). Untuk f_F, f_Q lihat Bab 5.D.1

²⁾ Dengan faktor probabilitas f berikut untuk menghitung p_0 sesuai Bab 4, A.3. Namun $f = 1,0$ untuk penegar jika tidak ada komponen beban siklis lainnya yang diperhitungkan

³⁾ Umumnya beban geser terbesar harus diambil dalam kaitannya dengan spektrum beban B tanpa memperhitungkan beban siklis lanjutan.

Untuk tumpuan tutup palka, spektrum beban berikut yang digunakan :

- spektrum A untuk kontak material non-logam, tanpa gesekan dengan baja
- spektrum B untuk kontak baja dengan baja

⁴⁾ Asumsi superposisi yang konservatif dari beban air laut dan tangki dalam $0,2 < x/L \leq 0,7$: Jika perlu, pembuktian harus dilengkapi untuk T_{min} .

⁵⁾ Faktor probabilitas $f_Q = 1,0$ digunakan untuk penentuan a_0 , dan lebih lanjut untuk perhitungan a_x serta a_y sesuai Bab 4.E.1.

2.5 Siklus tegangan tambahan yang dihasilkan dari perubahan tegangan rata-rata, misalnya akibat perubahan kondisi pembebanan atau perubahan sarat, pada umumnya tidak perlu dipertimbangkan sepanjang rentang tegangan dilaut yang ditentukan untuk kondisi pembebanan paling kritis yang berkaitan

dengan kekuatan lelah dan perubahan maksimum tegangan rata-rata kurang dari rentang tegangan maksimum yang ditimbulkan oleh gelombang laut.

Perubahan yang lebih besar pada tegangan rata-rata harus dimasukkan dalam spektrum rentang tegangan dengan superposisi konservatif terhadap rentang tegangan terbesar (misalnya sesuai dengan metode penghitungan “rainflow”). Jika tidak ada hal lain yang ditentukan, maka siklus beban 10^3 harus diasumsikan untuk perubahan pada kondisi pembebanan atau perubahan sarat.

2.6 Analisa kekuatan lelah, tergantung pada detail yang ditinjau, berdasarkan salah satu dari tipe tegangan berikut:

- Untuk takik pada tepi pelat bebas, tegangan takik σ_k yang relevan ditentukan dengan perilaku material linear-elastik, yang biasanya dihitung dari tegangan nominal σ_n dan faktor konsentrasi tegangan teoritis K_t . Nilai K_t diberikan dalam [Gambar 3.8](#) untuk tipe potongan lubang yang berbeda-beda. Kekuatan lelah ditentukan melalui kelas FAT ($\Delta\sigma_R$) menurut [Tabel 20.3](#), tipe E2 dan E3.
- Untuk sambungan las, analisa kekuatan lelah biasanya didasarkan pada tegangan nominal σ_n pada detail struktur yang ditinjau dan pada klasifikasi detail yang sesuai, seperti yang diberikan pada [Tabel 20.3](#) yang menentukan kelas FAT ($\Delta\sigma_R$)
- Untuk sambungan las tersebut, dimana klasifikasi detail tidak mungkin dilakukan atau terjadi tegangan tambahan, yang tidak atau tidak secara cukup diperhitungkan dengan klasifikasi detail, maka analisa kekuatan lelah dapat dilakukan berdasarkan tegangan struktur σ_s sesuai dengan [C](#).

3. Persyaratan mutu (toleransi fabrikasi)

3.1 Klasifikasi detail dari sambungan las yang berbeda seperti diberikan dalam [Tabel 20.3](#) didasarkan pada asumsi bahwa fabrikasi dari detail struktur atau sambungan las yang berkaitan dengan cacat eksternal sekurang-kurangnya sama dengan kelompok mutu B sesuai DIN EN ISO 5817 dan untuk cacat internal sekurang-kurangnya sama dengan kelompok mutu C. Informasi lebih lanjut mengenai toleransi dapat juga diperoleh pada [Rules for Welding \(Pt.1, Vol.VI\) Annex 6](#).

3.2 Informasi yang relevan harus disertakan dalam dokumen manufaktur untuk fabrikasi. Jika tidak mungkin untuk memenuhi toleransi yang terdapat dalam standar, maka hal ini harus diperhitungkan ketika merancang detail struktur atau sambungan las. Dalam hal khusus, manufaktur yang diimprovisasi sebagaimana disebutkan pada [3.1](#) dapat dipersyaratkan, misalnya toleransi yang diperketat atau bentuk las yang diimprovisasi, lihat juga [B.3.2.4](#).

3.3 Faktor peningkatan tegangan k_m untuk menghitung besarnya pengaruh ketidak segarisan aksial dan angular berikut telah tercakup dalam nilai referensi kekuatan lelah, σ_R ([Tabel 20.3](#)).

$$\begin{aligned} k_m &= 1,15 \text{ las tumpul (sesuai dengan tipe A1, A2, A11)} \\ &= 1,30 \text{ las tumpul (sesuai dengan tipe A3 – A10)} \\ &= 1,45 \text{ sambungan silang (sesuai dengan tipe D1 – D5)} \\ &= 1,25 \text{ sambungan-T (sesuai dengan tipe D1 – D3)} \\ &= 1,25 \text{ las sudut pada satu permukaan pelat (sesuai dengan tipe C7, C8)} \end{aligned}$$

Tegangan tambahan yang lain harus diperhitungkan secara terpisah.

B. Analisa Kekuatan Lelah untuk Tepi Pelat Bebas dan Sambungan Las dengan menggunakan Klasifikasi Detail

1. Definisi tegangan nominal dan klasifikasi detail sambungan las

1.1 Sesuai dengan pengaruh takiknya, sambungan las biasanya digolongkan dalam kategori detail dengan mempertimbangkan data geometri dan data fabrikasi termasuk kendali mutu selanjutnya, dan definisi tegangan nominal. [Tabel 20.3](#) menunjukkan klasifikasi detail berdasarkan rekomendasi International Institute of Welding (IIW) dengan memberikan kelas FAT ($\Delta\sigma_R$) untuk struktur yang terbuat dari baja atau paduan aluminium (Al).

Pada [Tabel 20.4](#) nilai $\Delta\sigma_R$ untuk baja diberikan untuk beberapa perpotongan antara pembujur-pembujur memanjang dari berbagai bentuk dan bilah, yang dapat digunakan untuk penilaian tegangan memanjang.

Harus dicatat bahwa beberapa parameter pengaruh tidak dapat dipertimbangkan oleh klasifikasi detail dan oleh karena itu, sebaran kekuatan lelah yang besar diharapkan.

1.2 Detail yang tidak terdapat dalam [Tabel 20.3](#) dapat diklasifikasikan baik berdasarkan tegangan lokal yang sesuai dengan [C](#). atau, yang lainnya, dengan rujukan pada hasil eksperimen yang telah dipublikasikan atau dengan melakukan pengujian lelah secara khusus, dengan mengasumsikan tingkat kepercayaan yang cukup tinggi (lihat [3.1](#)) dan dengan memperhitungkan faktor koreksi yang diberikan pada [C.4](#).

Detail yang terdapat dalam [Tabel 20.3](#), dihasilkan oleh teknologi manufaktur yang telah diimprovisasi, dapat diklasifikasikan dengan melakukan pengujian lelah secara khusus seperti yang dijelaskan di atas. Klasifikasi detail tersebut harus mendapat persetujuan BKI kasus per kasus.

1.3 Mengenai definisi tegangan nominal, tanda panah pada [Tabel 20.3](#) menunjukkan lokasi dan arah tegangan dimana rentang tegangan harus dihitung. Lokasi yang berpotensi retak juga ditunjukkan pada [Tabel 20.3](#). Tergantung pada lokasi retak ini, rentang tegangan nominal harus ditentukan baik dengan menggunakan luas penampang melintang dari logam induk atau dengan tebal leher las. Tegangan bending pada pelat dan struktur kulit harus disertakan dalam tegangan nominal, dengan mengambil tegangan bending nominal yang bekerja pada lokasi awal retak.

Catatan:

Faktor K_s untuk peningkatan tegangan pada las tumpul melintang antara pelat yang berbeda tebal (lihat tipe A5 dalam [Tabel 20.3](#)) dapat diperkirakan dengan pendekatan pertama sebagai berikut:

$$K_s = \frac{t_2}{t_1}$$

t_1 = pelat yang lebih tipis

t_2 = pelat yang lebih tebal

Konsentrasi tegangan tambahan yang bukan karakteristik dari kelas FAT itu sendiri, mis. akibat potongan lubang disekitar detail harus disertakan juga dalam tegangan nominal.

1.4 Dalam hal kombinasi tegangan normal dan tegangan geser, maka rentang tegangan yang terkait dapat diambil sebagai rentang tegangan utama pada lokasi yang berpotensi retak yang bekerja kira-kira tegak lurus (dalam batas $\pm 45^\circ$) terhadap permukaan retak seperti ditunjukkan pada [Tabel 20.3](#) sepanjang tegangan tersebut lebih besar dari komponen tegangan individu.

1.5 Bila hanya tegangan geser yang bekerja, maka tegangan utama terbesar $\sigma_1 = \tau$ dapat digunakan sebagai kombinasi dengan kelas FAT yang relevan.

2. Rentang tegangan izin untuk spektrum rentang tegangan standar atau perhitungan dari rasio kerusakan kumulatif

2.1 Untuk spektrum rentang tegangan standar sesuai [Gambar 20.2](#), rentang tegangan puncak yang diizinkan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\Delta\sigma_p = f_n \cdot \Delta\sigma_{Rc}$$

$\Delta\sigma_{Rc}$ = Kelas FAT atau nilai rujukan kekuatan lelah yang dikoreksi sesuai [3.2](#)

f_n = faktor yang diberikan dalam [Tabel 20.2](#).

Puncak rentang tegangan dari spektrum tidak boleh melebihi nilai yang diizinkan, yaitu

$$\Delta\sigma_{max} \leq \Delta\sigma_p$$

Tabel 20.2 Faktor f_n untuk penentuan rentang tegangan izin pada spektrum rentang tegangan standar

Spektrum Rentang Tegangan	Sambungan Las					Tepi pelat																
	(m _o = 3)					tipe E1 (m _o = 5)					tipe E2, E2a (m _o = 4)					tipe E3 (m _o = 3,5)						
	$n_{max} =$					$n_{max} =$					$n_{max} =$					$n_{max} =$						
	10 ³	10 ⁵	5x10 ⁷	10 ⁸	3x10 ⁸	10 ³	10 ⁵	5x10 ⁷	10 ⁸	3x10 ⁸	10 ³	10 ⁵	5x10 ⁷	10 ⁸	3x10 ⁸	10 ³	10 ⁵	5x10 ⁷	10 ⁸	3x10 ⁸		
A		(17,2)	3,53	3,02	2,39		(8,1)	3,63	3,32	2,89		(8,63)		3,66	3,28	2,76		(10,3)		3,65	3,19	2,62
												(9,20) ³⁾					(12,2) ²⁾					
B		(9,2)	1,67	1,43	1,15	(9,5)	5,0	1,95	1,78	1,55	(10,3)	5,50		1,86	1,65	1,40		6,6		1,78	1,55	1,28
											(11,2) ³⁾	5,90 ³⁾					7,5 ²⁾					
C	(12,6)	2,71	0,424	0,369	0,296	(4,57)	1,82	0,606	0,561	0,500	(4,57)	1,82	0,532	0,482	0,411		(4,57)	1,82	0,483	0,430	0,358	
			0,543 ¹⁾	0,526 ¹⁾	0,501 ¹⁾			0,673 ³⁾	0,653 ³⁾	0,601 ³⁾			0,621 ¹⁾	0,602 ¹⁾	0,573 ³⁾				0,587 ¹⁾	0,569 ¹⁾	0,541 ¹⁾	
Untuk definisi tipe E1 hingga tipe E3 lihat Tabel 20.3 Untuk definisi m _o lihat 3.1.2 Nilai yang diberikan dalam kurung dapat digunakan dengan interpolasi. Untuk interpolasi antara pasangan nilai ($n_{max1}; f_{n1}$) dan ($n_{max2}; f_{n2}$), formula berikut dapat digunakan dalam kasus spektrum A atau B:																						
1) f_n untuk lingkungan tidak korosif, lihat 3.1.4 . 2) untuk $\Delta\sigma_R = 100$ [N/mm ²] 3) untuk $\Delta\sigma_R = 140$ [N/mm ²]																						

Untuk spektrum tegangan C, nilai antara dapat dihitung sesuai [3.1.2](#) dengan mengambil N = n_{max} dan $f_n = \Delta\sigma / \Delta\sigma_{Rc}$.

1) f_n untuk lingkungan tidak korosif, lihat [3.1.4](#).

2) untuk $\Delta\sigma_R = 100$ [N/mm²]

3) untuk $\Delta\sigma_R = 140$ [N/mm²]

2.2 Jika analisa kekuatan lelah didasarkan pada perhitungan rasio kerusakan kumulatif, maka spektrum rentang tegangan yang diharapkan selama umur pakai di masa depan yang diperhitungkan harus ditetapkan (lihat [A.2.4](#)) dan rasio kerusakan kumulatif D harus dihitung sebagai berikut:

$$D = \sum_{i=1}^I \left(\frac{n_i}{N_i} \right)$$

I = jumlah total blok spektrum rentang tegangan yang digunakan dalam penjumlahan (umumnya I ≥ 20)

n_i = jumlah siklus tegangan dalam blok i

N_i = jumlah siklus tegangan yang dialami dan dihitung dari desain kurva S-N yang dikoreksi (lihat [3.](#)) dengan mengambil $\Delta\sigma = \Delta\sigma_i$

$\Delta\sigma_i$ = rentang tegangan pada blok i

Untuk mendapatkan umur kelelahan tinggi yang dapat diterima, jumlah kerusakan kumulatif tidak boleh melebihi $D = 1$.

Jika spektrum rentang tegangan yang akan terjadi dapat digabungkan dengan dua atau lebih spektrum tegangan standar sesuai dengan [A.2.4](#), maka rasio kerusakan parsial D_i akibat spektrum rentang tegangan individu dapat diperoleh dari [Tabel 20.2](#). Dalam hal ini dapat diasumsikan adanya hubungan linear antara jumlah siklus beban dan rasio kerusakan kumulatif. Jumlah siklus beban yang diberikan dalam [Tabel 20.2](#) berlaku untuk rasio kerusakan kumulatif $D = 1$.

3. Desain Kurva S-N

3.1 Penjelasan tentang kurva S-N

3.1.1 Desain Kurva S-N untuk perhitungan rasio kerusakan kumulatif sesuai dengan [2.2](#) ditunjukkan dalam [Gambar 20.3](#) untuk sambungan las pada baja dan dalam [Gambar 20.4](#) untuk takik pada tepi pelat dari pelat baja. Untuk paduan aluminium (Al) berlaku kurva S-N yang sama dengan referensi nilai kurva SN yang dikurangi (Kelas FAT) menurut [Tabel 20.3](#). Kurva S-N mewakili batas bawah sebaran pita 95% dari semua hasil uji yang tersedia (setara dengan 97,5% dari *survival probability*) dengan mempertimbangkan pengaruh merusak lebih lanjut pada struktur yang besar.

Untuk memperhitungkan perbedaan faktor pengaruh, maka desain kurva S-N harus dikoreksi sesuai dengan [3.2](#).

3.1.2 Kurva S-N menggambarkan bagian hubungan linier patah antara $\log(\Delta\sigma)$ dan $\log(N)$:

$$\log(N) = 7,0 + m \cdot Q$$

$$Q = \log(\Delta\sigma_R/\Delta\sigma) - 0,69897/m_0$$

$$m = \text{eksponen kemiringan kurva S-N, lihat } 3.1.3 \text{ dan } 3.1.4$$

$$m_0 = \text{kemiringan balik dalam rentang } N \leq 1 \cdot 10^7$$

$$= 3 \quad \text{untuk sambungan las}$$

$$= 3,5 \sim 5 \quad \text{untuk tepi pelat bebas (lihat } \text{Gambar 20.4)}$$

Kurva S-N untuk kelas FAT 160 juga membentuk batas atas kurva S-N tepi bebas dari pelat baja dengan detail kategori 100 – 150 dalam rentang siklus tegangan rendah, lihat [Gambar 20.4](#).

Hal yang sama berlaku untuk kelas FAT 32 - 40 dari paduan aluminium dengan batas atas kelas FAT 71, lihat tipe E1 di [Tabel 20.3](#).

3.1.3 Untuk struktur yang terkena rentang tegangan yang bervariasi, kurva S-N yang ditunjukkan dengan garis menerus dalam [Gambar 20.3](#) and [Gambar 20.4](#) harus digunakan (kurva S-N tipe "M"), yaitu.

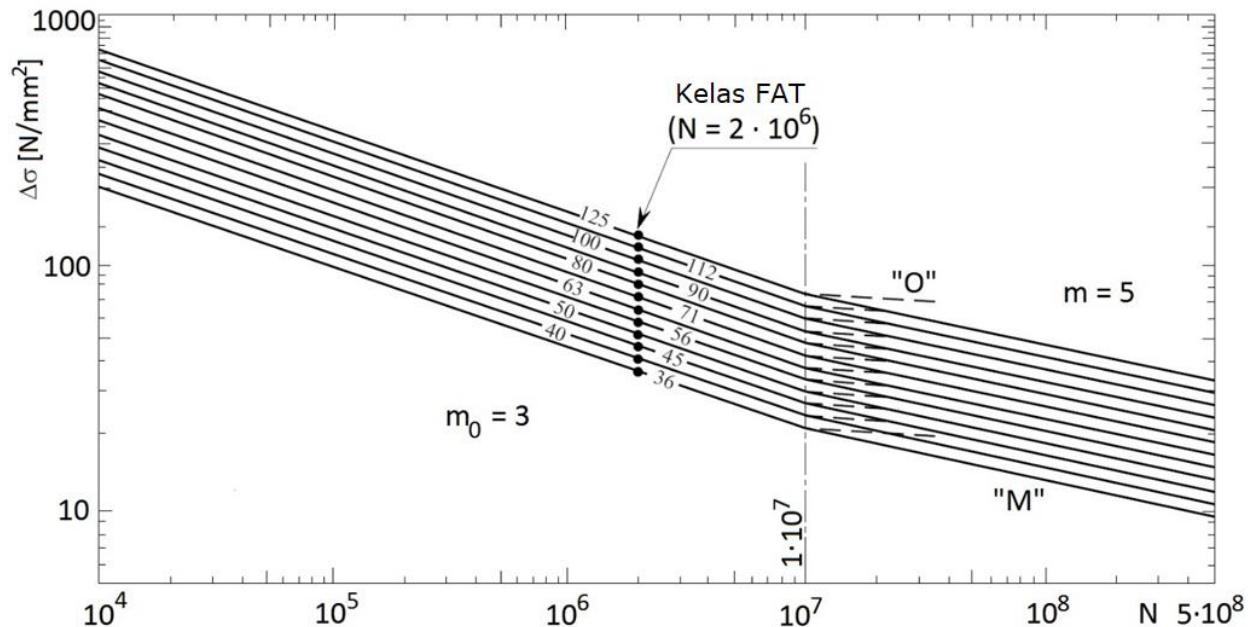
$$m = m_0 \quad \text{untuk } N \leq 10^7 \quad (Q \leq 0)$$

$$= 2 \cdot m_0 - 1 \quad \text{untuk } N > 10^7 \quad (Q > 0)$$

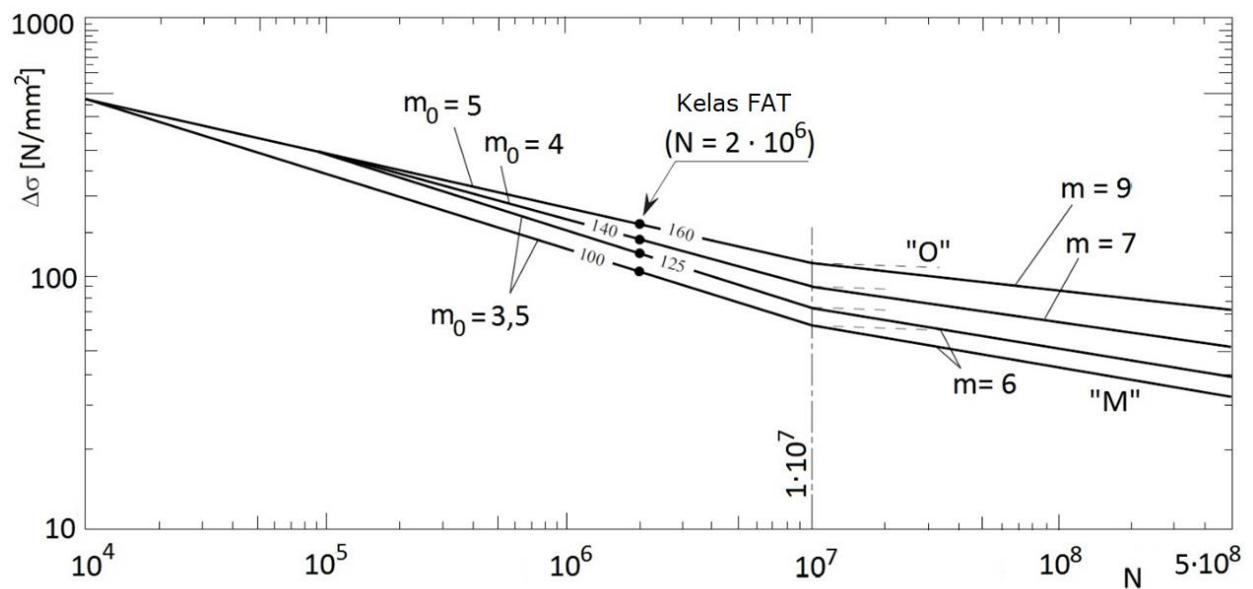
3.1.4 Untuk rentang tegangan dengan besaran konstan (spektrum rentang tegangan C) pada lingkungan tidak korosif dari $N = 1 \cdot 10^7$ kurva S-N tipe "O" di [Gambar 20.3](#) and [20.4](#) dapat digunakan, maka:

$$m = m_0 \quad \text{untuk } N \leq 10^7 \quad (Q \leq 0)$$

$$= 22 \quad \text{untuk } N > 10^7 \quad (Q > 0)$$



Gambar 20.3 Kurva S-N untuk sambungan baja yang dilas



Gambar 20.4 Kurva S-N untuk takik pada tepi pelat baja

3.2 Koreksi pada nilai rujukan dari desain kurva S-N

3.2.1 Koreksi pada nilai rujukan dari kurva S-N (kelas FAT) disyaratkan untuk memperhitungkan faktor pengaruh tambahan pada kekuatan lelah sebagai berikut:

$$\Delta\sigma_{Rc} = f_m \cdot f_R \cdot f_w \cdot f_i \cdot f_t \cdot \Delta\sigma_R$$

f_m, f_R, f_w, f_i, f_t = faktor menurut 3.2.2 - 3.2.6

Untuk diskripsi desain kurva S-N yang telah dikoreksi, formula yang diberikan pada 3.1.2 dapat digunakan dengan mengganti $\Delta\sigma_R$ dengan $\Delta\sigma_{Rc}$.

3.2.2 Pengaruh material (f_m)

Untuk sambungan las, pada umumnya diasumsikan bahwa kekuatan lelah tidak tergantung pada kekuatan baja, yaitu

$$f_m = 1,0$$

Untuk tepi bebas pada pelat baja, pengaruh titik luluh material diperhitungkan sebagai berikut:

$$f_m = 1 + \frac{R_{eH} - 235}{1200}$$

Untuk paduan aluminium, pada umumnya berlaku $f_m = 1,0$.

3.2.3 Pengaruh tegangan rata rata (f_R)

Faktor koreksi f_R dihitung dengan formula sebagai berikut:

- dalam rentang tegangan tarik, yaitu.

$$f_R = 1,0 \quad \text{untuk } \sigma_m \geq \frac{\Delta\sigma_{max}}{2}$$

- dalam rentang tegangan bolak balik, yaitu

$$f_R = 1 + c \left[1 - \frac{2 \cdot \sigma_m}{\Delta\sigma_{max}} \right] \quad \text{untuk } -\frac{\Delta\sigma_{max}}{2} \leq \sigma_m \leq \frac{\Delta\sigma_{max}}{2}$$

- dalam rentangan tegangan tekan, yaitu

$$f_R = 1 + 2 \cdot c \quad \text{untuk } \sigma_m \leq -\frac{\Delta\sigma_{max}}{2}$$

- c = 0 untuk sambungan las yang menerima siklus tegangan konstan (spektrum rentang tegangan C)
= 0,15 untuk sambungan las yang menerima variasi siklus tegangan (spektrum rentang tegangan A atau B)
= 0,3 untuk material induk yang tidak dilas

3.2.4 Pengaruh bentuk las (f_w)

Pada kasus normal:

$$f_w = 1,0$$

Faktor $f_w > 1,0$, berlaku untuk las yang mengalami perlakuan tambahan seperti digerinda. Dengan pengerjaan ini cacat permukaan seperti inklusi terak, porositas dan retak seperti undercut dihilangkan untuk mendapatkan peralihan yang halus dari material las ke material induk. Penggerindaan akhir dilakukan melintang terhadap arah las. Kedalamannya sekitar 0,5 mm lebih besar dari kedalaman undercut yang terlihat.

Untuk kaki las yang digerinda dari las sudut dan las tumpul K dengan:

- gerinda disk $f_w = 1,15$
- gerinda burr $f_w = 1,30$

Premis untuk ini, bahwa akar dan kegagalan internal dapat dikecualikan. Aplikasi gerinda kaki las untuk meningkatkan kekuatan kelelahan terbatas pada detail berikut dari [Tabel 20.3](#):

- las tumpul tipe A2, A3 dan A5 jika keduanya diratakan dari kedua sisi
- sambungan tanpa pembebahan dari tipe C1, C2, C5 dan C6 jika dilengkapi dengan lasan penetrasi penuh
- penegar melintang tipe C7
- pelat rangkap tipe C9 jika ketebalan leher las menurut [Bab 19](#) meningkat 30%
- sambungan silang dan sambungan-T dari tipe D1 dengan las penetrasi penuh

Kelas FAT terkoreksi yang dapat dicapai dengan gerinda kaki las terbatas untuk semua jenis sambungan las pada baja ke $f_w \cdot \Delta_{\sigma R} = 100 \text{ N/mm}^2$ dan aluminium ke $f_w \cdot \Delta_{\sigma R} = 40 \text{ N/mm}^2$.

Untuk las tumpul yang diratakan, nilai rujukan yang tepat dari kurva SN (kelas FAT) harus dipilih yaitu tipe A1, A10 atau A12 di [Tabel 20.3](#).

Untuk ujung ujung dari penegar atau braket seperti tipe C2 di [Tabel 20.3](#), yang memiliki las penetrasi penuh dan digerinda rata sepenuhnya untuk memperoleh peralihan yang bebas takik berlaku:

$$f_w = 1,4$$

Penilaian terhadap penggerjaan pasca pengelasan setempat dari permukaan las dan kaki las dengan metode lain harus disetujui berdasarkan kasus per kasus.

3.2.5 Faktor koreksi karena peranan penting suatu elemen struktur (f_i)

Secara umum berlaku sebagai berikut:

$$f_i = 1,0.$$

Untuk elemen struktur sekunder, yang kegagalannya dapat menyebabkan kegagalan pada daerah struktur yang lebih luas, faktor koreksi f_i harus diambil sebagai berikut:

$$f_i = 0,9.$$

Untuk takik pada tepi pelat, pada umumnya, harus diambil faktor koreksi yang memperhitungkan jari-jari pembundaran berikut:

$$f_i = 0,9 + 5/r \leq 1,0.$$

r = jari-jari takik [mm]; untuk pembundaran elips nilai rata-rata dari setengah panjang kedua sumbu utama dapat diambil sebagai jari-jari takik.

3.2.6 Pengaruh tebal pelat (f_t)

Guna memperhitungkan efek tebal pelat, aplikasi faktor pengurangan f_t dipersyaratkan oleh BKI untuk las tumpul yang memiliki arah melintang terhadap arah tegangan yang diterima pada pelat dengan tebal $t > 25 \text{ mm}$

$$f_t = \left(\frac{25}{t} \right)^{n-k} \leq 1,0$$

n = eksponen akibat tambahan efek takik pada kaki lasan, didefinisikan sebagai:
 $= 0,20$ untuk dilas-lasan

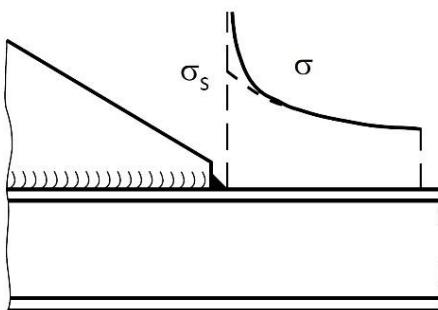
- = 0,10 kaki las
k = eksponen akibat ketidaksegarisan (lihat A.3.3), didefinisikan sebagai:
= 0,10 untuk las tumpul dengan $k_m = 1,30$
= 0,05 untuk las tumpul dengan $k_m = 1,15$
 k_m = faktor sesuai A.3.3

Untuk seluruh sambungan las, pertimbangan pengaruh ketebalan dapat dipersyaratkan untuk diaplikasikan atas persetujuan BKI

C. Analisa Kekuatan Lelah untuk Sambungan Las Berdasarkan pada Tegangan Lokal

1. Sebagai alternatif dari prosedur yang dijelaskan pada paragraf sebelumnya, analisa kekuatan lelah untuk sambungan las dapat dilakukan berdasarkan tegangan lokal. Untuk pelat yang umum dan struktur kulit kapal, penilaian berdasarkan apa yang disebut dengan tegangan struktur (atau *hot-spot*) σ_s biasanya sudah mencukupi.

Tegangan struktur didefinisikan sebagai tegangan yang diekstrapolasikan sampai ke kaki las, tidak termasuk konsentrasi tegangan lokal didaerah sekitar las, lihat [Gambar 20.5](#).



Gambar 20.5 Tegangan Struktur

2. Tegangan struktur dapat ditentukan dengan pengukuran atau secara numerik misalnya dengan metode elemen hingga dengan menggunakan model elemen shell atau model elemen volumetrik dengan asumsi distribusi tegangan linier diseluruh tebal pelat. Biasanya tegangan diektrapolasikan secara linier ke kaki las pada dua titik referensi yang terletak pada jarak 0,5 dan $1,5 \times$ tebal pelat dari kaki las. Dalam beberapa kasus tegangan struktur dapat dihitung dari tegangan nominal σ_n dan faktor konsentrasi tegangan konstruksi K_s , yang diperoleh dari investigasi parametrik dengan menggunakan metode yang disebutkan. Persamaan parametrik harus digunakan dengan pertimbangan yang cermat tentang keterbatasan sifat dan keakuratannya.

3. Untuk analisis kekuatan lelah yang berdasarkan tegangan struktur, kurva S-N yang ditunjukkan pada [Gambar 20.3](#) berlaku dengan nilai rujukan sebagai berikut:

$$\Delta\sigma_R = 100 \text{ (40 untuk Al)} \quad \text{untuk las tumpul tipe A1 - A6 dan las tumpul - K dengan ujung ujung yang dilas sudut yaitu tipe D1 di [Tabel 20.3](#), dan las sudut yang tidak menahan beban atau hanya sebagian beban pada pelat ikut seperti tipe C1-C9 di [Tabel 20.3](#)}$$

$$\Delta\sigma_R = 90 \text{ (36 untuk Al)} \quad \text{untuk las sudut, yang menahan beban pada seluruh pelat ikut seperti tipe D2 di [Tabel 20.3](#).}$$

Pada kasus khusus, jika misalnya tegangan struktur diperoleh dengan ektrapolasi non-linier ke kaki las dan jika tegangan tersebut mengandung porsi tegangan bending yang tinggi, maka penambahan nilai rujukan sampai dengan 15% dapat disetujui.

4. Nilai rujukan $\Delta\sigma_{Rc}$ dari kurva S-N yang dikoreksi dihitung sesuai [B.3.2](#), dengan memperhitungkan beberapa faktor koreksi tambahan berikut yang merupakan parameter yang berpengaruh lainnya dan tidak termasuk dalam perhitungan model, seperti ketidak segarisan:

$$f_s = \frac{1}{k_m' - \frac{\Delta\sigma_{s,b}}{\Delta\sigma_{s,max}} (k_m' - 1)}$$

$\Delta\sigma_{s,max}$ = rentang tegangan puncak dalam spektrum rentang tegangan

$\Delta\sigma_{s,b}$ = bagian tegangan bending dari $\Delta\sigma_{s,max}$

k_m' = faktor efektivitas kenaikan tegangan akibat ketidak segarisan dengan beban aksial, didefinisikan sebagai :

$$= k_m - 0,05$$

k_m = faktor penambah tegangan akibat ketidak segarisan pada pembebahan aksial, sekurang kurangnya k_m sesuai [A.3.3](#)

Rentang tegangan izin atau rasio kerusakan kumulatif, ditentukan sesuai [B.2](#).

5. Sebagai tambahan terhadap penilaian tegangan struktur pada kaki las, kekuatan lelah yang berhubungan dengan kegagalan akar las, harus dipertimbangkan dengan penerapan yang sama dari masing-masing kelas FAT, misalnya tipe D3 dari [Tabel 20.3](#). Dalam hal ini tegangan yang relevan adalah tegangan pada penampang las yang ditimbulkan oleh tegangan aksial pada pelat yang tegak lurus terhadap lasan, yang dikonversikan pada rasio $t / (2 \cdot a)$.

Tabel 20.3 Katalog Kategori Detail

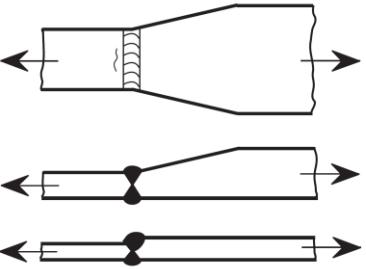
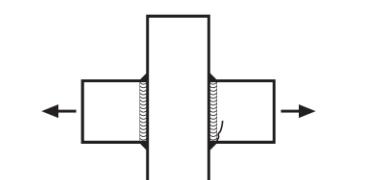
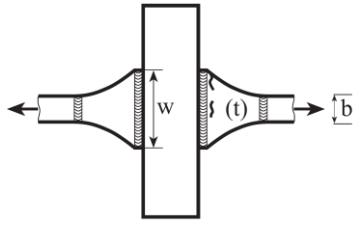
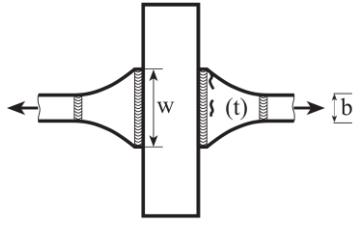
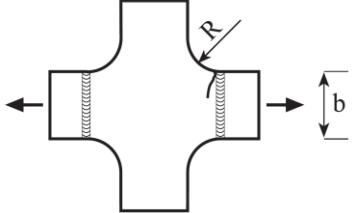
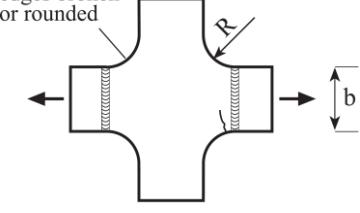
A. Las tumpul, beban melintang		Deskripsi sambungan	Kelas FAT $\Delta\sigma_R$	
Tipe No.	Konfigurasi Sambungan yang menunjukkan mode retak lelah dan tegangan σ yang ditinjau		Baja	Al
A1		Las tumpul melintang yang digerinda rata terhadap pelat, 100% NDT (Uji tak merusak)	112	45
A2		Las tumpul melintang yang dilas di bengkel pada posisi datar, maksimum penguatan las 1 mm + 0,1 x lebar las, transisi halus, NDT	90	36
A3		Las tumpul melintang yang tidak memenuhi persyaratan sambungan tipe No.A2, NDT	80	32
A4		Las tumpul melintang pada pelat penahan atau sambungan tiga pelat dengan cabang tanpa beban	71	25
		Las tumpul, dilas pada penahan keramik, retak akar las	80	28
A5		Las tumpul antara pelat yang berbeda lebar atau tebal, NDT Seperti sambungan tipe no.2, kemiringan 1: 5 Seperti sambungan tipe no.2, kemiringan 1: 3 Seperti sambungan tipe no.2, kemiringan 1: 2 Seperti sambungan tipe no.3, kemiringan 1: 5 Seperti sambungan tipe no.3, kemiringan 1: 3 Seperti sambungan tipe no.3, kemiringan 1: 2 Untuk kasus sketsa gambar ketiga, kemiringan dihasilkan dari rasio perbedaan tebal pelat terhadap lebar sambungan las. Tegangan bending tambahan karena perubahan tebal harus dipertimbangkan, lihat juga B.1.3.	90	32
			80	28
			71	25
			80	25
			71	22
			63	20
A6		Las tumpul melintang yang dilas dari satu sisi tanpa pelat penahan, penembusan penuh akar las : – dikontrol dengan NDT – tidak dikontrol dengan NDT Untuk profil pipa $\Delta\sigma_R$ dapat ditingkatkan ke kategori detail berikutnya yang lebih tinggi Las tumpul dengan Laser ($t \leq 8,0$ mm) dan laser hibrid ($t \leq 12$ mm)	71 36 80	28 12 28
A7		Las tumpul penetrasi parsial, tegangan harus dikaitkan dengan luas penampang leher las, ukuran las yang berlebih tidak diperhitungkan	36	12
A8		Las tumpul penetrasi penuh pada persilangan flens. Dilas pada kedua sisi.	50	18

Table 20.3 Katalog Kategori Detail (*lanjutan*)

A. Las tumpul, beban melintang		Deskripsi sambungan	Kelas FAT $\Delta\sigma_R$	
Tipe No.	Konfigurasi Sambungan yang menunjukkan mode retak lelah dan tegangan σ yang ditinjau		Baja	Al
A9		<p>Las tumpul penetrasi penuh pada persilangan flens</p> <p>Dilas pada kedua sisi</p> <p>Kualitas pemotongan bagian ujung sesuai tipe E2 atau E3</p> <p>Panjang sambungan $w \geq 2 \cdot b$</p> <p>Tegangan nominal $\sigma_{nominal} = \frac{F}{b \cdot t}$</p>	63	22
A10		<p>Las tumpul penetrasi penuh pada persilangan flens</p> <p>Dilas pada kedua sisi, NDT, dilas pada ujung, dan diratakan pada permukaannya</p> <p>Kualitas pemotongan bagian ujung sesuai tipe E2 atau E3 dengan $\Delta\sigma_R = 125$</p> <p>Panjang sambungan $w \geq 2 \cdot b$</p> <p>Tegangan nominal $\sigma_{nominal} = \frac{F}{b \cdot t}$</p>	80	32
A11		<p>Las tumpul penetrasi penuh pada persilangan flens</p> <p>Dilas pada kedua sisi, difabrikasi pada posisi flat, dengan radius transisi $R \geq b$</p> <p>Penguatan las $\leq 1 \text{ mm} + 0,1 \times \text{lebar las}$, transisi halus, NDT, ujung las diratakan</p> <p>Kualitas pemotongan bagian ujung sesuai tipe E2 atau E3 dengan $\Delta\sigma_R = 125$</p>	90	36
A12		<p>Las tumpul penetrasi penuh pada persilangan flens, dengan radius transisi $R \geq b$</p> <p>Dilas pada kedua sisi, tidak ada ketidaklurusinan, 100%NDT, ujung las rata, las tumpul diratakan hingga permukaan</p> <p>Tepi potong patah atau dibundarkan sesuai tipe E2</p>	100	40

Tabel 20.3 Katalog Kategori Detail (*lanjutan*)

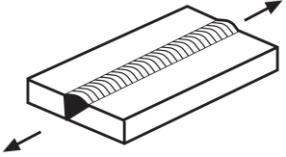
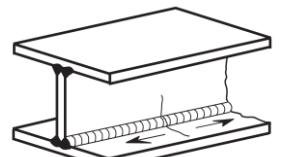
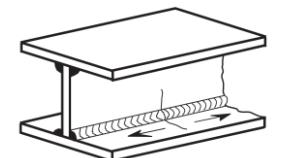
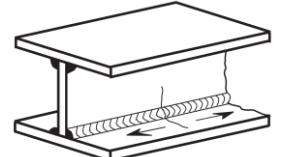
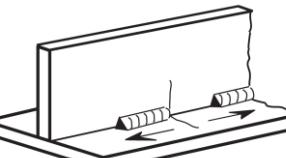
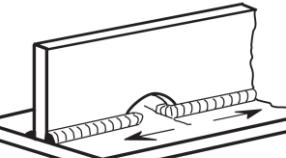
B. Pengelasan dengan arah pembebanan memanjang				
Tipe	Konfigurasi Sambungan yang menunjukkan mode retak lelah dan tegangan σ yang ditinjau	Uraian sambungan	Kelas FAT $\Delta\sigma_R$	
			Baja	Al
B1		<p>Las tumpul memanjang</p> <p>Dua sisi diratakan sejajar dengan arah pembebanan</p> <p>Tanpa posisi start/stop, NDT</p> <p>Dengan posisi start/stop</p>	125 125 90	50 50 36
B2		Las tumpul tipe K penetrasi penuh dioperasikan otomatis dan kontinyu pada arah memanjang tanpa posisi stop/start (berdasarkan rentang tegangan di flens pengelasan didekatnya)	125	50
B3		Las sudut tipe K penetrasi penuh dioperasikan otomatis dan kontinyu pada arah memanjang tanpa posisi stop/start (berdasarkan rentang tegangan di flens pengelasan didekatnya)	100	40
B4		Las tumpul atau sudut dioperasikan manual dan kontinyu pada arah memanjang (berdasarkan rentang tegangan di flens pengelasan didekatnya)	90	36
B5		<p>Las sudut putus putus pada arah memanjang (berdasarkan rentang tegangan di flens pengelasan didekatnya)</p> <p>Jika terdapat gaya geser τ pada bilah, kelas FAT dapat dikurangi dengan faktor koreksi $(1 - \Delta\tau / \Delta\sigma)$ dan tidak boleh kurang dari 36 untuk baja atau 14 untuk aluminium.</p>	80	32
B6		<p>Las tumpul arah memanjang, las sudut atau las sudut putus putus dengan potongan lubang (berdasarkan rentang tegangan di ujung pengelasan)</p> <p>Jika potongan lubang lebih dari 40% tinggi bilah</p> <p>Terdapat gaya geser τ pada bilah, kelas FAT dapat dikurangi dengan faktor koreksi $(1 - \Delta\tau / \Delta\sigma)$ dan tidak boleh kurang dari 36 untuk baja atau 14 untuk aluminium.</p> <p>Catatan: <i>Analisa berbasis tegangan lokal direkomendasikan untuk skalop tipe Ω.</i></p>	71 63	28 25

Table 20.3 Katalog Kategori Detail (*lanjutan*)

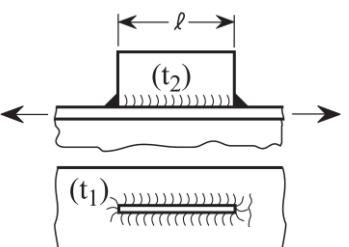
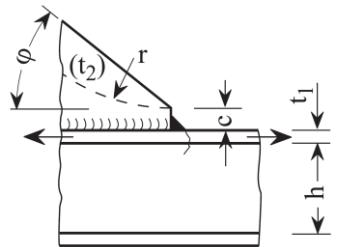
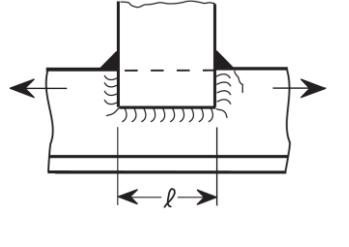
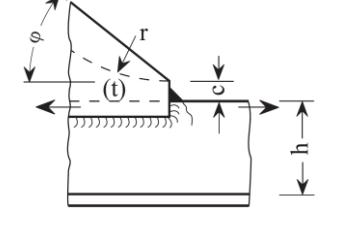
C. Sambungan tanpa pembebangan		Uraian sambungan	Kelas FAT	
Tipe	Konfigurasi Sambungan yang menunjukkan mode retak lelah dan tegangan σ yang ditinjau		$\Delta\sigma_R$	Baja
C1		<p>Las gusset arah memanjang pada balok flens, profil gembung atau pelat:</p> <ul style="list-style-type: none"> $\ell \leq 50 \text{ mm}$ 80 28 $50 \text{ mm} < \ell \leq 150 \text{ mm}$ 71 25 $150 \text{ mm} < \ell \leq 300 \text{ mm}$ 63 20 $\ell > 300 \text{ mm}$ 56 18 <p>Untuk $t_2 \leq 0,5 \cdot t_1$, $\Delta\sigma_R$ dapat dinaikkan satu kategori, tetapi tidak melebihi 80 (baja) atau 28 (Al); tidak berlaku untuk profil gembung.</p> <p>Untuk pengelasan dekat dengan ujung pelat atau profil (jarak kurang dari 10 mm) dan / atau elemen struktural yang menerima bending, $\Delta\sigma_R$ dikurangi satu kategori.</p>		
C2		<p>Gusset dengan transisi yang halus (snip ujungnya atau di bundarkan) dilas pada balok flens, profil gembung, atau pelat; $c \leq 2 \cdot t_2$, maksimum 25 mm</p> <ul style="list-style-type: none"> $r \geq 0,5 \cdot h$ 71 25 $r < 0,5 \cdot h$ atau $\varphi \leq 20^\circ$ 63 20 <p>$\varphi > 20^\circ$ lihat sambungan tipe C1</p> <p>Untuk $t_2 \leq 0,5 \cdot t_1$, $\Delta\sigma_R$ dapat ditingkatkan satu kategori; tidak berlaku untuk profil gembung.</p> <p>Untuk pengelasan dekat dengan ujung pelat atau profil (jarak kurang dari 10 mm, $\Delta\sigma_R$ harus dikurangi satu kategori).</p>		
C3		<p>Las sudut tanpa pembebangan yang diterima untuk pengelasan sambungan tumpang pada komponen dengan tegangan memanjang.</p> <ul style="list-style-type: none"> – flat bar 56 20 – profil gembung 56 20 – profil sudut 50 18 <p>Untuk $\ell > 150 \text{ mm}$, $\Delta\sigma_R$ harus dikurangi satu kategori, dan untuk $\ell \geq 50 \text{ mm}$, $\Delta\sigma_R$ dapat dinaikkan satu kategori.</p> <p>Jika komponen menerima bending, $\Delta\sigma_R$ harus dikurangi satu kategori.</p>		
C4		<p>Las sudut sambungan tumpang dengan transisi halus (snip ujungnya dengan $\varphi \leq 20^\circ$ atau dibundarkan) dilas pada komponen dengan tegangan memanjang.</p> <ul style="list-style-type: none"> – flat bar 56 20 – profil gembung 56 20 – profil sudut 50 18 <p>$c \leq 2 \cdot t$, mak. 25 mm</p>		

Table 20.3 Katalog Kategori Detail (*lanjutan*)

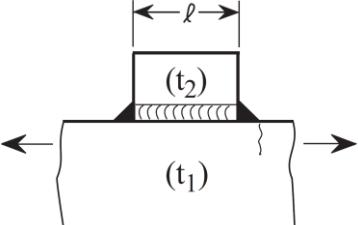
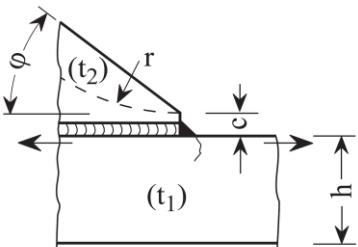
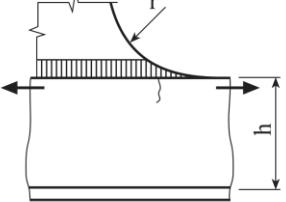
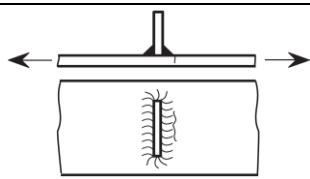
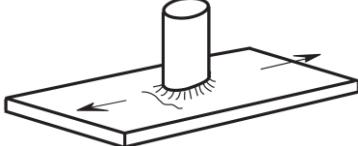
C. Sambungan tanpa pembebanan				
Tipe	Konfigurasi Sambungan yang menunjukkan mode retak lelah dan tegangan σ yang ditinjau	Uraian sambungan	Kelas FAT $\Delta\sigma_R$	
			Baja	Al
C5		<p>gusset pembujur rata sisi dilaskan pada pelat atau ujung balok flens</p> <p>$\ell \leq 50 \text{ mm}$ 56 20 $50 \text{ mm} < \ell \leq 150 \text{ mm}$ 50 18 $150 \text{ mm} < \ell \leq 300 \text{ mm}$ 45 16 $\ell > 300 \text{ mm}$ 40 14</p> <p>Untuk $t_2 \leq 0,7 t_1$, $\Delta\sigma_R$ dapat dinaikkan satu kategori, tetapi tidak melebihi 56 (baja) or 20 (Al).</p> <p>Jika pelat atau balok flens menerima gaya bending sebidang, $\Delta\sigma_R$ harus dikurangi satu kategori.</p>		
C6		<p>gusset pembujur rata sisi dilaskan pada ujung pelat atau balok, ujung flens, dengan transisi halus (ujung snip atau dibundarkan); $c \leq 2 t_2$, mak. 25 mm</p> <p>$r \geq 0,5 \cdot h$ 50 18 $r < 0,5 \cdot h$ atau $\varphi \leq 20^\circ$ 45 16</p> <p>$\varphi > 20^\circ$ lihat tipe sambungan C5</p> <p>Untuk $t_2 \leq 0,7 t_1$, $\Delta\sigma_R$ dapat dinaikkan satu kategori.</p>		
C6a		<p>gusset pembujur rata sisi dilaskan pada ujung pelat atau balok, ujung flens balok, dengan jari-jari transisi halus :</p> <p>$r / h > 1/3$ atau $r \geq 150 \text{ mm}$ 90 36 $1/6 < r / h < 1/3$ 71 28 $r / h < 1/6$ 50 22</p> <p>Jari-jari transisi halus didapatkan dengan gerinda di area las penetrasi penuh untuk memperoleh area transisi bebas takik. Penggerindaan akhir dilakukan sejajar arah tegangan</p>		
C7		Penegar melintang dengan las sudut (diaplikasikan untuk penegar yang panjang dan pendek).	80	28
C8		<p>Las tiang tanpa pembebanan pada pelat atau profil gembung</p> <p>Catatan <i>Dipersyaratkan koneksi sentris untuk pengeraaan yang memadai pada profil gembung, Untuk tiang (stud) tanpa pembebanan, penilaian tambahan dipersyaratkan untuk detail D7.</i></p>	80	28

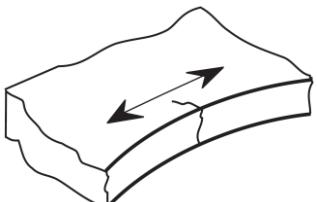
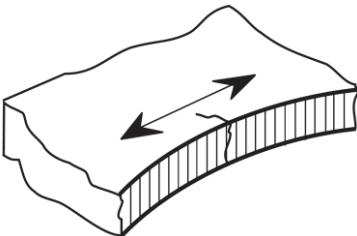
Table 20.3 Katalog Kategori Detail (*lanjutan*)

C. Sambungan tanpa pembebahan				
Tipe	Konfigurasi Sambungan yang menunjukkan mode retak lelah dan tegangan σ yang ditinjau	Uraian sambungan	Kelas FAT $\Delta\sigma_R$	
			Baja	Al
C9		<p>Ujung pelat rangkap yang panjang pada balok, ujung-ujung dilas (berdasarkan pada rentang tegangan pada flens di kaki las)</p> <p>$t_D \leq 0,8 \cdot t$</p> <p>$0,8 \cdot t < t_D \leq 1,5 \cdot t$</p> <p>$t_D > 1,5 \cdot t$</p> <p>Fitur berikut meningkatkan $\Delta\sigma_R$ satu kategori:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ujung-ujung diperkuat sesuai Gambar 18.4 – sudut kaki las $\leq 30^\circ$ – panjang pelat rangkap ≤ 300 mm <p>Untuk panjang pelat rangkap ≤ 150 mm, $\Delta\sigma_R$ dapat ditingkatkan dua kategori.</p>	56	20
			50	18
			45	16
D. Sambungan silang dan sambungan T				
Tipe	Konfigurasi Sambungan yang menunjukkan mode retak lelah dan tegangan σ yang ditinjau	Uraian sambungan	Kelas FAT $\Delta\sigma_R$	
			Baja	Al
D1		<p>Las tumpul K sambungan silang atau T dengan penetrasi penuh atau dengan ketidak sempurnaan penetrasi akar sesuai Gambar 19.9.</p> <p>sambungan silang</p> <p>sambungan T</p>	71	25
			80	28
D2		<p>Las sudut melintang sambungan silang atau sambungan T, kegagalan kaki las (kegagalan akar terutama untuk tebal leher $a < 0,7 \cdot t$, lihat sambungan tipe D3)</p> <p>sambungan silang</p> <p>sambungan T</p>	63	22
			71	25
D3		<p>Logam las pada las sudut melintang yang memikul beban pada sambungan silang atau sambungan T, kegagalan akar (berdasarkan pada rentang tegangan di leher las). Lihat juga sambungan tipe No. D2</p> <p>$a \geq t/3$</p> <p>$a < t/3$</p> <p>Catatan</p> <p><i>Retak awal pada akar las</i></p>	36	12
			40	14
D4		<p>Las penetrasi penuh pada sambungan antara profil berongga (misalnya pilar) dan pelat,</p> <p>Untuk profil pipa</p> <p>Untuk profile segi empat berongga</p> <p>Untuk $t \leq 8$ mm, $\Delta\sigma_R$ dapat dikurangi satu kategori.</p>	56	20
			50	18

Table 20.3 Katalog Kategori Detail (*lanjutan*)

D. Sambungan silang dan sambungan T				
Tipe	Konfigurasi Sambungan yang menunjukkan mode retak lelah dan tegangan σ yang ditinjau	Uraian sambungan	Kelas FAT $\Delta\sigma_R$	
			Baja	Al
D5		<p>Las sudut pada sambungan antara profil berongga (misalnya pilar) dan pelat, Untuk profil pipa Untuk profile segi empat berongga Tegangan dihubungkan dengan luas area pengelasan. Untuk $t \leq 8$ mm, $\Delta\sigma_R$ harus dikurangi satu kategori.</p>	45 40	16 14
D6		<p>Las tumpul atau las sudut menerus menghubungkan pipa yang menembus pelat $d \leq 50$ mm $d > 50$ mm</p> <p>Catatan <i>Untuk diameter yang besar, dianjurkan penilaian berdasarkan pada tegangan lokal.</i></p>	71 63	25 22
D7		<p>Las tiang dengan beban aksial pada profil gembung</p> <p>Catatan <i>Dipersyaratkan koneksi sentris untuk penggeraan yang memadai</i></p>	45	16
E. Material dasar tidak dilas				
Tipe	Konfigurasi Sambungan yang menunjukkan mode retak lelah dan tegangan σ yang ditinjau	Uraian sambungan	Kelas FAT $\Delta\sigma_R$	
			Baja	Al
E1		<p>Pelat yang dicanai atau produk ekstruksi dan profil seperti halnya juga pipa tanpa sambungan las, tanpa kerusakan di permukaan atau karena canai</p>	160 ($m_0 = 5$)	71 ($m_0 = 5$)
E2a		<p>Tepi pelat digunting atau dipotong dengan mesin dengan suatu proses termal dengan permukaan bebas retak dan bebas takik, tepi potongan patah atau dibundarkan dengan gerinda halus, arah alur sejajar dengan arah beban.</p> <p>Peningkatan tegangan karena geometri dari bukaan harus dipertimbangkan melalui perhitungan langsung dari kisaran maksimum tegangan takik terkait</p>	150 ($m_0 = 4$)	—

Table 20.3 Katalog Kategori Detail (*lanjutan*)

E. Material dasar tidak dilas				
Tipe	Konfigurasi Sambungan yang menunjukkan mode retak lelah dan tegangan σ yang ditinjau	Uraian sambungan	Kelas FAT $\Delta\sigma_R$	
			Baja	Al
E2		Tepi pelat digunting atau dipotong dengan mesin dengan suatu proses termal dengan permukaan bebas retak dan bebas takik, tepi potongan patah atau dibundarkan. Peningkatan tegangan karena geometri dari potongan lubang harus dipertimbangkan ¹⁾ .	140 ($m_0 = 4$)	40 ($m_0 = 4$)
E3		Tepi pelat tidak memenuhi persyaratan tipe E2, tetapi bebas dari retak dan takik yang berlebihan. Tepi pelat dipotong dengan mesin atau digunting : Dipotong manual dengan proses termal: Peningkatan tegangan karena geometri dari potongan lubang harus dipertimbangkan.	125 ($m_0 = 3,5$) 100 ($m_0 = 3,5$)	36 ($m_0 = 3,5$) 32 ($m_0 = 3,5$)

¹⁾ Konsentrasi tegangan yang disebabkan oleh bukaan harus dipertimbangkan sebagai berikut:

$\Delta\sigma_{max} = K_t \cdot \Delta\sigma_N$

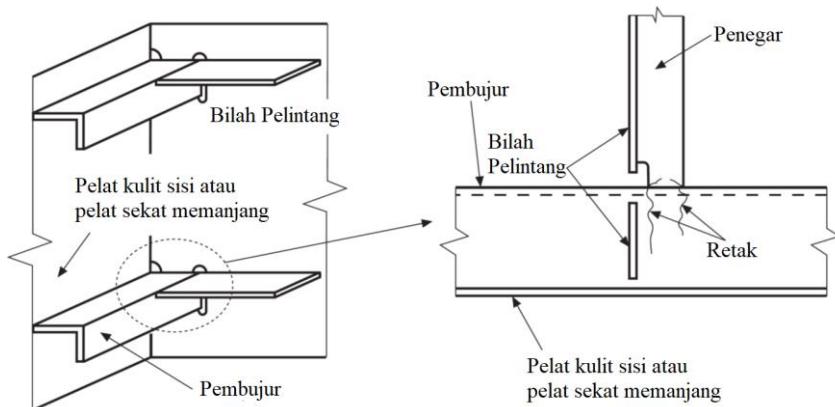
K_t = Faktor takik sesuai Bab 3, J

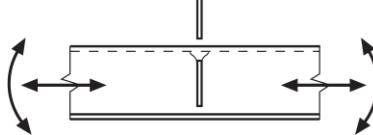
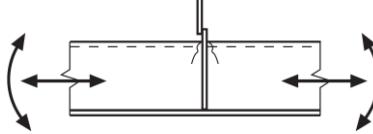
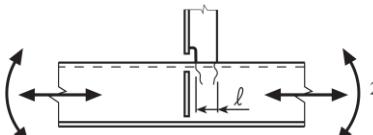
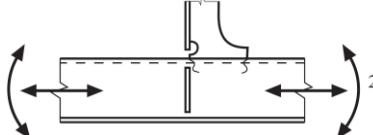
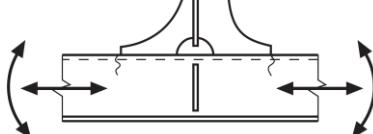
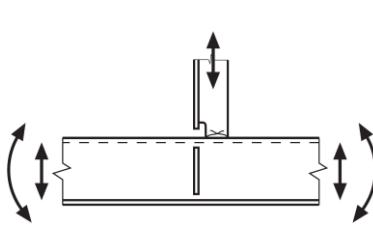
$\Delta\sigma_N$ = Rentang Tegangan Nominal berhubungan dengan profil bersih

Sebagai alternatif $\Delta\sigma_{max}$ dihitung dengan perhitungan langsung menggunakan metode elemen hingga, khususnya untuk perencanaan bukaan palka, atau bukaan yang banyak

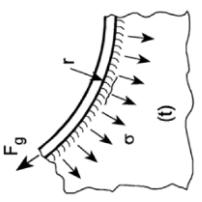
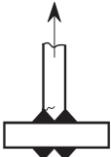
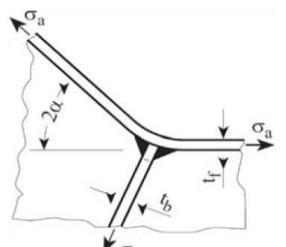
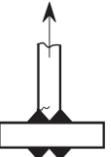
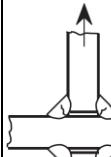
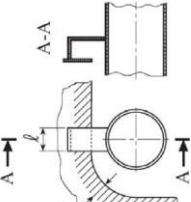
Isi table diatas sebagiannya berdasarkan *Recommendations on Fatigue of Welded Components*, direproduksi dari dokumen *IW XIII-2151-07/XV-1254-07*, dengan izin dari *International Institute of Welding*.

Table 20.4 Macam-macam perpotongan



Konfigurasi sambungan Beban Lokasi yang beresiko retak	Uraian sambungan	Kelas FAT $\Delta\sigma_R$ baja			
	Perpotongan tidak kedap air tanpa penegar tumit. Hanya untuk beban memanjang lebih dominan	80	80	80	80
	Perpotongan sekat kedap air tanpa penegar tumit (tanpa beban siklis pada bagian yang melintang) Hanya untuk beban memanjang lebih dominan	71	71	71	71
	Dengan penegar tumit langsung $\ell \leq 150$ sambungan $\ell > 150$ menumpang $\ell \leq 150$ sambungan $\ell > 150$	45	56	56	63
	dengan penegar tumit dan braket yang menyatu	45	56	56	63
	Dengan penegar tumit dan braket yang menyatu serta braket belakang sambungan langsung sambungan menumpang	50	63	63	71
	Dengan penegar tumit namun mempertimbangkan penyebaran beban ke penegar (lihat Bab 9, B.4.9) Retak awal di tumit las Retak awal di akar las Tegangan bertambah karena eksentrisitas dan bentuk potongan lubang, harus diperhatikan	80	71	71	71
¹⁾ Penambahan tegangan karena profil tidak simetris harus diperhatikan, lihat Bab 3, L					
²⁾ Ditambah satu kategori, jika hanya beban memanjang					

Tabel 20.5 Contoh detail

Detail Konstruksi atau Perlengkapan	Deskripsi detail struktur atau perlengkapan	Tipe	Sambungan konfigurasi menunjukkan retak fatigue dan tegangan σ	Deskripsi Sambungan	Kelas FAT $\Delta\sigma_r$ Baja
	<p>Flens tidak berpenegar di sambungan bilah, dianalisa sesuai tipe D1, D2, atau D3, sesuai tipe sambungan.</p> <p>Tegangan di bilah dihitung menggunakan gaya F_g di flens sesuai: $\sigma = F_g / (r \cdot t)$</p> <p>Tegangan dalam arah las memanjang dianalisa sesuai tipe B2-B4. Dalam kasus penambahan gaya geser atau bending, tegangan prinsipal tertinggi dapat menjadi penting di bilah, lihat B.1.4.</p> 	D1		<p>Las tumpul K sambungan silang atau T dengan penetrasi penuh atau dengan penetrasi akar tidak penuh yang ditentukan sesuai Bab 19, Gambar 71</p> <p>Sambungan silang</p>	71
	<p>Sambungan pada siku penegar sebuah flens dianalisa sesuai tipe D1, D2, atau D3, sesuai tipe sambungan.</p> <p>Tegangan di siku penegar pada siku secara umum dihitung sebagai berikut:</p> $\sigma = \sigma_a \cdot (t_f / t_b) \cdot 2 \cdot (\sin \alpha)$ 	D2		<p>Las sudut melintang sambungan silang atau sambungan T, kegagalan kakil las (kegagalan akar terutama untuk tebal leher $a < 0,7 \cdot t$, lihat sambungan tipe D3)</p> <p>Sambungan silang</p>	63 71
	<p>Tegangan di penegar pada siku secara umum dihitung sebagai berikut:</p> $\sigma = \sigma_a \cdot (t_f / t_b) \cdot 2 \cdot (\sin \alpha)$	D3		<p>Logam las pada sudut melintang yang memikul beban pada sambungan silang atau sambungan T, kegagalan akar (berdasarkan pada rentang tegangan di leher las). Lihat juga sambungan tipe No. D2.</p>	36
	<p>Pegangan dilas sepanjang bukaan dan diatur sejajar tepi bukaan.</p> <p>Tidak berlaku untuk sudut palka.</p> 	C1		<p>$\ell \leq 150$ mm</p> <p>Separasi sudut bundar bukaan dengan radius r, jarak minimum x, dari ujung harus sama (daerah palka):</p> $x [mm] = 15 + 0,175 \cdot r [mm]$ <p>Untuk pembulatan ellips, nilai rata-rata kedua sumbu harus diterapkan.</p>	71

Tabel 20.5 Contoh detail (*lanjutan*)

Detail struktur atau Perlengkapan	Deskripsi detail konstruksi atau perlengkapan	Tipe	Sambungan konfigurasi menunjukkan retak fatigue dan tegangan σ	Deskripsi Sambungan	Kelas FAT $\Delta\sigma_R$ Baja
	Pelat rangkap bundar dengan maksimum diameter 150 mm.	C9		$t_b \leq 0,8 t$ $0,8 t < t_b \leq 1,5 t$ $t_b > 1,5 t$	71 63 56
	Plug pengering dengan las penetrasi penuh $d \leq 150$ mm Analisa sesuai dengan pelat rangkap.	C9		$t_b \leq 0,8 t$ $0,8 t < t_b \leq 1,5 t$ $t_b > 1,5 t$ untuk $d > 150$ mm $\Delta\sigma_R$ harus diturunkan satu kategori/kelas	71 63 56
	Plug pengering dengan las tumpul penetrasi sebagian dan dengan gap yang definisi $d \leq 150$ mm Untuk $v < 0,4t$ atau $v < 0,4t_b$	C9		$0,2t < t_b \leq 0,8t$ $0,8t < t_b \leq 1,5t$ $1,5t < t_b < 2,0t$ untuk $d > 150$ mm $\Delta\sigma_R$ harus diturunkan satu kategori/kelas	50 45 40
	Untuk $v \geq 0,4t$ atau $v \geq 0,4t_b$	A7		Las tumpul penetrasi sebagian; tegangan terkait luas daerah leher las; pengelasan berlebih diabaikan.	36
	Detail kategori berlaku juga untuk pegangan yang tidak dilas keliling. Penegar yang menerima bending $\Delta\sigma_R$ diturunkan satu kategori/kelas.	C7		Penegar melintang dengan las sudut (aplikasi untuk penegar pendek dan panjang).	80

Bab 21 Perlengkapan Lambung

A.	Umum	21-1
B.	Sekat Pemisah	21-1
C.	Papan Pelapis	21-2
D.	Jendela Bundar, Jendela dan Jendela Cahaya	21-3
E.	Perlengkapan Kulit Sisi, Lubang Pembuangan dan Lubang Pembebasan	21-6
F.	Pipa Udara, Pipa Limpah, Pipa Duga	21-12
G.	Ventilator	21-15
H.	Pemuatan Kontainer	21-17
J.	Perencanaan Pengikatan	21-18
K.	Geladak Kendaraan	21-18
L.	Peralatan Keselamatan Jiwa	21-20
M.	Tiang Sinyal dan Radar	21-20
N.	Peralatan Bongkar Muat dan Angkat	21-22
O.	Akses ke Daerah Muatan dari Kapal Tangki Minyak dan Kapal Curah	21-23
P.	Akses ke Kapal	21-25
Q.	Perlindungan Awak Kapal	21-25
R.	Sarana Aman untuk Jalan Awak Kapal	21-26
S.	Pintu	21-27
T.	Bukaan Ruang Permesinan	21-28

A. Umum

1. Referensi

Paragraf pada bagian ini berdasarkan pada konvensi dan / atau kode internasional berikut ini:

IACS UR S26 Rev.4

IACS UR S27 Rev.5

ICLL berisi semua amandemen sampai dengan 1 Juli 2010

Pada akhir setiap paragraf yang relevan, paragraf yang sesuai dengan konvensi dan/atau kode internasional dicantumkan referensi di dalam tanda kurung.

B. Sekat Pemisah

1. Umum

Ruangan-ruangan yang dapat diakses untuk pelayanan kapal, ruang muat dan ruang akomodasi harus kedap gas antara satu dengan yang lain.

2. Sekat pemisah antara ruang mesin dan ruang ketel

2.1 Umum

2.1.1 Ruang ketel secara umum harus dipisahkan dari ruang mesin yang berdekatan dengan sekat. Kecuali sekat tersebut kedap air atau sekat tangki sesuai dengan Bab 11 atau 12, maka ukuran konstruksi cukup sesuai dengan 2.2.

2.1.2 Bilga harus saling terpisah satu sama lain sedemikian rupa sehingga tidak ada minyak yang dapat

lewat dari bilga ruang ketel ke bilga ruang mesin. Bukaan sekat harus mempunyai pintu berengsel.

2.1.3 Bila hubungan yang dekat antara ruang mesin dan ruang ketel menguntungkan dari segi pengawasan dan keselamatan, maka sekat penuh bisa ditiadakan, asalkan persyaratan yang diberikan dalam [Rules for Machinery Installations \(Pt. 1, Vol. III\)](#), dipenuhi.

2.2 Ukuran konstruksi

2.2.1 Tebal bagian kedap air dari sekat pemisah tidak boleh kurang dari 6,0 mm. Tebal bagian yang lain boleh 5 mm.

2.2.2 Platform dan geladak dibawah ketel harus dibuat kedap air; tebalnya tidak boleh kurang dari 6,0 mm, dan harus ditumpu dengan baik.

2.2.3 Harus dipasang penegar dengan jarak antara 900 mm. Modulus penampang dari penegar tidak boleh kurang dari:

$$W = 12 \cdot \ell \quad [\text{cm}^3]$$

ℓ = panjang yang tidak ditumpu dari penegar [m].

Bila jarak penegar berbeda dari 900 mm, maka modulus penampang harus dikoreksi dengan perbandingan langsung.

3. Sekat bulir bergerak

3.1 Umum

Sekat bulir bergerak dapat terdiri dari tutup geladak antara bergerak atau hanya dengan sekat bergerak.

3.2 Sistem perapatan

3.2.1 Sebuah detail gambar dari sistem peraptan harus dikirim untuk disetujui.

3.2.2 Kekedapan yang memadai mengenai kebocoran biji-bijian harus dipastikan.

3.2.3 Persetujuan tipe BKI dari sistem perapatan sekat bergerak dapat diterima sebagai pengganti pemeriksaan kapal khusus.

C. Papan Pelapis

1. Papan pelapis alas

1.1 Bila dalam ruang muat kapal barang umum papan pelapis alas kedap dipasang dari sisi ke sisi, maka tebal papan pelindung tidak boleh kurang dari 60 mm.

1.2 Pada alas tunggal papan pelapis harus dapat dilepas untuk pemeriksaan pelat alas setiap waktu.

1.3 Papan pelapis pada alas ganda harus diletakkan diatas galar-galar yang tebalnya tidak boleh kurang dari 12,5 mm yang memberikan ruang bebas untuk drainase air atau kebocoran minyak. Papan pelapis boleh diletakkan langsung diatas pelat alas dalam, jika didudukkan pada komponen pengawet dan kompon perapat.

1.4 Dianjurkan untuk memasang papan pelapis ganda dibawah lubang palka.

1.5 Lubang orang harus dilindungi dengan ambang baja yang dilas di sekeliling tiap lubang orang, dilengkapi dengan tutup dari kayu atau baja, atau dengan cara lain yang sesuai.

2. Papan pelapis sisi, papan pelapis pada sekat tangki.

2.1 Dalam ruang muat kapal barang kering biasa, pada umumnya harus dipasang papan pelapis sisi. Papan pelapis sisi boleh ditiadakan atas persetujuan Pemilik. Papan pelapis sisi harus dipasang dari lengkung atas bilga atau dari geladak-antara sampai ke tepi bawah braket balok geladak. Jarak bersih antara galar-galar papan yang berdekatan tidak boleh lebih dari 250 - 300 mm. Pada umumnya tebal tidak boleh kurang dari 50 mm.

2.2 Bila tangki dirancang untuk dimuati cairan pada suhu diatas 40°C, maka dindingnya yang menghadap ke ruang muat harus diberi papan pelapis. Pada dinding vertikal, papan pelapis yang berjarak sudah mencukupi kecuali untuk ruangan yang akan dimuati muatan biji-bijian. Papan pelapis dapat ditiadakan hanya dengan persetujuan Pemilik.

D. Jendela Bundar, Jendela dan Jendela Cahaya

1. Umum

1.1 Jendela bundar dan jendela, bersama dengan kaca-kacanya, tutup cahaya dan tutup badai, jika dipasang, harus dari desain yang disetujui dan konstruksi yang kuat. Gading-gading non logam tidak dapat disetujui.

Tutup cahaya dipasang di bagian dalam jendela dan jendela bundar, sementara tutup badai dipasang ke bagian luar jendela, bila dapat diakses, dan dapat berengsel atau portable.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 23 (1))

1.2 Jendela bundar didefinisikan sebagai bukaan bundar atau oval dengan luas tidak lebih dari 0,16 m². Bukaan bundar atau oval yang mempunyai luas lebih dari 0,16 m² diperlakukan sebagai jendela.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 23(2))

1.3 Jendela didefinisikan sebagai bukaan segi empat umumnya mempunyai jari-jari pada tiap-tiap sudutnya yang relatif terhadap ukuran jendela dan bukaan bundar atau oval dengan luas lebih dari 0,16 m².

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 23(3))

1.4 Jendela bundar pada ruang-ruang berikut harus dilengkapi dengan tutup cahaya berengsel dibagian dalam:

- ruang dibawah geladak lambung timbul
- ruang pada bangunan atas tertutup tingkat pertama
- rumah geladak tingkat pertama pada geladak lambung timbul yang melindungi bukaan-bukaan yang menuju ke bawah atau yang dianggap sebagai daya apung pada perhitungan stabilitas.

Tutup cahaya harus dapat ditutup dan dijamin kedap air jika dipasang dibawah geladak lambung timbul dan kedap cuaca jika dipasang diatasnya.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 23(4))

1.5 Jendela bundar tidak boleh dipasang pada suatu posisi sedemikian rupa sehingga ambangnya berada dibawah garis yang ditarik sejajar dengan geladak lambung timbul pada sisi dan titik terendahnya berada 2,5% lebar (**B**) atau 500 mm, diambil jarak yang terbesar, diatas Garis Muat Musim Panas (atau Garis Muat Kayu Musim Panas jika ditetapkan), lihat [Gb. 21.1](#).

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 23(5))

1.6 Jika perhitungan stabilitas kebocoran yang disyaratkan menunjukkan bahwa jendela bundar akan terbenam pada suatu tahap antara kebocoran atau garis air keseimbangan akhir, maka jendela bundar tersebut harus dari tipe yang tidak dapat dibuka.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 23(6))

1.7 Jendela tidak boleh dipasang pada lokasi berikut:

- Dibawah geladak lambung timbul
- Sekat ujung atau sisi bangunan atas tertutup tingkat pertama
- Pada rumah geladak tingkat pertama yang dianggap sebagai daya apung pada perhitungan stabilitas.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 23(7))



Gambar 21.1 Perencanaan jendela bundar

1.8 Jendela bundar dan jendela pada pelat kulit sisi pada tingkat kedua harus dilengkapi dengan tutup cahaya berengsel dibagian dalam yang dapat ditutup dan dijamin kedap cuaca jika bangunan atas melindungi akses langsung ke bukaan yang menuju ke bawah atau yang dianggap sebagai daya apung pada perhitungan stabilitas.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 23(8))

1.9 Jendela bundar dan jendela pada sekat sisi yang dipasang dibagian dalam dari pelat kulit sisi pada tingkat kedua yang melindungi akses langsung ke bawah ruangan yang disebut pada [1.4](#) harus dilengkapi dengan tutup cahaya berengsel dibagian dalam atau, bila jendela tersebut dapat dijangkau, tutup badai eksternal yang dipasang secara permanen yang dapat ditutup dan dijamin kedap cuaca.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 23(9))

1.10 Sekat kabin dan pintu-pintu pada tingkat kedua dan seterusnya yang memisahkan jendela bundar dan jendela dari akses langsung yang menuju ke bawah atau tingkat kedua yang dianggap sebagai daya apung pada perhitungan stabilitas dapat disetujui sebagai pengganti tutup cahaya atau tutup badai yang dipasang pada jendela bundar dan jendela.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 23(10))

1.11 Rumah geladak yang terletak pada geladak penggal yang ditinggikan atau pada geladak bangunan atas yang kurang dari tinggi standar dapat dianggap berada pada tingkat kedua sejauh yang berkenaan dengan persyaratan tutup cahaya, dengan syarat tinggi geladak penggal yang ditinggikan atau bangunan atas sama dengan atau lebih besar dari tinggi geladak penggal standar.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 23(11))

1.12 Jendela cahaya permanen atau yang bisa dibuka harus mempunyai tebal kaca yang sesuai dengan ukuran dan posisinya seperti yang disyaratkan untuk jendela bundar dan jendela. Kaca jendela cahaya pada setiap posisi harus dilindungi dari kerusakan mekanis dan, bila dipasang pada posisi 1 atau 2, harus dilengkapi dengan tutup cahaya atau tutup badai yang dipasang secara permanen.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 23(12))

1.13 Persyaratan tambahan untuk kapal penumpang yang diberikan pada Bab 29 harus dipenuhi.

1.14 Persyaratan tambahan untuk kapal tangki minyak yang diberikan pada Bab 24 harus dipenuhi.

2. Beban Desain

2.1 Beban desain sesuai dengan Bab 4 dan Bab 16.

2.2 Untuk kapal dengan panjang L_c sama dengan atau lebih besar dari 100 m, sebagai tambahan beban sesuai dengan standar ISO 5779 dan 5780 harus dihitung. Nilai yang lebih besar harus dipertimbangkan sampai dengan tingkat ketiga.

2.3 Penyimpangan dan kasus khusus mendapat persetujuan tersendiri.

3. Gading

3.1 Desain harus sesuai dengan standar ISO 1751 dan 3903 atau standar Nasional atau internasional lainnya yang setara dan diakui.

3.2 Perubahan dari masing-masing standar bisa mensyaratkan pembuktian tambahan terhadap kekuatan yang cukup dengan perhitungan langsung atau pengujian. Hal ini harus dipenuhi untuk jendela anjungan di daerah terbuka (misalnya didaerah seperempat panjang kapal dihaluan) dalam setiap kasus.

4. Panel Kaca

4.1 Panel kaca harus terbuat dari kaca pengaman yang diperkuat secara termal, atau kaca pengaman laminasi. Dalam hal kaca yang diperkuat secara kimia, kedalaman penguatan kimia tidak boleh kurang dari 30 μm . Kaca harus dikualifikasi melalui pengujian sesuai dengan EN 1288-3. Standard ISO 614, 1095 dan 21005 harus ditaati.

4.2 Tebal kaca untuk jendela dan jendela bundar ditentukan sesuai dengan standar ISO 21005 atau standar nasional atau internasional lainnya yang setara, dengan memperhatikan beban desain yang diberikan pada 2. Untuk ukuran yang menyimpang dari standar, formula yang diberikan pada ISO 21005 dapat digunakan.

4.3 Kaca jendela yang dipanaskan harus sesuai dengan ISO 3434.

4.4 Tebal ekuivalen (t_s) dari kaca pengaman yang diperkuat dengan laminasi ditentukan dari formula berikut:

$$t_s = \sqrt{t_1^2 + t_2^2 + \dots + t_n^2}$$

t_1, t_2, \dots, t_n : tebal pada lapisan laminasi

5. Pengujian

Jendela dan jendela bundar harus diuji masing-masing sesuai dengan standar ISO 1751 dan 3903.

Jendela-jendela pada area yang relevan dalam keselamatan kapal (yaitu ruang kemudi dan lainnya

sebagaimana didefinisikan) dan ukuran jendela yang tidak diatur oleh standar ISO harus diuji pada empat kali tekanan desain

Untuk persyaratan pengujian pada Kapal penumpang lihat [Bab 29, K](#)

E. Perlengkapan Kulit Sisi, Lubang Pembuangan dan Lubang Pembebasan

1. Perlengkapan Kulit Sisi dan Lubang Pembuangan

1.1 Umum

1.1.1 Lubang Pembuangan yang diarahkan melalui kulit kapal dari bangunan atas tertutup yang digunakan untuk pengangkutan muatan harus diizinkan hanya apabila tepi geladak lambung timbul tidak tenggelam ketika kapal oleng 5° ke arah manapun. Dalam kasus lain, drainase harus diarahkan ke dalam kapal sesuai dengan persyaratan Konvensi Internasional untuk Keselamatan Jiwa di Laut yang berlaku.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 22(2))

1.1.2 Dalam ruang permesinan berawak, dan saluran masuk dan pembuangan laut tambahan sehubungan dengan pengoperasian permesinan dapat dikendalikan secara lokal. Kontrol harus mudah diakses dan harus dilengkapi dengan indikator yang menunjukkan apakah katup terbuka atau tertutup.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 22 (3))

1.1.3 Lubang dan pipa pembuangan yang berasal di tingkat manapun dan menembus kulit kapal baik lebih dari 450 mm di bawah geladak lambung timbul atau kurang dari 600 mm di atas garis muat musim panas yang harus disediakan dengan katup searah pada kulit kapal. Katup ini, kecuali dipersyaratkan oleh [1.2.1](#), dapat diabaikan jika pipa memiliki ketebalan substansial (lihat [1.3](#) di bawah ini)

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 22 (4))

1.1.4 Lubang Pembuangan yang diarahkan dari bangunan atas atau rumah geladak tidak dilengkapi dengan pintu yang memenuhi persyaratan [S](#). harus diarahkan ke laut.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 22 (5))

1.1.5 Semua perlengkapan kulit kapal dan katup dipersyaratkan oleh peraturan ini harus dari baja, perunggu atau material ulet lain yang disetujui. Katup dari besi cor biasa atau material sejenis yang tidak sesuai. Semua pipa yang mengacu pada regulasi ini harus dari baja atau material lain yang setara dengan persetujuan Pemerintah Negara Bendera.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 22 (6))

1.1.6 Persyaratan untuk katup air laut yang terkait dengan operasi pembangkit listrik harus dipenuhi lihat [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec. 11](#).

1.1.7 Lubang Pembuangan dan sanitasi pembuangan tidak harus dipasang di atas garis air balas terendah di tempat posisi peluncuran sekoci atau sarana untuk mencegah pembuangan air ke dalam sekoci penolong harus disediakan. Lokasi lubang pembuangan dan sanitasi pembuangan juga harus diperhitungkan ketika merencanakan lorong dan pilot lift.

1.2. Katup

1.2.1 Pembuangan yang diarahkan melalui kulit kapal baik dari ruang bawah geladak lambung timbul atau dari dalam bangunan atas dan rumah geladak pada geladak lambung timbul dilengkapi dengan pintu yang memenuhi persyaratan [S](#). wajib, kecuali sebagaimana ditentukan dalam [1.1.1](#), dilengkapi dengan sarana yang efisien dan dapat diakses untuk mencegah air masuk ke dalam kapal. Biasanya setiap

pembuangan terpisah akan memiliki satu katup searah otomatis dengan sarana positif menutup dari posisi di atas geladak lambung timbul. Di mana ujung dalam pipa pembuangan terletak setidaknya 0,01L di atas garis muat musim panas, pembuangan dapat memiliki dua katup searah otomatis tanpa sarana penutup positif. Dimana jarak vertikalnya melebihi 0,02L, katup searah otomatis tunggal tanpa sarana penutup positif dapat diterima. Sarana untuk operasi katup tindakan positif harus mudah diakses dan dilengkapi dengan indikator yang menunjukkan apakah katup terbuka atau tertutup.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 22 (1a))

1.2.2 Satu katup searah otomatis dan satu pintu air katup yang dikendalikan dari atas geladak lambung timbul bukan satu katup searah otomatis dengan sarana positif menutup dari posisi di atas geladak lambung timbul, diterima.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 22 (1b))

1.2.3 Bila dipersyaratkan dua katup searah otomatis, katup dalam kapal akan selalu dapat diakses untuk pemeriksaan kondisi pelayanan (yaitu, katup dalam kapal harus berada di atas tingkat garis muat tropis). Jika hal ini tidak dapat dilakukan, katup dalam kapal tidak perlu berada di atas garis muat tropis, asalkan katup air dikontrol secara lokal dan dipasang antara dua katup searah otomatis.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 22 (1c))

1.2.4 Bila sanitasi pembuangan dan lubang pembuangan diarahkan ke laut melalui kulit kapal sekitar ruang permesinan, secara lokal dioperasikan katup penutup positif pada kulit kapal, bersama-sama dengan katup searah dalam kapal, dapat diterima. Kontrol dari katup tersebut harus berada dalam posisi yang mudah diakses.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 22 (1d))

1.2.5 Posisi ujung pembuangan di dalam kapal harus berhubungan dengan Garis Muat Kayu Musim Panas ketika lambung timbul kayu yang dipasang.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 22 (1e))

1.2.6 Persyaratan untuk katup searah hanya berlaku untuk pembuangan yang tetap terbuka selama operasi normal kapal. Untuk pembuangan yang harus tetap tertutup di laut, katup ulir tunggal yang sesuai dioperasikan dari geladak dapat diterima.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 22 (1f))

1.2.7 [Tabel 21.1](#) menyediakan perencanaan lubang pembuangan, saluran masuk dan pembuangan yang diterima.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 22 (1g))

1.3 Lubang dan pipa pembuangan

1.3.1 Untuk lubang dan pipa pembuangan dimana ketebalan substansial tidak dipersyaratkan:

- untuk pipa yang memiliki diameter eksternal yang sama atau kurang dari 155 mm, tebalnya tidak boleh kurang dari 4,5 mm;
- untuk pipa yang memiliki diameter eksternal yang sama atau lebih dari 230 mm, tebalnya tidak boleh kurang dari 6,0 mm.

Nilai antara harus ditentukan dengan interpolasi linier.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 22 (7a))

1.3.2 Untuk lubang dan pipa pembuangan, dimana ketebalan substansial dipersyaratkan:

- untuk pipa yang memiliki diameter eksternal yang sama atau kurang dari 80 mm, tebalnya tidak

boleh kurang dari 7,0 mm

- untuk pipa yang memiliki diameter eksternal dari 180 mm, tebalnya tidak boleh kurang dari 10 mm
- untuk pipa yang memiliki diameter eksternal yang sama atau lebih dari 220 mm, tebalnya tidak boleh kurang dari 12,5 mm.

Nilai antara harus ditentukan dengan interpolasi linier.

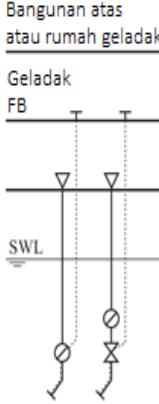
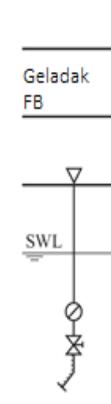
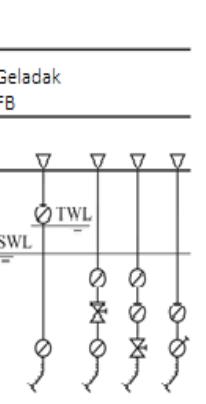
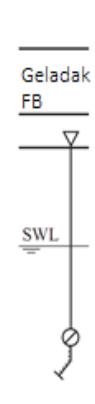
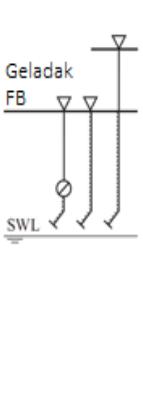
(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 22 (7b))

2. Lubang pembebasan

2.1 Bila kubu - kubu pada geladak lambung timbul atau bangunan atas membentuk sumur pada bagian cuaca, maka perlengkapan yang cukup harus dibuat untuk membebaskan dan pengeringan geladak dari air dengan cepat.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 24 (1a))

Tabel 21.1 Perencanaan perlengkapan kulit sisi

Pembuangan yang berasal dari ruang tertutup di bawah geladak lambung timbul atau di geladak lambung timbul			Pembuangan yang berasal dari ruang lain	
Persyaratan umum menurut E.1.2.1 bila ujung di dalam kapal $\leq 0,01L$ di atas SWL	Pembuangan melalui ruang permesinan	Alternatif (lihat E.1.2.1) bila ujung di dalam kapal		Selain dari itu lihat E.1.2.1
		> 0,01L diatas SWL	> 0,02L diatas SWL	
Bangunan atas atau rumah geladak	Geladak FB	Geladak FB	Geladak FB	Geladak FB
				
Simbol:				
 Ujung pipa di dalam kapal	 katup searah tanpa sarana penutup positif	 kontrol jarak jauh		
 Ujung pipa di luar kapal	 katup searah dengan sarana penutup positif yang dikendalikan secara lokal	 tebal normal		
 Pipa yang berakhir di geladak terbuka	 katup yang dikontrol secara lokal	 tebal substansial		

2.2. Kecuali sebagaimana ditentukan pada 2.3 sampai dengan 2.8, maka luas minimum lubang pembebasan $A[\text{mm}^2]$ pada tiap sisi kapal untuk tiap-tiap sumur di geladak lambung timbul akan ditentukan oleh formula berikut dalam kasus ini lengkung geladak memanjang di daerah sumur adalah standar atau

lebih besar dari standar.

Luasan minimum untuk setiap sumur pada geladak bangunan atas adalah setengah dari luas yang diperoleh dari formula:

$$A = 0,7 + 0,035 \ell \quad [m^2] \quad \text{untuk } \ell \leq 20 \text{ m}$$

$$= 0,07 \cdot \ell \quad [m^2] \quad \text{untuk } \ell > 20 \text{ m}$$

$$\ell = \text{panjang kubu-kubu} \quad [\text{m}]$$

$$\ell_{\max} = 0,7 L$$

Jika tinggi rata-rata kubu - kubu lebih besar dari 1,2 m maka luas yang disyaratkan harus ditambah sebesar 0,004 m² per meter dari panjang sumur untuk setiap 0,1 m perbedaan ketinggian.

Jika tinggi rata-rata kubu - kubu kurang dari 0,9 m, maka luas yang disyaratkan dapat dikurangi dengan cara yang sama.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 24 (1b))

2.3 Untuk kapal tanpa lengkung geladak memanjang, luas yang dihitung sesuai [2.2](#) harus ditambah 50%. Bila lengkung geladak memanjang kurang dari standar, maka prosentase penambahan diperoleh secara interpolasi linier.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 24(1c))

2.4 Pada kapal geladak rata dengan rumah geladak pada daerah tengah kapal memiliki lebar minimal 80% dari lebar kapal dan jalan orang di sepanjang sisi kapal dengan lebar tidak melebihi 1,5 m maka dua sumur terbentuk. Masing-masing luas lubang pembebasan akan disyaratkan berdasarkan panjang masing-masing sumur.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 24 (1d))

2.5 Bila sekat screen dipasang sepenuhnya di kapal pada ujung depan bagian tengah rumah geladak, geladak terbuka dibagi menjadi dua sumur dan tidak ada batasan pada lebar rumah geladak tersebut.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 24 (1e))

2.6 Sumur pada geladak penggal yang ditinggikan harus diperlakukan seperti pada di geladak lambung timbul.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 24 (1f))

2.7 Pelat selokan pembuangan yang tingginya lebih besar dari 300 mm yang dipasang di sekitar geladak cuaca kapal tangki di daerah manifold muatan dan pipa muat harus diperlakukan sebagai kubu-kubu. Perencanaan lubang pembebasan harus sesuai dengan regulasi ini. Penutup yang dipasang pada lubang pembebasan untuk digunakan selama operasi bongkar muat harus diatur sedemikian rupa sehingga kemacetan tidak bisa terjadi saat di laut.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 24 (1g))

2.8 Bila kapal dilengkapi dengan bubungan di geladak lambung timbul, yang tidak akan diperhitungkan ketika menghitung lambung timbul, atau jika ambang sisi lubang palka menerus atau secara substansial terus menerus dipasang diantara bangunan atas yang terpisah, luas minimum bukaan lubang pembebasan harus ditentukan dari [Tabel 21.2](#).

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 24 (2))

Tabel 21.2 Luas minimum lubang pembebasan

Prosentase lebar lubang palka atau bubungan terhadap lebar kapal B [%]	Prosentase luas lubang pembebasan terhadap luas total kubu-kubu[%] ¹⁾ (tiap sisi terpisah)
40 atau kurang	20
75 atau lebih	10

¹⁾ Luas lubang pembebasan untuk lebar antara didapatkan dengan interpolasi linier.

2.9 Efektivitas luas lubang pembebasan di kubu-kubu disyaratkan pada 2.1 - 2.7 tergantung pada daerah aliran bebas sepanjang geladak kapal.

Luas aliran bebas di geladak adalah luas bersih celah antara lubang palka, dan antara lubang palka dan bangunan atas dan rumah geladak hingga ketinggian sebenarnya dari kubu-kubu tersebut.

Luas lubang pembebasan kubu-kubu akan dinilai dalam kaitannya dengan luas aliran bersih sebagai berikut:

- Jika luas aliran bebas tidak boleh kurang dari luas pembebasan dihitung dari 2.8 jika ambang lubang palka menerus, maka luas minimum lubang pembebasan dihitung dari 2.1 - 2.7 harus dianggap cukup.
- Jika luas aliran bebas sama dengan, atau kurang dari luas dihitung 2.1 – 2.7, luas minimum pembebasan kubu-kubu harus ditentukan dari 2.8.
- Jika luas aliran bebas lebih kecil yang dihitung dari 2.8, tetapi lebih besar dari yang dihitung 2.1 – 2.7, luas minimum pembebasan kubu-kubu itu harus ditentukan dari formula berikut:

$$F = F_1 + F_2 - f_p \quad [m^2]$$

F_1 = luas minimum pembebasan dihitung dari 2.1 - 2.7

F_2 = luas minimum pembebasan dihitung dari 2.8

f_p = total luas bersih dan celah antara ujung palka dan bangunan atas atau rumah geladak hingga ketinggian kubu-kubu sebenarnya.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg.24(3))

2.10 Pada kapal yang memiliki bangunan atas pada geladak lambung timbul atau geladak bangunan atas, yang terbuka pada salah satu atau kedua ujungnya ke sumur yang dibentuk oleh kubu-kubu di atas geladak terbuka, ketentuan yang memadai untuk pembebasan ruang terbuka dalam bangunan atas harus disediakan.

Luas minimum lubang pembebasan di setiap sisi kapal untuk bangunan atas terbuka (A_s) dan untuk sumur terbuka (A_w), yang akan dihitung sesuai dengan prosedur berikut:

- 1) Tentukan panjang sumur total (ℓ_t) sama dengan jumlah panjang geladak terbuka yang tertutup oleh kubu-kubu (ℓ_w) dan panjang ruang bersama di dalam bangunan atas terbuka (ℓ_s).
- 2) Untuk menentukan A_s :
 - a) menghitung luas lubang pembebasan (A) yang dipersyaratkan untuk sumur terbuka dengan panjang ℓ_t sesuai dengan 2.2 dengan standar tinggi kubu-kubu yang diasumsikan;
 - b) kalikan dengan faktor 1.5 untuk mengoreksi adanya lengkung geladak memanjang, jika berlaku, sesuai dengan 2.3;
 - c) kalikan dengan faktor (b_o / ℓ_t) untuk menyesuaikan luas lubang pembebasan untuk lebar (b_o) dari bukaan di ujung sekat pada bangunan atas tertutup;
 - d) untuk menyesuaikan luas lubang pembebasan untuk itu bagian dari seluruh panjang sumur yang tertutup oleh bangunan atas terbuka, kalikan dengan faktor:

$$1 - \left(\frac{\ell_w}{\ell_t} \right)^2$$

- e) untuk menyesuaikan luas lubang pembebasan untuk jarak geladak sumur di atas geladak lambung timbul, untuk geladak terletak lebih dari $0,5 \cdot h_s$ di atas geladak lambung timbul, kalikan dengan faktor:

$$0,5 \cdot \left(\frac{h_s}{h_w} \right)$$

h_w = jarak geladak sumur di atas geladak lambung timbul

h_s = satu tinggi bangunan atas standar

- 3) Untuk menentukan A_w :

- a) luas lubang pembebasan untuk sumur terbuka (A_w) akan dihitung sesuai dengan 2.10.2) .a, menggunakan ℓ_w untuk menghitung nominal luas lubang pembebasan (A'), dan kemudian disesuaikan dengan tinggi kubu-kubu sebenarnya (h_b) dengan penerapan salah satu koreksi luasan berikut, manapun yang berlaku:

$$A_c = 0,004 \cdot \ell_w \cdot ((h_b - 0,9) / 0,1) \quad [m^2] \quad \text{untuk kubu-kubu dengan } h_b < 0,9 \text{ m}$$

$$A_c = 0 \quad \text{untuk kubu-kubu dengan } 0,9 \leq h_b \leq 1,2 \text{ m}$$

$$A_c = 0,004 \cdot \ell_w \cdot ((h_b - 1,2) / 0,1) \quad [m^2] \quad \text{untuk kubu-kubu dengan } h_b > 1,2 \text{ m}$$

- b) luas lubang pembebasan yang telah dikoreksi ($A_w = A' + A_c$), jika berlaku harus disesuaikan untuk tidak adanya lengkung geladak memanjang, dan ketinggian di atas geladak lambung timbul seperti pada 2.10.2) .a dan 2.10.2) .e, menggunakan h_s dan h_w .

- 4) Luas lubang pembebasan yang dihasilkan untuk bangunan atas terbuka (A_s) dan untuk sumur terbuka (A_w) harus disediakan sepanjang setiap sisi ruang terbuka yang tertutup oleh bangunan atas terbuka dan setiap sisi sumur terbuka, masing-masing.
- 5) Hubungan di atas dirangkum oleh persamaan berikut, dengan asumsi ℓ_t , jumlah dari ℓ_w dan ℓ_s , , lebih besar dari 20 m:

Luas lubang pembebasan A_w untuk sumur terbuka:

$$A_w = (0,07 \cdot \ell_w + A_c) \cdot (\text{koreksi lengkung geladak memanjang}) \cdot 0,5 \cdot \left(\frac{h_s}{h_w} \right) \quad [m^2]$$

Luas lubang pembebasan A_s bangunan atas terbuka:

$$A_w = 0,007 \cdot \ell_t \cdot \left(\text{koreksi lengkunggeladak memanjang} \right) \cdot \left(\frac{b_o}{\ell_t} \cdot \left(1 - 2 \frac{\ell_w}{\ell_t} \right) \right) \left(0,5 \cdot \frac{h_s}{h_w} \right) \quad [m^2]$$

Dimana ℓ_t adalah 20 m atau kurang, dasar luas lubang pembebasan adalah $A = 0,7 + 0,035 \cdot \ell_t$ sesuai dengan 2.2.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg.24(4))

2.11 Ujung bawah dari lubang pembebasan harus dekat ke geladak sepraktis mungkin. Dua pertiga dari luas lubang pembebasan disyaratkan harus disediakan setengah dari sumur terdekat ke titik terendah dari kurva lengkung geladak memanjang. Sepertiga dari luas lubang pembebasan dipersyaratkan harus disebar secara merata pada sepanjang sisa panjang sumur. Dengan nol atau sedikit lengkung geladak

memanjang pada geladak lambung timbul terbuka atau geladak bangunan atas terbuka maka luas lubang pembebasan harus disebar secara merata sepanjang sumur.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 24 (5))

2.12 Semua bukaan pada kubu-kubu harus dilindungi oleh pagar atau batang terpisah dengan jarak sekitar 230 mm. Jika kisi-kisi dipasang untuk lubang pembebasan, jarak yang cukup harus disediakan untuk mencegah dari kemampatan. Engsel harus memiliki pin atau bantalan dari material non-korosif.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 24 (6))

2.13 Pada kapal dengan ambang palka memanjang menerus, di mana air dapat terakumulasi diantara pelintang ambang, lubang pembebasan harus disediakan di kedua sisi, dengan luas penampang minimum A_q dari:

$$A_q = 0,07 \cdot b_o \text{ [m}^2\text{]}$$

Dalam hal struktur tertutup sebagian luas A_q dapat dikurangi dengan rasio bukaan bersih dari ambang palka melintang dan total luas ruang tertutup.

b_Q = lebar dari penumpu kotak melintang [m]

F. Pipa Udara, Pipa Limpah, Pipa Duga

1. Setiap tangki harus dilengkapi dengan pipa udara, pipa limpah dan pipa duga. Pipa udara pada umumnya harus diteruskan keatas geladak terbuka. Untuk perencanaan dan ukuran konstruksi pipa lihat [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.11, R](#). Tinggi dari geladak ke titik dimana air bisa masuk sedikitnya 760 mm pada geladak lambung timbul dan 450 mm pada geladak bangunan atas.

2. Harus ada peralatan penutup yang layak untuk pipa udara, pipa limpah dan pipa duga, lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.11, R](#). Bila kapal membawa muatan diatas geladak, maka peralatan penutup harus mudah di akses setiap saat. Perhitungan genangan pada kapal harus dibuat, ujung pipa udara harus diatas garis air kerusakan pada kondisi kebocoran. Bila ujung pipa tersebut terbenam pada tahap antara dari kebocoran, maka kondisi ini harus diperiksa secara terpisah.

3. Sekitar bawah alas ganda atau bagian atas tangki, harus dibuat lubang pada wrang pelat dan penumpu samping demikian pula pada balok geladak, penumpu geladak dll., untuk memberikan akses udara bebas ke pipa udara.

Disamping itu, semua wrang pelat dan penumpu samping harus dilengkapi dengan lubang-lubang untuk memungkinkan air atau minyak mencapai pompa isap.

4. Pipa duga harus diteruskan sampai di atas tangki secara langsung. Pelat kulit kapal harus diperkuat dengan pelat yang lebih tebal atau pelat ganda dibawah pipa duga.

5. Persyaratan kekuatan khusus untuk perlengkapan geladak haluan

5.1 Umum

Persyaratan kekuatan berikut harus dipenuhi untuk menahan gaya air laut untuk peralatan tersebut dibawah ini, yang terletak didaerah seperempat panjang kapal dihaluan:

- Pipa udara, pipa ventilator dan peralatan penutupnya.

Pembebasan dari persyaratan tersebut diatas adalah pipa udara, pipa ventilator dan peralatan penutupnya dari sistem ventilasi muatan dan sistem gas inert pada kapal tangki.

(IACS UR S27.1.1)

5.2 Penerapan

5.2.1 Untuk kapal - kapal yang kontrak pembangunannya dilakukan pada atau setelah 1 Januari 2004 di geladak terbuka $0,25L$ ke haluan, berlaku untuk:

- Semua tipe kapal pelayaran samudera dengan panjang 80 m atau lebih, di mana ketinggian geladak terbuka di tempat peralatan kurang dari 0,1L atau 22 m di atas garis muat air laut musim panas, diambil nilai yang lebih kecil.

(IACS UR S27.2.1)

5.2.2 Untuk kapal - kapal yang kontrak pembangunannya dilakukan sebelum 1 Januari tahun 2004 hanya untuk pipa udara, pipa ventilator dan perangkat penutupnya di geladak terbuka yang melayani ruang di depan dari sekat tubrukan, dan ruang-ruang yang memanjang melewati garis ini ke buritan, berlaku untuk:

- Kapal curah, pembawa bijih, dan pengangkut kombinasi (sebagaimana didefinisikan dalam [Rules for Classification and Surveys \(Pt.1, Vol.I\) Annex A.7](#)) dan kapal kargo kering umum (tidak termasuk kapal kontainer, pengangkut kendaraan, kapal Ro-Ro dan pengangkut serpihan kayu), panjang 100 m atau lebih.

(IACS UR S27.2.2)

5.3 Beban yang berlaku untuk pipa udara, pipa ventilator dan peralatan penutupnya

5.3.1 Tekanan p [kN/m^2] yang bekerja pada pipa udara, pipa ventilator dan peralatan penutupnya dapat dihitung dari:

$$p = 0,5 \cdot \rho \cdot V^2 \cdot C_d \cdot C_s \cdot C_p \quad [kN/m^2]$$

ρ = berat jenis air laut ($1,025 \text{ t/m}^3$)

V = kecepatan air melewati geladak haluan, didefinisikan sebagai:

$$= 13,5 \text{ m/detik} \quad \text{untuk } d \leq 0,5 \cdot d_1$$

$$= 13,5 \sqrt{2 \left(1 - \frac{d}{d_1} \right)} \text{ m/detik} \quad \text{untuk } 0,5 \cdot d_1 \leq d \leq d_1$$

d = Jarak dari garis muat air laut musim panas ke geladak terbuka

d_1 = jarak [m], didefinisikan sebagai:

$$= \min [0, 1 \cdot L; 22]$$

C_d = Koefisien bentuk

- = 0,5 untuk pipa
- = 0,8 untuk pipa udara atau kepala ventilator berbentuk silinder dengan sumbu nya

pada arah vertikal

= 1,3 untuk pipa ud

= Koefisien slamma

$$= 3,2$$

= Koe

= 0,7 untuk pipa dan k

= 1,0 ditempat lain dan tepat dibelakang kubu-kubu

(IACS UR S27.4.1.1)

5.3.2 Gaya yang bekerja pada arah horisontal pada pipa dan peralatan penutupnya dapat dihitung dari 5.3.1 dengan menggunakan luas proyeksi terbesar dari setiap komponen.

(IACS UR S27.4.1.2)

5.4 Persyaratan kekuatan pipa udara, pipa ventilator dan peralatan penutupnya

5.4.1 Momen bending dan tegangan pada pipa udara dan pipa ventilator dihitung pada posisi kritis:

- Pada bagian penembusan
- Pada sambungan las atau flens
- Pada penopang kaki braket

Tegangan bending pada penampang bersih tidak boleh lebih dari $0,8 \cdot R_{eH}$. Terlepas dari perlindungan korosi, tambahan korosi untuk penampang bersih 2,0 mm kemudian harus diterapkan.

(IACS UR S27.5.1.2).

5.4.2 Untuk pipa udara standar dengan tinggi 760 mm yang ditutup dengan kepala tidak lebih dari luas proyeksi dalam tabel, tebal pipa dan tinggi braket ditentukan pada Tabel 21.3. Bila braket disyaratkan, maka harus dipasang tiga atau lebih braket radial.

Tebal kotor braket harus 8 mm atau lebih, dengan panjang minimum 100 mm dan tinggi sesuai dengan Tabel 21.2 tetapi tidak perlu melebihi flens sambungan kepala. Kaki - kaki braket pada geladak harus ditopang dengan selayaknya.

(IACS UR S27.5.1.3)

5.4.3 Untuk bentuk lainnya, diberlakukan beban sesuai dengan 5.3, dan peralatan penumpu ditentukan untuk memenuhi persyaratan 5.4.1. Braket, jika dipasang, harus dengan tebal dan panjang yang sesuai dengan tingginya. Tebal pipa tidak boleh kurang dari yang ditentukan pada Rules for Machinery Installations (Pt.1, Vol.III) Sec.11, Table 11.20a.

(IACS UR S27.5.1.4)

Tabel 21.3 Tebal pipa udara 760 mm dan standar braket

Diameter nominal pipa [mm]	Tebal kotor minimum terpasang ¹⁾ [mm]	Luas proyeksi maksimum kepala [cm ²]	Tinggi ²⁾ braket [mm]
65A	6.0	–	480
80A	6.3	–	460
100A	7.0	–	380
125A	7.8	–	300
150A	8.5	–	300
175A	8.5	–	300
200A	8.5 ³⁾	1900	300 ³⁾
250A	8.5 ³⁾	2500	300 ³⁾
300A	8.5 ³⁾	3200	300 ³⁾
350A	8.5 ³⁾	3800	300 ³⁾
400A	8.5 ³⁾	4500	300 ³⁾

1) Lihat interpretasi bersama IACS LL 36 c.
2) Braket lihat 5.4.3 tidak perlu melebihi flens sambungan kepala.
3) Braket disyaratkan jika tebal kotor terpasang kurang dari 10,5 mm, atau bila luas proyeksi kepala sesuai tabel terlampaui.

Catatan:
Untuk tinggi pipa udara lainnya, berlaku persyaratan 5.4 harus diterapkan.

(IACS UR S27 Table 1)

5.4.4 Untuk ventilator standar dengan tinggi 900 mm yang ditutup dengan kepala dengan luas tidak lebih dari luas proyeksi dalam tabel, tebal pipa dan tinggi braket ditentukan pada [Tabel 21.4](#). Braket, bila disyaratkan, harus seperti yang ditentukan pada [5.4.2](#).

(IACS UR S27.5.1.5)

Tabel 21.4 Tebal pipa udara 900 mm dan standar braket

Diameter nominal pipa [mm]	Tebal kotor minimum terpasang [mm]	Luas proyeksi maksimum kepala [cm ²]	Tinggi braket [mm]
80A	6,3	—	460
100A	7,0	—	380
150A	8,5	—	300
200A	8,5	550	—
250A	8,5	880	—
300A	8,5	1200	—
350A	8,5	2000	—
400A	8,5	2700	—
450A	8,5	3300	—
500A	8,5	4000	—

Catatan:

Untuk tinggi pipa ventilator lainnya, berlaku persyaratan yang relevan dari [5.4](#).

(IACS UR S27 Table 2)

5.4.5 Untuk ventilator dengan tinggi lebih dari 900 mm, braket atau sarana penguat alternatif harus dipertimbangkan secara khusus. Tebal pipa tidak boleh kurang dari yang ditentukan pada [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.11, Table 11.20a](#).

(IACS UR S27.5.1.6)

5.4.6 Semua bagian komponen dan sambungan pipa udara atau ventilator harus dapat menahan beban yang ditentukan pada [5.3](#).

(IACS UR S27.5.1.7)

5.4.7 Kepala ventilator bentuk jamur tipe putar tidak sesuai untuk penggunaan pada daerah yang didefinisikan pada [5.2](#).

(IACS UR S27.5.1.8)

G. Ventilator

1. Umum

1.1 Ventilator di posisi 1 atau 2 untuk ruang dibawah geladak lambung timbul atau geladak bangunan atas tertutup yang memiliki ambang baja atau material lain yang setara, secara substansial dibangun dan secara efisien terhubung ke geladak. Ventilator di posisi 1 harus memiliki ambang dari ketinggian minimal 900 mm di atas geladak; di posisi ambang minimal 760 mm di atas geladak. Bila tinggi setiap ambang ventilator melebihi 900 mm harus didukung secara khusus.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 19 (1))

1.2 Ventilator yang melewati bangunan atas selain bangunan atas tertutup harus memiliki ambang yang dibangun secara substansial dari baja atau material lain yang setara di geladak lambung timbul.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 19 (2))

1.3 Ventilator di posisi 1 dengan ambang yang jaraknya lebih dari 4,5 m di atas geladak, dan di posisi 2 dengan ambang yang jaraknya lebih dari 2,3 m di atas geladak, tidak perlu dilengkapi dengan perencanaan

penutupan kecuali dipersyaratkan khusus oleh Pemerintah Negara Bendera.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 19 (3))

1.4 Kecuali sebagaimana ditentukan dalam [1.3](#), bukaan ventilator harus disediakan dengan peralatan penutup kedap cuaca dari baja atau material lain yang setara. Kapal yang panjangnya tidak lebih dari 100 m peralatan penutup yang harus terpasang secara permanen; bila tidak disediakan di kapal lain, peralatan penutup harus mudah disimpan dekat ventilator yang mana peralatan tersebut harus dipasang.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 19 (4))

1.5 Di lokasi terbuka, tinggi ambang dapat ditingkatkan untuk kepuasan Pemerintah Negara Bendera.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 19 (5))

1.6 Ventilator ruang muat tidak harus memiliki hubungan apapun dengan ruang lain.

1.7 Tebal pelat ambang harus 7,5 mm jika luas penampang bukaan bersih dari ambang ventilator adalah 300 cm^2 atau kurang, dan 10 mm jika luas penampang bukaan bersih melebihi 1600 cm^2 . Nilai antara harus ditentukan dengan interpolasi langsung. Tebal 6,0 mm umumnya cukup pada bangunan atas tidak tertutup secara permanen.

1.8 Tebal tiang ventilator setidaknya harus sama dengan tebal ambang sesuai [1.7](#).

1.9 Tebal dinding tiang ventilator dengan luas penampang bersih yang melebihi 1600 cm^2 harus ditingkatkan sesuai dengan beban yang diharapkan.

1.10 Umumnya, ambang dan tiang yang melewati geladak dan harus di las ke pelat geladak dari atas dan bawah. Bila ambang atau tiang yang di las ke pelat geladak, persyaratan las fillet pada [Bab 19](#), [B.3.3](#) harus diadopsi untuk pengelasan di dalam dan di luar.

1.11 Ambang dan tiang yang terutama terkena sapuan air laut harus efisien terhubung dengan struktur kapal.

1.12 Ambang dengan ketinggian melebihi 900 mm harus diperkuat secara khusus.

1.13 Bila tebal pelat geladak kurang dari 10 mm, pelat rangkap atau pelat sisipan dengan tebal 10 mm harus dipasang. Panjang sisinya harus sama dengan dua kali panjang atau lebar ambang tersebut.

1.14 Bila balok ditembus oleh ambang ventilator, karling dengan ukuran konstruksi yang memadai harus dipasang antara balok untuk mempertahankan kekuatan geladak.

2. Peralatan Penutup Kedap Cuaca

2.1 Bukaan saluran masuk dan keluar dari sistem ventilasi harus disediakan dengan peralatan penutup yang mudah diakses, yang mana dapat ditutup kedap cuaca terhadap sapuan air laut. Kapal yang panjangnya tidak lebih dari 100 m, peralatan penutup harus terpasang secara permanen. Kapal yang panjangnya melebihi 100 m, peralatan penutup mudah disimpan dekat bukaan yang mana mereka berasal.

2.2 Untuk tiang ventilator yang tingginya melebihi 4,5 m di atas geladak lambung timbul atau geladak penggal dan diatas geladak bangunan atas yang terbuka didepan $0,25L$ dari **FP** dan untuk tiang ventilator yang tingginya melebihi 2,3 m di atas geladak bangunan terbuka di belakang $0,25L$ dari **FP** peralatan penutup disyaratkan dalam kasus-kasus khusus saja.

2.3 Untuk kasus kebakaran, harus dipasang peredam api kedap angin.

2.4 Peralatan penutup kedap cuaca untuk semua ventilator harus dari baja atau material lain yang setara. Sumbatan kayu dan penutup terpal tidak diizinkan di posisi ini.

2.5 Peralatan penutup harus diperiksa dan diuji kekedapan cuaca dengan jet air (dia. nosel mulai dari [12,5](#) mm dan tekanan hidrostatik minimal 2,0 bar dari jarak 1,5 m).

2.6 Persyaratan kekuatan khusus untuk peralatan geladak haluan, lihat [F.5](#).

H. Pemuatan Kontainer

1. Umum

1.1 Semua bagian untuk peralatan pemuatan dan pengikatan kontainer harus sesuai dengan [Rules for Stowage and Lashing of Containers \(Pt.4, Vol.I\)](#). Semua bagian yang akan dilaskan ke lambung kapal atau tutup palka, harus dibuat dari material yang memenuhi dan diuji sesuai [Rules for Materials \(Pt.1, Vol.V\)](#).

1.2 Semua peralatan diatas geladak dan di dalam ruang muat yang penting untuk menjaga keselamatan kapal dan harus dapat diakses di laut, misalnya peralatan pemadam kebakaran, pipa duga dll., tidak boleh terhalang oleh kontainer atau peralatan pemuatan dan pengikatannya.

1.3 Untuk menyalurkan gaya-gaya dari peralatan pemuatan dan pengikatan kontainer ke lambung kapal harus disediakan sambungan pengelasan yang cukup dan penguatan setempat dari bagian-bagian struktur (lihat juga [2.](#) dan [3.](#)).

1.4 Ambang palka harus diperkuat didaerah sambungan strut pelintang dan pembujur dari sistem penyekat sel.

Sistem penyekat sel tidak boleh dihubungkan ke tepi pelat geladak yang menonjol didaerah lubang palka. Setiap pemotongan dengan api atau pengelasan harus dihindari, khususnya pada bundaran geladak disudut lubang palka.

1.5 Bila alas dalam, geladak atau tutup palka dibebani dengan kontainer, penambahan substruktur yang cukup, misalnya, karling, penumpu setengah tinggi, dll, harus dipasang dan tebal pelat ditambah bila diperlukan. Untuk bagian-bagian yang dilas lihat [Bab 19, B.2](#).

2. Asumsi beban

2.1 Ukuran konstruksi dari struktur lokal kapal dan substruktur kontainer ditentukan berdasarkan Rencana Pemuatan dan Pengikatan Kontainer.

2.2 Untuk menentukan ukuran konstruksi digunakan beban desain berikut yang diasumsikan bekerja secara bersamaan pada titik berat tumpukan:

$0,5 \cdot g \cdot G$ [kN] untuk arah melintang (y) kapal:

$(1 + a_v) \cdot g \cdot G$ [kN] untuk arah vertikal (z) kapal:

g = percepatan gravitasi [m/s^2], didefinisikan sebagai:

= $9,81$ [m/s^2]

G = massa tumpukan [t]

a_v = lihat [Bab 4, C.1.1](#).

3. **Tegangan izin** 3.1 Untuk tutup lubang palka pada posisi 1 dan 2 yang dibebani oleh kontainer, tegangan izin sesuai dengan Bab 17, B.3.1 harus diperhatikan.

3.2 Tegangan pada struktur kapal lokal dan substruktur untuk kontainer dan juga untuk sistem penyekat sel dan peralatan pengikat pada tutup palka dari geladak muatan tidak boleh melebihi nilai berikut:

$$\sigma_b = \frac{R_{eH}}{1,5} \quad [N/mm^2]$$

$$\tau = \frac{R_{eH}}{2,3} \quad [N/mm^2]$$

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau^2} \leq \frac{R_{eH}}{1,3} \quad [N/mm^2]$$

R_{eH} = titik luluh atas nominal minimum material.

3.3 Untuk menentukan ukuran alas ganda dalam hal pembebanan titik tunggal karena kontainer 20' atau 40', lihat Bab 8, B.2.

3.4 Bila bagian struktur lainnya dari lambung kapal, misalnya gading-gading, balok geladak, sekat, ambang lubang palka, penyangga kubu-kubu, dll. terkena beban dari kontainer, sistem penyekat sel dan peralatan pengikatan kontainer, maka bagian struktur ini harus diperkuat jika diperlukan sehingga tegangan sebenarnya tidak melebihi tegangan yang menjadi dasar formula pada tiap-tiap Bab.

J. Perencanaan Pengikatan

Mata dan lubang pengikatan harus direncanakan sedemikian rupa sehingga tidak terlalu melemahkan bagian struktur lambung. Khususnya bila pengikatan diikatkan ke gading-gading, maka hal tersebut harus direncanakan sedemikian rupa sehingga momen bending pada gading-gading tidak terlalu meningkat. Bila perlu, gading-gading harus diperkuat.

K. Geladak Kendaraan

1. Umum

1.1 Peraturan ini berlaku untuk geladak kendaraan yang dapat bergerak dan geladak kendaraan yang bisa dilepas yang bukan merupakan bagian dari struktur kapal.

1.2 Informasi berikut harus dimasukkan dalam gambar perencanaan yang dimasukkan ke BKI untuk persetujuan:

- Ukuran konstruksi geladak kendaraan
- Massa geladak kendaraan
- Jumlah dan berat kendaraan yang akan ditempatkan diatas geladak kendaraan
- Beban roda dan jarak roda.
- Sambungan geladak kendaraan ke struktur lambung.
- Perlengkapan penggerak dan pengangkat geladak kendaraan.

1.3 Geladak kendaraan sesuai dengan persyaratan ini dapat dibuat dari struktur lambung baja atau

material berikut:

- Struktur baja R St 37-2 (Fe 360 B) dan St 52-3 (Fe 510 D1)
- Paduan aluminium tahan air laut.

2. Desain beban

2.1 Untuk menentukan ukuran konstruksi bagian komponen lainnya dari geladak, digunakan beban berikut:

- Beban merata akibat massa geladak dan jumlah maksimum kendaraan yang diangkut. Beban ini tidak boleh diambil kurang dari 2,5 kN/m².
- Beban roda P mempertimbangkan situasi berikut:

Bila semua roda dari satu sumbu berdiri diatas penumpu geladak atau balok geladak, maka beban sumbu didistribusikan secara merata diatas semua roda.

Bila tidak semua roda dari satu sumbu berdiri diatas penumpu geladak atau balok geladak, maka digunakan beban roda berikut:

$$\begin{aligned}P &= 0,5 \times \text{beban sumbu untuk 2 roda per sumbu} \\&= 0,3 \times \text{beban sumbu untuk 4 roda per sumbu} \\&= 0,2 \times \text{beban sumbu untuk 6 roda per sumbu}\end{aligned}$$

Jika data beban roda tidak tersedia, P diambil sebesar 25 kN.

2.2 Untuk menentukan ukuran konstruksi dari suspensi, penambahan beban roda dalam hal empat roda dan enam roda per sumbu seperti [2.1](#) tidak perlu diperhitungkan.

3. Pelat

3.1 Tebal pelat ditentukan sesuai dengan formula pada [Bab 7, B.2](#). Bila digunakan paduan aluminium, tebalnya ditentukan berdasarkan [Bab 2, D.1](#).

3.2 Tebal kayu lapis ditentukan dengan memperhitungkan faktor keamanan 6 terhadap kuat tarik minimum material. Bila pelat kayu lapis, ditumpu hanya pada dua sisi, mendapat beban tunggal, maka 1,45 kali panjang tak ditumpu bisa diambil sebagai lebar efektif dari pelat.

4. Tegangan izin

4.1 Pada penegar dan penumpu baja dan juga pada elemen struktur baja dari suspensi, yang mengalami beban sesuai [2.](#) termasuk faktor percepatan a_v sesuai dengan [Bab 4, C.1.1](#) tegangan izin berikut harus diperhatikan:

Tegangan normal dan bending (tarik dan tekan):

$$\sigma = \frac{140}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Tegangan geser:

$$\tau = \frac{90}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Tegangan ekuivalen:

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma^2 + 3 \tau^2} \leq \frac{180}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

- k = faktor material sesuai [Bab 2, B.](#)
= 0,72 untuk Fe 510 D1 (St 52-3)
= 1,0 untuk Fe 360 B (R St 37-2)

4.2 Bila digunakan paduan aluminium, tegangan izin bisa diturunkan dari perkalian tegangan izin yang telah ditetapkan untuk struktur lambung baja biasa dengan faktor $1/k_A$

- $k_{A\text{Al}}$ = faktor material untuk aluminium sesuai dengan [Bab 2, D.1.](#)

5. Defleksi izin

5.1 Defleksi penumpu akibat beban yang ditetapkan pada [2.](#) tidak boleh melebihi:

$$f = \frac{\ell}{200}$$

- ℓ = panjang yang tidak ditumpu dari penumpu

5.2 Jarak aman yang cukup harus dipertahankan antara penumpu-penumpu dari geladak yang mendapat beban dan bagian atas kendaraan yang berada di geladak dibawahnya.

6. Bukling

Kekuatan bukling dari penumpu harus dibuktikan sesuai dengan [Bab 3, F.](#), jika disyaratkan.

L. Peralatan Keselamatan Jiwa

1. Diasumsikan bahwa untuk perencanaan dan pengoperasian sekoci dan peralatan keselamatan jiwa lainnya regulasi SOLAS 74 atau dari Otoritas yang berwenang dipatuhi.

2. Desain penilaian dan pengujian sekoci dengan peralatan peluncurannya dan peralatan keselamatan jiwa lainnya bukan bagian dari Klasifikasi.

Namun, persetujuan dari struktur lambung di daerah peralatan peluncuran memperhitungkan kekuatan dari peralatan di atas adalah bagian dari klasifikasi.

M. Tiang Sinyal dan Radar

1. Umum

1.1 Gambar-gambar dari tiang, substruktur tiang dan penghubung lambung harus dikirim untuk persetujuan.

1.2 Bagian-bagian dari komponen lepas harus memenuhi [Guidelines for Loading Gear on Seagoing Ships and Offshore Installations \(Pt.4, Vol.3\)](#) Bagian - bagian komponen tersebut harus diuji oleh BKI.

1.3 Tiang selain daripada yang dicakup oleh [2.](#) dan [3.](#) serta dengan desain khusus, harus sehubungan dimensi dan konstruksi dalam setiap kasus secara individual disetujui oleh BKI.

2. Tiang pipa tabung tunggal

Persyaratan berikut berlaku untuk pipa tabung atau profil segi empat yang setara yang terbuat dari baja

dengan kuat tarik maksimum 400 N/mm^2 , dirancang hanya untuk membawa sinyal (lampa navigasi, sinyal bendera, sinyal siang).

2.1 Tiang berpenyangga

2.1.1 Tiang berpenyangga dapat dibangun sebagai tiang dengan penumpu sederhana (rocker mast) atau dapat ditumpu oleh satu atau lebih geladak (tiang jepit/constrained masts).

2.1.2 Diameter tiang baja berpenyangga pada rumah geladak teratas sedikitnya 20 mm untuk setiap 1 m panjang *hound*.

Panjang ujung tiang diatas *hound* tidak boleh lebih dari $1/3 \cdot \ell_w$ (ℓ_w menyatakan panjang *hound* [m]).

2.1.3 Tiang sesuai dengan [2.1.2](#) dapat ditirus secara bertahap kearah *hound* sampai menjadi 75% dari diameter pada rumah geladak teratas. Tebal pelat tidak boleh kurang dari 1/70 diameter atau sedikitnya 4 mm, lihat [4.1](#).

2.1.4 Tali kawat untuk penahan tiang harus digalvanis tebal. Disarankan untuk menggunakan tali kawat yang terdiri dari sejumlah minimum kawat tebal, misalnya tali konstruksi 6 x 7 dengan kekuatan putus tarik 1570 N/mm^2 .

2.1.5 Bila tiang disangga di haluan dan buritan oleh salah satu penahan tiang di setiap sisi kapal, tali kawat baja yang akan digunakan dengan kekuatan putus tarik 1570 N/mm^2 menurut [Tabel 21.5](#).

Tabel 21.5 Tali dan segel dari tiang baja berpenyangga

Tinggi <i>hound</i> di atas penarikan penahan tiang	[m]	6	8	10	12	14	16
Diameter tali	[mm]	14	16	18	20	22	24
Ukuran nominal segel, sekrup tali temali, soket tali		2,5	3	4	5	6	8

2.1.6 Bila tali kawat baja sesuai [Tabel 21.5](#) digunakan, maka berlaku ketentuan berikut :

$$b \geq 0,3 h$$

$$0,15 h \leq a \leq b$$

a = jarak titik tarikan penahan tiang dari potongan melintang melalui *hound*

b = jarak titik tarikan penahan tiang dari potongan memanjang melalui *hound*

Perencanaan alternatif dari penyangga harus mempunyai kekuatan yang sama.

2.2 Tiang tanpa penyangga

2.2.1 Tiang tanpa penyangga dapat dijepit sepenuhnya pada geladak teratas atau ditumpu oleh dua atau lebih geladak. (Pada umumnya, pemasangan tiang ke lambung kapal harus mencapai sedikitnya satu tinggi geladak).

2.2.2 Ukuran konstruksi tiang baja tanpa penyangga diberikan dalam [Tabel 21.6](#).

Tabel 21.6 Ukuran tiang baja tanpa penyangga

ℓ_m	[m]	6	8	10	12	14
D x t	[mm]	160 x 4	220 x 4	290 x 4,5	360 x 5,5	430 x 6,5
ℓ_m = Panjang tiang dari penumpu teratas ke atas						
D = diameter tiang pada penumpu teratas						
t = tebal pelat tiang						

2.2.3 Diameter tiang dapat ditirus secara bertahap sampai menjadi $D/2$ pada ketinggian $0,75 \cdot \ell_m$.

3. Tiang penumpu kotak dan tiang rangka

- 3.1 Untuk menentukan beban mati, maka gaya percepatan dan beban angin harus diperhitungkan.
- 3.2 Bila perlu beban tambahan misalnya beban yang disebabkan oleh pemasangan lengan crane atau kabel tarik di laut juga harus diperhitungkan.
- 3.3 Tiang-tiang pipa tabung tunggal yang dipasang di atas dapat diukur sesuai dengan [2](#).
- 3.4 Dalam kasus pada tiang penumpu kotak berdinding tipis dan penegar bukling tambahan mungkin diperlukan.

4. Detail struktur

- 4.1 Tiang baja yang tertutup secara keseluruhan harus mempunyai dinding dengan tebal minimum 4 mm. Untuk tiang yang tidak tertutup secara keseluruhan tebal dinding minimum 6 mm. Untuk tiang yang digunakan sebagai cerobong disyaratkan penambahan korosinya minimum 1,0 mm.
- 4.2 Pondasi pada sisi kapal harus diukur sesuai dengan gaya-gaya yang bekerja.
- 4.3 Pelat rangkap pada kaki tiang hanya diizinkan untuk menyalurkan gaya tekan saja karena pelat rangkap pada umumnya tidak cocok untuk penyaluran gaya tarik atau momen bending.
- 4.4 Dalam hal konstruksi pipa tabung semua pengikatan dan sambungan las harus dari jenis las penetrasi penuh.
- 4.5 Jika diperlukan, tabung yang ramping harus diberi penguatan tambahan untuk menghindari getaran.
- 4.6 Penetapan ukuran biasanya tidak mempersyaratkan perhitungan getaran. Bagaimanapun juga, dalam hal terjadi getaran yang berlebihan selama uji coba kapal maka disyaratkan adanya perhitungan.
- 4.7 Untuk menentukan ukuran konstruksi tiang yang terbuat dari aluminium atau baja austenitik, berlaku persyaratan yang diberikan pada [Bab 2, D.](#) dan [E](#).
- 4.8 Pada tiang harus dipasang tangga baja pejal minimal sampai dengan 1,50 m dibawah ujung atasnya, jika tiang tersebut harus dinaiki untuk tujuan operasional. Diatasnya harus ada pegangan tangan.
- 4.9 Jika memungkinkan dari segi konstruksi, lebar tangga minimum 0,3 m.

Jarak antara anak tangga harus 0,3 m. Jarak horizontal pusat anak tangga dari bagian yang tetap tidak boleh kurang dari 0,15 m. Anak tangga harus dipasang segaris dan dibuat dari batang baja persegi 20/20 dengan tepi sisi menghadap ke atas.

- 4.10 Platform pada tiang yang akan digunakan karena alasan operasional, harus mempunyai pagar dengan ketinggian minimal 0,90 m dengan satu batang tengah. Akses yang aman dari tiang tangga ke platform harus disediakan.
- 4.11 Pada tiang harus dipasang peralatan tambahan yang terdiri dari gelang kaki, punggung dan gelang tangan yang memungkinkan keamanan dalam bekerja dan perawatan.

N. Peralatan Bongkar Muat dan Angkat

1. Penilaian dan pengujian desain dari peralatan bongkar muat dan angkat di kapal bukan bagian dari Klasifikasi.
2. Namun persetujuan dari struktur lambung kapal pada daerah peralatan bongkar muat dan angkat

yang memperhitungkan kekuatan dari perangkat adalah bagian dari Klasifikasi.

Catatan:

Bila BKI dipercaya untuk penilaian peralatan bongkar muat dan angkat, maka *Guidelines for Loading Gear for Seagoing Ships and Offshore Installations (Pt.4, Vol.3)* harus diterapkan.

O. Akses ke Daerah Muatan dari Kapal Tangki Minyak dan Kapal Curah

1. Aplikasi

1.1 Kapal dengan notasi kelas **OIL TANKER** kurang dari 500 tonase kotor yang memenuhi persyaratan 2., 4.1, 5. Sampai 11. Kapal dengan notasi kelas **OIL TANKER** dari 500 tonase kotor dan lebih yang memenuhi persyaratan SOLAS 1974 Ch. II- 1, Reg. 3-6 sebagaimana telah diubah, untuk detail dan perencanaan bukaan dan pengikatan struktur lambung kapal.

1.2 Kapal dengan notasi kelas **BULK CARRIER** kurang dari 20.000 tonase kotor yang memenuhi persyaratan 3., 4.1, 4.2, 4.3 dan 11. Kapal dengan notasi kelas **BULK CARRIER** 20.000 tonase kotor dan lebih yang memenuhi persyaratan SOLAS 1974 Ch. II- 1, Reg. 3-6 sebagaimana telah diubah.

2. Akses yang aman¹ untuk ruang muat, koferdam, tangki balas, tangki muat dan ruang lain di daerah muatan harus langsung dari geladak terbuka dan untuk memastikan pemeriksaan lengkap tangki-tangki tersebut. Akses yang aman ke ruang alas ganda atau untuk tangki balas ke depan boleh dari ruang pompa, koferdam dalam, terowongan pipa, ruang muat, ruang lambung ganda atau kompartemen sama yang tidak ditujukan untuk pengangkutan minyak atau muatan berbahaya.

3. Setiap ruang muat harus disediakan minimum dua sarana akses terpisah sepraktis mungkin. Secara umum, akses ini harus direncanakan secara diagonal, misalnya satu akses dekat sekat haluan di sisi kiri, satu lainnya di dekat sekat buritan di sisi kanan.

Tangga harus didesain dan direncanakan sedemikian rupa sehingga resiko kerusakan dari peralatan penanganan muatan diminimalkan. Tangga vertikal dapat diizinkan asalkan direncanakan di atas satu sama lain sejajar dengan tangga lainnya dimana membentuk akses dan posisi untuk istirahat disediakan dengan jarak tidak lebih dari 9,0 m.

Terowongan yang melewati ruang muat harus dilengkapi dengan tangga atau undakan pada setiap ujung ruang muat sehingga personil dapat melintasi terowongan tersebut.

Bila mungkin diperlukan untuk pekerjaan persiapan pemuatan yang harus dilakukan dalam ruang muat, pertimbangan harus diberikan perencanaan yang sesuai untuk penanganan yang aman dari perancah portabel atau platform bergerak.

4. Untuk akses melalui bukaan horizontal, palka atau lubang orang, ukurannya harus cukup untuk memungkinkan orang yang memakai alat bantu pernapasan udara dan peralatan pelindung untuk naik atau turun tangga tanpa halangan dan juga menyediakan bukaan bersih untuk memudahkan mengangkat orang yang terluka dari dasar ruangan. Bukaan bersih minimum tidak boleh kurang dari 600 mm x 600 mm.

Ketika akses ke ruang muat direncanakan melalui palka muat, bagian atas tangga harus ditempatkan sedekat mungkin dengan ambang palka.

Akses ambang palka memiliki ketinggian lebih dari 900 mm juga harus memiliki undakan dibagian luar yang berhubungan dengan tangga.

¹ Mengacu pada Rekomendasi untuk masuk ruang tertutup di atas kapal, yang diadopsi oleh Organisasi dengan resolusi A.1050 (27) atau *Petunjuk Masuk Ruang Tertutup (Pt.0, Vol.A)*.

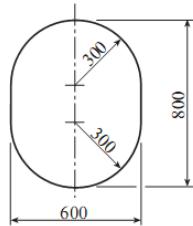
5. Untuk akses yang melalui bukaan vertikal, atau lubang orang, di sekat berlubang, wrang, penumpu dan gading besar menyediakan jalan melalui panjang dan lebar ruangan, bukaan minimum tidak boleh kurang dari 600 mm x 800 mm pada ketinggian tidak lebih dari 600 mm dari kulit pelat alas kecuali kisi-kisi atau pegangan kaki lainnya disediakan.

Catatan:

Untuk tujuan 4.1 dan 5 berikut ini berlaku:

1. Istilah "bukaan bersih minimum tidak boleh kurang dari 600 mm x 600 mm" berarti bahwa buaan tersebut mungkin memiliki radius sudut maksimum sampai 100 mm.

2. Istilah "bukaan bersih minimum tidak boleh kurang dari 600 mm x 800 mm" termasuk juga buaan ukuran sebagai berikut:



6. Untuk kapal tangki minyak dengan bobot mati kurang dari 5000 ton, Pemerintah Negara Bendera dapat menyetujui, dalam keadaan khusus, ukuran yang lebih kecil untuk buaan yang dimaksud dalam paragraf 4.1 dan 5, jika kemampuan untuk buaan melintang atau untuk memindahkan orang yang terluka dapat dibuktikan dengan kepuasan Pemerintah Negara Bendera.

7. Akses tangga tangki muat harus dilengkapi dengan pegangan tangan dan harus dipasang dengan aman pada struktur tangki. Tangga tidak akan dipasang secara vertikal, kecuali dibenarkan oleh ukuran tangki. Platform untuk istirahat harus disediakan pada jarak yang cocok tidak lebih dari 10 m.

8. Setiap buaan tangki, misalnya buaan pembersihan tangki, sumbatan lubang duga dan lubang pengamatan tidak boleh direncanakan/dipasang dalam ruang tertutup.

9. Sumbatan lubang duga dan lubang pengamatan harus dipasang setinggi mungkin, misalnya didaerah penutup palka. Buaan harus tipe yang dapat menutup sendiri yang mampu ditutup kedap minyak setelah selesainya operasi duga. Penutup boleh dari baja, perunggu atau kuningan, bagaimanapun, aluminium bukan merupakan material yang dapat diterima. Bila penutup terbuat dari plastik yang diperkuat serat kaca atau bahan sintetis lainnya, Bab 24, E harus ditaati.

10. Dimana buaan geladak untuk perancah dengan sambungan kawat disediakan, persyaratan berikut harus ditaati:

- Jumlah dan posisi lubang di geladak harus disetujui.
- Penutupan lubang boleh dari sumbatan sekrup baja, perunggu, kuningan atau material sintetis, bagaimanapun, bukan dari aluminium. Material yang digunakan harus sesuai untuk semua cairan yang akan dibawa.
- Sumbatan logam harus memiliki ulir sekrup yang halus. Transisi halus dari ulir harus dipertahankan pada permukaan atas dan dasar dari pelat geladak.
- Bila material sintetis digunakan, sumbatan akan disertifikasi untuk mampu mempertahankan kedap gas yang efektif hingga 20 menit pertama dari uji kebakaran standar seperti yang didefinisikan dalam SOLAS 74, Reg. II-2/3.2, pengujian yang diterapkan pada sisi atas yang dalam prakteknya terkena api.
- Jumlah sumbatan cadangan untuk disimpan di kapal harus menutupi setidaknya 10% dari total jumlah lubang.

11. Berkenaan dengan aksesibilitas untuk tujuan survei muatan dan tangki balas lihat juga Rules for Classification and Surveys (Pt.1, Vol.I) Sec.3.A.5.2 dan Sec. 4.I.A.5.

P. Akses ke Kapal

Penilaian desain dan pengujian akses ke kapal (tangga akomodasi, lorong) bukan bagian dari Klasifikasi. Namun persetujuan substruktur di daerah tangga akomodasi dan lorong adalah bagian dari Klasifikasi.

Q. Perlindungan Awak Kapal

1. Rumah geladak yang digunakan untuk akomodasi awak kapal harus dibangun dengan tingkat kekuatan yang sesuai.

2. Rel pengaman atau kubu-kubu yang akan dipasang di sekitar semua geladak terbuka. Tinggi kubu-kubu atau rel pengaman minimum 1,0 m dari geladak, jika Pemerintah Negara Bendera puas bahwa perlindungan yang memadai disediakan tinggi yang lebih rendah dapat disetujui asalkan bila tinggi yang disyaratkan akan mengganggu pengoperasian normal kapal.,

3. Rel pengaman dipasang pada bangunan atas dan geladak lambung timbul yang memiliki setidaknya tiga jalur. Bukaan dibawah jalur terendah dari rel pengaman tidak melebihi 230 mm. Bagian jalur lain yang tidak boleh lebih dari 380 mm secara terpisah. Dalam kasus kapal dengan pinggir atas lambung yang dibulatkan penumpu rel pengaman ditempatkan di geladak datar. Di lokasi lain, rel pengaman dengan setidaknya dua jalur yang akan dipasang. Rel pengaman harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- Pilar tetap, yang dapat dilepas atau berengsel harus dipasang kira-kira 1,5 m. Pilar dilepas atau berengsel harus mampu terkunci dalam posisi tegak;
- setidaknya setiap pilar ketiga harus didukung oleh braket atau penyangga;
- bila diperlukan untuk operasi normal kapal, tali kawat baja dapat diterima sebagai pengganti rel pengaman. Kabel harus dibuat tegang dengan menggunakan sekrup penegang; dan
- bila diperlukan untuk operasi normal kapal, rantai dipasang diantara dua pilar tetap dan/atau kubu-kubu dapat diterima sebagai pengganti rel pengaman.

4. Sarana jalan aman yang memuaskan dipersyaratkan oleh R. (dalam bentuk rel pengaman, jalur penyelamat, lorong atau bagian bawah geladak, dll) harus disediakan untuk perlindungan awak kapal untuk menuju ke dan dari tempat tinggal mereka, ruang permesinan dan ruang lainnya yang digunakan dalam operasi penting dari kapal.

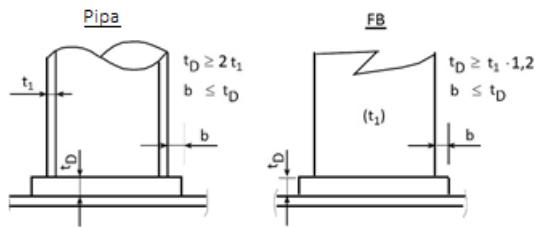
5. Geladak yang membawa muatan di kapal harus disimpan sedemikian rupa sehingga setiap bukaan yang menghalangi muatan dan yang memberikan akses ke dan dari tempat tinggal awak kapal, ruang permesinan dan semua bagian lain yang digunakan dalam operasi penting dari kapal dapat ditutup dan dijamin terhadap masuknya air. Perlindungan bagi awak kapal dalam bentuk rel pengaman atau jalur penyelamat harus disediakan di atas geladak muatan jika tidak ada jalan yang nyaman diatas atau di bawah geladak kapal.

6. Rel pengaman harus dibangun sesuai dengan DIN 81702 atau standar yang setara.

Konstruksi yang setara dengan kekuatan dan keamanan yang cukup dapat diterima, misalnya interpretasi terpadu IMO LL.3/Circ.208.

7. Pilar rel pengaman tidak boleh dilas ke pelat kulit kapal.

8. Penggunaan pelat ganda di bawah pilar rel pengaman diperbolehkan jika ukurannya sesuai dengan [Gambar 21.2](#) dan persyaratan kelelahan pada [Bab 20](#) terpenuhi (lihat detail masing-masing pada [Tabel 20.5](#)).



Gambar 21.2 Pelat pilar dibawah rel pengaman

9. Dalam hal kapal dengan pinggir atas lambung yang dibulatkan, penumpu rel pengaman harus ditempatkan pada bagian datar dari geladak.

R. Sarana Aman untuk Jalan Awak Kapal

1. Jalan yang aman untuk awak kapal harus disediakan setidaknya salah satu yang disebutkan di bawah:

1.1 Sebuah lampu yang baik dan berventilasi pada daerah jalan dibawah geladak (dengan bukaan bersih lebar minimal 0,8 m dan tinggi 2 m), sedekat mungkin ke geladak lambung timbul, yang menghubungkan dan menyediakan akses ke lokasi yang dimaksud.

1.2 Sebuah lorong yang permanen dan dibangun secara efisien, dipasang pada atau di atas tingkat geladak bangunan atas, pada atau sedekat mungkin dengan garis tengah kapal, menyediakan platform secara menerus dengan lebar minimum 0,6 m dan permukaan anti slip dan dengan rel pengaman memanjang di setiap sisi seluruh panjangnya. Tinggi rel pengaman minimum 1,0 m dengan tiga jalur dan dibangun seperti yang diperlukan dalam Q.8. Pijakan-kaki harus disediakan.

1.3 Sebuah jalan permanen dengan lebar minimum 0,6 m, dilengkapi di tingkat geladak lambung timbul dan terdiri dari dua baris rel pengaman dengan ruang pilar tidak boleh lebih dari 3 m. Jumlah jalur dari rel dan jaraknya harus sesuai dengan Q.3. Pada kapal tipe "B", tinggi ambang palka tidak boleh kurang dari 0,6 m dapat diterima sebagai pembentuk salah satu sisi jalan, asalkan dua baris rel pengaman dipasang diantara lubang palka.

1.4 Sebuah tali kawat garis penyelamat diameternya tidak boleh kurang dari 10 mm, bagian yang ditumpu oleh pilar tidak boleh lebih dari 10 m, atau satu rel pegangan tangan atau tali kawat yang diikat pada ambang palka, menerus dan ditumpu diantara ambang palka.

1.5 Sebuah lorong permanen yaitu:

- terletak pada atau di atas tingkat geladak bangunan atas;
- terletak di atau sedekat mungkin ke garis tengah kapal;
- terletak agar tidak menghambat kemudahan akses untuk melewati seluruh daerah geladak kerja;
- menyediakan platform secara menerus dengan lebar minimal 1 m;
- dibangun dari material tahan api dan non-slip;
- dilengkapi dengan rel pengaman memanjang di setiap sisi seluruh panjangnya; tinggi rel pengaman minimum 1,0 m dengan jalur yang disyaratkan oleh Q.8 dan ditumpu oleh pilar dengan jarak tidak boleh lebih dari 1,5 m terpisah;
- disediakan dengan pijakan-kaki di setiap sisi;
- memiliki bukaan, dengan tangga di mana yang sesuai, ke dan dari geladak. Bukaan tidak lebih dari 40 m terpisah;

- memiliki tempat berlindung diatur sedemikian rupa pada lorong dengan interval tidak melebihi 45 m jika panjang dari geladak terbuka akan dilalui melebihi 70 m. Setiap tempat berlindung tersebut harus mampu menampung, minimal menampung orang dan dibangun sedemikian rupa untuk memberikan perlindungan cuaca di haluan, pelabuhan dan sisi kanan kapal.
2. Diizinkan lokasi melintang untuk perencanaan di 1.3 dan 1.4 di atas, bila sesuai:
- pada atau dekat garis tengah kapal; atau dipasang pada lubang palka di atau dekat garis tengah kapal;
 - dipasang di setiap sisi kapal;
 - dipasang di salah satu sisi kapal, ketentuan dibuat untuk dipasang di salah satu sisi manapun;
 - dipasang di salah satu sisi kapal saja;
 - dipasang pada setiap sisi dari lubang palka, sedekat mungkin dengan garis tengah.
3. **Ketentuan umum**
- 3.1 Bila tali kawat dipasang, sekrup penegang harus dipasang untuk memastikan kekencangannya.
- 3.2 Bila diperlukan untuk operasi normal kapal, tali kawat baja dapat diterima sebagai pengganti rel pengaman.
- 3.3 Bila diperlukan untuk operasi normal kapal, rantai yang dipasang antara dua pilar dapat diterima sebagai pengganti rel pengaman.
- 3.4 Bila pilar dipasang, setiap pilar ketiga harus ditumpu oleh braket atau penyangga.
- 3.5 Pilar yang bisa dilepas atau berengsel harus mampu terkunci dalam posisi tegak.
- 3.6 Sebuah sarana jalan yang melewati halangan seperti pipa atau alat kelengkapan lainnya yang sifatnya permanen akan diberikan.
- 3.7 Umumnya, lebar lorong atau jalan geladak bertingkat tidak boleh melebihi 1,5 m.

S. Pintu

1. Semua akses bukaan di ujung sekat bangunan atas tertutup harus dilengkapi dengan pintu kedap cuaca yang secara permanen melekat pada sekat, memiliki kekuatan yang sama seperti sekat. Pintu-pintu harus direncanakan sedemikian rupa sehingga mereka dapat dioperasikan dari kedua sisi sekat. Tinggi ambang pada akses bukaan di atas geladak harus ditentukan sesuai dengan ICLL.

Pintu kedap cuaca di Garis Muat Posisi 1 dan 2 menurut ICLL yang secara umum setara dengan standar internasional ISO 6042.

2. Setiap bukaan di geladak bangunan atas atau di rumah geladak secara langsung di atas geladak lambung timbul (rumah geladak disekitar companionways), harus dilindungi oleh penutupan kedap cuaca yang efisien.

3. Kecuali jika diizinkan oleh Pemerintah Negara Bendera, pintu dibuka ke arah luar untuk memberikan keamanan tambahan terhadap dampak air laut.

4. Kecuali ditentukan lain dalam regulasi ini, tinggi ambang bukaan akses di sekat ujung bangunan atas tertutup minimum 380 mm di atas geladak.

5. Ambang portabel harus dihindari. Namun, dalam rangka memfasilitasi bongkar/muat suku cadang berat atau serupa, ambang portabel dapat dipasang pada kondisi berikut:

- Ambang portabel harus diinstal sebelum kapal meninggalkan pelabuhan; dan

- Ambang portabel harus berpaking dan diikat dengan jarak yang rapat dengan baut.

T. Bukaan Ruang Permesinan

1. Bukaan ruang permesinan di posisi 1 atau 2 harus dibingkai dengan benar dan tertutup secara efisien oleh selubung baja dengan kekuatan yang cukup, dan jika selubung tidak dilindungi oleh struktur lain maka keuatannya harus dipertimbangkan secara khusus. Bukaan akses di selubung tersebut harus dilengkapi dengan pintu yang memenuhi persyaratan Bab 17, E ambang minimum 600 mm di atas geladak jika di posisi 1, dan minimum 380 mm di atas geladak jika di posisi 2. Bukaan lain di selubung tersebut harus dilengkapi dengan penutup yang setara, terpasang secara permanen di posisinya yang benar.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg.17 (1))

2. Ambang dari setiap ruang vertikal diatas ruang mesin (fiddley), cerobong atau ventilator ruang permesinan dalam posisi terbuka di geladak lambung timbul atau geladak bangunan atas harus setinggi mungkin di atas geladak. Secara umum, ventilator diperlukan untuk memasok ruang permesinan secara menerus yang memiliki ketinggian ambang yang cukup untuk memenuhi S.1, tanpa harus memasang peralatan penutup kedap cuaca. Ventilator diperlukan untuk terus memasok ruang genset jika dianggap sebagai daya apung dalam perhitungan stabilitas atau melindungi buaan yang mengarah ke bawah, yang memiliki ketinggian ambang yang cukup untuk memenuhi S.1, tanpa harus memasang peralatan penutup kedap cuaca.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 17 (3))

3. Ketika ukuran kapal dan perencanaan ini tidak praktis, tinggi ambang ventilator yang lebih rendah untuk ruang permesinan atau ruang genset, dilengkapi dengan peralatan penutup kedap cuaca sesuai dengan G.1.4, dapat diizinkan oleh Pemerintah Negara Bendera dalam kombinasi dengan lainnya yang sesuai perencanaan untuk memastikan pasokan udara yang cukup ke ruang ini.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 17 (4))

4. Bukaan ruang vertikal diatas ruang mesin (fiddley) yang harus dilengkapi dengan penutup yang kuat dari baja atau material lain yang setara secara permanen dipasang pada posisi yang tepat dan mampu diamankan kedap cuaca.

(ICLL Annex I, Ch. II, Reg. 17 (5))

Bab 22 Perlindungan Konstruksi Terhadap Kebakaran

A.	Umum.....	22-1
B.	Kapal Penumpang yang Membawa lebih dari 36 Penumpang.....	22-2
C.	Kapal Penumpang yang Membawa tidak lebih dari 36 Penumpang	22-26
D.	Kapal Penumpang dengan 3 atau lebih Zona Vertikal Utama atau dengan Panjang Garis Muat 120 m atau lebih	22-45
E.	Kapal Barang 500 GT atau lebih	22-46
F.	Kapal Tangki Minyak 500 GT atau lebih	22-59
G.	Geladak Helikopter	22-63

A. Umum

1. Pemberlakuan, Pengajuan Gambar

1.1 Persyaratan pada Bab ini berlaku pada kapal untuk pelayaran samudera tidak terbatas. Kapal yang dimaksudkan untuk pelayaran samudera terbatas atau kapal yang tidak tunduk pada SOLAS dapat menyimpang dari persyaratan Bab ini apabila tingkat keselamatan yang memadai dapat terjamin¹.

1.2 Sebagai persyaratan minimal, Bab ini menggabungkan persyaratan perlindungan konstruksi terhadap kebakaran dari SOLAS 74 Ch. II-2 sebagaimana diubah, termasuk pedoman dan interpretasi yang relevan dari IMO.

Istilah yang digunakan pada Bab ini sesuai dengan definisi pada SOLAS 74 Ch. II-2 Reg. 3.

1.3 Istilah “Disetujui” terkait pada material atau konstruksi, dimana BKI telah menerbitkan Sertifikat Persetujuan. Persetujuan tipe dapat diterbitkan berdasarkan keberhasilan uji kebakaran standar, yang dilaksanakan oleh sebuah badan uji kebakaran yang independen dan diakui.

1.4 Desain dan perencanaan keselamatan kebakaran boleh berbeda dari regulasi yang ditentukan pada Bab ini, dengan syarat bahwa desain dan perencanaan tersebut memenuhi tujuan keselamatan kebakaran dan persyaratan fungsional dari SOLAS 74² Ch. II-2. Pemenuhan dari desain dan perencanaan alternatif terhadap persyaratan yang relevan harus ditunjukkan dengan analisa teknik dan disetujui oleh pejabat pemerintah yang berwenang.

1.5 Dokumen yang harus Dikirimkan

Gambar dan dokumen berikut harus dikirimkan dalam bentuk file elektronik untuk persetujuan. BKI berhak meminta salinan tambahan, jika dianggap perlu.

- Rencana jalur penyelamatan diri
- Rencana pembagian zona kebakaran
- Rencana isolasi
- Rencana sambungan
- Skema Ventilasi dan Pendingin Udara
- Rencana lapisan geladak
- Rencana pintu

¹ Referensi mengacu pada “No. 99 Recommendation for the Safety of Cargo Vessels of less than Convention Size (IACS Rec. 2013)” atau yang setara

² Referensi mengacu pada "Guidelines on Alternative Design and Arrangements for Fire Safety" yang diadopsi oleh IMO melalui MSC/Circ.1002

- Rencana jendela
- Rencana kendali kebakaran (hanya sebagai informasi)
- Laporan desain dan perencanaan alternatif, jika ada
- Daftar material dan peralatan yang telah disetujui
- Rencana umum (hanya sebagai informasi)

Gambar tambahan untuk kapal penumpang

- Rencana jalur penyelamatan diri, termasuk perhitungannya
- Analisa evakuasi (khusus kapal penumpang Ro-Ro)
- Perhitungan beban kebakaran
- Laporan kemampuan untuk kembali ke pelabuhan dengan aman, jika ada

1.6 Partisi kelas tipe "A", "B" dan "C", peredam api, penembusan saluran serta material isolasi, lapisan, langit langit, material permukaan dan pelindung geladak yang tidak mudah terbakar harus dari jenis persetujuan tipe.

1.7 Untuk regulasi tentang sistem alarm kebakaran dan perencanaan pemadam kebakaran, lihat [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12](#).

1.8 IACS Unified Requirements and Interpretations (UR, UI) harus diperhatikan dan dipenuhi. Referensi dibuat untuk IACS Blue Books.

B. Kapal Penumpang yang Membawa lebih dari 36 Penumpang

1. Material

1.1 Lambung, geladak, struktur sekat, bangunan atas dan rumah geladak harus dibuat dari baja atau material lain yang setara (paduan aluminium dengan isolasi yang tepat).

1.2 Komponen yang terbuat dari paduan aluminium membutuhkan perlakuan khusus, dengan memperhatikan sifat mekanis material dalam hal terjadinya peningkatan suhu. Pada dasarnya, hal-hal berikut harus ditaati:

1.2.1 Isolasi pemisah kelas "A" atau "B" harus menjamin bahwa suhu dari inti struktur tidak meningkat lebih dari 200°C diatas suhu sekitar pada setiap saat selama waktu paparan api pada standar uji kebakaran.

1.2.2 Perhatian khusus harus diberikan pada isolasi komponen paduan aluminium untuk kolom, pilar dan bagian struktur lainnya yang dipersyaratkan untuk menempati tempat penyimpanan sekoci penolong dan rakit penolong, tempat peluncuran dan embarkasi, dan pemisah kelas "A" dan "B" untuk menjamin:

bahwa untuk bagian penyangga daerah sekoci penolong dan rakit penolong dan pemisah kelas "A", pembatasan kenaikan suhu seperti ditentukan pada [1.2.1](#) harus berlaku pada akhir satu jam; dan untuk bagian yang dipersyaratkan menempati pemisah kelas "B", pembatasan kenaikan suhu seperti ditentukan pada [1.2.1](#) harus berlaku pada akhir setengah jam.

1.2.3 Penutup dan selubung ruang permesinan kategori A harus dibuat dari konstruksi baja dan diberi isolasi sesuai dengan yang disyaratkan oleh [Tabel 22.1](#). Bukaan pada tempat tersebut, jika ada, harus diatur secara tepat dan dilindungi untuk mencegah penjalaran api.

2. Zona Vertikal Utama dan Zona Horisontal Utama

2.1 Lambung, bangunan atas dan rumah geladak harus dibagi dalam zona vertikal utama yang

panjang dan lebar rata-rata pada setiap geladak secara umum tidak lebih dari 40 m.

Pembagian dilakukan dengan pemisah kelas "A-60". Jenjang dan turunan harus seminimal mungkin. Jika ruangan kategori 4.3[5], 4.3[9] atau 4.3[10] berada pada satu sisi dari pemisah atau bila tangki bahan bakar berada pada kedua sisi dari pemisah maka standarnya boleh dikurangi menjadi "A-0".

Sejauh dapat dilaksanakan, sekat yang menjadi pembatas zona vertikal utama yang berada diatas geladak sekat harus segaris dengan pembagian sekat kedap air yang terletak langsung dibawah geladak sekat.

Panjang dan lebar dari zona vertikal utama dapat diperpanjang hingga maksimum 48 m untuk menempatkan ujung-ujung dari zona vertikal utama bertepatan dengan pembagian sekat kedap air atau agar dapat mengakomodir ruang publik besar yang terbentang pada seluruh panjang zona vertikal utama, dengan syarat luas total dari zona vertikal utama pada setiap geladak tidak lebih dari 1.600 m². Panjang atau lebar zona vertikal utama adalah jarak maksimum antara titik terjauh dari sekat yang membatasinya.

Pemisahan harus menerus dari geladak ke geladak dan ke kulit lambung atau pembatas lainnya. Penghubung isolasi harus dipasang pada bagian tepi pemisah, bila dipersyaratkan.

2.2 Pada kapal yang dirancang untuk keperluan khusus (kapal feri pengangkut mobil atau jalan kereta api), dimana persyaratan sekat zona vertikal utama akan menghilangkan tujuan pembuatan kapal tersebut, maka harus disediakan cara yang setara dan disetujui secara khusus untuk mengontrol dan membatasi kebakaran. Ruang operasional dan gudang kapal tidak boleh diletakkan diatas geladak ro-ro kecuali dilindungi sesuai dengan regulasi yang berlaku.

3. Sekat di dalam Zona Vertikal Utama

3.1 Semua sekat yang tidak disyaratkan harus pemisah kelas "A" paling tidak harus digunakan pemisah kelas "B" atau "C" seperti ditentukan dalam [Tabel 22.1](#). Semua pemisah tersebut boleh dilapis dengan material yang mudah terbakar.

3.2 Semua sekat yang disyaratkan untuk pemisah kelas "B" harus menerus dari geladak ke geladak dan ke kulit lambung kapal atau pembatas lainnya kecuali jika langit-langit atau pelapis menerus kelas "B" yang dipasang pada kedua sisi sekat, paling tidak mempunyai ketahanan terhadap api yang sama dengan sekat, dalam hal ini sekat boleh berakhir pada langit-langit atau pelapis yang menerus tersebut.

4. Integritas Kebakaran Sekat dan Geladak

4.1 Disamping untuk memenuhi ketentuan khusus tentang integritas kebakaran sekat dan geladak yang disebutkan di bagian lain dalam Bab ini, integritas kebakaran minimum untuk semua sekat dan geladak harus sesuai dengan yang ditentukan dalam [Tabel 22.1](#) dan [22.2](#).

4.2 Persyaratan berikut mengatur penggunaan tabel-tabel:

[Tabel 22.1](#) harus digunakan pada sekat dan dinding yang tidak berbatasan dengan zona vertikal utama dan zona horisontal utama.

[Tabel 22.2](#) harus digunakan pada geladak yang tidak berjenjang dalam zona vertikal utama maupun zona horisontal utama.

4.3 Sebagai tujuan penentuan standar integritas kebakaran yang sesuai untuk diterapkan pada pembatas antara ruangan-ruangan yang berdekatan, maka ruangan-ruangan tersebut diklasifikasikan menurut resiko kebakarannya seperti yang ditunjukkan dalam kategori 1 sampai 14. Apabila isi dan penggunaan ruangan tersebut menimbulkan keraguan dalam pengklasifikasian untuk tujuan regulasi ini, atau bila memungkinkan untuk menentukan dua kelas atau lebih untuk satu ruangan, maka ruangan tersebut harus diperlakukan sebagai ruangan dalam kategori yang relevan dengan persyaratan pembatas yang paling berat. Ruangan yang lebih kecil dan tertutup dalam suatu ruangan yang mempunyai bukaan

lalu lintas ke ruangan tersebut kurang dari 30% dianggap sebagai ruangan terpisah. Integritas kebakaran dari sekat pembatas ruangan kecil tersebut harus sesuai dengan yang ditentukan pada [Tabel 22.1](#) dan [Tabel 22.2](#). Judul dari tiap-tiap kategori bersifat tipikal bukan restriktif. Angka di dalam tanda kurung di depan tiap kategori mengacu pada nomor kolom atau nomor baris pada Tabel.

Tabel 22.1 Sekat yang tidak memisahkan zona vertikal utama dan zona horizontal utama

Ruangan	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]
Stasiun kontrol	[1]	B-0 ¹	A-0	A-0	A-0	A-0	A-60	A-60	A-0	A-0	A-60	A-60	A-60	A-60
Tangga tapak	[2]		A-0 ¹	A-0	A-0	A-0	A-0	A-15	A-15	A-0 ³	A-0	A-15	A-30	A-15
Koridor	[3]			B-15	A-60	A-0	B-15	B-15	B-15	A-0	A-15	A-30	A-0	A-30
Stasiun evakuasi dan rute penyelamatan diri eksternal	[4]					A-0	A-60 ^{2,4}	A-60 ^{2,4}	A-60 ^{2,4}	A-0 ⁴	A-0	A-60 ²	A-60 ²	A-60 ²
Ruangan geladak terbuka	[5]					-	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0
Ruangan akomodasi dengan resiko kebakaran rendah	[6]						B-0	B-0	B-0	C	A-0	A-0	A-30	A-0
Ruangan akomodasi dengan resiko kebakaran sedang	[7]							B-0	B-0	C	A-0	A-15	A-60	A-60
Ruangan akomodasi dengan resiko kebakaran tinggi	[8]								B-0	C	A-0	A-30	A-60	A-15
Ruang sanitasi dan yang sejenis	[9]									C	A-0	A-0	A-0	A-0
Tangki, ruang kosong dan ruang mesin bantu dengan resiko kebakaran kecil atau tanpa resiko kebakaran	[10]									A-0 ¹	A-0	A-0	A-0	A-0
Ruang mesin bantu, ruang muat, tangki minyak muatan atau tangki minyak lain dan ruang lain yang sejenis dengan resiko kebakaran sedang	[11]										A-0 ¹	A-0	A-0	A-15
Ruang mesin dan dapur utama	[12]											A-0 ¹	A-0	A-60
Gudang, bengkel, ruang pantri dll	[13]												A-0 ¹	A-0
Ruangan lain tempat menyimpan cairan yang mudah terbakar	[14]													A-30

Catatan yang diberlakukan untuk [Tabel 22.1](#) dan [22.2](#), sesuai dengan keperluannya.

1. Bila ruangan-ruangan yang berdekatan berada pada nomor kategori yang sama dan terlihat superskrip 1, maka sekat atau geladak tidak perlu dipasang diantara ruangan-ruangan tersebut. Sebagai contoh, dalam kategori [12], sekat tidak perlu dipersyaratkan diantara dapur dan ruang pantrinya dengan syarat sekat dan geladak pantri menjamin integritas dinding dapur. Bagaimanapun juga, sekat dipersyaratkan antara dapur dan ruang mesin meskipun keduanya termasuk dalam kategori [12].
2. Sisi kapal sampai ke garis air pada kondisi pelayaran kosong, sisi bangunan atas dan rumah geladak yang terletak dibawah dan berdekatan dengan tempat peluncuran rakit penolong dan evakuasi dapat dikurangi sampai "A-30"
3. Bila toilet umum dipasang secara keseluruhan berada didalam tangga tapak tertutup, maka sekat toilet umum didalam tangga tapak tertutup tersebut boleh integritas kelas "B".
4. Bila ruangan kategori [6], [7], [8] dan [9] sepenuhnya terletak didalam batas luar titik kumpul, maka sekat dari ruangan ini boleh integritas kelas "B-0". Posisi kontrol untuk instalasi audio, video dan penerangan boleh diperlakukan sebagai bagian dari titik kumpul.

Tabel 22.2 Geladak yang tidak membentuk jenjang pada zona vertikal utama dan tidak menjadi batas zona

Ruangan diatas Ruangan dibawah	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]
Stasiun kontrol	[1]	A-30	A-30	A-15	A-0	A-0	A-0	A-15	A-30	A-0	A-0	A-0	A-60	A-0
Tangga tapak	[2]	A-0	A-0	-	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-30	A-0
Koridor	[3]	A-15	A-0	A-01	A-60	A-0	A-0	A-15	A-15	A-0	A-0	A-0	A-30	A-0
Stasiun evakuasi dan rute penyelamatan diri eksternal	[4]	A-0	A-0	A-0	A-0	-	A-0	A-0						
Ruangan geladak terbuka	[5]	A-0	A-0	A-0	A-0	-	A-0	A-0						
Ruangan akomodasi dengan resiko kebakaran rendah	[6]	A-60	A-15	A-0	A-60	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0
Ruangan akomodasi dengan resiko kebakaran sedang	[7]	A-60	A-15	A-15	A-60	A-0	A-0	A-15	A-15	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0
Ruangan akomodasi dengan resiko kebakaran tinggi	[8]	A-60	A-15	A-15	A-60	A-0	A-15	A-15	A-30	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0
Ruang sanitasi dan yang sejenis	[9]	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0
Tangki, ruang kosong dan ruang mesin bantu dengan resiko kebakaran kecil atau tanpa resiko kebakaran	[10]	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-01	A-0	A-0	A-0	A-0
Ruang mesin bantu, ruang muat, tangki minyak muatan atau tangki minyak lain dan ruang lain yang sejenis dengan resiko kebakaran sedang	[11]	A-60	A-60	A-60	A-60	A-0	A-0	A-15	A-30	A-0	A-0	A-01	A-0	A-30
Ruang mesin dan dapur utama	[12]	A-60	A-60	A-60	A-60	A-0	A-60	A-60	A-60	A-0	A-0	A-30	A-30 ¹	A-0
Gudang, bengkel, ruang pantri dll.	[13]	A-60	A-30	A-15	A-60	A-0	A-15	A-30	A-30	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0
Ruangan lain tempat menyimpan cairan yang mudah terbakar	[14]	A-60	A-60	A-60	A-60	A-0	A-30	A-60	A-60	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0

Lihat catatan dibawah Tabel 22.1

[1] Stasiun kontrol

Ruangan yang berisi sumber tenaga dan penerangan darurat. Ruang kemudi dan ruang peta. Ruangan yang berisi peralatan radio kapal. Stasiun pengontrol kebakaran. Ruang kontrol mesin penggerak jika terletak diluar ruang mesin penggerak. Ruangan yang berisi peralatan alarm kebakaran terpusat. Ruangan yang berisi stasiun sistem pemanggilan umum darurat terpusat dan peralatannya.

[2] Tangga tapak

Interior tangga tapak, lift, bubungan penyelamatan diri darurat yang sepenuhnya tertutup dan tangga

berjalan (selain dari semua tangga yang terdapat di dalam ruang permesinan) untuk penumpang dan awak kapal dan selubungnya. Dalam hubungan ini, tangga tapak yang hanya tertutup pada satu tingkat saja harus dianggap sebagai bagian dari ruangan dimana tangga tersebut tidak dipisahkan oleh pintu kebakaran.

[3] Koridor

Koridor penumpang dan awak kapal serta lobi.

[4] Stasiun evakuasi dan rute penyelamatan diri eksternal

Area penyimpanan kapal penyelamat.

Ruangan geladak terbuka dan tempat untuk berjalan-jalan tertutup yang merupakan tempat embarkasi dan tempat penurunan sekoci dan rakit penolong.

Tempat berkumpul, internal dan eksternal.

Tangga luar dan geladak terbuka yang digunakan untuk rute penyelamatan diri.

Sisi kapal sampai ke garis air dalam kondisi pelayaran kosong, sisi bangunan atas dan rumah geladak yang terletak dibawah dan berdekatan dengan area embarkasi rakit penolong dan peluncur evakuasi.

[5] Ruangan geladak terbuka

Ruangan geladak terbuka dan tempat untuk berjalan-jalan tertutup diluar tempat embarkasi dan penurunan sekoci penolong dan rakit penolong. Jika dipertimbangkan termasuk dalam kategori ini, maka tempat untuk berjalan-jalan tertutup harus memiliki resiko kebakaran yang tidak signifikan, artinya bahwa perabotan hanya dibatasi pada mebel geladak. Sebagai tambahan, ruangan tersebut harus diberi ventilasi alami dengan bukaan permanen. Ruang udara (ruangan di luar bangunan atas dan rumah geladak).

[6] Ruang akomodasi dengan resiko kebakaran rendah

Kabin yang berisi perabotan dan mebel dengan resiko kebakaran terbatas. Kantor dan apotik yang berisi perabotan dan mebel dengan resiko kebakaran terbatas. Tempat umum yang berisi perabotan dan mebel dengan resiko kebakaran terbatas dan mempunyai luas geladak kurang dari 50 m^2 .

[7] Ruang akomodasi dengan resiko kebakaran sedang

Ruangan seperti pada kategori [6] diatas, tetapi berisi perabotan dan mebel selain yang memiliki resiko kebakaran terbatas. Tempat umum yang berisi perabotan dan mebel dengan resiko kebakaran terbatas dan memiliki luas geladak 50 m^2 atau lebih. Lemari tertutup dan gudang penyimpanan kecil di dalam ruang akomodasi yang memiliki luas kurang dari 4 m^2 (yang tidak menyimpan cairan yang mudah terbakar). Toko. Ruangan pemutaran dan penyimpanan film. Dapur kecil (yang tidak terdapat nyala api terbuka). Lemari peralatan pembersihan (yang tidak menyimpan cairan yang mudah terbakar). Laboratorium (yang tidak menyimpan cairan yang mudah terbakar). Apotik. Ruang pengeringan kecil (memiliki luas geladak 4 m^2 atau kurang). Ruangan untuk menyimpan barang berharga. Ruangan operasi. Papan distribusi listrik (lihat 4.3.2 dan 4.3.3).

[8] Ruang akomodasi dengan resiko kebakaran tinggi

Tempat umum yang berisi perabotan dan mebel selain yang memiliki resiko kebakaran terbatas dan memiliki luas geladak 50 m^2 atau lebih. Tempat pangkas rambut dan salon kecantikan. Sauna.

[9] Ruang sanitasi dan ruang sejenis

Fasilitas sanitasi umum, pancuran air, bak mandi, kamar kecil, dll. Ruang cuci kecil. Area kolam renang tertutup.

Ruang pantri tanpa perlengkapan masak di dalam ruang akomodasi.

Fasilitas sanitasi pribadi harus dianggap sebagai bagian dari ruangan dimana fasilitas tersebut berada.

[10] Tangki, ruang kosong dan ruang mesin bantu dengan resiko kebakaran rendah atau tanpa resiko kebakaran.

Tangki air yang merupakan bagian dari konstruksi kapal. Ruang kosong dan koferdam. Ruang mesin bantu yang tidak berisi mesin dengan sistem pelumas bertekanan dan dimana penyimpanan material yang mudah terbakar dilarang, seperti:

Ruangan ventilasi dan ruangan pengatur udara; ruangan mesin jangkar; ruangan mesin kemudi; ruangan perlengkapan penyeimbang; ruangan motor penggerak listrik; ruangan yang terdapat papan hubung bagi dan perlengkapan listrik selain transformator listrik yang berisi minyak (di atas 10 kVA); terowongan poros dan terowongan pipa; ruang pompa dan mesin pendingin (tidak butuh perawatan atau menggunakan cairan yang mudah terbakar).

Bubungan tertutup yang melayani ruang-ruang tersebut di atas. Bubungan tertutup lain, seperti bubungan pipa dan kabel.

[11] Ruang mesin bantu, ruang muat, tangki muat minyak dan tangki minyak lainnya dan ruang lain yang sejenis dengan resiko kebakaran sedang.

Tangki muatan minyak. Ruang muat, lubang bubungan dan lubang palka. Ruangan berpendingin. Tangki bahan bakar minyak (bila ditempatkan di ruangan terpisah tanpa mesin). Terowongan poros dan terowongan pipa yang memungkinkan untuk menyimpan material yang mudah terbakar. Ruang mesin bantu seperti pada kategori [10] yang berisi mesin dengan sistem pelumas bertekanan atau diperbolehkan sebagai tempat penyimpanan material yang mudah terbakar. Tempat pengisian bahan bakar minyak. Ruangan transformator listrik berpendingin minyak (diatas 10 kVA). Ruangan yang berisi turbin uap dan mesin uap torak penggerak generator bantu dan motor bakar kecil dengan daya sampai 110 kW yang menjalankan generator, sprinkle, pompa penyiram atau pompa kebakaran, pompa bilga, dll. Bubungan tertutup yang melayani ruangan-ruangan tersebut di atas.

[12] Ruang mesin dan dapur utama

Ruang mesin penggerak utama (selain ruang motor listrik penggerak kapal) dan ruangan ketel. Ruang mesin bantu selain yang disebutkan di dalam kategori [10] dan [11] yang berisi mesin pembakaran dalam atau instalasi pembakaran, pemanas atau pompa minyak lainnya. Dapur utama dan kelengkapannya. Bubungan dan selubung ke ruangan-ruangan tersebut di atas.

[13] Gudang, bengkel, pantri, dll

Pantri utama yang bukan merupakan tambahan dari dapur. Ruang cuci utama. Kamar pengering besar (yang memiliki luas geladak lebih dari 4 m²). Gudang aneka barang. Ruangan surat dan bagasi. Ruangan sampah. Bengkel (yang bukan bagian dari ruang mesin, dapur, dll.). Lemari dan gudang yang mempunyai luas lebih besar dari 4 m², kecuali ruangan yang mempunyai fasilitas untuk penyimpanan cairan yang mudah terbakar.

[14] Ruangan lain tempat menyimpan cairan yang mudah terbakar

Ruangan lampu. Gudang cat. Gudang yang berisi cairan yang mudah terbakar (termasuk material pewarna, obat-obatan, dll). Laboratorium (yang didalamnya disimpan cairan yang mudah terbakar).

4.3.1 Dalam hal ruangan kategori [5], BKI akan menentukan apakah nilai isolasi dalam [Tabel 22.1](#) akan diberlakukan sampai ke ujung-ujung rumah geladak dan bangunan atas, dan apakah nilai isolasi dalam [Tabel 22.2](#) akan diberlakukan pada geladak cuaca. Dalam hal apapun persyaratan kategori [5] pada [Tabel 22.1](#) dan [Tabel 22.2](#) tidak mengharuskan adanya penutup untuk ruangan-ruangan yang menurut pendapat BKI tidak perlu ditutup.

4.3.2 Papan distribusi listrik boleh terletak dibelakang panel/lapisan didalam ruang akomodasi

termasuk penutup tangga tapak, tanpa perlu untuk mengkategorikan ruangan, dengan syarat tidak ada ketentuan untuk tempat penyimpanan.

4.3.3 Jika papan distribusi terletak di dalam ruangan yang dapat diidentifikasi memiliki luas geladak kurang dari 4 m^2 , maka ruangan ini dikategorikan dalam [7].

4.4 Langit-langit atau pelapis menerus kelas "B", terkait dengan geladak atau sekat yang relevan, dapat diakui memberikan kontribusi secara keseluruhan atau sebagian pada isolasi dan integritas pemisah yang disyaratkan.

4.5 Pada titik perpotongan dan titik akhir dari konstruksi isolasi kebakaran yang disyaratkan, perhatian khusus harus diberikan pada efek jembatan termal. Untuk menghindari hal ini, isolasi pada geladak atau sekat harus dilakukan melewati titik perpotongan atau titik akhir dengan jarak sekurang-kurangnya 450 mm.

4.6 Perlindungan pada atrium

4.6.1 Atrium harus berada di dalam ruangan tertutup yang dibentuk oleh pemisah kelas "A" yang memiliki tingkat kebakaran sesuai dengan [Tabel 22.2](#), sebagaimana berlaku.

4.6.2 Geladak yang memisahkan ruangan dalam atrium harus memiliki tingkat kebakaran sesuai dengan [Tabel 22.2](#), sebagaimana berlaku.

5. Perlindungan Tangga Tapak dan Lift di dalam Ruang Akomodasi dan Ruang Operasional

5.1 Semua tangga tapak di dalam ruang akomodasi dan ruang operasional harus dari konstruksi baja atau konstruksi lain yang setara dan telah disetujui; tangga tapak tersebut harus terletak di dalam ruang tertutup yang dibentuk oleh pemisah kelas "A", serta dengan sarana penutup yang efektif untuk semua bukaan. Pengecualian berikut diperbolehkan:

5.1.1 Tangga tapak yang hanya menghubungkan dua geladak tidak perlu tertutup, dengan syarat bahwa integritas dari geladak yang terpotong dipertahankan dengan sekat atau pintu yang sesuai dengan salah satu dari kedua geladak tersebut. Bilamana tangga tapak tertutup pada satu ruangan geladak antara, maka tutup tangga itu harus dilindungi sesuai dengan ketentuan pada tabel untuk geladak.

5.1.2 Tangga tapak yang terletak di dalam ruangan umum tertutup tidak perlu ditutup.

5.2 Penutup tangga tapak harus dapat diakses secara langsung dari koridor dan harus memiliki luas yang cukup untuk menghindari kepadatan, mempertimbangkan jumlah orang yang mungkin menggunakan tangga tapak tersebut dalam keadaan darurat. Untuk batas sekeliling penutup tangga tapak tersebut, hanya toilet umum, lemari dari material yang tidak mudah terbakar untuk penyimpanan peralatan keselamatan dan meja informasi terbuka yang diperbolehkan. Hanya ruangan umum, koridor, toilet umum, ruangan kategori khusus, tangga penyelamatan lainnya yang disyaratkan oleh [12.3.3](#) dan daerah luar yang diperbolehkan untuk memiliki akses langsung ke penutup tangga ini.

Koridor kecil atau lobi yang digunakan untuk memisahkan suatu tangga tapak tertutup dari dapur atau ruang cuci utama boleh mempunyai jalur langsung ke tangga tapak dengan ketentuan bahwa ruangan tersebut mempunyai luas geladak minimum $4,5\text{ m}^2$, lebar tidak kurang dari 900 mm dan didalamnya terdapat stasiun selang pemadam kebakaran.

5.3 Bubungan lift harus dipasang sedemikian rupa sehingga dapat mencegah keluarnya asap dan nyala api dari sebuah geladak antara ke geladak yang lain dan harus dilengkapi dengan sarana penutup untuk dapat mengontrol aliran udara dan asap.

6. Bukaan-bukaan pada Pemisah Kelas "A"

6.1 Jika pemisah kelas "A" ditembus untuk jalur kabel listrik, pipa, bubungan, saluran, dll atau untuk penumpu, balok atau bagian konstruksi lainnya, maka harus dilakukan pengaturan untuk menjamin bahwa ketahanan kebakaran tidak terganggu, dengan memperhatikan persyaratan pada [6.7](#).

6.2 Semua bukaan pada pemisah harus dilengkapi dengan sarana penutup yang terpasang secara permanen, dimana setidaknya harus sama efektif dengan pemisah dalam menahan api. Hal ini tidak berlaku untuk palka diantara ruang muat, ruang kategori khusus, gudang dan ruang bagasi dan diantara ruangan-ruangan tersebut dengan geladak cuaca.

6.3 Konstruksi semua pintu dan rangka pintu pada pemisah kelas "A", dengan sarana pengunciannya bilamana tertutup, harus mempunyai ketahanan terhadap api maupun aliran asap dan nyala api yang setara dengan sekat dimana pintu tersebut terpasang³. Pintu dan rangka pintu tersebut harus disetujui oleh BKI dan terbuat dari baja atau material lain yang setara. Pintu yang disetujui tanpa adanya ambang sebagai bagian dari rangka pintu, yang dipasang pada atau setelah 1 Juli 2010, maka harus dipasang sedemikian rupa sehingga celah dibawah pintu tidak lebih dari 12 mm. Ambang dengan material yang tidak mudah terbakar harus dipasang dibawah pintu sehingga lapisan lantai tidak sampai dibawah pintu yang tertutup.

6.4 Pintu kedap air tidak perlu diisolasi.

6.5 Setiap pintu harus dapat dibuka dan ditutup dari setiap sisi sekat hanya oleh satu orang saja.

6.6 Pintu kebakaran pada sekat zona vertikal utama, dinding dapur, dan penutup tangga tapak selain pintu kedap air yang dioperasikan dengan tenaga listrik dan pintu-pintu yang secara normal terkunci harus memenuhi persyaratan berikut:

6.6.1 Pintu harus dari jenis yang dapat menutup sendiri dan harus mampu menutup pada sudut kemiringan sampai dengan $3,5^\circ$ pada arah yang berlawanan dengan arah penutupan.

6.6.2 Perkiraan waktu untuk penutupan pintu kebakaran berengsel tidak lebih dari 40 detik dan tidak kurang dari 10 detik mulai dari awal bergeraknya pintu dengan kapal dalam posisi tegak lurus. Perkiraan rata-rata untuk penutupan pintu kebakaran geser tidak lebih dari 0,2 meter per detik dan tidak kurang dari 0,1 meter per detik dengan kapal dalam posisi tegak lurus.

6.6.3 Pintu-pintu, kecuali pintu bubungan untuk penyelamatan darurat harus dapat dibuka secara jarak jauh dari stasiun kontrol pusat yang diawaki terus menerus, baik secara bersamaan maupun dalam kelompok dan juga harus mampu untuk dibuka secara sendiri dari kedua sisi pintu. Saklar pemutus harus memiliki fungsi nyala-mati (on-off) untuk mencegah penyetelan ulang secara otomatis oleh sistem.

6.6.4 Kait penahan balik yang tidak dapat dilepas dari stasiun kontrol tidak diperbolehkan.

6.6.5 Pintu yang ditutup secara jarak jauh dari stasiun kontrol pusat harus mampu dibuka kembali dari kedua sisi pintu secara manual. Setelah dibuka secara manual, pintu harus dapat menutup kembali secara otomatis (lihat [Rules for Electrical Installations \(Pt.1, Vol.IV\) Sec.9](#)).

6.6.6 Penandaan harus terdapat pada panel indikator pintu kebakaran di stasiun kontrol pusat yang diawaki terus menerus, apakah setiap pintu yang dibuka secara jarak jauh sudah ditutup.

6.6.7 Mekanisme pembukaan harus didesain sedemikian rupa sehingga pintu akan menutup secara otomatis jika terjadi gangguan pada sistem kontrol atau sumber utama tenaga listrik.

6.6.8 Akumulator tenaga lokal untuk pintu yang dioperasikan dengan tenaga listrik harus tersedia

³ Referensi mengacu pada Fire Test Procedure Code, Annex 1, Part 3, yang diadopsi oleh IMO melalui Resolusi MSC 61(67). Pada kapal yang dibangun pada atau setelah 1 July 2012, Fire Test Procedure Code yang baru, yang diadopsi oleh IMO melalui Resolusi MSC.307(88), dapat diterapkan.

disekitar pintu yang memungkinkan pintu dapat dioperasikan setelah gangguan sistem kontrol atau sumber utama tenaga listrik, paling sedikit sepuluh kali (terbuka dan tertutup penuh) dengan menggunakan kontrol tenaga lokal (lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.14](#)).

6.6.9 Gangguan pada sistem kontrol atau sumber utama tenaga listrik pada satu pintu tidak boleh merusak fungsi keselamatan dari pintu lainnya.

6.6.10 Pintu geser yang dibuka secara jarak jauh atau pintu yang dioperasikan dengan tenaga listrik harus dilengkapi dengan sebuah alarm yang berbunyi paling sedikit 5 detik dan tidak lebih dari 10 detik setelah pintu dibuka dari pusat stasiun kontrol dan sebelum pintu mulai bergerak dan terus berbunyi sampai pintu tertutup seluruhnya.

6.6.11 Pintu yang didesain untuk terbuka kembali setelah menyentuh suatu benda di jalurnya harus terbuka kembali pada jarak tidak lebih dari 1,0 m dari titik sentuh.

6.6.12 Pintu daun ganda dengan dilengkapi rendel yang diperlukan untuk integritas kebakarannya harus memiliki rendel yang secara otomatis diaktifkan oleh pengoperasian pintu pada waktu dibuka dengan sistem kontrol.

6.6.13 Pintu yang memberikan jalan langsung ke ruang kategori khusus yang dioperasikan dengan tenaga listrik dan menutup secara otomatis tidak perlu dilengkapi dengan alarm dan mekanisme pembukaan secara jarak jauh seperti yang disyaratkan pada [6.6.3](#) dan [6.6.10](#).

6.6.14 Komponen sistem kontrol lokal harus dapat diakses untuk pemeliharaan dan pengaturan.

6.6.15 Pintu yang dioperasikan dengan tenaga listrik harus dilengkapi dengan sebuah sistem kontrol dari jenis persetujuan tipe, dimana harus dapat beroperasi jika terjadi kebakaran³. Sistem ini harus memenuhi persyaratan berikut:

.1 Sistem kontrol harus dapat mengoperasikan pintu pada suhu paling tidak 200° C minimal selama 60 menit, dengan dilayani oleh sumber tenaga;

.2 Sumber tenaga untuk pintu lainnya yang tidak terbakar tidak boleh terganggu; dan

.3 Pada suhu diatas 200° C sistem kontrol secara otomatis harus dipisahkan dari sumber tenaga dan harus mampu menjaga pintu tetap tertutup sampai suhu sekurang-kurangnya 945° C.

6.7 Persyaratan integritas kelas "A" dari dinding luar kapal tidak berlaku untuk partisi kaca, jendela dan jendela bundar, asalkan tidak ada persyaratan untuk dinding tersebut harus memiliki integritas kelas "A" pada [8.3](#). Persyaratan integritas kelas "A" dari dinding luar kapal tidak berlaku terhadap pintu luar, kecuali untuk pintu luar pada bangunan atas dan rumah geladak yang menghadap ke peralatan keselamatan, stasiun embarkasi dan titik kumpul di area terbuka, tangga eksternal dan geladak terbuka yang digunakan sebagai jalur penyelamatan diri. Pintu penutup tangga tapak tidak perlu memenuhi persyaratan ini.

6.8 Kecuali untuk pintu kedap air, pintu kedap cuaca (pintu semi kedap air), pintu yang menuju ke geladak terbuka dan pintu yang karena alasan tertentu harus kedap gas, maka semua pintu kelas "A" yang terletak pada tangga tapak, ruang umum dan sekat zona vertikal utama yang berada pada jalur penyelamatan diri harus dilengkapi dengan lubang selang (*hose port*) yang dapat menutup sendiri dari material, konstruksi dan ketahanan terhadap api yang sama dengan pintu yang terpasang, dan harus memiliki bukaan bersih 150 mm² dengan pintu tertutup dan harus disisipkan pada tepi bawah pintu, berseberangan dengan engsel pintu, atau untuk pintu geser, sedekat mungkin ke bukaan.

7. Bukaan-bukaan pada Pemisah Kelas "B"

7.1 Jika pemisah kelas "B" ditembus untuk jalur kabel listrik, pipa, bubungan, saluran, dll., atau untuk

pemasangan ujung ventilasi, perlengkapan lampu dan peralatan sejenis, maka harus dilakukan pengaturan untuk menjamin bahwa ketahanan kebakaran tidak terganggu. Pipa selain baja atau tembaga yang menembus pemisah kelas "B" harus dilindungi oleh:

- sebuah peralatan penembusan yang telah dilakukan uji kebakaran, sesuai untuk ketahanan kebakaran dari dinding pemisah yang ditembus dan pipa yang digunakan; atau
- sebuah selubung baja, yang memiliki tebal tidak kurang dari 1,8 mm dan panjang tidak kurang dari 900 mm untuk pipa berdiameter 150 mm atau lebih dan tidak kurang dari 600 mm untuk pipa berdiameter kurang dari 150 mm, sedapat mungkin dibagi sama untuk setiap sisi pemisah. Pipa harus disambungkan pada ujung-ujung selubung dengan flens atau kopling; atau ruang main diantara selubung dan pipa tidak boleh lebih dari 2,5 mm; atau setiap ruang main diantara pipa dan selubung harus dibuat kedap dengan menggunakan material yang tidak mudah terbakar atau material lain yang setara.

7.2 Pintu dan rangka pintu pada pemisah kelas "B" dan sarana pengunciannya harus memberikan metode penutupan yang memiliki ketahanan terhadap kebakaran sama dengan kelas pemisah tersebut³⁾, kecuali jika bukaan ventilasi dapat diizinkan di bagian bawah pintu tersebut. Jika bukaan tersebut berada pada atau dibawah pintu, maka luas total bersih dari bukaan atau bukaan-bukaan tersebut tidak boleh lebih dari 0,05 m². Sebagai alternatif, saluran udara seimbang dari material yang tidak mudah terbakar yang dilewatkan antara kabin dan koridor, dan terletak dibawah unit sanitasi dapat diizinkan bila luas penampang saluran tidak lebih dari 0,05 m². Semua bukaan ventilasi harus dilengkapi dengan kisi-kisi yang terbuat dari material yang tidak mudah terbakar. Pintu harus dari material yang tidak mudah terbakar dan disetujui BKI. Pintu yang disetujui tanpa ambang yang merupakan bagian dari rangka pintu, dimana dipasang pada atau setelah 1 Juli 2010 maka harus dipasang sedemikian rupa sehingga celah di bawah pintu tidak lebih dari 25 mm.

7.3 Pintu kabin pada pemisah kelas "B" harus dari jenis yang dapat menutup sendiri. Penahan balik tidak diizinkan.

7.4 Persyaratan untuk integritas kelas "B" dari dinding luar kapal tidak berlaku untuk partisi kaca, jendela dan jendela bundar. Demikian juga, persyaratan untuk integritas kelas "B" tidak harus berlaku untuk pintu luar pada bangunan atas dan rumah geladak.

8. Jendela dan Jendela Bundar

8.1 Semua jendela dan jendela bundar pada sekat di dalam ruang akomodasi dan ruang operasional serta stasiun kontrol selain dari ruangan yang terkena persyaratan [6.6](#) dan [7.4](#), harus dibuat sedemikian rupa sehingga persyaratan integritas jenis sekat tempat jendela dan jendela bundar tersebut terpasang dapat dipertahankan.

8.2 Tanpa mengabaikan persyaratan pada [Tabel 22.1](#) dan [22.2](#), semua jendela dan jendela bundar pada sekat yang memisahkan ruang akomodasi dan ruang layanan serta stasiun kontrol dari udara luar harus terbuat dari rangka baja atau material lain yang setara. Kaca harus ditahan dengan bingkai atau siku dari logam yang mengkilap.

8.3 Jendela yang menghadap ke arah peralatan keselamatan, daerah embarkasi dan tempat berkumpul, tangga luar dan geladak terbuka yang digunakan untuk jalur penyelamatan diri, dan jendela yang terletak di bawah embarkasi rakit penolong dan peluncur penyelamatan diri harus mempunyai integritas kebakaran sesuai yang disyaratkan dalam [Tabel 22.1](#) dan [22.2](#). Apabila sprinkle otomatis yang didedikasikan untuk jendela (lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12](#)), maka jendela tipe "A-0" dapat diterima sebagai hal yang setara. Jendela yang terletak disisi kapal di bawah daerah embarkasi sekoci penolong harus mempunyai integritas kebakaran paling tidak sama dengan kelas "A-0".

9. Sistem Ventilasi

9.1 Secara umum, kipas ventilasi harus diatur sedemikian rupa sehingga saluran dapat mencapai berbagai ruangan di dalam zona vertikal utama.

9.2 Sebuah saluran, terlepas dari penampang melintangnya, yang melayani lebih dari satu ruang akomodasi geladak antara, ruang layanan atau stasiun kontrol, di area dekat penembusan pada setiap geladak di ruangan tersebut harus dipasang peredam asap otomatis yang juga harus mampu ditutup secara manual dari geladak yang terlindung diatas peredam. Jika sebuah kipas yang melayani lebih dari satu ruang geladak antara melalui saluran terpisah di dalam zona vertikal utama, yang masing-masing didedikasikan untuk satu ruang geladak antara, maka setiap saluran harus dilengkapi dengan peredam asap yang dioperasikan secara manual dan dipasang di dekat kipas.

9.3 Saluran vertikal harus di isolasi sesuai persyaratan pada [Tabel 22.1](#) sampai [22.2](#), jika perlu. Saluran harus di isolasi sesuai persyaratan untuk geladak diantara ruangan yang dilayani dan ruangan yang dipertimbangkan, jika dapat diterapkan.

9.4 Saluran masuk dan keluar utama dari sistem ventilasi harus mampu ditutup dari luar ruangan yang berventilasi tersebut. Sarana penutup harus mudah diakses serta ditandai secara jelas dan permanen dan harus menunjukkan posisi pengoperasian perangkat penutup.

9.5 Saluran ventilasi harus dibuat dari material berikut:

9.5.1 Saluran ventilasi, termasuk saluran dinding tunggal dan ganda harus dari baja atau material lain yang setara kecuali saluran fleksibel pendek tidak melebihi 600 mm yang digunakan untuk menghubungkan kipas ke saluran di dalam ruangan ber-AC. Kecuali secara tegas ditentukan secara lain dalam paragaf [9.5.2](#), material lain yang digunakan dalam konstruksi saluran, termasuk isolasi, juga harus dari material yang tidak mudah terbakar.

9.5.2 Gasket yang mudah terbakar pada sambungan flens saluran ventilasi tidak diizinkan dalam jarak 600 mm dari bukaan di pemisah kelas "A" atau "B" dan di dalam saluran yang disyaratkan dari konstruksi kelas "A".

9.5.3 Jika saluran ventilasi menembus pemisah kelas "A" atau "B", maka perhatian harus diberikan untuk menjamin integritas kebakaran dari pemisah tersebut.

9.5.4 Namun demikian, saluran yang pendek umumnya tidak lebih dari 2,0 m dan dengan luas penampang bersih tidak lebih dari $0,02 \text{ m}^2$ tidak perlu dibuat dari baja atau material lain yang setara, dengan ketentuan sebagai berikut:

.1 Mengacu pada [9.5.4.2](#), saluran dibuat dari material yang mempunyai karakteristik penyebaran api rendah⁴ yang telah mendapat persetujuan tipe.

.2 Saluran harus terbuat dari material yang tidak mudah terbakar, yang mungkin dibalut secara internal dan eksternal dengan lapisan yang memiliki karakteristik penyebaran api rendah dan dalam setiap kasus, nilai kalor⁵ tidak melebihi 45 MJ / m^2 dari luas permukaannya untuk ketebalan yang digunakan.

.3 Saluran hanya digunakan pada ujung dari peralatan ventilasi; dan

.4 Saluran tidak terletak kurang dari 600 mm yang diukur disepanjang saluran dari penembusan pemisah kelas "A" atau "B", termasuk langit-langit kelas "B" yang menerus.

⁴ Referensi mengacu pada Fire Test Procedure Code, Annex 1, Part 5, yang diadopsi oleh IMO melalui Resolusi MSC 61(67). Pada kapal yang dibangun pada atau setelah 1 July 2012, Fire Test Procedure Code yang baru, yang diadopsi oleh IMO melalui Resolusi MSC.307(88), dapat diterapkan.

⁵ Mengacu pada rekomendasi yang diterbitkan oleh Organisasi Internasional untuk Standarisasi, khususnya publikasi ISO 1716 : 2002, Determination of calorific potential.

9.6 Penutup tangga tapak harus diberi ventilasi dengan kipas tersendiri dan sistem saluran (pembuangan dan pasokan) yang tidak melayani ruangan lain dalam sistem ventilasi.

9.7 Semua ventilasi listrik, kecuali ventilasi ruang permesinan dan ruang muat serta setiap sistem alternatif yang disyaratkan pada [9.10](#), harus dilengkapi dengan pengontrol yang dikelompokkan sedemikian rupa sehingga semua kipas dapat dihentikan dari salah satu pada dua posisi yang harus ditempatkan terpisah sejauh mungkin. Pengontrol yang disediakan untuk ventilasi listrik yang melayani ruang permesinan harus juga dikelompokkan sedemikian rupa sehingga dapat dioperasikan dari dua posisi, yang salah satunya harus berada diluar ruangan tersebut. Kipas yang melayani sistem ventilasi listrik untuk ruang muat harus dapat dihentikan dari posisi yang aman diluar ruangan tersebut.

9.8 Apabila saluran berpelat tipis dengan luas penampang bersih sama dengan atau kurang dari $0,02\text{ m}^2$ melewati pemisah kelas "A", maka bukaan harus dilapisi dengan selubung lembaran baja yang mempunyai tebal sekurang-kurangnya 3,0 mm dan panjang sekurang-kurangnya 200 mm, yang sebaiknya dibagi menjadi 100 mm pada tiap sisi sekat atau, untuk geladak semuanya terletak pada sisi bawah geladak yang ditembus.

9.8.1 Jika saluran ventilasi dengan luas penampang bersih lebih dari $0,02\text{ m}^2$ tapi tidak lebih dari $0,075\text{ m}^2$ menembus pemisah kelas "A", maka bukaan harus dilapisi dengan selubung lembaran baja. Saluran dan selubung harus memiliki tebal sekurang-kurangnya 3,0 mm dan panjang sekurang-kurangnya 900 mm. Ketika menembus sekat, panjangnya sebaiknya harus dibagi menjadi 450 mm pada tiap sisi sekat. Saluran ini atau lapisan selubungnya harus dilengkapi dengan isolasi tahan api. Isolasi sekurang-kurangnya harus memiliki integritas kebakaran yang sama dengan sekat atau geladak yang dilalui oleh saluran.

9.8.2 Peredam api otomatis harus dipasang di semua saluran dengan luas penampang bersih lebih dari $0,075\text{ m}^2$ yang menembus pemisah kelas "A". Setiap peredam harus dipasang dekat dengan bagian yang ditembus dan pada saluran diantara peredam serta bagian yang ditembus harus dibuat dari baja sesuai dengan paragraf [9.12.1](#). Peredam api harus bekerja secara otomatis, selain itu juga harus dapat ditutup secara manual dari kedua sisi pemisah. Peredam harus dilengkapi dengan indikator yang menunjukkan posisi pengoperasian peredam. Namun demikian, peredam api tidak disyaratkan bila saluran yang menembus ruangan dikelilingi dengan pemisah kelas "A" dan tanpa melayani ruangan tersebut, dengan syarat saluran tersebut mempunyai integritas kebakaran yang sama dengan pemisah kelas yang ditembus. Saluran dengan luas penampang bersih lebih dari $0,075\text{ m}^2$ tidak boleh dibagi menjadi saluran yang lebih kecil pada penembusan di pemisah kelas "A" dan kemudian digabungkan kembali ke saluran awal sekaligus melalui pemisah untuk menghindari pemasangan peredam yang disyaratkan oleh ketentuan ini.

9.8.3 Semua peredam api harus mampu dioperasikan secara manual. Peredam harus memiliki alat pelepasan mekanis langsung atau sebagai alternatif ditutup secara elektrik, hidrolik, atau pneumatik. Semua peredam harus dapat dioperasikan secara manual dari kedua sisi pemisah. Peredam api otomatis, termasuk yang dapat beroperasi jarak jauh, harus memiliki mekanisme konsep gagal-aman (failsafe) yang akan menutup peredam dalam kebakaran bahkan pada kehilangan daya listrik atau kehilangan tekanan hidrolik atau pneumatik. Peredam api yang dioperasikan dari jarak jauh harus dapat dibuka kembali secara manual di peredam.

9.8.4 Perencanaan berikut harus diuji sesuai dengan Fire Test Procedures Code³.

.1 Peredam api termasuk alat pengoperasiannya yang relevan, namun pengujian tidak dipersyaratkan untuk peredam yang terletak pada ujung bawah saluran di saluran pembuangan untuk tungku dapur, dimana harus dari material baja dan mampu menghentikan aliran udara di saluran; dan

.2 Penembusan saluran melalui pemisah kelas "A". Jika selubung baja disambung langsung ke saluran ventilasi dengan menggunakan flens yang di keling atau di sekrup atau dengan pengelasan, maka pengujian tidak dipersyaratkan.

9.9 Saluran pembuangan dari tungku dapur harus dibuat sesuai dengan paragraf [13](#) dan diisolasi

dengan standar kelas "A-60" di seluruh ruang akomodasi, ruang layanan, atau stasiun kontrol yang dilaluinya. Saluran tersebut juga harus dilengkapi dengan:

9.9.1 Penampung minyak kotor yang mudah dilepas untuk dibersihkan kecuali dipasang sistem pembuangan minyak kotor alternatif yang disetujui;

9.9.2 Peredam api yang terletak di ujung bawah saluran di persilangan antara saluran dan tungku dapur yang dioperasikan secara otomatis dan jarak jauh dan sebagai tambahan, peredam api yang dioperasikan dari jarak jauh yang terletak di ujung atas saluran dekat saluran keluar;

9.9.3 Peralatan permanen untuk memadamkan api di dalam saluran (lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12](#));

9.9.4 Pengaturan kontrol jarak jauh untuk mematikan kipas pembuangan dan kipas pasokan, untuk pengoperasian peredam api yang disebutkan pada [9.9.2](#) dan untuk pengoperasian sistem pemadam kebakaran, harus ditempatkan pada posisi diluar dekat dengan pintu masuk ke dapur. Apabila dipasang sistem yang bercabang banyak, harus disediakan sarana untuk menutup semua cabang pembuangan melalui saluran utama yang sama sebelum media pemadam kebakaran disemprotkan ke dalam sistem tersebut; dan

9.9.5 Jalan masuk yang ditempatkan dengan semestinya untuk pemeriksaan dan pembersihan, termasuk satu yang disediakan dekat dengan kipas pembuangan dan satu lagi dipasang di ujung bawah dimana minyak kotor terakumulasi.

9.9.6 Saluran gas buang dari area untuk peralatan memasak yang dipasang di geladak terbuka harus sesuai dengan paragraf [9.9](#) sampai [9.9.5](#), jika dapat diterapkan, ketika melewati ruang akomodasi atau ruang yang berisi material yang mudah terbakar.

9.10 Langkah-langkah yang sejauh dapat dilakukan harus diambil jika stasiun kontrol berada diluar ruang permesinan untuk menjamin bahwa ventilasi, jarak pandang dan keadaan bebas dari asap, sehingga jika terjadi kebakaran permesinan dan peralatan yang berada didalam ruang mesin dapat diawasi dan tetap berfungsi secara efektif. Peralatan pemasok udara alternatif dan terpisah harus disediakan; saluran masuk udara dari dua sumber pemasok udara harus diatur sedemikian rupa sehingga resiko kedua saluran masuk menarik asap ke dalam secara bersama-sama dapat diminimalkan. Persyaratan tersebut tidak perlu diberlakukan pada stasiun kontrol yang ditempatkan di geladak terbuka dan membuka ke geladak terbuka.

Sistem ventilasi yang melayani pusat keselamatan dapat diturunkan dari sistem ventilasi yang melayani anjungan navigasi, kecuali jika terletak di zona vertikal utama yang berdekatan.

9.11 Sistem ventilasi untuk ruang permesinan kategori A, ruang kendaraan, ruang ro-ro, dapur, ruang kategori khusus dan ruang muat pada umumnya harus dipisahkan satu sama lain dan dari sistem ventilasi yang melayani ruangan lainnya.

9.12 Saluran yang disediakan untuk ventilasi ruang permesinan kategori A, dapur, ruang kendaraan, ruang muat ro-ro atau ruang kategori khusus tidak boleh melewati ruang akomodasi, ruang operasional atau stasiun kontrol, kecuali jika saluran tersebut memenuhi [9.12.1](#) atau [9.12.2](#).

9.12.1 Dibuat dari baja yang mempunyai tebal sekurang-kurangnya 3,0 mm dan 5,0 mm untuk saluran dengan luas penampang bersih kurang dari $0,075 \text{ m}^2$, sekurang-kurangnya 4,0 mm untuk saluran dengan luas penampang bersih diantara $0,075 \text{ m}^2$ hingga $0,45 \text{ m}^2$, dan sekurang-kurangnya 5,0 mm untuk saluran dengan luas penampang bersih lebih dari $0,45 \text{ m}^2$;

ditumpu dan diperkuat secukupnya;

dilengkapi dengan tutup peredam api otomatis didekat dinding yang ditembus; dan

diisolasi standar kelas "A-60" dari batas ruang permesinan, dapur, ruang kendaraan, ruang muat ro-ro atau ruang kategori khusus sampai ke suatu titik paling sedikit 5,0 m diluar setiap peredam api, atau

9.12.2 dibuat dari baja sesuai dengan paragraph [9.12.1](#); dan

diisolasi standar kelas "A-60" di dalam ruang permesinan, dapur, ruang kendaraan, ruang muat ro-ro atau ruang kategori khusus;

Untuk keperluan paragraf [9.12.1](#) dan [12.2](#), saluran harus diisolasi pada seluruh permukaan luar penampang melintangnya. Saluran yang berada di luar tetapi berdekatan dengan ruang yang ditentukan, dan berbagi satu atau lebih permukaan dengannya, harus dianggap melewati ruang yang ditentukan tersebut, dan harus diisolasi di atas permukaan yang dibagi dengan ruang tersebut dengan jarak 450 mm melewati saluran.

9.12.3 Kecuali untuk penembusan pada pemisah zona utama harus juga memenuhi persyaratan [9.14](#).

9.13 Saluran yang disediakan untuk ventilasi ruang akomodasi, ruang operasional atau stasiun kontrol tidak boleh melalui ruang permesinan kategori A, dapur, ruang kendaraan, ruang muat ro-ro atau ruang kategori khusus, kecuali jika memenuhi [9.13.1](#) atau [9.13.2](#).

9.13.1 Saluran yang melewati ruang permesinan kategori A, dapur, ruang kendaraan, ruang muat ro-ro atau ruang kategori khusus dibuat dari baja, ditumpu dan diperkuat secukupnya sesuai dengan [9.12.1](#); atau

9.13.2 Saluran yang melewati ruang permesinan kategori A, dapur, ruang kendaraan, ruang muat ro-ro atau ruang kategori khusus dibuat dari baja, ditumpu dan diperkuat secukupnya sesuai dengan [9.12.2](#);

9.13.3 Kecuali untuk penembusan pada pemisah zona utama harus juga memenuhi persyaratan dalam [9.15](#).

9.14 Saluran ventilasi dengan luas penampang bersih lebih dari $0,02 \text{ m}^2$ yang melewati sekat kelas "B" harus dilapisi dengan selubung lembaran baja dengan panjang 900 mm yang sebaiknya dibagi menjadi 450 mm pada tiap sisi sekat kecuali jika untuk panjang tersebut saluran terbuat dari baja.

9.15 Jika pada kapal penumpang diperlukan saluran ventilasi yang melewati pemisah zona vertikal utama, maka peredam api dengan penutupan konsep gagal-aman otomatis harus dipasang berdekatan dengan pemisah. Peredam tersebut juga harus dapat ditutup secara manual dari tiap sisi pemisah. Posisi pengoperasian harus mudah diakses dan ditandai dengan warna merah yang memantulkan cahaya. Saluran yang berada diantara pemisah dan peredam harus dari baja sesuai dengan paragraf [9.12.1](#) dan diisolasi setidaknya dengan integritas kebakaran sama dengan pemisah yang ditembus. Peredam harus dipasang setidaknya pada satu sisi pemisah dengan indikator yang terlihat dan menunjukkan posisi pengoperasian peredam.

9.16 Ventilasi listrik untuk ruang akomodasi, ruang operasional, ruang muat, stasiun kontrol dan ruang permesinan harus dapat dihentikan dari posisi yang mudah diakses di luar ruangan yang dilayani. Posisi ini tidak boleh langsung terisolasi jika terjadi kebakaran di ruangan yang dilayani. Peralatan yang disediakan untuk menghentikan ventilasi listrik ruang permesinan harus seluruhnya terpisah dari peralatan yang disediakan untuk menghentikan ventilasi ruangan lainnya.

9.17 Kontrol untuk mematikan kipas ventilasi harus dipusatkan di stasiun kontrol pusat yang diawaki secara terus-menerus. Kipas ventilasi harus dapat diaktifkan kembali oleh awak kapal dari lokasi ini, untuk itu panel kontrol harus dapat menunjukkan status kipas tertutup atau mati.

9.18 Saluran ventilasi harus dilengkapi dengan bukaan untuk pemeriksaan dan pembersihan. Bukaan tersebut harus diletakkan dekat dengan peredam api.

9.19 Bukaan ventilasi atau saluran keseimbangan udara antara dua ruang tertutup tidak boleh

disediakan kecuali sebagaimana diizinkan oleh paragraf 7.2.

9.20 Jika ruangan umum membentang sepanjang tiga atau lebih geladak terbuka dan berisi material yang mudah terbakar seperti mebel dan ruang tertutup seperti toko, kantor dan restoran, maka ruangan tersebut harus dilengkapi dengan sistem penyedot asap (lihat [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12](#)).

9.21 Saluran pembuangan dari ruang cuci dan ruang pengering pada kategori ruangan (13) sebagaimana ditentukan dalam paragraf 4.3 harus dilengkapi dengan:

9.21.1 Filter yang mudah dilepas untuk tujuan pembersihan;

9.21.2 Sebuah peredam api yang terletak di ujung bawah saluran yang dioperasikan secara otomatis dan kendali jarak jauh;

9.21.3 Pengaturan kendali jarak jauh untuk mematikan kipas pembuangan dan kipas pasokan dari dalam ruangan dan untuk mengoperasikan peredam api yang disebutkan dalam [9.19.2](#); dan

9.21.4 Penempatan bukaan yang tepat untuk inspeksi dan pembersihan.

9.22 Ruang ventilasi yang melayani ruang permesinan kategori A berisi mesin pembakaran dalam.

9.22.1 Jika ruang ventilasi hanya melayani ruang permesinan yang berdekatan dan tidak ada pemisah kebakaran diantara ruang ventilasi dan ruang permesinan, maka peralatan untuk menutup saluran ventilasi atau saluran yang melayani ruang permesinan harus ditempatkan di luar ruang ventilasi dan ruang permesinan.

9.22.2 Jika ruang ventilasi melayani ruang permesinan serta ruang lain dan dipisahkan dari ruang permesinan oleh pemisah kelas "A-0", termasuk penembusannya, maka peralatan untuk menutup saluran ventilasi atau saluran untuk ruang permesinan dapat ditempatkan di ruang ventilasi.

10. Pembatasan untuk Material yang mudah terbakar

10.1 Kecuali di dalam ruang muat, ruang surat, ruang bagasi, sauna⁶ atau kompartemen berpendingin dari ruang operasional, maka semua pelapis, lantai, penahan angin, langit-langit dan isolasi harus dari material yang tidak mudah terbakar. Sekat atau geladak parsial yang digunakan bagi ruangan untuk kerja atau tujuan artistik juga harus dari material yang tidak mudah terbakar.

Lapisan, langit-langit dan sekat atau geladak parsial yang digunakan untuk menyaring atau memisahkan balkon kabin yang berdekatan harus dari material yang tidak mudah terbakar.

10.2 Penahan uap dan material perekat yang digunakan bersama-sama dengan isolasi, demikian juga isolasi peralatan pipa untuk sistem operasional berpendingin tidak perlu dari material yang tidak mudah terbakar tetapi sedapat mungkin jumlahnya harus dibuat seminimal mungkin dan permukaan luarnya harus memiliki karakteristik penyebaran api yang rendah.

10.3 Permukaan berikut harus memiliki karakteristik penyebaran api yang rendah⁴:

10.3.1 Permukaan terbuka pada koridor dan penutup tangga tapak, dan permukaan sekat, dinding dan lapisan langit-langit pada semua ruang akomodasi dan ruang operasional (kecuali sauna) dan stasiun kontrol;

10.3.2 Ruang tersembunyi atau ruang yang tidak dapat dimasuki pada ruang akomodasi, ruang operasional, serta stasiun kontrol.

⁶ Material isolasi yang digunakan pada sauna harus dari material yang tidak mudah terbakar.

10.3.3 Permukaan balkon kabin yang terbuka, kecuali untuk sistem lapisan geladak dengan kayu keras alami.

10.4 Volume total material yang mudah terbakar untuk lapisan permukaan, ornamen ukir, dekorasi, dan vinir pada setiap ruang akomodasi dan ruang operasional tidak boleh lebih dari suatu volume yang setara dengan 2,5 mm vinir pada luas gabungan dinding-dinding dan langit-langit. Mebel yang dipasang pada lapisan, sekat atau geladak tidak perlu dimasukkan dalam perhitungan volume total material yang mudah terbakar. Hal ini berlaku juga untuk bangku kayu tradisional dan lapisan kayu pada sekat dan langit-langit dalam sauna. Dalam hal kapal dilengkapi dengan sprinkle otomatis, volume diatas dapat mencakup beberapa material yang mudah terbakar yang digunakan untuk pemasangan pemisah kelas "C".

10.5 Material yang mudah terbakar yang digunakan pada permukaan dan lapisan yang tercakup dalam persyaratan [10.3](#) harus mempunyai nilai kalor⁷ tidak lebih dari 45 MJ/m² dari luas untuk tebal yang digunakan. Hal ini tidak berlaku untuk permukaan mebel yang dipasang pada lapisan atau sekat demikian juga untuk bangku kayu tradisional dan lapisan kayu pada sekat dan langit-langit pada sauna.

10.6 Mebel pada penutup tangga tapak harus dibatasi hanya untuk tempat duduk. Mebel harus dipasang permanen dibatasi hanya untuk enam tempat duduk pada tiap sisi geladak pada setiap penutup tangga tapak dan dibuat dari material dengan resiko kebakaran terbatas, serta tidak menghalangi jalur penyelamatan penumpang.

Mebel tidak boleh berada dalam koridor penumpang dan awak kapal yang merupakan jalur penyelamatan diri pada daerah kabin. Lemari dari material yang tidak mudah terbakar, tempat menyimpan peralatan keselamatan, dapat diizinkan berada dalam daerah ini.

Dispenser air minum dan mesin es batu dapat diizinkan berada di koridor dengan syarat harus dipasang permanen dan tidak menghalangi lebar jalur penyelamatan diri. Hal ini berlaku juga untuk penempatan bunga dekorasi, patung atau obyek seni lainnya seperti lukisan dan sulaman di koridor dan tangga tapak.

10.7 Mebel dan perabotan pada balkon kabin harus memenuhi berikut ini, kecuali balkon tersebut dilindungi oleh penyemprot air bertekanan tetap dan pendeteksi api dan sistem alarm kebakaran.

10.7.1 Penutup mebel harus dibuat seluruhnya dari material yang tidak mudah terbakar, kecuali vinir yang mudah terbakar tidak melebihi 2,0 mm yang mungkin digunakan pada permukaan kerja;

10.7.2 Mebel yang diposisikan berdiri bebas harus dibuat dengan bingkai dari material yang tidak mudah terbakar;

10.7.3 Gorden dan material tekstil gantung lainnya harus memiliki kualitas yang tahan terhadap penjalaran api tidak lebih rendah dibanding wol dengan massa 0,8 kg/m²⁸;

10.7.4 Mebel berlapis harus memiliki kualitas yang tahan terhadap pengapian dan penjalaran api⁹ dan

10.7.5 Komponen tempat tidur harus dari kualitas yang tahan terhadap pengapian dan penjalaran api¹⁰.

⁷ Nilai kalor kotor diukur sesuai dengan Standar ISO 1716 - "Building Materials - Determination of Calorific Potential", harus dikutip. Pada kapal yang dibangun pada atau setelah 1 July 2012, Fire Test Procedure Code yang baru, yang diadopsi oleh IMO melalui Resolusi MSC 307(88), dapat diterapkan.

⁸ Referensi mengacu pada Fire Test Procedure Code, Annex 1, Part 7, yang diadopsi oleh IMO melalui Resolusi MSC 61(67). Pada kapal yang dibangun pada atau setelah 1 July 2012, Fire Test Procedure Code yang baru, yang diadopsi oleh IMO melalui Resolusi MSC 307(88), dapat diterapkan.

⁹ Referensi mengacu pada Fire Test Procedure Code, Annex 1, Part 8, yang diadopsi oleh IMO melalui Resolusi MSC 61(67). Pada kapal yang dibangun pada atau setelah 1 July 2012, Fire Test Procedure Code yang baru, yang diadopsi oleh IMO melalui Resolusi MSC 307(88), dapat diterapkan.

¹⁰ Referensi mengacu pada Fire Test Procedure Code, Annex 1, Part 9, yang diadopsi oleh IMO melalui Resolusi MSC 61(67). Pada kapal yang dibangun pada atau setelah 1 July 2012, Fire Test Procedure Code yang baru, yang diadopsi oleh IMO melalui Resolusi MSC 307(88), dapat diterapkan.

10.8 Cat, pernis dan politur lainnya yang digunakan pada permukaan interior terbuka, termasuk balkon kabin dengan pengecualian sistem lapisan geladak dengan kayu keras alami, tidak boleh menghasilkan asap dan produk beracun dalam jumlah yang berlebihan¹¹.

10.9 Lapisan utama geladak, jika digunakan dalam ruang akomodasi dan ruang operasional serta stasiun kontrol, harus dari material yang disetujui dan material yang tidak cepat terbakar, atau menimbulkan asap atau zat beracun atau bahaya ledakan pada suhu tinggi¹².

10.10 Tempat sampah harus dibuat dari material yang tidak mudah terbakar tanpa bukaan pada sisi atau dasarnya. Keranjang di dapur, ruang cuci, bar, ruang penanganan atau penyimpanan sampah dan ruang pembakaran yang digunakan sepenuhnya untuk menyimpan sampah basah, botol kaca, dan kaleng logam dapat dibuat dari material yang mudah terbakar.

11. Detail Konstruksi

11.1 Pada ruang akomodasi dan ruang operasional, stasiun kontrol, koridor dan tangga tapak, ruang udara tertutup dibelakang langit-langit, panel atau lapisan harus dibagi secara tepat dengan penahan udara yang dipasang rapat dengan jarak tidak lebih dari 14 m. Pada arah vertikal, seperti ruang udara tertutup, termasuk yang berada dibelakang lapisan tangga tapak, bubungan, dll. harus tertutup pada tiap geladak.

11.2 Konstruksi langit-langit dan sekat harus sedemikian rupa sehingga memungkinkan untuk patroli kebakaran mendeteksi asap yang berasal dari ruang yang terpencil dan tidak dapat diakses, tanpa mengganggu efisiensi perlindungan terhadap kebakaran.

11.3 Sekat parsial bukan sebagai penahan beban yang memisahkan balkon kabin yang berdekatan harus mampu dibuka oleh awak kapal dari setiap sisi untuk tujuan pemadam kebakaran.

11.4 Ruang muat dan ruang permesinan harus mampu dikedapkan secara efektif seperti untuk mencegah masuknya udara. Pintu yang mengarah ke ruang permesinan kategori A harus dilengkapi dengan peralatan yang dapat menutup sendiri dan 2 alat pengunci. Semua ruang permesinan lain, yang dilindungi oleh sistem pemadam kebakaran dengan gas, harus dilengkapi dengan pintu yang dapat menutup sendiri.

11.5 Konstruksi dan Perencanaan Sauna

11.5.1 Dinding pembatas sauna harus kelas "A" dan mungkin juga termasuk kamar ganti, kamar mandi dan toilet. Sauna harus diisolasi dengan standar A-60 terhadap ruang lainnya kecuali ruangan yang berada disebelah dalam dinding pembatas dan ruangan kategori [5], [9] dan [10].

11.5.2 Kamar mandi dengan akses langsung ke sauna dapat dianggap sebagai bagian dari sauna. Dalam hal ini, pintu antara sauna dan kamar mandi tidak perlu memenuhi persyaratan keamanan kebakaran.

11.5.3 Lapisan kayu tradisional pada sekat dan langit-langit diperbolehkan di dalam sauna. Langit-langit diatas oven harus dilapisi dengan pelat yang tidak mudah terbakar dengan celah udara sedikitnya 30 mm. Jarak dari permukaan panas ke material yang mudah terbakar paling sedikit harus 500 mm atau material yang mudah terbakar harus dilindungi secara tepat.

11.5.4 Bangku kayu tradisional diizinkan digunakan di dalam sauna.

11.5.5 Pintu sauna harus membuka ke arah luar dengan cara di dorong.

¹¹ Referensi mengacu pada Fire Test Procedure Code, Annex 1, Part 2, yang diadopsi oleh IMO melalui Resolusi MSC 61(67). Pada kapal yang dibangun pada atau setelah 1 July 2012, Fire Test Procedure Code yang baru, yang diadopsi oleh IMO melalui Resolusi MSC.307(88), dapat diterapkan.

¹² Referensi mengacu pada Fire Test Procedure Code, Annex 1, Part 6, yang diadopsi oleh IMO melalui Resolusi MSC 61(67). Pada kapal yang dibangun pada atau setelah 1 July 2012, Fire Test Procedure Code yang baru, yang diadopsi oleh IMO melalui Resolusi MSC.307(88), dapat diterapkan.

11.5.6 Oven pemanas listrik harus dilengkapi dengan pengatur waktu.

12. Sarana Penyelamatan Diri

12.1 Kecuali dinyatakan lain dalam regulasi ini, paling sedikit dua sarana penyelamatan diri yang terpisah jauh dan siap pakai harus disediakan dari semua ruangan atau kelompok ruangan. Lift tidak dianggap sebagai bagian dari salah satu sarana penyelamatan diri yang disyaratkan.

12.2 Pada umumnya, pintu pada jalur penyelamatan diri harus terbuka ke arah jalur penyelamatan diri, kecuali untuk;

- Pintu masing-masing kabin dapat dibuka ke arah kabin agar tidak mencederai orang yang berada didalam koridor ketika pintu dibuka, dan
- Pintu pada bungkus vertikal untuk penyelamatan darurat dapat dibuka ke arah luar bungkus agar memungkinkan bungkus digunakan sebagai jalur penyelamatan diri dan akses masuk.

12.3 Tangga tapak dan tangga panjat harus diatur untuk memberikan sarana penyelamatan diri siap pakai menuju geladak embarkasi sekoci penolong dan rakit penolong dari semua ruang penumpang dan ruang awak kapal dan dari ruangan yang biasa digunakan awak kapal selain ruang permesinan. Khususnya persyaratan berikut harus dipenuhi:

12.3.1 Di bawah geladak sekat, dua buah sarana penyelamatan diri harus disediakan pada setiap kompartemen kedap air atau ruangan atau kelompok ruangan terbatas yang sejenis, sekurang-kurangnya salah satu sarana tersebut harus dari pintu kedap air independent.

Perhatian harus diberikan pada sifat dan lokasi ruangan serta pada jumlah orang yang biasanya menggunakan ruangan tersebut, pengecualian dimungkinkan, namun demikian lebar bersih tangga tapak tidak boleh kurang dari 800 mm dengan dilengkapi pegangan tangan pada kedua sisinya.

12.3.2 Di atas geladak sekat, sekurang-kurangnya harus ada dua sarana penyelamatan diri dari setiap zona vertikal utama atau ruangan atau kelompok ruangan terbatas yang sejenis, sekurang-kurangnya salah satu sarana tersebut harus memberikan akses ke tangga tapak yang merupakan sarana untuk penyelamatan diri vertikal.

12.3.3 Sekurang-kurangnya satu sarana penyelamatan diri yang disyaratkan pada paragraf [12.3.1](#) dan [12.3.2](#) harus terdiri dari tangga tapak tertutup yang mudah diakses dan harus memberi perlindungan terhadap kebakaran secara terus-menerus dari tingkat asalnya sampai ke geladak embarkasi sekoci penolong dan rakit penolong, atau sampai ke geladak cuaca paling atas jika geladak embarkasi tidak menerus sampai ke zona vertikal utama yang dipertimbangkan. Dalam kasus yang terakhir, akses langsung ke geladak embarkasi dengan sarana tangga tapak terbuka dan lorong harus disediakan dan harus memiliki lampu darurat (lihat juga [Rules for Electrical Installations \(Pt.1, Vol.IV\) Sec.3 and 11](#)) dan permukaan anti licin pada alasnya. Dinding pembatas yang menghadap ke tangga tapak terbuka luar dan lorong yang merupakan bagian dari jalur penyelamatan diri dan dinding pembatas yang berada pada posisi sedemikian rupa sehingga ketika mengalami kerusakan pada waktu kebakaran akan mengganggu jalur penyelamatan diri ke geladak embarkasi, harus mempunyai integritas kebakaran termasuk nilai isolasi sesuai dengan [Tabel 22.1](#) dan [22.2](#). Lebar, jumlah dan kelancaran jalur penyelamatan diri harus sebagai berikut:

.1 Lebar bersih tangga tapak tidak boleh kurang dari 900 mm. Tangga tapak harus dilengkapi dengan pegangan tangan pada tiap sisinya. Lebar bersih minimum tangga tapak harus ditambah 10 mm untuk setiap tambahan satu orang jika lebih dari 90 orang. Lebar bersih maksimum antara pegangan tangan jika lebar tangga tapak lebih dari 900 mm harus 1800 mm. Jumlah total orang yang akan dievakuasi dengan tangga tapak tersebut harus diasumsikan sebanyak 2/3 dari awak kapal dan jumlah total penumpang di daerah yang dilayani oleh tangga tapak tersebut¹³.

¹³ Referensi mengacu pada Fire Safety Systems Code, yang diadopsi oleh IMO melalui Resolusi MSC 98(73). Pada kapal yang

.2 Semua ukuran tangga tapak dengan kapasitas lebih dari 90 orang harus dipasang pada arah memanjang kapal.

.3 Pintu dan koridor dan tempat istirahat antara yang termasuk dalam sarana penyelamatan diri harus berukuran sama dengan tangga tapak. Lebar total pintu keluar tangga tapak ke stasiun berkumpul tidak boleh kurang dari lebar total tangga tapak yang melayani geladak ini.

.4 Tangga tapak tidak boleh lebih dari 3,5 m dalam arah vertikal tanpa adanya tempat istirahat dan tidak boleh mempunyai sudut kemiringan lebih besar dari 45°.

.5 Tempat istirahat pada tiap tingkat geladak luasnya tidak boleh kurang dari 2,0 m² dan harus ditambah 1,0 m² untuk setiap tambahan 10 orang jika lebih dari 20 orang namun tidak perlu lebih dari 16 m², kecuali untuk tempat istirahat yang melayani ruang umum dan mempunyai akses langsung ke tangga tapak tertutup.

12.3.4 Tangga tapak yang hanya melayani sebuah ruangan dan balkon di dalam ruangan tersebut tidak boleh dipertimbangkan sebagai salah satu sarana penyelamatan diri.

12.3.5 Koridor, lobi, atau bagian koridor dimana hanya terdapat satu jalur penyelamatan diri tidak diizinkan. Koridor buntu yang digunakan pada daerah layanan yang diperlukan untuk keperluan praktis kapal seperti stasiun bahan bakar minyak dan koridor pasok pada arah melintang kapal dapat diizinkan, dengan syarat koridor buntu tersebut dipisahkan dari area akomodasi awak kapal dan tidak dapat diakses dari area akomodasi penumpang. Juga, bagian dari koridor yang mempunyai tinggi tidak lebih dari lebarnya dianggap sebagai jenjang atau perpanjangan setempat dan diizinkan.

12.3.6 Sebagai tambahan terhadap lampu darurat (lihat juga [Rules for Electrical Installations \(Pt.1, Vol.IV\) Sec.3 and 10](#)), sarana penyelamatan diri termasuk tangga tapak dan pintu keluar, harus diberi marka dengan lampu atau indikator garis berpendar yang diletakkan tidak lebih dari 0,3 m di atas geladak pada semua titik jalur penyelamatan diri termasuk sudut dan persimpangan. Marka harus memungkinkan penumpang dapat mengidentifikasi semua jalur penyelamatan diri dan dengan mudah mengidentifikasi pintu keluar. Jika digunakan iluminasi dengan tenaga listrik, maka penerangan itu harus dipasok dengan sumber tenaga listrik darurat dan harus diatur sedemikian rupa sehingga kerusakan pada salah satu lampu atau terpotongnya strip lampu, tidak akan mengakibatkan marka tersebut menjadi tidak efektif. Sebagai tambahan, semua tanda jalur penyelamatan diri dan marka lokasi perlengkapan pemadam kebakaran harus dari material berpendar atau ditandai dengan lampu. Perlengkapan lampu atau perlengkapan berpendar tersebut harus dari jenis persetujuan tipe¹³.

.1 Sebagai pengganti jalur penyelamatan diri pada sistem penerangan yang dipersyaratkan oleh paragraf 12.3.6, sistem panduan evakuasi alternatif dapat diterima jika sistem tersebut dari jenis persetujuan tipe (lihat juga [Rules for Electrical Installations \(Pt.1, Vol.IV\) Sec.14](#))¹⁴.

12.3.7 Persyaratan [12.3.6](#) juga berlaku untuk area akomodasi awak kapal.

12.3.8 Ruang umum yang membentang sepanjang tiga geladak atau lebih dan berisi material yang mudah terbakar seperti mebel dan ruang tertutup seperti toko, kantor dan restoran harus mempunyai dua sarana penyelamatan diri pada setiap tingkat dalam ruangan tersebut, salah satunya harus memiliki akses langsung ke sarana penyelamatan diri vertikal yang tertutup seperti disebutkan pada [12.3.3](#).

12.4 Jika stasiun radio telegraf tidak mempunyai akses langsung ke geladak terbuka, dua sarana penyelamatan diri dari atau menuju ke stasiun tersebut harus disediakan, salah satunya boleh berupa

dibangun pada atau setelah 1 July 2012, Fire Test Procedure Code yang baru, yang diadopsi oleh IMO melalui Resolusi MSC.307(88), dapat diterapkan.

¹⁴ Mengacu pada Functional requirements and performance standards for the assessment of evacuation guidance systems (MSC/Circ. 1167) dan Interim guidelines for the testing, approval and maintenance of evacuation guidance systems used as an alternative to low-location lighting systems (MSC / Circ. 1168).

lubang atau jendela dengan ukuran yang cukup atau sarana lainnya.

12.5 Pada ruang kategori khusus jumlah dan penempatan sarana penyelamatan diri, baik dibawah dan diatas geladak sekat harus memenuhi persyaratan yang disebutkan pada [12.3.1](#), [.2](#) dan [.3](#).

12.6 Dua sarana penyelamatan diri harus disediakan dari tiap ruang permesinan. Khususnya, persyaratan berikut harus dipenuhi:

12.6.1 Jika ruangan berada di bawah geladak sekat, maka kedua sarana penyelamatan diri tersebut terdiri dari:

.1 Dua pasang tangga baja yang terpisah sejauh mungkin, menuju ke pintu di bagian atas ruangan yang terpisah dengan cara yang serupa dan yang mana disediakan akses ke geladak embarkasi sekoci penolong dan rakit penolong. Salah satu dari tangga-tangga tersebut harus diletakkan di dalam ruang tertutup terlindungi yang mempunyai integritas kebakaran, termasuk nilai isolasi, sesuai dengan [Tabel 22.1](#) dan [22.2](#) untuk ruangan kategori [\[2\]](#), dari bagian bawah ruangan sampai ke posisi yang aman diluar ruangan. Pintu yang dapat menutup sendiri dengan standar integritas kebakaran yang sama harus dipasang dalam ruang tertutup tersebut. Tangga harus dipasang permanen sedemikian rupa sehingga panas tidak disalurkan ke dalam penutup melalui titik pemasangan yang tidak berisolasi. Penutup berpelindung tersebut harus memiliki ukuran bagian dalam minimum 800 mm × 800 mm dan harus mempunyai lampu darurat, atau

.2 Satu tangga baja menuju ke pintu di bagian atas ruangan yang mana disediakan akses ke geladak embarkasi dan sebagai tambahan di bagian bawah dari ruangan dan pada posisi yang cukup terpisah dari tangga tersebut, sebuah pintu baja yang dapat dioperasikan dari kedua sisi dan memberikan akses ke jalur penyelamatan diri yang aman dari bagian bawah ruangan tersebut ke geladak embarkasi.

12.6.2 Jika ruangan tersebut berada di atas geladak sekat, maka dua sarana penyelamatan diri harus dipisahkan sejauh mungkin dan pintu yang berasal dari sarana penyelamatan diri tersebut harus berada pada posisi yang mana disediakan akses ke geladak embarkasi sekoci penolong dan rakit penolong. Jika sarana penyelamatan diri tersebut mensyaratkan penggunaan tangga, maka tangga tersebut harus dari baja.

12.6.3 Kapal dengan tonase kotor kurang dari 1.000 GT dapat diberi dispensasi hanya dengan satu sarana penyelamatan diri, perhatian harus diberikan pada lebar dan letak dari bagian atas ruangan; dan kapal dengan tonase kotor 1.000 GT atau lebih, dapat diberi dispensasi dengan satu sarana penyelamatan diri dari tiap ruangan tersebut sejauh pintu atau tangga baja memberikan jalur penyelamatan diri yang aman menuju geladak embarkasi, perhatian khusus diberikan pada sifat dan lokasi ruangan dan apakah orang biasanya bekerja di dalam ruangan tersebut.

12.6.4 Dalam ruang mesin kemudi, sarana penyelamatan diri yang kedua harus disediakan bila kemudi darurat diletakkan dalam ruang tersebut, kecuali jika ada jalan langsung ke geladak terbuka.

12.6.5 Salah satu jalur penyelamatan diri dari ruang permesinan dimana awak kapal biasa bekerja harus menghindari akses langsung ke ruang kategori khusus.

12.6.6 Dua sarana penyelamatan diri harus disediakan dari ruang kontrol mesin yang berada di dalam ruang permesinan, sekurang-kurangnya salah satu dari sarana tersebut harus memberikan perlindungan kebakaran secara terus-menerus sampai ke posisi yang aman di luar ruang permesinan.

12.6.7 Pada kapal yang dibangun pada atau setelah 1 Januari 2016, dua sarana penyelamatan diri harus disediakan dari bengkel utama di dalam ruang permesinan. Sekurang-kurangnya salah satu dari jalur penyelamatan diri ini harus memberikan perlindungan kebakaran secara terus-menerus sampai ke posisi yang aman di luar ruang permesinan.

12.6.8 Pada kapal yang dibangun pada atau setelah 1 Januari 2016, semua tangga miring/tangga tapak

yang dipasang untuk memenuhi paragraf 12.6.1 dengan anak tangga terbuka di ruang permesinan menjadi bagian dari atau yang memberikan akses ke jalur penyelamatan diri tetapi tidak terletak di dalam penutup yang berpelindung harus terbuat dari baja. Tangga miring/tangga tapak tersebut harus dilengkapi dengan pelindung baja yang terpasang pada bagian bawahnya, seperti untuk memberikan perlindungan personel yang keluar terhadap panas dan api yang berasal dari bawah.

12.7 Persyaratan tambahan untuk kapal penumpang ro-ro

12.7.1 Pegangan tangan atau sandaran tangan lainnya harus disediakan di semua koridor disepanjang jalur penyelamatan diri, sehingga sandaran tangan yang kokoh tersedia disepanjang jalur tersebut, bilamana mungkin, sampai ke stasiun tempat berkumpul dan stasiun embarkasi. Pegangan tangan tersebut harus disediakan pada kedua sisi dari koridor memanjang dengan lebar lebih dari 1,8 m dan koridor melintang dengan lebar lebih dari 1,0 m. Perhatian khusus harus diberikan pada kebutuhan untuk dapat melintasi lobi, atrium dan ruangan terbuka yang besar lainnya disepanjang jalur penyelamatan diri. Pegangan tangan dan sandaran tangan lainnya harus mempunyai kekuatan yang mampu menahan distribusi beban horizontal sebesar 750 N/m yang bekerja pada arah pusat koridor atau ruangan, dan distribusi beban vertical 750 N/m yang bekerja ke arah bawah. Kedua beban tersebut tidak perlu diterapkan secara bersamaan.

12.7.2 Jalur penyelamatan diri harus disediakan dari tiap ruangan kapal yang biasa ditempati menuju ke tempat berkumpul. Jalur penyelamatan diri tersebut harus diatur sedemikian rupa sehingga memberikan jalur penyelamatan diri yang paling cepat ke stasiun tempat berkumpul dan harus diberi tanda dengan simbol yang sesuai.

12.7.3 Jika ruangan tertutup berdampingan dengan geladak terbuka, maka bukaan dari ruangan tertutup tersebut ke geladak terbuka, apabila memungkinkan, harus dapat digunakan sebagai jalan keluar darurat.

12.7.4 Geladak harus diberi nomor secara berurutan, mulai dari nomor "1" pada alas dalam atau geladak paling rendah. Nomor ini harus diperlihatkan secara jelas pada tempat istirahat tangga dan lobi lift. Geladak juga boleh diberi nama, namun nomor geladak harus selalu diperlihatkan dengan nama.

12.7.5 Gambar "tiruan" sederhana yang menunjukkan posisi "anda berada disini" dan jalur penyelamatan diri yang diberi tanda dengan panah, harus diperlihatkan secara jelas pada bagian dalam dari tiap pintu kabin dan ruang umum. Gambar tersebut harus menunjukkan arah jalur penyelamatan diri dan harus diarahkan dengan benar sesuai dengan posisinya diatas kapal.

12.7.6 Pintu kabin dan ruang tamu tidak boleh memerlukan kunci untuk membukanya dari dalam ruangan. Tidak boleh juga ada pintu disepanjang jalur penyelamatan diri yang dirancang dan yang memerlukan kunci untuk membukanya ketika bergerak pada arah jalur penyelamatan diri.

12.7.7 Pada area 0,5 m bagian bawah dari sekat dan partisi lain yang merupakan pemisah vertikal disepanjang jalur penyelamatan diri harus dapat menahan beban 750 N/m agar dapat digunakan sebagai tempat berjalan dari sisi jalur penyelamatan diri pada saat sudut kemiringan kapal besar.

12.7.8 Jalur penyelamatan diri dari kabin ke tangga tapak tertutup sedapat mungkin harus langsung, dengan jumlah perubahan arah yang minimal. Tidak boleh untuk menyeberang dari satu sisi kapal ke sisi lainnya guna mencapai jalur penyelamatan diri. Juga tidak boleh untuk menaiki atau menuruni lebih dari dua geladak untuk mencapai stasiun berkumpul atau geladak terbuka dari setiap ruang penumpang.

12.7.9 Jalur penyelamatan eksternal harus disediakan dari geladak terbuka untuk menuju stasiun embarkasi kapal penyelamat, mengacu pada paragraf 12.7.8.

12.7.10 Jalur penyelamatan diri harus dievaluasi dengan analisa evakuasi pada awal proses desain¹⁵.

¹⁵ Referensi mengacu pada Interim Guidelines for evacuation analyses for new and existing passenger ships yang diadopsi oleh

Analisa tersebut harus digunakan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan sejauh memungkinkan, kepadatan yang mungkin terjadi pada waktu meninggalkan kapal akibat pergerakan normal dari penumpang dan awak kapal disepanjang jalur penyelamatan diri, termasuk kemungkinan bahwa awak kapal perlu bergerak disepanjang jalur penyelamatan diri ini pada arah yang berlawanan dengan arah gerak penumpang. Sebagai tambahan, analisa tersebut harus digunakan untuk mendemonstrasikan perencanaan penyelamatan diri cukup fleksibel untuk memberikan kemungkinan bahwa jalur penyelamatan diri tertentu, stasiun berkumpul, stasiun embarkasi atau kapal penyelamat tidak tersedia akibat terjadinya kecelakaan.

12.7.11 Jalan orang yang ditetapkan menuju ke sarana penyelamatan diri dengan lebar sekurang-kurangnya 600 mm harus disediakan dalam ruang kategori khusus dan ruang ro-ro terbuka yang dapat diakses oleh setiap penumpang yang diangkut.

12.7.12 Sekurang-kurangnya dua sarana penyelamatan diri harus disediakan dalam ruang ro-ro dimana awak kapal biasa bekerja. Jalur penyelamatan diri harus memberikan jalan keluar yang aman ke geladak embarkasi sekoci penolong dan rakit penolong dan harus ditempatkan di ujung depan dan belakang ruangan.

13. Sistem Deteksi Kebakaran dan Alarm Kebakaran Permanen serta Sprinkle Otomatis, Sistem Deteksi Kebakaran dan Alarm Kebakaran

13.1 Setiap kapal harus dilengkapi dengan:

13.1.1 Sprinkle otomatis, sistem deteksi kebakaran dan sistem alarm kebakaran di semua ruang operasional, stasiun kontrol dan ruang akomodasi, termasuk koridor dan tangga tapak (lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12](#)); dan

13.1.2 Sistem deteksi kebakaran dan alarm kebakaran permanen yang dipasang dan diatur sedemikian rupa untuk dapat mendeteksi asap di ruang operasional, stasiun kontrol dan ruang akomodasi, termasuk korridor dan tangga tapak (lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12](#)).

13.2 Air yang dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan yang penting di stasiun kontrol, mungkin dapat dilengkapi dengan sistem pemadam kebakaran permanen dari tipe lain (lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12](#)).

13.3 Balkon kabin harus dilengkapi dengan sistem deteksi kebakaran dan alarm kebakaran permanen dan sistem penyemprot air bertekanan tetap (lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12](#)), bila mebel dan perabotan di balkon tersebut tidak memenuhi [10.7](#).

13.4 Detektor asap tidak perlu dipasang di kamar mandi pribadi dan dapur. Ruangan yang memiliki resiko kebakaran yang kecil atau tidak sama sekali seperti ruang kosong, toilet umum dan ruang sejenis tidak perlu dipasang sprinkle otomatis atau sistem deteksi dan alarm kebakaran permanen.

14. Perlindungan Kendaraan, Ruang Kategori Khusus dan Ruang Ro-ro

14.1 Pembagian dari ruangan-ruangan tersebut dalam zona vertikal utama akan mengalahkan tujuan yang dimaksudkan. Oleh karena itu harus ada perlindungan yang setara dalam ruang tersebut berdasarkan konsep zona horisontal. Zona horisontal dapat mencakup ruang kategori khusus dan ruang ro-ro pada lebih dari satu geladak dengan syarat total tinggi bersih keseluruhan kendaraan tidak lebih dari 10 m, dimana tinggi bersih keseluruhan adalah jumlah jarak antara geladak dan gading-gading besar dari geladak yang membentuk zona horisontal.

14.2 Perlindungan Struktur

Sekat dan geladak pembatas dari ruang kategori khusus dan ruang ro-ro harus diisolasi dengan standar kelas "A-60". Namun demikian, jika ruangan kategori [4.3 \[5\]](#), [4.3 \[9\]](#) atau [4.3 \[10\]](#) berada pada satu sisi

pemisah, maka standar isolasi dapat diturunkan menjadi "A-0". Jika tangki bahan bakar minyak berada dibawah ruang kategori khusus, maka integritas geladak diantara ruang tersebut dapat diturunkan menjadi standar "A-0". Indikator harus disediakan pada anjungan navigasi yang harus menunjukkan setiap pintu kebakaran yang menuju atau dari ruang kategori khusus telah ditutup.

14.3 Sistem Pemadam Kebakaran Permanen

14.3.1 Ruang kendaraan dan ruang ro-ro yang bukan merupakan ruang kategori khusus dan dapat kedapkan dari lokasi di luar ruang muat harus dilengkapi dengan sistem pemadam kebakaran gas permanen dari jenis persetujuan tipe (lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12](#)).

14.3.2 Ruang ro-ro dan ruang kendaraan yang tidak dapat dikedapkan dan ruang kategori khusus harus dilengkapi dengan sistem penyemprot air bertekanan tetap untuk pengoperasian secara manual dari jenis persetujuan tipe (lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec. 12](#)).

14.4 Sistem ventilasi

Harus disediakan sistem ventilasi listrik yang efektif untuk ruang kategori khusus dan ruang ro-ro dan ruang kendaraan tertutup, yang cukup untuk memberikan minimal 10 kali pertukaran udara per jam. Disamping itu, laju pertukaran udara yang tinggi disyaratkan pada waktu operasi bongkar muat. Sistem untuk ruangan tersebut harus sepenuhnya dipisahkan dari sistem ventilasi lain dan harus beroperasi setiap saat ketika kendaraan berada dalam ruangan tersebut.

Saluran ventilasi yang melayani ruangan tersebut yang dapat dikedapkan secara efektif harus dipisahkan untuk tiap ruangan tersebut. Sistem tersebut harus dapat dikontrol dari posisi diluar ruangan.

Ventilasi harus sedemikian rupa sehingga dapat mencegah stratifikasi udara dan pembentukan kantong udara.

Peralatan harus disediakan untuk memberikan indikasi pada anjungan navigasi setiap kehilangan atau pengurangan kapasitas ventilasi yang disyaratkan.

Pengaturan harus disediakan untuk memungkinkan mematikan dengan cepat dan penutupan yang efektif dari sistem ventilasi jika terjadi kebakaran, dengan memperhatikan kondisi cuaca dan laut.

Saluran ventilasi, termasuk peredam api, dalam zona horisontal umum harus terbuat dari baja.

Saluran yang melewati zona horisontal lainnya atau ruang permesinan harus saluran baja kelas "A-60" yang memenuhi [9.12.1](#) dan [9.12.2](#).

Bukaan permanen pada pelat sisi, ujung-ujung atau geladak atas dari ruangan tersebut harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga kebakaran yang terjadi dalam ruang muat tidak membahayakan daerah penyimpanan muatan dan stasiun embarkasi kapal penyelamat dan ruang akomodasi, ruang operasional dan stasiun kontrol di bangunan atas dan rumah geladak diatas ruang muat.

14.5 Deteksi kebakaran

Harus disediakan sistem deteksi kebakaran dan alarm kebakaran permanen dari jenis persetujuan tipe (lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12](#)).

Contoh sistem deteksi penyedot asap dari jenis persetujuan tipe (lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12](#)) dapat disetujui sebagai yang setara, kecuali untuk ruangan ro-ro terbuka, ruangan kendaraan terbuka dan ruangan kategori khusus. Sistem patroli kebakaran yang efisien harus dijaga di ruang kategori khusus. Dalam hal adanya pengawasan kebakaran yang terus-menerus sepanjang waktu selama pelayaran, maka sistem deteksi kebakaran dan alarm kebakaran permanen tidak disyaratkan didalam ruangan tersebut.

15. Pengaturan Khusus didalam Ruang Permesinan Kategori A

15.1 Jumlah jendela cahaya, pintu, ventilator, bukaan pada cerobong asap untuk kegunaan ventilasi pembuangan dan bukaan-bukaan lain ke ruang permesinan harus dikurangi seminimal mungkin sesuai dengan kebutuhan ventilasi dan pengoperasian kapal yang tepat dan aman.

15.2 Jendela cahaya harus terbuat dari baja dan tidak boleh mengandung panel kaca. Pengaturan yang sesuai harus dilakukan untuk memungkinkan pengeluaran asap jika terjadi kebakaran dari ruangan yang harus dilindungi. Sistem ventilasi normal dapat disetujui untuk keperluan tersebut.

15.3 Sarana kontrol harus disediakan untuk memungkinkan pengeluaran asap dan kontrol tersebut harus ditempatkan diluar ruangan yang dimaksud sehingga jika terjadi kebakaran, sarana kontrol tersebut tidak terputus dari ruangan yang dilayani. Sarana kontrol tersebut harus ditempatkan pada satu posisi kontrol atau dikelompokkan dalam posisi yang seminimal mungkin. Posisi tersebut harus mempunyai akses yang aman dari geladak terbuka.

15.4 Pintu-pintu selain pintu kedap air yang dioperasikan dengan tenaga listrik harus diatur sedemikian rupa sehingga penutupan yang benar dapat dijamin jika terjadi kebakaran dalam ruangan tersebut, dengan pengaturan penutupan yang dioperasikan dengan tenaga listrik atau dengan pintu yang dapat menutup sendiri pada kemiringan $3,5^\circ$ ke arah yang berlawanan dengan arah penutupan dan memiliki fasilitas kait balik dengan konsep gagal-aman, dilengkapi dengan peralatan pembuka yang dioperasikan dari jarak jauh. Pintu untuk bungkus penyelamatan diri darurat tidak perlu dilengkapi dengan fasilitas kait balik dengan konsep gagal-aman dan peralatan pembuka yang dioperasikan dari jarak jauh.

15.5 Sarana kontrol harus disediakan untuk penutupan pintu yang dioperasikan dengan tenaga listrik atau mekanisme pelepas penggerak pada pintu selain pintu kedap air yang dioperasikan dengan tenaga listrik. Sarana kontrol tersebut harus diletakkan diluar ruangan yang bersangkutan, dimana sarana tersebut tidak akan terputus jika terjadi kebakaran dalam ruangan yang dilayani. Sarana kontrol harus ditempatkan pada satu posisi kontrol atau dikelompokkan dalam posisi yang seminimal mungkin, mempunyai akses langsung dan akses yang aman dari geladak terbuka.

15.6 Jendela tidak boleh dipasang pada dinding ruang permesinan. Hal ini tidak menghalangi penggunaan kaca pada ruang kontrol di dalam ruang permesinan.

15.7 Pelat lantai pada lorong yang normal harus terbuat dari baja.

16. Persyaratan Khusus untuk Kapal yang Mengangkut Barang-barang Berbahaya

16.1 Ventilasi

Ventilasi listrik yang memadai harus disediakan di ruang muat tertutup. Pengaturannya harus sedemikian rupa sehingga dapat memberikan sekurang-kurangnya enam kali pertukaran udara per jam di ruang muat berdasarkan ruang muat kosong dan untuk menghilangkan uap dari bagian atas atau bawah ruang muat.

Kipas harus sedemikian rupa sehingga dapat menghindari kemungkinan penyalaan api dari campuran udara gas yang dapat terbakar. Pelindung kisi-kisi kawat yang sesuai harus dipasang diatas bukaan saluran masuk dan keluar ventilasi.

16.2 Isolasi pada pembatas ruang permesinan

Sekat yang membentuk pembatas antara ruang muat dan ruang permesinan kategori A harus diisolasi dengan standar "A-60", kecuali jika barang-barang berbahaya disimpan sekurang-kurangnya sejauh 3,0 m arah horizontal dari sekat tersebut. Pembatas lain antara ruang tersebut harus diisolasi dengan standar "A-60".

16.3 Item lain-lain

Jenis dan jangkauan peralatan pemadam kebakaran ditentukan pada [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12](#).

Peralatan listrik dan kabel harus memenuhi persyaratan [Rules for Electrical Installations \(Pt.1, Vol.IV\) Sec.16](#).

17. Pusat Keselamatan pada Kapal Penumpang

17.1 Pemberlakuan

Kapal penumpang yang dibangun pada atau setelah 1 Juli 2010 harus memiliki pusat keselamatan yang memenuhi persyaratan regulasi ini

17.2 Lokasi dan pengaturan

Pusat keselamatan harus menjadi bagian dari anjungan navigasi atau ditempatkan di ruang terpisah yang berdekatan dan memiliki akses langsung ke anjungan navigasi, sehingga pengelolaan keadaan darurat dapat dilakukan tanpa mengganggu petugas jaga dari tugas navigasinya.

17.3 Tata letak dan desain ergonomis

Tata letak dan desain ergonomis dari pusat keselamatan harus mempertimbangkan pedoman IMO¹⁶ (communication and control and monitoring of safety systems lihat juga [Rules for Electrical Installations \(Pt.1, Vol.IV\) Sec. 14](#)).

C. Kapal Penumpang yang Membawa tidak lebih dari 36 Penumpang

1. Material

1.1 Lambung, geladak, struktur sekat, bangunan atas dan rumah geladak harus terbuat dari baja atau material lain yang setara (paduan aluminium dengan isolasi yang tepat).

1.2 Komponen yang terbuat dari paduan aluminium membutuhkan perlakuan khusus, dengan memperhatikan sifat mekanis material dalam hal terjadi peningkatan suhu. Pada dasarnya, hal-hal berikut harus ditaati:

1.2.1 Isolasi pemisah kelas "A" atau "B" harus sedemikian rupa sehingga suhu inti struktur tidak meningkat lebih dari 200°C diatas suhu sekitar pada setiap saat selama waktu paparan api pada standar uji kebakaran.

1.2.2 Perhatian khusus harus diberikan pada isolasi komponen paduan aluminium untuk tiang, penyangga dan bagian struktur lainnya yang diperlukan untuk menyangga tempat penyimpanan sekoci penolong dan rakit penolong, tempat peluncuran dan embarkasi, dan pemisah kelas "A" dan "B" untuk menjamin:

bahwa untuk bagian penyangga daerah sekoci penolong dan rakit penolong serta pemisah kelas "A", pembatasan kenaikan suhu seperti ditentukan pada [1.2.1](#) harus berlaku pada akhir satu jam; dan

bahwa untuk bagian yang disyaratkan menempati pemisah kelas "B", pembatasan kenaikan suhu seperti ditentukan pada [1.2.1](#) harus berlaku pada akhir setengah jam.

1.2.3 Penutup dan selubung ruang permesinan kategori A harus dibuat dari konstruksi baja dan diberi isolasi sesuai dengan yang disyaratkan oleh [Tabel 22.3](#). Bukaan pada tempat tersebut, jika ada, harus diatur

¹⁶ Mengacu pada pedoman sesuai MSC.1/Circ. 1368.

secara tepat dan dilindungi untuk mencegah penjalaran api.

2. Zona Vertikal Utama dan Zona Horisontal Utama

2.1 Lambung, bangunan atas dan rumah geladak didaerah ruang akomodasi dan operasional harus dibagi dalam zona vertikal utama yang panjang dan lebar rata-ratanya pada setiap geladak secara umum tidak lebih dari 40 m.

Pembagian dilakukan dengan pemisah kelas "A"

Sejauh dapat dilaksanakan, sekat yang menjadi pembatas zona vertikal utama diatas geladak sekat harus segaris dengan pembagian sekat kedap air yang terletak langsung dibawah geladak sekat. Panjang dan lebar zona vertikal utama dapat diperpanjang hingga maksimum 48 m untuk menempatkan ujung- ujung zona vertikal utama bertepatan dengan pembagian sekat kedap air atau agar dapat mengakomodir ruang publik besar yang terbentang pada seluruh panjang zona vertikal utama, dengan syarat luas total zona vertikal utama pada setiap geladak tidak lebih besar dari 1600 m². Panjang atau lebar zona vertikal utama adalah jarak maksimum antara titik terjauh dari sekat yang membatasinya.

Pemisahan harus menerus dari geladak ke geladak dan ke kulit atau pembatas lain dan harus memiliki nilai isolasi sesuai dengan [Tabel 22.3](#). Penghubung isolasi harus dipasang pada bagian tepi pemisah, bila dipersyaratkan.

2.2 Jika zona vertikal utama dibagi oleh pemisah horisontal kelas "A" ke dalam zona horisontal untuk tujuan memberikan penghalang yang sesuai antara zona kapal yang memiliki sprinkle dengan zona tanpa sprinkle, maka pemisah harus membentang antara sekat zona vertikal utama yang berdekatan dan ke kulit atau dinding luar kapal dan harus diberi isolasi sesuai dengan nilai isolasi dan integritas kebakaran yang diberikan pada [Tabel 22.4](#).

2.3 Pada kapal yang dirancang untuk keperluan khusus (kapal pengangkut mobil atau jalan kereta api), dimana persyaratan sekat zona vertikal utama akan menghilangkan tujuan pembuatan kapal tersebut, maka harus disediakan cara yang setara dan disetujui secara khusus untuk mengontrol dan membatasi kebakaran. Ruang operasional dan gudang kapal tidak boleh diletakkan diatas geladak ro-ro kecuali jika dilindungi sesuai dengan regulasi yang berlaku.

3. Sekat di dalam Zona Vertikal Utama

3.1 Semua sekat didalam ruang akomodasi dan ruang operasional yang tidak disyaratkan harus pemisah kelas "A", maka harus paling tidak pemisah kelas "B" atau "C" seperti ditentukan pada [Tabel 22.3](#). Semua pemisah tersebut boleh dilapisi dengan material yang mudah terbakar.

3.2 Semua sekat koridor yang tidak disyaratkan harus kelas "A", maka harus pemisah kelas "B" yang harus membentang dari geladak ke geladak. Pengecualian dapat diberikan jika langit-langit menerus kelas "B" dipasang pada kedua sisi sekat atau jika akomodasi dilindungi dengan sistem sprinkle otomatis.

3.3 Semua sekat yang disyaratkan harus pemisah kelas "B", kecuali sekat koridor yang disebutkan pada [3.2](#), harus membentang dari geladak ke geladak dan ke kulit atau pembatas lainnya kecuali jika langit-langit atau pelapis menerus kelas "B" yang dipasang pada kedua sisi sekat setidaknya memiliki ketahanan kebakaran yang sama dengan sekat, dalam hal ini sekat boleh berakhir pada langit-langit atau pelapis yang menerus.

4. Integritas Kebakaran Sekat dan Geladak

4.1 Disamping untuk memenuhi ketentuan khusus tentang integritas kebakaran sekat dan geladak yang disebutkan dibagian lain dalam bab ini, integritas kebakaran minimum untuk semua sekat dan geladak harus sesuai dengan yang ditentukan dalam [Tabel 22.3](#) dan [22.4](#).

4.2 Persyaratan berikut mengatur penggunaan tabel-tabel:

[Tabel 22.3](#) harus digunakan pada sekat yang memisahkan ruangan-ruangan yang berdekatan.

[Tabel 22.4](#) harus digunakan pada geladak yang memisahkan ruangan-ruangan yang berdekatan.

4.3 Sebagai tujuan penentuan standar integritas kebakaran yang sesuai untuk diterapkan pada pembatas antara ruangan-ruangan yang berdekatan, maka ruangan-ruangan tersebut diklasifikasikan menurut resiko kebakarannya seperti yang ditunjukkan dalam kategori [1] sampai [11] berikut. Apabila isi dan penggunaan ruangan tersebut menimbulkan keraguan dalam pengklasifikasinya untuk tujuan regulasi ini, atau bila memungkinkan untuk menetapkan dua kelas atau lebih untuk satu ruangan, maka ruangan tersebut harus diperlakukan sebagai ruangan dalam kategori yang relevan dengan persyaratan pembatas yang paling berat. Ruangan yang lebih kecil dan tertutup dalam suatu ruangan yang mempunyai bukaan lalu lintas ke ruangan tersebut kurang dari 30% dianggap sebagai ruangan terpisah. Integritas kebakaran dari sekat pembatas ruang kecil tersebut harus sesuai dengan yang ditentukan pada Tabel 22.3 dan 22.4. Judul dari tiap kategori dimaksudkan sebagai tipikal, bukan restriktif.

Angka di dalam tanda kurung di depan tiap kategori mengacu pada nomor kolom atau nomor baris pada Tabel.

Tabel 22.3 Integritas kebakaran sekat yang memisahkan ruangan yang berdekatan

Ruangan	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]
Stasiun kontrol	[1]	A-0 ³	A-0	A-60	A-0	A-15	A-60	A-15	A-60	A-60	⁷
Koridor	[2]		C ⁵	B-0 ⁵	A-0 ¹ B-0 ⁵	B-0 ⁵	A-60	A-0	A-0	A-15 A-04	⁷
Ruang komodasi	[3]			C ⁵	A-0 ¹ B-0 ⁵	B-0 ⁵	A-60	A-0	A-0	A-15 A-0 ⁴	⁷
Tangga tapak	[4]				A-0 ¹ B-0 ⁵	A-0 ¹ B-0 ⁵	A-60	A-0	A-0	A-15 A-0 ⁴	⁷
Ruang operasional (resiko rendah)	[5]					C ⁵	A-60	A-0	A-0	A-0	⁷
Ruang permesinan kategori A	[6]						⁷	A-0	A-0	A-60	⁷
Ruang permesinan lainnya	[7]							A-0 ²	A-0	A-0	⁷
Ruang muat	[8]								⁷	A-0	⁷
Ruang operasional (resiko tinggi)	[9]								A-0	⁷	A-30
Geladak terbuka	[10]									-	A-0
Ruang kategori khusus dan ruang muat ro-ro	[11]										A-30 ⁸

Catatan yang diberlakukan untuk Tabel 22.3 dan 22.4, sesuai dengan keperluannya.

1. Untuk klarifikasi tentang mana yang berlaku, lihat 3 dan 5
2. Jika ruangan-ruangan memiliki nilai kategori yang sama dan terlihat superskrip 2, maka sekat atau geladak dengan kelas yang ditunjukkan dalam tabel hanya disyaratkan ketika ruangan yang berdekatan tersebut digunakan untuk tujuan berbeda, seperti dalam kategori [9]. Dapur disebelah dapur tidak disyaratkan sekat tetapi dapur disebelah ruang cat disyaratkan sekat "A-0".
3. Sekat yang memisahkan ruang kemudi dan ruang peta, satu dengan yang lainnya boleh kelas "B-0".
4. Dalam penentuan standar integritas kebakaran yang berlaku pada pembatas antara dua ruangan yang dilindungi dengan sistem sprinkler otomatis, harus berlaku nilai yang lebih kecil dari dua nilai yang diberikan dalam tabel.
5. Untuk penerapan 2.1 "B-0" dan "C", bila muncul pada Tabel 22.3 harus dibaca sebagai "A-0".
6. Isolasi kebakaran tidak diperlukan dipasang bila ruang permesinan kategori [7], menurut pendapat Pemerintah mempunyai resiko kebakaran yang kecil atau tanpa resiko.
7. Apabila angka 7 terlihat pada tabel, maka pemisah disyaratkan dari baja atau material setara yang lain tetapi tidak disyaratkan pada standar kelas "A".
8. Kapal yang dibangun sebelum 1 Juli 2014 harus memenuhi sebagaimana minimum, dengan persyaratan sebelumnya yang berlaku pada saat kontrak pembangunan kapal antara pembangun dan pembeli (galangan dan pemilik). Untuk pemberlakuan 2.1, bila terlihat angka 7 pada Tabel 22.4 kecuali untuk kategori 8 dan 10, harus dibaca sebagai "A-0".

Tabel. 22.4 Integritas kebakaran geladak yang memisahkan ruangan yang berdekatan

Ruangan diatas		[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]
Ruangan dibawah												
Stasiun kontrol	[1]	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-60	A-0	A-0	A-0	7	A-60 ⁸
Koridor	[2]	A-0	7	7	A-0	7	A-60	A-0	A-0	A-0	7	A-30 ⁸
Ruang akomodasi	[3]	A-60	A-0	7	A-0	7	A-60	A-0	A-0	A-0	7	A-30 A-0 ⁴
Tangga tapak	[4]	A-0	A-0	A-0	7	A-0	A-60	A-0	A-0	A-0	7	A-30 ⁸
Ruang operasional (resiko rendah)	[5]	A-15	A-0	A-0	A-0	7	A-60	A-0	A-0	A-0	7	A-0
Ruang permesinan kategori A	[6]	A-60	A-60	A-60	A-60	A-60	7	A-60 ⁶	A-30	A-60	7	A-60
Ruang permesinan lainnya	[7]	A-15	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	7	A-0	A-0	7	A-0
Ruang muat	[8]	A-60	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	7	A-0	7	A-0
Ruang operasional (resiko tinggi)	[9]	A-60	A-30 A-0 ⁴	A-30 A-0 ⁴	A-30 A-0 ⁴	A-0	A-60	A-0	A-0	A-0	7	A-30
Geladak terbuka	[10]	7	7	7	7	7	7	7	7	7	-	A-0
Ruang kategori khusus dan ruang muat ro-ro	[11]	A-60	A-30 ⁸	A-30 ⁸ A-0 ⁴	A-30 ⁸	A-0	A-60 ⁸	A-0	A-0	A-30	A-0	A-30 ⁸

Lihat catatan dibawah Tabel 22.3

[1] Stasiun kontrol

Ruangan yang berisi sumber tenaga dan penerangan darurat. Ruang kemudi dan ruang peta. Ruangan yang berisi peralatan radio kapal. Stasiun pengontrol kebakaran. Ruang kontrol mesin penggerak jika terletak diluar ruang mesin penggerak. Ruangan yang berisi peralatan alarm kebakaran terpusat. Ruangan yang berisi peralatan alarm kebakaran terpusat.

[2] Koridor

Koridor penumpang dan awak kapal serta lobi.

[3] Ruang akomodasi

Ruang yang digunakan untuk ruang umum, toilet, kabin, kantor, rumah sakit, bioskop, ruang bermain dan hobi, ruang cukur, pantri yang tidak terdapat peralatan memasak dan ruang-ruang sejenis.

[4] Tangga tapak

Interior tangga tapak, lift, bubungan penyelamatan diri darurat yang seluruhnya tertutup dan eskalator (selain dari eskalator yang seluruhnya terdapat di dalam ruang permesinan) dan penutupnya. Sehubungan dengan hal tersebut, tangga tapak yang tertutup hanya di satu tingkat saja harus dianggap sebagai bagian dari ruangan yang tidak dipisahkan oleh pintu kebakaran.

[5] Ruang operasional (resiko rendah)

Lemari dan gudang yang tidak memiliki fasilitas untuk penyimpanan cairan yang mudah terbakar dan mempunyai luas kurang dari 4,0 m² dan ruang pengering serta ruang cuci.

[6] Ruang permesinan kategori A

Ruangan dan bubungan menuju ruangan tersebut yang berisi:

mesin pembakaran dalam yang digunakan sebagai penggerak utama; atau mesin pembakaran dalam yang digunakan untuk keperluan selain penggerak utama dimana mesin tersebut mempunyai keluaran tenaga total tidak kurang dari 375 kW; atau ketel dengan pembakar minyak atau unit bahan bakar.

[7] Ruang permesinan lain

Ruangan selain ruang permesinan kategori A, yang berisi mesin penggerak, ketel, unit bahan bakar, mesin uap dan mesin pembakaran dalam, generator dan mesin listrik utama, stasiun pengisian minyak, ruang pendingin, stabiliser, ventilasi dan mesin pendingin udara, dan ruang-ruang sejenis, dan bubungan menuju ruang tersebut. Ruang peralatan listrik (penyambung telepon otomatis, saluran ruang pendingin udara)

[8] Ruang Muat

Semua ruangan yang digunakan untuk muatan (termasuk tangki muatan minyak) dan lubang bubungan serta lubang palka menuju ruangan tersebut, selain ruangan khusus.

[9] Ruang operasional (resiko tinggi)

Dapur, ruang pantri yang berisi perlengkapan memasak, ruang cat dan lampu, lemari dan gudang yang memiliki luas 4,0 m² atau lebih, ruangan untuk penyimpanan cairan yang mudah terbakar, sauna dan bengkel selain yang merupakan bagian dari ruang permesinan.

[10] Geladak terbuka

Ruang geladak terbuka dan tempat untuk berjalan-jalan tertutup yang mempunyai resiko kebakaran kecil atau tanpa resiko. Tempat untuk berjalan-jalan tertutup tidak boleh mempunyai resiko kebakaran yang signifikan, maksudnya bahwa perabotan harus dibatasi pada mebel geladak. Sebagai tambahan, ruangan tersebut harus diberi ventilasi alami dengan bukaan-bukaan permanen. Ruang udara (ruangan disisi luar bangunan atas dan rumah geladak).

[11] Ruang kategori khusus dan ruang muat ro-ro

4.4 Langit-langit atau lapisan kelas "B" menerus, yang berhubungan dengan geladak atau sekat yang relevan, dapat diakui menyumbang seluruhnya atau sebagian pada isolasi dan integritas yang disyaratkan dari pemisah.

4.5 Lihat [B.4.5](#).

4.6 Perlindungan pada atrium

4.6.1 Atrium harus berada di dalam ruangan tertutup yang dibentuk oleh pemisah kelas "A" yang memiliki tingkat kebakaran sesuai dengan [Tabel 22.4](#), sebagaimana berlaku.

4.6.2 Geladak yang memisahkan ruangan dalam atrium harus memiliki tingkat kebakaran sesuai dengan [Tabel 22.4](#), sebagaimana berlaku.

5. Perlindungan tangga tapak dan lift di dalam ruang akomodasi dan ruang operasional

5.1 Semua tangga tapak di dalam ruangan akomodasi dan ruang operasional harus dari konstruksi baja atau konstruksi lain yang setara dan telah disetujui; tangga tapak tersebut harus terletak di dalam ruang tertutup yang dibentuk oleh pemisah kelas "A", serta dengan sarana penutup yang efektif untuk semua bukaan.

Pengecualian berikut diperbolehkan:

5.1.1 Tangga tapak yang hanya menghubungkan dua geladak tidak perlu tertutup, dengan syarat bahwa integritas dari geladak yang terpotong dipertahankan dengan sekat atau pintu yang sesuai dengan salah satu dari kedua geladak tersebut. Bilamana tangga tapak tertutup pada satu ruangan geladak antara, maka tutup tangga itu harus dilindungi sesuai dengan ketentuan pada tabel untuk geladak.

5.1.2 Tangga tapak yang terletak di dalam ruangan umum tertutup tidak perlu ditutup.

5.2 Penutup tangga tapak harus dapat diakses secara langsung dari koridor dan harus memiliki luas yang cukup untuk menghindari kepadatan, mempertimbangkan jumlah orang yang mungkin menggunakan tangga tapak tersebut dalam keadaan darurat. Untuk batas sekeliling penutup tangga tapak tersebut, hanya toilet umum, lemari dari material yang tidak mudah terbakar untuk penyimpanan peralatan keselamatan dan meja informasi terbuka yang diperbolehkan. Hanya ruangan umum, koridor, toilet umum, ruangan kategori khusus, tangga penyelamatan lainnya yang disyaratkan oleh [12.1.3](#) dan daerah luar yang diperbolehkan untuk memiliki akses langsung ke penutup tangga ini. Koridor kecil atau lobi yang digunakan untuk memisahkan suatu tangga tapak tertutup dari dapur atau ruang cuci utama boleh mempunyai jalur langsung ke tangga tapak dengan ketentuan bahwa ruangan tersebut mempunyai luas geladak minimum $4,5 \text{ m}^2$, lebar tidak kurang dari 900 mm dan didalamnya terdapat stasiun selang pemadam kebakaran.

5.3 Bubungan lift harus dipasang sedemikian rupa sehingga dapat mencegah keluarnya asap dan nyala api dari sebuah geladak antara ke geladak yang lain dan harus dilengkapi dengan sarana penutup untuk dapat mengontrol aliran udara dan asap.

6. Bukaan-bukaan pada Pemisah Kelas "A"

6.1 Jika pemisah kelas "A" ditembus untuk jalur kabel listrik, pipa, bubungan, saluran, dll atau untuk penumpu, balok atau bagian konstruksi lainnya, maka harus dilakukan pengaturan untuk menjamin bahwa ketahanan kebakaran tidak terganggu, dengan memperhatikan persyaratan pada [6.7](#).

6.2 Semua bukaan pada pemisah harus dilengkapi dengan sarana penutup yang terpasang secara permanen, dimana setidaknya harus sama efektif dengan pemisah dalam menahan api³. Hal ini tidak berlaku untuk palka diantara ruang muat, ruang kategori khusus, gudang dan ruang bagasi dan diantara ruangan-ruangan tersebut dengan geladak cuaca.

6.3 Konstruksi semua pintu dan rangka pintu pada pemisah kelas "A", dengan sarana pengunciannya bilamana tertutup, harus mempunyai ketahanan terhadap api maupun aliran asap dan nyala api yang setara dengan sekat dimana pintu tersebut terpasang³. Pintu dan rangka pintu tersebut harus disetujui oleh BKI dan terbuat dari baja atau material lain yang setara. Pintu yang disetujui tanpa adanya ambang sebagai bagian dari rangka pintu, yang dipasang pada atau setelah 1 Juli 2010, maka harus dipasang sedemikian rupa sehingga celah dibawah pintu tidak lebih dari 12 mm. Ambang dengan material yang tidak mudah terbakar harus dipasang dibawah pintu sehingga lapisan lantai tidak sampai dibawah pintu yang tertutup.

6.4 Pintu kedap air tidak perlu diisolasi.

6.5 Setiap pintu harus dapat dibuka dan ditutup dari setiap sisi sekat hanya oleh satu orang saja.

6.6 Pintu kebakaran pada sekat zona vertikal utama, dinding dapur, dan penutup tangga tapak selain pintu kedap air yang dioperasikan dengan tenaga listrik dan pintu-pintu yang secara normal terkunci harus memenuhi persyaratan berikut:

6.6.1 Pintu harus dari jenis yang dapat menutup sendiri dan harus mampu menutup pada sudut kemiringan sampai dengan $3,5^\circ$ pada arah yang berlawanan dengan arah penutupan.

6.6.2 Perkiraan waktu untuk penutupan pintu kebakaran berengsel tidak lebih dari 40 detik dan tidak kurang dari 10 detik mulai dari awal bergeraknya pintu dengan kapal dalam posisi tegak lurus. Perkiraan rata-rata untuk penutupan pintu kebakaran geser tidak lebih dari 0,2 meter per detik dan tidak kurang dari 0,1 meter per detik dengan kapal dalam posisi tegak lurus.

6.6.3 Pintu-pintu, kecuali pintu bubungan untuk penyelamatan darurat harus dapat dibuka secara jarak jauh dari stasiun kontrol pusat yang diawaki terus menerus, baik secara bersamaan maupun dalam kelompok dan juga harus mampu untuk dibuka secara sendiri dari kedua sisi pintu. Sakelar pemutus harus memiliki fungsi nyala-mati (on-off) untuk mencegah penyetelan ulang secara otomatis oleh sistem.

6.6.4 Kait penahan balik yang tidak dapat dilepas dari stasiun kontrol tidak diperbolehkan.

6.6.5 Pintu yang ditutup secara jarak jauh dari stasiun kontrol pusat harus mampu dibuka kembali dari kedua sisi pintu secara manual. Setelah dibuka secara manual, pintu harus dapat menutup kembali secara otomatis (lihat [Rules for Electrical Installations \(Pt. 1, Vol. III\) Sec.9](#)).

6.6.6 Penandaan harus terdapat pada panel indikator pintu kebakaran di stasiun kontrol pusat yang diawaki terus menerus, apakah setiap pintu yang dibuka secara jarak jauh sudah ditutup.

6.6.7 Mekanisme pembukaan harus didesain sedemikian rupa sehingga pintu akan menutup secara otomatis jika terjadi gangguan pada sistem kontrol atau sumber utama tenaga listrik.

6.6.8 Akumulator tenaga lokal untuk pintu yang dioperasikan dengan tenaga listrik harus tersedia disekitar pintu yang memungkinkan pintu dapat dioperasikan setelah gangguan sistem kontrol atau sumber utama tenaga listrik, paling sedikit sepuluh kali (terbuka dan tertutup penuh) dengan menggunakan kontrol tenaga lokal (lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt. 1, Vol. III\) Sec.14](#)).

6.6.9 Gangguan pada sistem kontrol atau sumber utama tenaga listrik pada satu pintu tidak boleh merusak fungsi keselamatan dari pintu lainnya.

6.6.10 Pintu geser yang dibuka secara jarak jauh atau pintu yang dioperasikan dengan tenaga listrik harus dilengkapi dengan sebuah alarm yang berbunyi paling sedikit 5 detik dan tidak lebih dari 10 detik setelah pintu dibuka dari pusat stasiun kontrol dan sebelum pintu mulai bergerak dan terus berbunyi sampai pintu tertutup seluruhnya.

6.6.11 Pintu yang didesain untuk terbuka kembali setelah menyentuh suatu benda di jalurnya harus terbuka kembali pada jarak tidak lebih dari 1,0 m dari titik sentuh.

6.6.12 Pintu daun ganda dengan dilengkapi rendel yang diperlukan untuk integritas kebakarannya harus memiliki rendel yang secara otomatis diaktifkan oleh pengoperasian pintu pada waktu dibuka dengan sistem kontrol.

6.6.13 Pintu yang memberikan jalan langsung ke ruang khusus yang dioperasikan dengan tenaga listrik dan menutup secara otomatis tidak perlu dilengkapi dengan alarm dan mekanisme pembukaan secara jarak jauh seperti yang disyaratkan pada [6.6.3](#) dan [6.6.10](#).

6.6.14 Komponen sistem kontrol lokal harus dapat diakses untuk pemeliharaan dan pengaturan.

6.6.15 Pintu yang dioperasikan dengan tenaga listrik harus dilengkapi dengan sebuah sistem kontrol dari jenis persetujuan tipe, dimana harus dapat beroperasi jika terjadi kebakaran³. Sistem ini harus memenuhi persyaratan berikut:

.1 Sistem kontrol harus dapat mengoperasikan pintu pada suhu paling tidak 200° C minimal selama 60 menit, dengan dilayani oleh sumber tenaga;

.2 Sumber tenaga untuk pintu lainnya yang tidak terbakar tidak boleh terganggu; dan

.3 Pada suhu diatas 200° C sistem kontrol secara otomatis harus dipisahkan dari sumber tenaga dan harus mampu menjaga pintu tetap tertutup sampai suhu sekurang-kurangnya 945° C.

6.7 Bila suatu ruangan dilindungi oleh sistem sprinkle otomatis atau dilengkapi dengan langit-langit menerus kelas "B", maka bukaan di geladak yang tidak berundak pada zona vertikal utama atau yang tidak

membatasi zona horisontal harus ditutup dengan cukup kedap dan geladak tersebut harus memenuhi persyaratan integritas kelas "A" sejauh hal tersebut wajar dan dapat diterapkan.

6.8 Persyaratan integritas kelas "A" dari dinding luar kapal tidak berlaku untuk partisi kaca, jendela dan jendela bundar, asalkan tidak ada persyaratan untuk dinding tersebut harus memiliki integritas kelas "A" pada [8.3](#). Persyaratan integritas kelas "A" dari dinding luar kapal tidak berlaku terhadap pintu luar, kecuali untuk pintu luar pada bangunan atas dan rumah geladak yang menghadap ke peralatan keselamatan, stasiun embarkasi dan titik kumpul di area terbuka, tangga eksternal dan geladak terbuka yang digunakan sebagai jalur penyelamatan diri. Pintu penutup tangga tapak tidak perlu memenuhi persyaratan ini.

6.9 Kecuali untuk pintu kedap air, pintu kedap cuaca (pintu semi kedap air), pintu yang menuju ke geladak terbuka dan pintu yang karena alasan tertentu harus kedap gas, maka semua pintu kelas "A" yang terletak pada tangga tapak, ruang umum dan sekat zona vertikal utama yang berada pada jalur penyelamatan diri harus dilengkapi dengan lubang selang (*hose port*) yang dapat menutup sendiri dari material, konstruksi dan ketahanan terhadap api yang sama dengan pintu yang terpasang, dan harus memiliki bukaan bersih 150 mm^2 dengan pintu tertutup dan harus disisipkan pada tepi bawah pintu, berseberangan dengan engsel pintu, atau untuk pintu geser, sedekat mungkin ke bukaan.

7. Bukaan-bukaan pada Pemisah Kelas "B"

7.1 Jika pemisah kelas "B" ditembus untuk jalur kabel listrik, pipa, bubungan, saluran, dll., atau untuk pemasangan ujung ventilasi, perlengkapan lampu dan peralatan sejenis, maka harus dilakukan pengaturan untuk menjamin bahwa ketahanan kebakaran tidak terganggu. Lihat juga [B.7.1](#).

7.2 Pintu dan rangka pintu pada pemisah kelas "B" dan sarana pengunciannya harus memberikan metode penutupan yang memiliki ketahanan terhadap kebakaran sama dengan kelas pemisah tersebut, kecuali jika bukaan ventilasi dapat diizinkan di bagian bawah pintu tersebut. Jika bukaan tersebut berada pada atau dibawah pintu, maka luas total bersih dari bukaan atau bukaan-bukaan tersebut tidak boleh lebih dari $0,05 \text{ m}^2$. Sebagai alternatif, saluran udara seimbang dari material yang tidak mudah terbakar yang dilewatkan antara kabin dan koridor, dan terletak dibawah unit sanitasi dapat diizinkan bila luas penampang saluran tidak lebih dari $0,05 \text{ m}^2$. Semua bukaan ventilasi harus dilengkapi dengan kisi-kisi yang terbuat dari material yang tidak mudah terbakar. Pintu harus dari material yang tidak mudah terbakar dan disetujui BKI.

7.3 Pintu kabin pada pemisah kelas "B" harus dari jenis yang dapat menutup sendiri. Penahan balik tidak diizinkan.

7.4 Persyaratan untuk integritas kelas "B" dari dinding luar kapal tidak berlaku untuk partisi kaca, jendela dan jendela bundar. Demikian juga, persyaratan untuk integritas kelas "B" tidak harus berlaku untuk pintu luar pada bangunan atas dan rumah geladak.

7.5 Bila sistem sprinkle otomatis dipasang:

7.5.1 Bukaan di geladak yang tidak berundak pada zona vertikal utama atau yang tidak membatasi zona horisontal harus ditutup dengan cukup kedap dan geladak tersebut harus memenuhi persyaratan integritas kelas "B" sejauh hal tersebut wajar dan dapat diterapkan, dan

7.5.1 Bukaan pada sekat-sekat koridor dari material kelas "B" harus dilindungi sesuai dengan ketentuan [3.2](#).

8. Jendela dan jendela bundar

8.1 Semua jendela dan jendela bundar pada sekat di dalam ruang akomodasi dan ruang operasional serta stasiun kontrol selain dari ruangan yang terkena persyaratan [6.8](#) dan [7.4](#), harus dibuat sedemikian rupa sehingga persyaratan integritas jenis sekat tempat jendela dan jendela bundar tersebut terpasang

dapat dipertahankan.

8.2 Tanpa mengabaikan persyaratan pada [Tabel 22.3](#) dan [22.4](#), semua jendela dan jendela bundar pada sekat yang memisahkan ruang akomodasi dan ruang layanan serta stasiun kontrol dari udara luar harus terbuat dari rangka baja atau material lain yang setara. Kaca harus ditahan dengan bingkai atau siku dari logam yang mengkilap.

8.3 Jendela yang menghadap ke arah peralatan keselamatan, daerah embarkasi dan tempat berkumpul, tangga luar dan geladak terbuka yang digunakan untuk jalur penyelamatan diri, dan jendela yang terletak di bawah embarkasi rakit penolong dan peluncur penyelamatan diri harus mempunyai integritas kebakaran sesuai yang disyaratkan dalam [Tabel 22.1](#) dan [22.2](#). Apabila sprinkler otomatis yang didedikasikan untuk jendela (lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12](#)), maka jendela tipe "A-0" dapat diterima sebagai hal yang setara. Jendela yang terletak disisi kapal di bawah daerah embarkasi sekoci penolong harus mempunyai integritas kebakaran paling tidak sama dengan kelas "A-0".

9. Sistem ventilasi

9.1 Saluran ventilasi, termasuk saluran dinding tunggal dan ganda harus dari baja atau material lain yang setara kecuali saluran fleksibel pendek tidak melebihi 600 mm yang digunakan untuk menghubungkan kipas ke saluran di dalam ruangan ber-AC. Kecuali secara tegas ditentukan secara lain dalam paragraf [9.5](#), material lain yang digunakan dalam konstruksi saluran, termasuk isolasi, juga harus dari material yang tidak mudah terbakar.

Namun demikian, saluran yang pendek umumnya tidak lebih dari 2,0 m dan dengan luas penampang bersih tidak lebih dari $0,02 \text{ m}^2$ tidak perlu dibuat dari baja atau material lain yang setara, dengan ketentuan sebagai berikut:

9.1.1 Mengacu pada [9.1.2](#), saluran harus dari material yang mempunyai karakteristik penyebaran api rendah⁴ yang telah mendapat persetujuan tipe;

9.1.2 Saluran harus terbuat dari material yang tidak mudah terbakar, yang mungkin dibalut secara internal dan eksternal dengan lapisan yang memiliki karakteristik penyebaran api rendah dan dalam setiap kasus, nilai kalor tidak melebihi 45 MJ / m^2 dari luas permukaannya untuk ketebalan yang digunakan;

9.1.3 Saluran hanya digunakan pada ujung dari peralatan ventilasi; dan

9.1.4 Saluran tidak terletak kurang dari 600 mm yang diukur disepanjang saluran dari penembusan pemisah kelas "A" atau "B", termasuk langit-langit kelas "B" yang menerus.

9.2 Apabila saluran berpelat tipis dengan luas penampang bersih sama dengan atau kurang dari $0,02 \text{ m}^2$ melewati pemisah kelas "A", maka bukaan harus dilapisi dengan selubung lembaran baja yang mempunyai tebal sekurang-kurangnya 3,0 mm dan panjang sekurang-kurangnya 200 mm, yang sebaiknya dibagi menjadi 100 mm pada tiap sisi sekat atau, untuk geladak semuanya terletak pada sisi bawah geladak yang ditembus.

9.3 Jika saluran ventilasi dengan luas penampang bersih lebih dari $0,02 \text{ m}^2$ tapi tidak lebih dari $0,075 \text{ m}^2$ menembus pemisah kelas "A", maka bukaan harus dilapisi dengan selubung lembaran baja. Saluran dan selubung harus memiliki tebal sekurang-kurangnya 3,0 mm dan panjang sekurang-kurangnya 900 mm. Ketika menembus sekat, panjangnya sebaiknya harus dibagi menjadi 450 mm pada tiap sisi sekat. Saluran ini atau lapisan selubungnya harus dilengkapi dengan isolasi tahan api. Isolasi sekurang-kurangnya harus memiliki integritas kebakaran yang sama dengan sekat atau geladak yang dilalui oleh saluran.

9.4 Peredam api otomatis harus dipasang di semua saluran dengan luas penampang bersih lebih dari $0,075 \text{ m}^2$ yang menembus pemisah kelas "A". Setiap peredam harus dipasang dekat dengan bagian yang ditembus dan pada saluran diantara peredam serta bagian yang ditembus harus dibuat dari baja sesuai dengan paragraf [9.12.1](#). Peredam api harus bekerja secara otomatis, selain itu juga harus dapat ditutup

secara manual dari kedua sisi pemisah. Peredam harus dilengkapi dengan indikator yang menunjukkan posisi pengoperasian peredam. Namun demikian, peredam api tidak disyaratkan bila saluran yang menembus ruangan dikelilingi dengan pemisah kelas "A" dan tanpa melayani ruangan tersebut, dengan syarat saluran tersebut mempunyai integritas kebakaran yang sama dengan pemisah kelas yang ditembus. Saluran dengan luas penampang bersih lebih dari $0,075 \text{ m}^2$ tidak boleh dibagi menjadi saluran yang lebih kecil pada penembusan di pemisah kelas "A" dan kemudian digabungkan kembali ke saluran awal sekaligus melalui pemisah untuk menghindari pemasangan peredam yang disyaratkan oleh ketentuan ini.

9.5 Semua peredam api harus mampu dioperasikan secara manual. Peredam harus memiliki alat pelepasan mekanis langsung atau sebagai alternatif ditutup secara elektrik, hidrolik, atau pneumatik. Semua peredam harus dapat dioperasikan secara manual dari kedua sisi pemisah. Peredam api otomatis, termasuk yang dapat beroperasi jarak jauh, harus memiliki mekanisme konsep gagal-aman (failsafe) yang akan menutup peredam dalam kebakaran bahkan pada kehilangan daya listrik atau kehilangan tekanan hidrolik atau pneumatik. Peredam api yang dioperasikan dari jarak jauh harus dapat dibuka kembali secara manual di peredam.

9.5.1 Perencanaan berikut harus diuji sesuai dengan Fire Test Procedures Code³:

.1 Peredam api termasuk alat pengoperasianya yang relevan, namun pengujian tidak dipersyaratkan untuk peredam yang terletak pada ujung bawah saluran di saluran pembuangan untuk tungku dapur, dimana harus dari material baja dan mampu menghentikan aliran udara di saluran; dan

.2 Penembusan saluran melalui pemisah kelas "A". Jika selubung baja disambung langsung ke saluran ventilasi dengan menggunakan flens yang di keling atau di sekrup atau dengan pengelasan, maka pengujian tidak dipersyaratkan.

9.6 Peredam api harus dapat diakses dengan mudah. Bila peredam ditempatkan di belakang langit-langit dan pelapis dinding, maka langit-langit dan pelapis tersebut harus dilengkapi dengan lubang inspeksi yang diberi tanda nomor identifikasi dari peredam api. Nomor identifikasi peredam api tersebut juga harus ditandai pada kendali jarak jauh yang disyaratkan.

9.7 Saluran utama masuk dan keluar pada sistem ventilasi harus mampu ditutup dari luar ruangan yang berventilasi. Sarana penutup harus mudah diakses serta ditandai secara jelas dan permanen dan harus menunjukkan posisi pengoperasian perangkat penutup.

9.8 Gasket yang mudah terbakar pada flens sambungan saluran ventilasi tidak diizinkan berada dalam jarak 600 mm dari bukaan di pemisah kelas "A" atau "B" dan di dalam saluran yang disyaratkan dari konstruksi kelas "A".

9.9 Saluran ventilasi harus dilengkapi dengan lubang untuk inspeksi dan pembersihan. Lubang tersebut harus ditempatkan di dekat peredam api.

9.10 Bukaan ventilasi atau saluran keseimbangan udara antara dua ruangan tertutup tidak boleh disediakan kecuali sebagaimana diizinkan oleh paragraf 7.2

9.11 Bila melewati ruangan akomodasi atau ruangan yang berisi material yang mudah terbakar, saluran pembuangan dari area dapur harus dibuat sesuai dengan paragraf 9.15. Setiap saluran pembuangan harus dilengkapi dengan:

9.11.1 Penampung minyak (gemuk) yang mudah dilepas untuk dibersihkan;

9.11.2 Peredam api yang terletak di ujung bawah saluran di persilangan antara saluran dan tungku dapur yang dioperasikan secara otomatis dan jarak jauh dan sebagai tambahan, peredam api yang dioperasikan dari jarak jauh yang terletak di ujung atas saluran dekat saluran keluar;

9.11.3 Pengaturan, dapat dioperasikan dari dalam dapur, untuk mematikan kipas pembuangan dan kipas

pasokan; dan;

9.11.4 Peralatan permanen untuk memadamkan api di dalam saluran (lihat [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12](#))

9.12 Langkah-langkah yang dapat dilakukan harus diambil bila stasiun kontrol berada diluar ruang permesinan untuk memastikan bahwa ventilasi, jarak pandang dan keadaan bebas dari asap dipertahankan, sehingga jika terjadi kebakaran permesinan dan peralatan yang berada di dalam ruang permesinan dapat diawasi dan tetap berfungsi secara efektif. Peralatan pemasok udara alternatif dan terpisah harus disediakan; saluran masuk udara dari dua sumber pemasok udara harus diatur sedemikian rupa sehingga resiko kedua saluran masuk menarik asap ke dalam secara bersama-sama dapat diminimalkan. Persyaratan tersebut tidak perlu diberlakukan pada stasiun kontrol yang ditempatkan di geladak dan membuka ke arah geladak terbuka.

Sistem ventilasi yang melayani pusat keselamatan dapat diturunkan dari sistem ventilasi yang melayani anjungan navigasi, kecuali jika terletak di zona vertikal utama yang berdekatan.

9.13 Sistem ventilasi untuk ruang permesinan kategori A, ruang kendaraan, ruang ro-ro, dapur, ruang kategori khusus dan ruang muat pada umumnya harus dipisahkan satu sama lain dan dari sistem ventilasi yang melayani ruangan lainnya.

Namun, sistem ventilasi dapur pada kapal kargo kurang dari 4000 GT dan pada kapal penumpang yang membawa tidak lebih dari 36 penumpang tidak perlu sepenuhnya dipisahkan dari sistem ventilasi lain, tetapi dapat dilayani oleh saluran terpisah dari unit ventilasi yang melayani ruang lain. Dalam hal seperti itu, peredam api otomatis harus dipasang di saluran ventilasi dapur dekat unit ventilasi tersebut.

9.14 Saluran yang disediakan untuk ventilasi ruang permesinan kategori A, dapur, ruang kendaraan, ruang muat ro-ro atau ruang kategori khusus tidak boleh melewati ruang akomodasi, ruang operasional atau stasiun kontrol, kecuali jika saluran tersebut memenuhi [9.14.1](#) atau [9.14.2](#):

9.14.1 Dibuat dari baja yang mempunyai tebal sekurang-kurangnya 3,0 mm untuk saluran dengan luas penumpang bersih kurang dari $0,075 \text{ m}^2$, sekurang-kurangnya 4,0 mm untuk saluran dengan luas penumpang bersih diantara $0,075 \text{ m}^2$ hingga $0,45 \text{ m}^2$, dan sekurang-kurangnya 5,0 mm untuk saluran dengan luas penumpang bersih lebih dari $0,45 \text{ m}^2$;

ditumpu dan diperkuat secukupnya;

dilengkapi dengan peredam api otomatis didekat dinding yang ditembus; dan

diisolasi standar kelas "A-60" dari batas ruang permesinan, dapur, ruang kendaraan, ruang muat ro-ro atau ruang kategori khusus sampai ke suatu titik paling sedikit 5,0 m diluar setiap peredam api, atau

9.14.2 Dibuat dari baja yang ditumpu dan diperkuat secukupnya sesuai dengan [9.14.1](#) dan diisolasi standar kelas "A-60" di dalam ruang permesinan, dapur, ruang kendaraan, ruang muat ro-ro atau ruang kategori khusus;

Untuk keperluan paragraf [9.14.1](#) dan [14.2](#), saluran harus diisolasi pada seluruh permukaan luar penumpang melintangnya. Saluran yang berada di luar tetapi berdekatan dengan ruang yang ditentukan, dan berbagi satu atau lebih permukaan dengannya, harus dianggap melewati ruang yang ditentukan tersebut, dan harus diisolasi di atas permukaan yang dibagi dengan ruang tersebut dengan jarak 450 mm melewati saluran.

9.15 Saluran yang disediakan untuk ventilasi ruang akomodasi, ruang operasional atau stasiun kontrol tidak boleh melalui ruang permesinan kategori A, dapur, ruang kendaraan, ruang muat ro-ro atau ruang kategori khusus, kecuali jika memenuhi [9.15.1](#) atau [9.15.2](#).

9.15.1 Saluran yang melewati ruang permesinan kategori A, dapur, ruang kendaraan, ruang muat ro-ro atau ruang kategori khusus dibuat dari baja, ditumpu dan diperkuat secukupnya sesuai dengan 9.14.1; atau

9.15.2 Saluran yang melewati ruang permesinan kategori A, dapur, ruang kendaraan, ruang muat ro-ro atau ruang kategori khusus dibuat dari baja, ditumpu dan diperkuat secukupnya sesuai dengan 9.14.2;

9.15.3 Kecuali untuk penembusan pada pemisah zona utama harus juga memenuhi persyaratan dalam 9.19.

9.16 Saluran ventilasi dengan luas penampang bersih lebih dari 0,02 m² yang melewati sekat kelas "B" harus dilapisi dengan selubung lembaran baja dengan panjang 900 mm yang sebaiknya dibagi menjadi 450 mm pada tiap sisi sekat kecuali jika untuk panjang tersebut saluran terbuat dari baja.

9.17 Ventilasi listrik untuk ruang akomodasi, ruang operasional, ruang muat, stasiun kontrol dan ruang permesinan harus dapat dihentikan dari posisi yang mudah diakses di luar ruangan yang dilayani. Posisi ini tidak boleh langsung terisolasi jika terjadi kebakaran di ruangan yang dilayani. Peralatan yang disediakan untuk menghentikan ventilasi listrik ruang permesinan harus seluruhnya terpisah dari peralatan yang disediakan untuk menghentikan ventilasi ruangan lainnya.

9.18 Jika diperlukan saluran ventilasi yang melewati pemisah zona vertikal utama, maka peredam api otomatis harus dipasang berdekatan dengan pemisah. Peredam tersebut juga harus dapat ditutup secara manual dari tiap sisi pemisah. Posisi pengoperasian harus mudah diakses dan ditandai dengan jelas dan mencolok. Saluran yang berada diantara pemisah dan peredam harus terbuat dari baja sesuai dengan paragraf 9.15.1 dan diisolasi setidaknya dengan integritas kebakaran sama dengan pemisah yang ditembus. Peredam harus dipasang setidaknya pada satu sisi pemisah dengan indikator yang terlihat dan menunjukkan posisi pengoperasian peredam.

9.19 Ruang ventilasi yang melayani ruang permesinan kategori A berisi mesin pembakaran dalam.

9.19.1 Jika ruang ventilasi hanya melayani ruang permesinan yang berdekatan dan tidak ada pemisah kebakaran diantara ruang ventilasi dan ruang permesinan, maka peralatan untuk menutup saluran ventilasi atau saluran yang melayani ruang permesinan harus ditempatkan di luar ruang ventilasi dan ruang permesinan.

9.19.2 Jika ruang ventilasi melayani ruang permesinan serta ruang lain dan dipisahkan dari ruang permesinan oleh pemisah kelas "A-0", termasuk penembusannya, maka peralatan untuk menutup saluran ventilasi atau saluran untuk ruang permesinan dapat ditempatkan di ruang ventilasi.

10. Pembatasan untuk Material yang mudah terbakar

10.1 Kecuali di dalam ruang muat, ruang surat, ruang bagasi, sauna⁶ atau kompartemen berpendingin dari ruang operasional, maka semua pelapis, lantai, penahan angin, langit-langit dan isolasi harus dari material yang tidak mudah terbakar³. Sekat atau geladak parsial yang digunakan membagi ruangan untuk kerja atau tujuan artistik juga harus dari material yang tidak mudah terbakar.

Lapisan, langit-langit dan sekat atau geladak parsial yang digunakan untuk menyaring atau memisahkan balkon kabin yang berdekatan harus dari material yang tidak mudah terbakar.

10.2 Penahan uap dan material perekat yang digunakan bersama-sama dengan isolasi, demikian juga isolasi peralatan pipa untuk sistem operasional berpendingin tidak perlu dari material yang tidak mudah terbakar tetapi sedapat mungkin jumlahnya harus dibuat seminimal mungkin dan permukaan luarnya harus memiliki karakteristik penyebaran api yang rendah.

10.3 Permukaan berikut harus memiliki karakteristik penyebaran api yang rendah⁴:

10.3.1 Permukaan terbuka pada koridor dan penutup tangga tapak, dan permukaan sekat, dinding dan

lapisan langit-langit pada semua ruang akomodasi dan ruang operasional (kecuali sauna) dan stasiun kontrol;

10.3.2 Ruang tersembunyi atau ruang yang tidak dapat dimasuki pada ruang akomodasi, ruang operasional, serta stasiun kontrol.

10.3.3 Permukaan balkon kabin yang terbuka, kecuali untuk sistem lapisan geladak dengan kayu keras alami.

10.4 Volume total material yang mudah terbakar untuk lapisan permukaan, ornamen ukir, dekorasi, dan vinir pada setiap ruang akomodasi dan ruang operasional tidak boleh lebih dari suatu volume yang setara dengan 2,5 mm vinir pada luas gabungan dinding-dinding dan langit-langit. Mebel yang dipasang pada lapisan, sekat atau geladak tidak perlu dimasukkan dalam perhitungan volume total material yang mudah terbakar. Hal ini berlaku juga untuk bangku kayu tradisional dan lapisan kayu pada sekat dan langit-langit dalam sauna. Dalam hal kapal dilengkapi dengan sprinkle otomatis, volume diatas dapat mencakup beberapa material yang mudah terbakar yang digunakan untuk pemasangan pemisah kelas "C".

10.5 Material yang mudah terbakar yang digunakan pada permukaan dan lapisan yang tercakup dalam persyaratan 10.3 harus mempunyai nilai kalor¹⁷ tidak lebih dari 45 MJ/m² dari luas untuk tebal yang digunakan. Hal ini tidak berlaku untuk permukaan mebel yang dipasang pada lapisan atau sekat demikian juga untuk bangku kayu tradisional dan lapisan kayu pada sekat dan langit-langit pada sauna.

10.6 Mebel pada penutup tangga tapak harus dibatasi hanya untuk tempat duduk. Mebel harus dipasang permanen dibatasi hanya untuk enam tempat duduk pada tiap sisi geladak pada setiap penutup tangga tapak dan dibuat dari material dengan resiko kebakaran terbatas, serta tidak menghalangi jalur penyelamatan penumpang.

Mebel tidak boleh berada dalam koridor penumpang dan awak kapal yang merupakan jalur penyelamatan diri pada daerah kabin. Lemari dari material yang tidak mudah terbakar, tempat menyimpan peralatan keselamatan, dapat diizinkan berada dalam daerah ini.

Dispenser air minum dan mesin es batu dapat diizinkan berada di koridor dengan syarat harus dipasang permanen dan tidak menghalangi lebar jalur penyelamatan diri. Hal ini berlaku juga untuk penempatan bunga dekorasi, patung atau obyek seni lainnya seperti lukisan dan sulaman di koridor dan tangga tapak.

10.7 Mebel dan perabotan pada balkon kabin harus memenuhi persyaratan berikut ini, kecuali balkon tersebut dilindungi oleh sistem air penyemprot tekanan tetap dan alarm kebakaran (lihat B.10.7)

10.8 Cat, pernis dan politur lainnya yang digunakan pada permukaan interior terbuka, termasuk balkon kabin dengan pengecualian sistem lapisan geladak dengan kayu keras alami, tidak boleh menghasilkan asap dan produk beracun dalam jumlah yang berlebihan¹¹.

10.9 Lapisan utama geladak, jika digunakan dalam ruang akomodasi dan ruang operasional serta stasiun kontrol, harus dari material yang disetujui dan material yang tidak cepat terbakar, atau menimbulkan asap atau zat beracun atau bahaya ledakan pada suhu tinggi¹².

10.10 Tempat sampah (lihat B.10.10).

11. Detail konstruksi

11.1 Pada ruang akomodasi dan ruang operasional, stasiun kontrol, koridor dan tangga tapak: ruang udara tertutup dibelakang langit-langit, panel atau lapisan harus dibagi secara tepat dengan penahan

¹⁷ Nilai kalor kotor diukur sesuai dengan Standar ISO 1716 - "Building Materials - Determination of Calorific Potential", harus dikutip.

udara yang dipasang rapat dengan jarak tidak lebih dari 14 m.

Pada arah vertikal, seperti ruang udara tertutup, termasuk yang berada dibelakang lapisan tangga tapak, bubungan, dll. harus tertutup pada tiap geladak.

11.2 Konstruksi langit-langit dan sekat harus sedemikian rupa sehingga memungkinkan untuk patroli kebakaran mendeteksi asap yang berasal dari ruang yang terpencil dan tidak dapat diakses, tanpa mengganggu efisiensi perlindungan terhadap kebakaran.

11.3 Sekat parsial bukan sebagai penahan beban yang memisahkan balkon kabin yang berdekatan harus mampu dibuka oleh awak kapal dari setiap sisi untuk tujuan pemadaman kebakaran.

11.4 Ruang muat dan ruang permesinan harus mampu dikedapkan secara efektif seperti untuk mencegah masuknya udara.

Pintu yang mengarah ke ruang permesinan kategori A harus dilengkapi dengan peralatan yang dapat menutup sendiri dan 2 alat pengunci. Semua ruang permesinan lain, yang dilindungi oleh sistem pemadam kebakaran dengan gas, harus dilengkapi dengan pintu yang dapat menutup sendiri.

11.5 Konstruksi dan perencanaan sauna Lihat [B.11.5](#).

12. Sarana penyelamatan diri

12.1 Kecuali dinyatakan lain dalam regulasi ini, paling sedikit dua sarana penyelamatan diri yang terpisah jauh dan siap pakai harus disediakan dari semua ruangan atau kelompok ruangan. Lift tidak dianggap sebagai bagian dari salah satu sarana penyelamatan diri yang disyaratkan.

12.2 Pada umumnya, pintu pada jalur penyelamatan diri harus terbuka ke arah jalur penyelamatan diri, kecuali untuk

12.2.1 Pintu masing-masing kabin dapat dibuka ke arah kabin agar tidak mencederai orang yang berada didalam koridor ketika pintu dibuka, dan

12.2.2 Pintu pada bubungan vertikal untuk penyelamatan darurat dapat dibuka ke arah luar bubungan agar memungkinkan bubungan digunakan sebagai jalur penyelamatan diri dan akses masuk.

12.3 Tangga tapak dan tangga panjat harus diatur untuk memberikan sarana penyelamatan diri siap pakai menuju geladak embarkasi sekoci penolong dan rakit penolong dari semua ruang penumpang dan ruang awak kapal dan dari ruangan yang biasa digunakan awak kapal selain ruang permesinan. Khususnya persyaratan berikut harus dipenuhi:

12.3.1 Dibawah geladak sekat, dua buah sarana penyelamatan diri harus disediakan pada setiap kompartemen kedap air atau ruangan atau kelompok ruangan terbatas yang sejenis, sekurang-kurangnya salah satu sarana tersebut harus dari pintu kedap air independent.

Perhatian harus diberikan pada sifat dan lokasi ruangan serta pada jumlah orang yang biasanya menggunakan ruangan tersebut, pengecualian dimungkinkan, namun demikian lebar bersih tangga tapak tidak boleh kurang dari 800 mm dengan dilengkapi pegangan tangan pada kedua sisinya.

12.3.2 Diatas geladak sekat, sekurang-kurangnya harus ada dua sarana penyelamatan diri dari setiap zona vertikal utama atau ruangan atau kelompok ruangan terbatas yang sejenis, sekurang-kurangnya salah satu sarana tersebut harus memberikan akses ke tangga tapak yang merupakan sarana untuk penyelamatan diri vertikal.

12.3.3 Sekurang-kurangnya satu sarana penyelamatan diri yang disyaratkan pada paragraf [12.3.1](#) dan [12.3.2](#) harus terdiri dari tangga tapak tertutup yang mudah diakses dan harus memberi perlindungan terhadap kebakaran secara terus-menerus dari tingkat asalnya sampai ke geladak embarkasi sekoci

penolong dan rakit penolong, atau sampai ke geladak cuaca paling atas jika geladak embarkasi tidak menerus sampai ke zona vertikal utama yang dipertimbangkan. Dalam kasus yang terakhir, akses langsung ke geladak embarkasi dengan sarana tangga tapak terbuka dan lorong harus disediakan dan harus memiliki lampu darurat (lihat juga [Rules for Electrical Installations \(Pt.1, Vol.IV\) Sec.3 and 11](#)) dan permukaan anti licin pada alasnya. Dinding pembatas yang menghadap ke tangga terbuka luar dan lorong yang merupakan bagian dari jalur penyelamatan diri dan dinding pembatas yang berada pada posisi sedemikian rupa sehingga ketika mengalami kerusakan pada waktu kebakaran akan mengganggu jalur penyelamatan diri ke geladak embarkasi, harus mempunyai integritas kebakaran termasuk nilai isolasi sesuai dengan [Tabel 22.3](#) dan [22.4](#). Lebar, jumlah dan kelancaran jalur penyelamatan diri harus sebagai berikut:

.1 Lebar bersih tangga tapak tidak boleh kurang dari 900 mm. Tangga tapak harus dilengkapi dengan pegangan tangan pada tiap sisinya. Lebar bersih minimum tangga tapak harus ditambah 10 mm untuk setiap tambahan satu orang jika lebih dari 90 orang.

Lebar bersih maksimum antara pegangan tangan jika lebar tangga tapak lebih dari 900 mm harus 1800 mm. Jumlah total orang yang akan dievakuasi dengan tangga tapak tersebut harus diasumsikan sebanyak 2/3 dari awak kapal dan jumlah total penumpang di daerah yang dilayani oleh tangga tapak tersebut¹³.

.2 Semua ukuran tangga tapak dengan kapasitas lebih dari 90 orang harus dipasang pada arah memanjang kapal.

.3 Pintu dan koridor dan tempat istirahat antara yang termasuk dalam sarana penyelamatan diri harus berukuran sama dengan tangga tapak.

.4 Tangga tapak tidak boleh lebih dari 3,5 m dalam arah vertikal tanpa adanya tempat istirahat dan tidak boleh mempunyai sudut kemiringan lebih besar dari 45°.

.5 Tempat istirahat pada tiap tingkat geladak luasnya tidak boleh kurang dari 2,0 m² dan harus ditambah 1,0 m² untuk setiap tambahan 10 orang jika lebih dari 20 orang namun tidak perlu lebih dari 16 m², kecuali untuk tempat istirahat yang melayani ruang umum dan mempunyai akses langsung ke tangga tapak tertutup.

12.3.4 Tangga tapak yang hanya melayani sebuah ruangan dan balkon di dalam ruangan tersebut tidak boleh dipertimbangkan sebagai salah satu sarana penyelamatan diri.

12.3.5 Koridor, lobi, atau bagian koridor dimana hanya terdapat satu jalur penyelamatan diri tidak diizinkan. Koridor buntu yang digunakan pada daerah layanan yang diperlukan untuk keperluan praktis kapal seperti stasiun bahan bakar minyak dan koridor pasok pada arah melintang kapal dapat diizinkan, dengan syarat koridor buntu tersebut dipisahkan dari area akomodasi awak kapal dan tidak dapat diakses dari area akomodasi penumpang. Juga, bagian dari koridor yang mempunyai tinggi tidak lebih dari lebarnya dianggap sebagai jenjang atau perpanjangan setempat dan diizinkan.

12.3.6 Sebagai tambahan terhadap lampu darurat (lihat juga [Rules for Electrical Installations \(Pt.1, Vol.IV\) Sec. 3 dan 10](#)), sarana penyelamatan diri termasuk tangga tapak dan pintu keluar, harus diberi marka dengan lampu atau indikator garis berpendar yang diletakkan tidak lebih dari 0,3 m di atas geladak pada semua titik jalur penyelamatan diri termasuk sudut dan persimpangan. Marka harus memungkinkan penumpang dapat mengidentifikasi semua jalur penyelamatan diri dan dengan mudah mengidentifikasi pintu keluar. Jika digunakan iluminasi dengan tenaga listrik, maka penerangan itu harus dipasok dengan sumber tenaga listrik darurat dan harus diatur sedemikian rupa sehingga kerusakan pada salah satu lampu atau terpotongnya strip lampu, tidak akan mengakibatkan marka tersebut menjadi tidak efektif. Sebagai tambahan, semua tanda jalur penyelamatan diri dan marka lokasi perlengkapan pemadam kebakaran harus dari material berpendar atau ditandai dengan lampu. Perlengkapan lampu atau perlengkapan berpendar tersebut harus dari jenis persetujuan tipe¹³.

Sebagai pengganti jalur penyelamatan diri pada sistem penerangan yang dipersyaratkan oleh paragraf

[12.3.6](#), sistem panduan evakuasi alternatif dapat diterima jika sistem tersebut dari jenis persetujuan tipe (lihat juga [Rules for Electrical Installations \(Pt.1, Vol.IV\) Sec.14](#)).

12.3.7 Ruang umum yang membentang sepanjang tiga geladak atau lebih dan berisi material yang mudah terbakar seperti mebel dan ruang tertutup seperti toko, kantor dan restoran harus mempunyai dua sarana penyelamatan diri pada setiap tingkat dalam ruangan tersebut, salah satunya harus memiliki akses langsung ke sarana penyelamatan diri vertikal yang tertutup seperti disebutkan pada [12.3.3](#).

12.4 Jika stasiun radio telegraf tidak mempunyai akses langsung ke geladak terbuka, dua sarana penyelamatan diri dari atau menuju ke stasiun tersebut harus disediakan, salah satunya boleh berupa lubang atau jendela dengan ukuran yang cukup atau sarana lainnya.

12.5 Pada ruang kategori khusus jumlah dan penempatan sarana penyelamatan diri, baik dibawah dan diatas geladak sekat harus memenuhi persyaratan yang disebutkan pada [12.3.1](#), [.2](#) dan [.3](#).

12.6 Dua sarana penyelamatan diri harus disediakan dari tiap ruang permesinan. Khususnya, persyaratan berikut harus dipenuhi:

12.6.1 Jika ruangan berada di bawah geladak sekat, maka kedua sarana penyelamatan diri tersebut terdiri dari:

.1 Dua pasang tangga baja yang terpisah sejauh mungkin, menuju ke pintu di bagian atas ruangan yang terpisah dengan cara yang serupa dan yang mana disediakan akses ke geladak embarkasi sekoci penolong dan rakit penolong. Salah satu dari tangga-tangga tersebut harus diletakkan di dalam ruang tertutup terlindungi yang mempunyai integritas kebakaran, termasuk nilai isolasi, sesuai dengan [Tabel 22.3](#) dan [22.4](#) untuk ruangan kategori [\[4\]](#), dari bagian bawah ruangan sampai ke posisi yang aman diluar ruangan.

Pintu yang dapat menutup sendiri dengan standar integritas kebakaran yang sama harus dipasang dalam ruang tertutup tersebut. Tangga harus dipasang permanen sedemikian rupa sehingga panas tidak disalurkan ke dalam penutup melalui titik pemasangan yang tidak berisolasi. Penutup berpelindung tersebut harus memiliki ukuran bagian dalam minimum 800 mm × 800 mm dan harus mempunyai lampu darurat.

.2 Atau satu tangga baja menuju ke pintu di bagian atas ruangan yang mana disediakan akses ke geladak embarkasi dan sebagai tambahan di bagian bawah dari ruangan dan pada posisi yang cukup terpisah dari tangga tersebut, sebuah pintu baja yang dapat dioperasikan dari kedua sisi dan memberikan akses ke jalur penyelamatan diri yang aman dari bagian bawah ruangan tersebut ke geladak embarkasi.

12.6.2 Jika ruangan tersebut berada di atas geladak sekat, maka dua sarana penyelamatan diri harus dipisahkan sejauh mungkin dan pintu yang berasal dari sarana penyelamatan diri tersebut harus berada pada posisi yang mana disediakan akses ke geladak embarkasi sekoci penolong dan rakit penolong. Jika sarana penyelamatan diri tersebut mensyaratkan penggunaan tangga, maka tangga tersebut harus dari baja.

12.6.3 Kapal dengan tonase kotor kurang dari 1.000 GT dapat diberi dispensasi hanya dengan satu sarana penyelamatan diri, perhatian harus diberikan pada lebar dan letak dari bagian atas ruangan; dan kapal dengan tonase kotor 1.000 GT atau lebih, dapat diberi dispensasi dengan satu sarana penyelamatan diri dari tiap ruangan tersebut sejauh pintu atau tangga baja memberikan jalur penyelamatan diri yang aman menuju geladak embarkasi, perhatian khusus diberikan pada sifat dan lokasi ruangan dan apakah orang biasanya bekerja di dalam ruangan tersebut.

12.6.4 Dalam ruang mesin kemudi, sarana penyelamatan diri yang kedua harus disediakan bila kemudi darurat diletakkan dalam ruang tersebut, kecuali jika ada jalan langsung ke geladak terbuka.

12.6.5 Salah satu jalur penyelamatan diri dari ruang permesinan dimana awak kapal biasa bekerja harus

menghindari akses langsung ke ruang kategori khusus.

12.6.6 Dua sarana penyelamatan diri harus disediakan dari ruang kontrol mesin yang berada di dalam ruang permesinan, sekurang-kurangnya salah satu dari sarana tersebut harus memberikan perlindungan kebakaran secara terus-menerus sampai ke posisi yang aman di luar ruang permesinan.

12.6.7 Pada kapal yang dibangun pada atau setelah 1 Januari 2016, dua sarana penyelamatan diri harus disediakan dari bengkel utama di dalam ruang permesinan. Sekurang-kurangnya salah satu dari jalur penyelamatan diri ini harus memberikan perlindungan kebakaran secara terus-menerus sampai ke posisi yang aman di luar ruang permesinan.

12.6.8 Pada kapal yang dibangun pada atau setelah 1 Januari 2016, semua tangga miring/tangga tapak yang dipasang untuk memenuhi paragraf [12.6.1](#) dengan anak tangga terbuka di ruang permesinan menjadi bagian dari atau yang memberikan akses ke jalur penyelamatan diri tetapi tidak terletak di dalam penutup yang berpelindung harus terbuat dari baja. Tangga miring/tangga tapak tersebut harus dilengkapi dengan pelindung baja yang terpasang pada bagian bawahnya, seperti untuk memberikan perlindungan personel yang keluar terhadap panas dan api yang berasal dari bawah.

12.7 Persyaratan tambahan untuk kapal penumpang ro-ro

Lihat [B.12.7](#).

13. Sistem Deteksi Kebakaran dan Alarm Kebakaran Permanen serta Sprinkle Otomatis, Sistem Deteksi Kebakaran dan Alarm Kebakaran

Pada setiap kapal harus dipasang di seluruh tiap zona terpisah, baik vertikal maupun horisontal, di semua ruang akomodasi dan ruang operasional serta jika dianggap perlu, di stasiun kontrol, kecuali ruangan yang tidak menghasilkan resiko kebakaran tinggi (seperti ruang kosong, ruang sanitasi, dll.):

13.1 sistem deteksi kebakaran dan alarm kebakaran permanen (lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12](#)); atau

13.2 sprinkle otomatis, sistem deteksi kebakaran dan alarm kebakaran dan sebagai tambahan sistem deteksi kebakaran dan alarm kebakaran permanen yang dipasang dan diatur sedemikian rupa sehingga dapat mendeteksi asap di dalam koridor, tangga tapak dan jalur penyelamatan diri di dalam ruang akomodasi.

13.3 Balkon kabin (lihat [B.13.3](#)).

14. Perlindungan kendaraan, ruang kategori khusus dan ruang Ro-Ro

14.1 Pembagian dari ruangan-ruangan tersebut dalam zona vertikal utama akan mengalahkan tujuan yang dimaksudkan. Oleh karena itu harus ada perlindungan yang setara dalam ruang tersebut berdasarkan konsep zona horisontal. Zona horisontal dapat mencakup ruang kategori khusus dan ruang ro-ro pada lebih dari satu geladak dengan syarat total tinggi bersih keseluruhan kendaraan tidak lebih dari 10 m, dimana tinggi bersih keseluruhan adalah jumlah jarak antara geladak dan gading-gading besar dari geladak yang membentuk zona horisontal.

14.2 Perlindungan Struktur

Sekat dan geladak pembatas dari ruang kategori khusus dan ruang ro-ro harus diisolasi seperti yang disyaratkan untuk ruang kategori [\[11\]](#) dalam [Tabel 22.3](#) dan [22.4](#).

Indikator harus disediakan pada anjungan navigasi yang harus menunjukkan setiap pintu kebakaran yang menuju atau dari ruang kategori khusus telah ditutup.

14.3 Sistem pemadam kebakaran permanen

14.3.1 Ruang kendaraan dan ruang ro-ro yang bukan merupakan ruang kategori khusus dan dapat kedapkan dari lokasi di luar ruang muat harus dilengkapi dengan sistem pemadam kebakaran gas permanen dari jenis persetujuan tipe (lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12](#)).

14.3.2 Ruang ro-ro dan ruang kendaraan yang tidak dapat dikedapkan dan ruang kategori khusus harus dilengkapi dengan sistem penyemprot air bertekanan tetap untuk pengoperasian secara manual dari jenis persetujuan tipe (lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12](#)).

14.4 Sistem ventilasi

Harus disediakan sistem ventilasi listrik yang efektif untuk ruang kategori khusus dan ruang ro-ro dan ruang kendaraan tertutup, yang cukup untuk memberikan minimal 10 kali pertukaran udara per jam. Disamping itu, laju pertukaran udara yang tinggi disyaratkan pada waktu operasi bongkar muat. Sistem untuk ruangan tersebut harus sepenuhnya dipisahkan dari sistem ventilasi lain dan harus beroperasi setiap saat ketika kendaraan berada dalam ruangan tersebut.

Saluran ventilasi yang melayani ruangan tersebut yang dapat dikedapkan secara efektif harus dipisahkan untuk tiap ruangan tersebut. Sistem tersebut harus dapat dikontrol dari posisi diluar ruangan.

Ventilasi harus sedemikian rupa sehingga dapat mencegah stratifikasi udara dan pembentukan kantong udara.

Peralatan harus disediakan untuk memberikan indikasi pada anjungan navigasi setiap kehilangan atau pengurangan kapasitas ventilasi yang disyaratkan.

Pengaturan harus disediakan untuk memungkinkan mematikan dengan cepat dan penutupan yang efektif dari sistem ventilasi jika terjadi kebakaran, dengan memperhatikan kondisi cuaca dan laut.

Saluran ventilasi, termasuk peredam api, dalam zona horizontal umum harus terbuat dari baja.

Saluran yang melewati zona horizontal lainnya atau ruang permesinan harus saluran baja kelas "A-60" yang memenuhi [9.11](#).

Bukaan permanen pada pelat sisi, ujung-ujung atau geladak atas dari ruangan tersebut harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga kebakaran yang terjadi dalam ruang muat tidak membahayakan daerah penyimpanan muatan dan stasiun embarkasi kapal penyelamat dan ruang akomodasi, ruang operasional dan stasiun kontrol di bangunan atas dan rumah geladak diatas ruang muat.

14.5 Deteksi kebakaran

Harus disediakan sistem deteksi kebakaran dan alarm kebakaran permanen dari jenis persetujuan tipe (lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12](#)).

Contoh sistem deteksi penyedot asap dari jenis persetujuan tipe (lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12](#)) dapat disetujui sebagai yang setara, kecuali untuk ruangan ro-ro terbuka, ruangan kendaraan terbuka dan ruangan kategori khusus.

Sistem patroli kebakaran yang efisien harus dijaga di ruang kategori khusus. Dalam hal adanya pengawasan kebakaran yang terus-menerus sepanjang waktu selama pelayaran, maka sistem deteksi kebakaran dan alarm kebakaran permanen tidak disyaratkan didalam ruangan tersebut.

15. Pengaturan Khusus didalam Ruang Permesinan Kategori A

15.1 Jumlah jendela cahaya, pintu, ventilator, bukaan pada cerobong asap untuk kegunaan ventilasi pembuangan dan bukaan-bukaan lain ke ruang permesinan harus dikurangi seminimal mungkin sesuai

dengan kebutuhan ventilasi dan pengoperasian kapal yang tepat dan aman.

15.2 Jendela cahaya harus terbuat dari baja dan tidak boleh mengandung panel kaca. Pengaturan yang sesuai harus dilakukan untuk memungkinkan pengeluaran asap jika terjadi kebakaran dari ruangan yang harus dilindungi. Sistem ventilasi normal dapat disetujui untuk keperluan tersebut.

15.3 Sarana kontrol harus disediakan untuk memungkinkan pengeluaran asap dan kontrol tersebut harus ditempatkan diluar ruangan yang dimaksud sehingga jika terjadi kebakaran, sarana kontrol tersebut tidak terputus dari ruangan yang dilayani. Sarana kontrol tersebut harus ditempatkan pada satu posisi kontrol atau dikelompokkan dalam posisi yang seminimal mungkin. Posisi tersebut harus mempunyai akses yang aman dari geladak terbuka.

15.4 Pintu-pintu selain pintu kedap air yang dioperasikan dengan tenaga listrik harus diatur sedemikian rupa sehingga penutupan yang benar dapat dijamin jika terjadi kebakaran dalam ruangan tersebut, dengan pengaturan penutupan yang dioperasikan dengan tenaga listrik atau dengan pintu yang dapat menutup sendiri pada kemiringan $3,5^\circ$ ke arah yang berlawanan dengan arah penutupan dan memiliki fasilitas kait balik dengan konsep gagal-aman, dilengkapi dengan peralatan pembuka yang dioperasikan dari jarak jauh. Pintu untuk bungkus penyelamatan diri darurat tidak perlu dilengkapi dengan fasilitas kait balik dengan konsep gagal-aman dan peralatan pembuka yang dioperasikan dari jarak jauh.

15.5 Sarana kontrol harus disediakan untuk penutupan pintu yang dioperasikan dengan tenaga listrik atau mekanisme pelepas penggerak pada pintu selain pintu kedap air yang dioperasikan dengan tenaga listrik. Sarana kontrol tersebut harus diletakkan diluar ruangan yang bersangkutan, dimana sarana tersebut tidak akan terputus jika terjadi kebakaran dalam ruangan yang dilayani. Sarana kontrol harus ditempatkan pada satu posisi kontrol atau dikelompokkan dalam posisi yang seminimal mungkin, mempunyai akses langsung dan akses yang aman dari geladak terbuka.

15.6 Jendela tidak boleh dipasang pada dinding ruang permesinan. Hal ini tidak menghalangi penggunaan kaca pada ruang kontrol di dalam ruang permesinan.

15.7 Pelat lantai pada lorong yang normal harus terbuat dari baja.

16. Persyaratan Khusus untuk Kapal yang Mengangkut Barang-barang Berbahaya

16.1 Ventilasi

Ventilasi listrik yang memadai harus disediakan di ruang muat tertutup. Pengaturannya harus sedemikian rupa sehingga dapat memberikan sekurang-kurangnya enam kali pertukaran udara per jam di ruang muat berdasarkan ruang muat kosong dan untuk menghilangkan uap dari bagian atas atau bawah ruang muat.

Kipas harus sedemikian rupa sehingga dapat menghindari kemungkinan penyalakan api dari campuran udara gas yang dapat terbakar. Pelindung kisi-kisi kawat yang sesuai harus dipasang diatas bukaan saluran masuk dan keluar ventilasi.

16.2 Isolasi pada pembatas ruang permesinan

Sekat yang membentuk pembatas antara ruang muat dan ruang permesinan kategori A harus diisolasi dengan standar "A-60", kecuali jika barang-barang berbahaya disimpan sekurang-kurangnya sejauh 3,0 m arah horizontal dari sekat tersebut. Pembatas lain antara ruang tersebut harus diisolasi dengan standar "A-60".

16.3 Item lain-lain

Jenis dan jangkauan peralatan pemadam kebakaran ditentukan pada [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12](#).

Peralatan listrik dan kabel harus memenuhi persyaratan [Rules for Electrical Installations \(Pt.1, Vol.IV\) Sec.16](#).

17. Pusat Keselamatan pada Kapal Penumpang

17.1 Pemberlakuan

Kapal penumpang yang dibangun pada atau setelah 1 Juli 2010 harus memiliki pusat keselamatan yang memenuhi persyaratan regulasi ini

17.2 Lokasi dan pengaturan

Pusat keselamatan harus menjadi bagian dari anjungan navigasi atau ditempatkan di ruang terpisah yang berdekatan dan memiliki akses langsung ke anjungan navigasi, sehingga pengelolaan keadaan darurat dapat dilakukan tanpa mengganggu petugas jaga dari tugas navigasinya.

17.3 Tata letak dan desain ergonomis

Tata letak dan desain ergonomis dari pusat keselamatan harus mempertimbangkan pedoman IMO¹⁶ (communication and control and monitoring of safety systems lihat juga [Rules for Electrical Installations \(Pt.1, Vol.IV\) Sec.14](#)).

D. Kapal Penumpang dengan 3 atau lebih Zona Vertikal Utama atau dengan Panjang Garis Muat 120 m atau lebih

1. Persyaratan pada Sub-bab ini adalah tambahan persyaratan terhadap B atau C.

2. Kapal yang dibangun pada atau setelah 1 Juli 2010 dengan panjang garis muat 120 m atau lebih atau dengan tiga atau lebih zona vertikal utama harus memenuhi spesifikasi desain sesuai dengan SOLAS 74 Chapter II-2 untuk

- kapal kembali dengan selamat ke pelabuhan dengan tenaga penggeraknya sendiri setelah kecelakaan kebakaran atau kebocoran
- sistem yang dipersyaratkan untuk tetap beroperasi untuk mendukung evakuasi secara tertib dan meninggalkan kapal ketika melebihi ambang batas kecelakaan dan
- daerah aman.

Setiap pengaruh pada masalah yang dibahas di bagian lain dalam bab ini harus dilaporkan dalam analisa teknik. (Referensi dapat merujuk “Interim Explanatory Notes for the Assessment of Passenger Ship Systems’ Capabilities after a Fire or Flooding casualty” yang diadopsi oleh IMO MSC.1/Circ. 1369 sebagaimana diubah oleh IMO MSC.1/Circ 1437.)

3. Daerah aman adalah setiap daerah yang tidak bocor atau yang berada di luar zona vertikal utama di mana terjadi kebakaran sedemikian rupa sehingga dapat dengan aman menampung semua orang di kapal untuk melindungi mereka dari bahaya untuk tetap hidup atau sehat. Daerah aman harus menyediakan tempat berlindung bagi semua penghuni dari cuaca dan akses ke peralatan penyelamat, dengan mempertimbangkan bahwa zona vertikal utama mungkin tidak tersedia untuk transit internal. Daerah aman tersebut umumnya harus menjadi ruang internal, kecuali keadaan tertentu memungkinkan untuk menjadi lokasi eksternal, dengan mempertimbangkan pembatasan terhadap daerah operasional dan relevansi kondisi lingkungan yang diharapkan.

E. Kapal Barang 500 GT atau lebih

1. Material

1.1 Lambung, geladak, struktur sekat, bangunan atas dan rumah geladak harus dibuat dari baja kecuali dalam hal khusus penggunaan material lain yang sesuai dapat disetujui, dengan mempertimbangkan resiko kebakaran.

1.2 Komponen yang terbuat dari paduan aluminium membutuhkan perlakuan khusus, dengan memperhatikan sifat mekanis material dalam hal terjadinya peningkatan suhu. Pada dasarnya, hal-hal berikut harus diperhatikan:

1.2.1 Isolasi pemisah kelas "A" atau "B" harus menjamin bahwa suhu dari inti struktur tidak meningkat lebih dari 200°C diatas suhu sekitar pada setiap saat selama waktunya paparan api pada standar uji kebakaran.

1.2.2 Perhatian khusus harus diberikan pada isolasi komponen paduan aluminium untuk tiang, penyangga dan bagian struktur lainnya yang diperlukan untuk menampung tempat penyimpanan sekoci penolong dan rakit penolong, tempat peluncuran dan embarkasi, dan pemisah kelas "A" dan "B" untuk menjamin:

bahwa untuk bagian penyangga daerah sekoci penolong dan rakit penolong dan pemisah kelas "A", pembatasan kenaikan suhu seperti ditentukan pada [1.2.1](#) harus berlaku pada akhir satu jam; dan

untuk bagian yang diperlukan menampung pemisah kelas "B", pembatasan kenaikan suhu seperti ditentukan pada [1.2.1](#) harus berlaku pada akhir setengah jam.

1.2.3 Penutup dan selubung ruang permesinan kategori A harus dibuat dari konstruksi baja dan diberi isolasi sesuai dengan yang disyaratkan oleh [Tabel 22.5](#). Bukaan pada tempat tersebut, jika ada, harus diatur secara tepat dan dilindungi untuk mencegah penjalaran api.

2. Ruang Akomodasi dan Ruang Operasional

2.1 Salah satu dari metode perlindungan berikut harus digunakan pada daerah akomodasi dan operasional:

2.1.1 Metode IC

Konstruksi dari semua dinding pemisah internal dari pemisah kelas "B" atau "C" yang tidak mudah terbakar pada umumnya tanpa pemasangan sprinkel otomatis, sistem deteksi kebakaran dan sistem alarm kebakaran pada ruang akomodasi dan ruang operasional, kecuali seperti yang disyaratkan oleh [10.1](#); atau

2.1.2 Metode IIC

Pemasangan sprinkel otomatis, sistem deteksi kebakaran dan sistem alarm kebakaran, seperti yang disyaratkan oleh [10.2](#) untuk pendekstrian dan pemadaman kebakaran pada semua ruangan dimana api mungkin diperkirakan berasal, pada umumnya tanpa pembatasan pada jenis dinding pemisah internal; atau

2.1.3 Metode IIIC

Pemasangan sistem deteksi kebakaran dan sistem alarm kebakaran permanen, seperti yang disyaratkan oleh [10.3](#), di dalam semua ruangan dimana api mungkin diperkirakan berasal, pada umumnya tanpa pembatasan pada jenis dinding pemisah internal, kecuali bahwa dalam hal apapun luas setiap ruang atau ruang-ruang akomodasi yang dibatasi oleh pemisah kelas "A" atau "B" tidak lebih dari 50 m². Pertimbangan dapat diberikan untuk peningkatan luas tersebut pada ruang publik.

2.2 Persyaratan untuk penggunaan material yang tidak mudah terbakar pada konstruksi dan isolasi

sekat pembatas ruang permesinan, stasiun kontrol, ruang operasional, dll., dan perlindungan pada penutup tangga tapak dan koridor menjadi keharusan pada ketiga metode.

3. Sekat di dalam ruang akomodasi dan ruang operasional

3.1 Semua sekat yang disyaratkan harus pemisah kelas "B" harus menerus dari geladak ke geladak dan ke kulit lambung kapal atau pembatas lainnya, kecuali jika langit-langit atau pelapis kelas "B" menerus dipasang pada kedua sisi sekat, dalam hal ini sekat boleh berakhir pada langit-langit atau pelapis yang menerus.

3.2 Metode IC

Semua sekat yang tidak disyaratkan oleh ketentuan ini atau ketentuan lain dari bab ini harus pemisah kelas "A" atau "B", sekurang-kurangnya harus dari konstruksi kelas "C".

3.3 Metode IIC

Tidak ada pembatasan pada konstruksi sekat yang tidak disyaratkan oleh ketentuan ini atau ketentuan lain dari bab ini harus pemisah kelas "A" atau "B" kecuali pada hal-hal tertentu dimana sekat kelas "C" disyaratkan sesuai dengan [Tabel 22.5](#).

3.4 Metode IIIC

Tidak ada pembatasan pada konstruksi sekat yang tidak disyaratkan oleh bab ini harus pemisah kelas "A" atau "B" kecuali bahwa luas ruang akomodasi atau ruang yang dibatasi oleh pemisah kelas "A" atau "B" menerus dalam hal apapun tidak boleh lebih dari 50 m² kecuali pada hal tertentu dimana sekat kelas "C" disyaratkan sesuai dengan [Tabel 22.5](#). Pertimbangan dapat diberikan untuk peningkatan luas tersebut untuk ruang publik.

4. Integritas Kebakaran Sekat dan Geladak

4.1 Disamping untuk memenuhi ketentuan khusus tentang integritas kebakaran sekat dan geladak yang disebutkan di bagian lain dalam bab ini, integritas kebakaran minimum untuk semua sekat dan geladak harus sesuai dengan yang ditentukan dalam [Tabel 22.5](#) dan [22.6](#).

4.2 Pada kapal yang digunakan untuk membawa barang-barang berbahaya, maka sekat pemisah antara ruang-ruang muat kategori A harus diisolasi dengan standar "A-60", kecuali jika barang-barang berbahaya disimpan sekurang-kurangnya sejauh 3,0 m arah horizontal dari sekat tersebut. Dinding pemisah lain antara ruang tersebut harus diisolasi dengan standar "A-60".

4.3 Langit-langit atau pelapis kelas "B" menerus, dalam hubungannya dengan geladak atau sekat yang relevan, dapat diakui memberikan kontribusi secara keseluruhan atau sebagian pada isolasi dan integritas yang disyaratkan dari pemisah.

4.4 Dinding luar yang disyaratkan pada [1.1](#) harus terbuat dari baja atau material lain yang setara boleh ditembus untuk pemasangan jendela dan jendela bundar asalkan tidak ada persyaratan untuk dinding tersebut harus mempunyai integritas kelas "A" di bagian lain dalam ketentuan ini. Demikian pula, pada dinding yang tidak disyaratkan harus mempunyai integritas kelas "A", pintu dapat terbuat dari material yang memenuhi persyaratan penggunaannya.

4.5 Persyaratan berikut mengatur penggunaan tabel-tabel:

[Tabel 22.5](#) dan [22.6](#), masing-masing berlaku untuk sekat dan geladak yang memisahkan ruangan-ruangan yang berdekatan.

4.6 Sebagai tujuan penentuan standar integritas kebakaran yang sesuai untuk diterapkan pada

pembatas antara ruangan-ruangan yang berdekatan, maka ruangan-ruangan tersebut diklasifikasikan menurut resiko kebakarannya seperti yang ditunjukkan dalam kategori [1] sampai [11]. Apabila isi dan penggunaan ruangan tersebut menimbulkan keraguan dalam pengklasifikasian untuk tujuan regulasi ini, atau bila memungkinkan untuk menentukan dua kelas atau lebih untuk satu ruangan, maka ruangan tersebut harus diperlakukan sebagai ruangan dalam kategori yang relevan dengan persyaratan pembatas yang paling berat. Ruangan yang lebih kecil dan tertutup dalam suatu ruangan yang mempunyai bukaan lalu lintas ke ruangan tersebut kurang dari 30% dianggap sebagai ruangan terpisah. Integritas kebakaran dari sekat pembatas ruangan kecil tersebut harus sesuai dengan yang ditentukan pada [Tabel 22.5](#) dan [Tabel 22.6](#). Judul dari tiap-tiap kategori bersifat tipikal bukan restriktif. Angka dalam tanda kurung didepan tiap-tiap kategori mengacu pada nomor kolom atau nomor baris pada tabel.

Tabel 22.5 Integritas kebakaran sekat yang memisahkan ruangan yang berdekatan

Ruangan	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]
Stasiun kontrol	[1]	A-0 ⁵	A-0	A-60	A-0	A-15	A-60	A-15	A-60	A-60	¹⁰ A-60
Koridor	[2]		C	B-0	B-0 A-0 ³	B-0	A-60	A-0	A-0	A-0	¹⁰ A-30
Ruang akomodasi	[3]			C ^{1,2}	B-0 A-0 ³	B-0	A-60	A-0	A-0	A-0	¹⁰ A-30
Tangga tapak	[4]				B-0 A-0 ³	B-0 A-0 ³	A-60	A-0	A-0	A-0	¹⁰ A-30
Ruang operasional (resiko rendah)	[5]				C	A-60	A-0	A-0	A-0	¹⁰ A-0	
Ruang mesin kategori A	[6]					¹⁰	A-0	A-0 ⁷	A-60	¹⁰ A-60 ⁶	
Ruang mesin lainnya	[7]						A-0 ⁴	A-0	A-0	¹⁰ A-0	
Ruang muat	[8]							¹⁰	A-0	¹⁰ A-0	
Ruang operasional (resiko tinggi)	[9]								A-0 ⁴	¹⁰ A-30	
Geladak terbuka	[10]									-	A-0
Ruang ro-ro dan ruang kendaraan	[11]										A-30 ¹¹

Catatan yang diberlakukan pada [Tabel 22.5](#) dan [22.6](#), sesuai dengan keperluannya

1. Tidak ada persyaratan khusus yang ditetapkan untuk sekat dengan perlindungan kebakaran metode IIC dan IIIC.
2. Dalam hal metode IIC, sekat kelas "B" dengan peringkat "B-0" harus dipasang diantara ruangan-ruangan atau kelompok ruangan dengan luas 50 m² atau lebih.
3. Untuk klarifikasi mengenai mana yang berlaku, lihat [3](#) dan [5](#).
4. Jika ruangan-ruangan mempunyai nomor kategori sama dan terlihat superskrip 4, maka sekat atau geladak dengan peringkat yang ditunjukkan dalam Tabel hanya disyaratkan jika ruang-ruang yang berdekatan digunakan untuk tujuan yang berbeda, misalnya pada kategori [9]. Dapur yang bersebelahan dengan dapur lain tidak memerlukan sekat tetapi dapur disebelah ruang cat memerlukan sekat "A-0".
5. Sekat yang memisahkan ruang kemudi, ruang peta dan ruang radio satu sama lain boleh kelas "B-0"
6. Kelas "A-0" dapat digunakan jika tidak ada barang-barang berbahaya yang akan diangkut atau jika muatan tersebut disimpan pada jarak horisontal tidak kurang dari 3,0 m dari sekat.
7. Untuk ruang muat yang dimuat barang-barang berbahaya berlaku [4.2](#).
8. Sekat dan geladak yang memisahkan ruang muat ro-ro harus dapat ditutup kedap gas dan pemisah tersebut harus mempunyai integritas kelas "A" sejauh layak dan dapat diterapkan.
9. Isolasi kebakaran tidak perlu dipasang jika ruang mesin kategori [7], mempunyai sedikit atau tanpa resiko kebakaran.
10. Jika angka 10 terlihat pada Tabel, maka pemisah disyaratkan harus dari baja atau material lain yang setara namun tidak disyaratkan harus standar kelas "A".
11. Kapal yang dibangun sebelum 1 Juli 2014 harus memenuhi, minimal, dengan persyaratan sebelumnya yang berlaku pada saat kapal dikontrak antara pembangun dan pembeli (galangan dan pemilik).

Tabel 22.6 Integritas kebakaran geladak yang memisahkan ruangan yang berdekatan

Ruangan bawah \ Ruangan atas	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]
Stasiun kontrol	[1]	A-0	A-0	A-0	A-0	A-60	A-0	A-0	A-0	¹⁰	A-60
Koridor	[2]	A-0	¹⁰	¹⁰	A-0	¹⁰	A-60	A-0	A-0	¹⁰	A-30
Ruang akomodasi	[3]	A-60	A-0	¹⁰	A-0	¹⁰	A-60	A-0	A-0	¹⁰	A-30
Tangga tapak	[4]	A-0	A-0	A-0	¹⁰	A-0	A-60	A-0	A-0	¹⁰	A-30
Ruang operasional (resiko rendah)	[5]	A-15	A-0	A-0	A-0	¹⁰	A-60	A-0	A-0	¹⁰	A-0
Ruang mesin kategori A	[6]	A-60	A-60	A-60	A-60	A-60	¹⁰	A-60 ⁹	A-30	A-60	¹⁰
Ruang mesin lainnya	[7]	A-15	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	¹⁰	A-0	A-0	¹⁰
Ruang muat	[8]	A-60	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	¹⁰	A-0	¹⁰
Ruang operasional (resiko tinggi)	[9]	A-60	A-0	A-0	A-0	A-0	A-60	A-0	A-0	A-0 ⁴	¹⁰
Geladak terbuka	[10]	¹⁰	¹⁰	-	A-0 ¹¹						
Ruang ro-ro dan ruang kendaraan	[11]	A-60	A-30	A-30	A-30	A-0	A-60	A-0	A-0	A-30	A-0 ¹¹
Lihat catatan pada Tabel 22.5											

[1] Stasiun kontrol

Ruangan yang berisi sumber tenaga dan penerangan darurat. Ruang kemudi dan ruang peta. Ruangan yang berisi peralatan radio kapal. Stasiun pengontrol kebakaran. Ruang kontrol mesin penggerak jika terletak diluar ruang mesin penggerak. Ruangan yang berisi peralatan alarm kebakaran terpusat.

[2] Koridor

Koridor dan lobi.

[3] Ruang akomodasi

Ruangan yang digunakan untuk ruang umum, kamar mandi, kabin, kantor, rumah sakit, bioskop, ruang bermain dan hobi, ruang cukur, dapur yang tidak terdapat peralatan memasak dan ruangan-ruangan sejenis.

[4] Tangga tapak

Interior tangga tapak, lift, bungkusan penyelamatan diri darurat yang sepenuhnya tertutup dan tangga berjalan (selain dari semua tangga yang terdapat di dalam ruang permesinan) untuk penumpang dan awak kapal dan selubungnya.

Dalam hubungan ini, tangga tapak yang hanya tertutup pada satu tingkat saja harus dianggap sebagai bagian dari ruangan dimana tangga tersebut tidak dipisahkan oleh pintu kebakaran.

[5] Ruang operasional (resiko rendah)

Lemari dan gudang yang tidak memiliki fasilitas untuk penyimpanan cairan yang mudah terbakar dan mempunyai luas kurang dari 4,0 m² dan ruang pengering serta ruang cuci.

[6] Ruang mesin kategori A

Ruangan dan bubungan menuju ruangan tersebut yang berisi:

mesin pembakaran dalam yang digunakan sebagai penggerak utama; atau

mesin pembakaran dalam yang digunakan untuk keperluan selain penggerak utama dimana mesin tersebut mempunyai keluaran tenaga total tidak kurang dari 375 kW; atau

ketel dengan pembakar minyak atau unit bahan bakar minyak.

[7] Ruang mesin lain

Ruangan selain ruang permesinan kategori A, yang berisi mesin penggerak, ketel, unit bahan bakar, mesin uap dan mesin pembakaran dalam, generator dan mesin listrik besar, stasiun pengisian minyak, ruang pendingin, stabiliser, ventilasi dan mesin pendingin udara, dan ruangan-ruangan sejenis, dan bubungan menuju ruangan tersebut. Ruangan peralatan listrik (penyambung telepon otomatis, ruangan saluran pendingin udara).

[8] Ruang Muat

Semua ruangan yang digunakan untuk muatan (termasuk tangki minyak muatan) dan lubang bubungan serta lubang palka menuju ruangan tersebut.

[9] Ruang operasional (resiko tinggi)

Dapur, pantri yang berisi perlengkapan memasak, sauna, ruang cat dan lampu, lemari dan gudang yang memiliki luas $4,0 \text{ m}^2$ atau lebih, ruangan untuk penyimpanan cairan yang mudah terbakar, dan bengkel selain yang merupakan bagian dari ruang permesinan.

[10] Geladak terbuka

Ruangan geladak terbuka dan tempat untuk berjalan-jalan tertutup tanpa resiko kebakaran. Tempat untuk berjalan-jalan tertutup tidak boleh mempunyai resiko kebakaran yang signifikan, maksudnya bahwa mebel harus dibatasi pada mebel geladak. Sebagai tambahan, ruangan tersebut harus diberi ventilasi alami dengan bukaan-bukaan permanen. Ruang udara (ruangan disisi luar bangunan atas dan rumah geladak).

[11] Ruang ro-ro dan ruang kendaraan

5. Perlindungan Tangga Tapak dan Bubungan Lift pada Ruang Akomodasi, Ruang Operasional dan Stasiun Kontrol

5.1 Tangga tapak yang hanya menembus satu geladak harus dilindungi sekurang-kurangnya pada satu tingkat dengan sekurang-kurangnya pemisah kelas "B-0" dan pintu yang dapat menutup sendiri. Lift yang hanya menembus satu geladak harus dikelilingi oleh pemisah kelas "A-0" dengan pintu baja pada kedua tingkat. Tangga tapak dan bubungan lift yang menembus lebih dari satu geladak harus dikelilingi oleh sekurang-kurangnya pemisah kelas "A-0" dan dilindungi dengan pintu yang menutup sendiri pada semua tingkat.

5.2 Pada kapal yang mempunyai akomodasi untuk 12 orang atau kurang, dimana tangga tapak menembus lebih dari satu geladak dan bila ada sekurang-kurangnya dua jalur penyelamatan diri yang langsung ke geladak terbuka pada setiap tingkat akomodasi, pertimbangan dapat diberikan untuk menurunkan persyaratan "A-0" pada [5.1](#) menjadi "B-0".

5.3 Semua tangga tapak harus dari konstruksi rangka baja atau dari material lain yang setara.

6. Bukaan-bukaan pada Pemisah Tahan Api

6.1 Jika pemisah kelas "A" atau "B" ditembus untuk jalur kabel listrik, pipa, bubungan, saluran, dll atau

untuk penumpu, balok atau bagian konstruksi lainnya, maka harus dilakukan pengaturan untuk menjamin bahwa ketahanan kebakaran tidak terganggu.

6.2 Kecuali untuk palka diantara ruang muat, ruang kategori khusus, ruang penyimpanan dan ruang bagasi, dan diantara ruang-ruang tersebut dan geladak cuaca, semua bukaan harus dilengkapi dengan sarana penutup yang melekat secara permanen yang paling tidak harus sama efektifnya dalam menahan api dengan pemisah dimana sarana itu terpasang¹⁸.

6.3 Ketahanan kebakaran dari pintu harus setara dengan ketahanan pemisah dimana pintu tersebut terpasang. Pintu yang disetujui sebagai kelas "A" tanpa ambang pintu yang menjadi bagian dari rangka, yang dipasang pada atau setelah 1 Juli 2010, harus dipasang sedemikian rupa sehingga celah di bawah pintu tidak melebihi 12 mm dan ambang pintu yang tidak mudah terbakar harus dipasang di bawah pintu sehingga penutup lantai tidak membentang di bawah pintu yang tertutup.

Pintu yang disetujui sebagai kelas "B" tanpa ambang pintu yang menjadi bagian dari rangka, yang dipasang pada atau setelah 1 Juli 2010, harus dipasang sedemikian rupa sehingga celah di bawah pintu tidak melebihi 25 mm. Pintu dan rangka pintu di pemisah kelas "A" harus dibuat dari baja. Pintu di pemisah kelas "B" harus tidak mudah terbakar. Pintu yang dipasang pada sekat pembatas di ruang permesinan kategori A harus cukup kedap gas dan dapat menutup sendiri. Pada kapal yang dibangun sesuai metode IC, penggunaan material yang mudah terbakar di pintu yang memisahkan kabin dari sanitasi interior individu akomodasi seperti pancuran dapat diizinkan.

6.4 Pintu yang disyaratkan harus dapat menutup sendiri tidak boleh dilengkapi dengan kait penahan balik. Namun demikian, pengaturan penahan balik yang dilengkapi dengan peralatan pelepas jarak jauh dari jenis konsep gagal-aman (failsafe) dapat digunakan.

6.5 Pada sekat koridor, bukaan ventilasi dapat diizinkan hanya pada dan dibawah pintu kelas-B dari kabin dan ruang publik. Bukaan ventilasi juga diizinkan pada pintu-B yang menuju ke kamar mandi, kantor, dapur, lemari dan gudang.

Kecuali diizinkan dibawah, bukaan harus disediakan hanya dipertengahan bawah dari pintu. Bila bukaan tersebut berada pada atau dibawah pintu, luas bersih total dari bukaan atau bukaan-bukan tersebut tidak boleh lebih dari 0,05 m².

Sebagai alternatif, saluran udara seimbang yang tidak mudah terbakar yang dilewatkan antara kabin dan koridor, dan terletak dibawah unit sanitasi diizinkan bila luas penampang saluran tidak lebih dari 0,05 m². Bukaan ventilasi, kecuali yang berada dibawah pintu, harus dilengkapi dengan kisi-kisi yang terbuat dari material yang tidak mudah terbakar.

6.6 Pintu kedap air tidak perlu diisolasi.

7. Sistem ventilasi

7.1 Saluran ventilasi harus dari material yang tidak mudah terbakar. Namun demikian, saluran pendek umumnya memiliki panjang tidak lebih dari 2,0 m dan dengan luas penampang tidak melebihi 0,02 m² tidak perlu dibuat dari material yang tidak mudah terbakar dengan syarat:

7.1.1 tergantung pada **7.1.2**, saluran ini harus dari material yang memiliki karakteristik penjalaran nyala api rendah dari jenis persetujuan tipe⁴.

7.1.2 pada kapal yang dibangun pada atau setelah 1 Juli 2010, saluran harus terbuat dari material tahan panas yang tidak mudah terbakar, yang mungkin berhadapan secara internal dan eksternal dengan

¹⁸ Referensi mengacu pada Fire Test Procedure Code, Annex 1, Part 3, yang diadopsi oleh IMO melalui Resolusi MSC 61(67). Pada kapal yang dibangun pada atau setelah 1 July 2012, Fire Test Procedure Code yang baru, yang diadopsi oleh IMO melalui Resolusi MSC.307(88), dapat diterapkan.

membran yang memiliki karakteristik penjalaran api rendah dan, dalam setiap kasus, nilai kalor⁵ tidak melebihi 45 MJ / m² dari luas permukaannya untuk ketebalan yang digunakan;

- 7.1.3 saluran tersebut hanya boleh digunakan pada ujung peralatan ventilasi;
- 7.1.4 saluran tidak boleh terletak kurang dari 600 mm, diukur disepanjang saluran, dari bukaan pada pemisah kelas "A" atau "B" termasuk langit-langit menerus kelas "B".

7.2 Apabila saluran berpelat tipis dengan luas penampang bersih sama dengan atau kurang dari 0,02 m² melewati sekat atau geladak kelas "A", maka bukaan harus dilapisi dengan selubung lembaran baja yang mempunyai tebal sekurang-kurangnya 3,0 mm dan panjang sekurang-kurangnya 200 mm, yang sebaiknya dibagi menjadi 100 mm pada tiap sisi sekat atau untuk geladak, semuanya terletak pada sisi bawah geladak yang ditembus. Jika saluran ventilasi dengan luas penampang bersih lebih dari 0,02 m² menembus sekat atau geladak kelas "A", maka bukaan harus dilapisi dengan selubung lembaran baja. Namun demikian, bila saluran tersebut terbuat dari konstruksi baja dan menembus geladak atau sekat, maka saluran dan selubung harus memenuhi ketentuan berikut:

7.2.1 Selubung harus mempunyai tebal sekurang-kurangnya 3,0 mm dengan panjang sekurang-kurangnya 900 mm. Ketika menembus sekat, panjang ini harus dibagi menjadi 450 mm pada tiap sisi sekat. Saluran ini atau lapisan selubungnya harus dilengkapi dengan isolasi tahan api. Isolasi sekurang-kurangnya harus memiliki integritas kebakaran yang sama dengan sekat atau geladak yang dilalui oleh saluran.

7.2.2 Saluran dengan luas penampang bersih lebih besar dari 0,075 m², sebagai tambahan persyaratan 7.2.1, harus dilengkapi dengan peredam api. Peredam api juga harus dapat ditutup secara manual dari kedua sisi sekat atau geladak. Peredam harus dilengkapi dengan indikator yang menunjukkan apakah peredam dalam keadaan terbuka atau tertutup. Namun demikian, peredam api tidak disyaratkan bila saluran melalui ruangan yang dikelilingi dengan pemisah kelas "A" tanpa melayani ruangan tersebut, dengan syarat saluran tersebut mempunyai integritas kebakaran yang sama dengan pemisah kelas yang dilalui.

7.2.3 Perencanaan berikut harus dari jenis persetujuan tipe³.

.1 peredam api, termasuk peralatan pengoperasian terkait.

.2 penembusan saluran melalui pemisah kelas "A". Bila selubung baja disambung langsung ke saluran ventilasi dengan menggunakan keling atau flens berulir atau dengan pengelasan, maka pengujian tidak disyaratkan.

7.3 Saluran masuk dan keluar utama dari semua sistem ventilasi harus dapat ditutup dari luar ruangan masing-masing jika terjadi kebakaran.

7.4 Jika saluran menembus ruang akomodasi atau ruang yang berisi material yang mudah terbakar, maka saluran pembuangan dari tungku dapur harus dibuat sesuai dengan paragraph 7.7. Tiap saluran pembuangan harus dilengkapi dengan:

7.4.1 penampung minyak kotor yang mudah dilepas untuk dibersihkan;

7.4.2 peredam api yang dioperasikan secara otomatis dan jarak jauh yang terletak di ujung bawah saluran di persimpangan antara saluran dan tungku dapur dan, sebagai tambahan, peredam api yang dioperasikan dari jarak jauh di ujung atas saluran dekat dengan saluran keluar;

7.4.3 Pengaturan, dapat dioperasikan dari dalam dapur, untuk mematikan kipas pembuangan dan kipas pasokan; dan;

7.4.4 Peralatan permanen untuk memadamkan api di dalam saluran (lihat [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12](#)).

7.5 Langkah-langkah yang dapat dilakukan harus diambil bila stasiun kontrol berada diluar ruang permesinan untuk memastikan bahwa ventilasi, jarak pandang dan keadaan bebas dari asap dipertahankan, sehingga jika terjadi kebakaran permesinan dan peralatan yang berada di dalam ruang permesinan dapat diawasi dan tetap berfungsi secara efektif. Peralatan pemasok udara alternatif dan terpisah harus disediakan; saluran masuk udara dari dua sumber pemasok udara harus diatur sedemikian rupa sehingga resiko kedua saluran masuk menarik asap ke dalam secara bersama-sama dapat diminimalkan. Persyaratan tersebut tidak perlu diberlakukan pada stasiun kontrol yang ditempatkan di geladak dan membuka ke arah geladak terbuka.

7.6 Sistem ventilasi untuk ruang permesinan kategori A, ruang kendaraan, ruang ro-ro, dapur, ruang kategori khusus dan ruang muat pada umumnya harus dipisahkan satu sama lain dan dari sistem ventilasi yang melayani ruangan lainnya.

Kecuali, sistem ventilasi dapur pada kapal kargo kurang dari 4000 GT tidak perlu sepenuhnya dipisahkan dari sistem ventilasi lain, tetapi dapat dilayani oleh saluran terpisah dari unit ventilasi yang melayani ruang lain. Dalam hal seperti itu, peredam api otomatis harus dipasang di saluran ventilasi dapur dekat unit ventilasi.

7.7 Saluran yang disediakan untuk ventilasi ruang permesinan kategori A, dapur, ruang kendaraan, ruang muat ro-ro atau ruang kategori khusus tidak boleh melewati ruang akomodasi, ruang operasional atau stasiun kontrol, kecuali jika saluran tersebut :

7.7.1 dibuat dari baja yang mempunyai tebal sekurang-kurangnya 3,0 mm dan 5,0 mm untuk saluran dengan lebar atau diameter masing-masing kurang dari atau sampai dengan 300 mm dan 760 mm atau lebih, dalam hal lebar atau diameter saluran tersebut berada diantara 300 mm dan 760 mm maka tebal saluran diperoleh dengan cara interpolasi;

ditumpu dan diperkuat secukupnya;

dilengkapi dengan peredam api otomatis didekat dinding yang ditembus; dan

diisolasi standar kelas "A-60" dari batas ruang permesinan, dapur, ruang kendaraan, ruang muat ro-ro atau ruang kategori khusus sampai ke suatu titik paling sedikit 5,0 m diluar setiap peredam api, atau

7.7.2 dibuat dari baja yang ditumpu dan diperkuat secukupnya dan diisolasi standar "A-60" diseluruh ruang akomodasi, ruang operasional atau stasiun kontrol.

7.8 Saluran yang disediakan untuk ventilasi ruang akomodasi, ruang operasional atau stasiun kontrol tidak boleh melalui ruang permesinan kategori A, dapur, ruang kendaraan, ruang muat ro-ro atau ruang kategori khusus, kecuali jika memenuhi:

7.8.1 saluran yang melewati ruang mesin kategori A, dapur, ruang kendaraan, ruang muat ro-ro atau ruang kategori khusus dibuat dari baja, ditumpu dan diperkuat secukupnya dan peredam api otomatis dipasang dekat dinding yang ditembus; dan integritas dinding ruang permesinan, dapur, ruang kendaraan, ruang muat ro-ro atau ruang kategori khusus pada daerah penembusan dipertahankan; atau

7.8.2 saluran yang melewati ruang mesin kategori A, dapur, ruang kendaraan, ruang muat ro-ro atau ruang kategori khusus dibuat dari baja, ditumpu dan diperkuat secukupnya dan diisolasi standar "A-60" diseluruh ruang akomodasi, ruang operasional atau stasiun kontrol.

7.9 Saluran ventilasi dengan luas penampang bersih lebih dari $0,02 \text{ m}^2$ yang melewati sekat kelas "B" harus dilapisi dengan selubung lembaran baja dengan panjang 900 mm yang sebaiknya dibagi menjadi 450 mm pada tiap sisi sekat kecuali jika untuk panjang tersebut saluran terbuat dari baja.

7.10 Ventilasi listrik untuk ruang akomodasi, ruang operasional, ruang muat, stasiun kontrol dan ruang permesinan harus dapat dihentikan dari posisi yang mudah diakses di luar ruangan yang dilayani. Posisi ini

tidak boleh langsung terisolasi jika terjadi kebakaran di ruangan yang dilayani. Peralatan yang disediakan untuk menghentikan ventilasi listrik ruang permesinan harus seluruhnya terpisah dari peralatan yang disediakan untuk menghentikan ventilasi ruangan lainnya.

8. Pembatasan untuk Material yang mudah terbakar

8.1 Semua permukaan terbuka pada koridor dan penutup tangga tapak, dan permukaan termasuk lantai di dalam ruang yang tersembunyi atau ruang yang tidak dapat dimasuki dalam ruang akomodasi dan ruang operasional dan stasiun kontrol harus mempunyai karakteristik penjalaran api rendah. Permukaan terbuka dari langit-langit di dalam ruang akomodasi dan ruang operasional (kecuali sauna) dan stasiun kontrol harus mempunyai karakteristik penjalaran api yang rendah⁴.

8.2 Cat, pernis dan politur lainnya yang digunakan pada permukaan interior terbuka tidak boleh menghasilkan asap dan produk beracun dalam jumlah yang berlebihan¹¹.

8.3 Lapisan utama geladak, jika digunakan dalam ruang akomodasi dan ruang operasional serta stasiun kontrol, harus dari material yang disetujui dan material yang tidak cepat terbakar, atau menimbulkan asap atau zat beracun atau bahaya ledakan pada suhu tinggi¹².

8.4 Tempat sampah (lihat B.10.10).

9. Detail konstruksi

9.1 Metode IC

Pada ruang akomodasi dan ruang operasional serta stasiun kontrol, semua lapisan, penahan udara, langit-langit dan lantainya harus dari material yang tidak mudah terbakar.

9.2 Metode IIC dan IIIC

Pada koridor dan penutup tangga tapak yang melayani ruang akomodasi dan ruang operasional serta stasiun kontrol, langit-langit, lapisan, penahan udara dan lantainya harus dari material yang tidak mudah terbakar.

9.3 Metode IC, IIC dan IIIC

9.3.1 Kecuali di ruang muat atau kompartemen berpendingin dari ruang operasional, material isolasi harus tidak mudah terbakar.

Penahan uap dan material perekat yang digunakan bersama-sama dengan isolasi, demikian juga isolasi peralatan pipa, untuk sistem layanan berpendingin, tidak perlu dari material yang tidak mudah terbakar, tetapi sedapat mungkin jumlahnya harus dibuat seminimal mungkin dan permukaan luarnya harus mempunyai karakteristik penjalaran api yang rendah.

9.3.2 Jika sekat yang tidak mudah terbakar, lapisan dan langit-langit dipasang di dalam ruang akomodasi dan ruang operasional, maka boleh menggunakan material vinir yang mudah terbakar dengan nilai kalor¹⁹ tidak melebihi 45 MJ/m² dari luas permukaannya untuk ketebalan yang digunakan.

9.3.3 Volume total dari material yang mudah terbakar untuk lapisan permukaan, papan hias, dekorasi dan vinir pada setiap ruang akomodasi dan ruang operasional yang dibatasi oleh sekat yang tidak mudah terbakar, langit-langit dan lapisan tidak boleh lebih dari suatu volume yang setara dengan 2,5 mm vinir

¹⁹ Nilai kalor kotor diukur sesuai dengan Standar ISO 1716 - "Building Materials - Determination of Calorific Potential", harus dikutip. Pada kapal yang dibangun pada atau setelah 1 July 2012, Fire Test Procedure Code yang baru, yang diadopsi oleh IMO melalui Resolusi MSC.307(88), dapat diterapkan.

pada luas gabungan dinding dan langit-langit.

9.3.4 Ruang udara tertutup dibelakang langit-langit, panel atau lapisan harus dibagi secara tepat dengan penahan udara yang dipasang rapat dengan jarak tidak lebih dari 14 m. Pada arah vertikal, seperti ruang udara tertutup, termasuk yang berada dibelakang lapisan tangga tapak, bubungan, dll. harus tertutup pada tiap geladak.

10. Sistem Deteksi Kebakaran dan Alarm Kebakaran Permanen serta Sprinkle Otomatis, Sistem Deteksi Kebakaran dan Alarm Kebakaran

10.1 Pada kapal yang menggunakan metode IC, sistem deteksi asap harus dipasang dan diatur sedemikian rupa sehingga dapat melindungi semua koridor, tangga tapak dan jalur penyelamatan diri di dalam ruang akomodasi.

10.2 Pada kapal yang menggunakan metode IIC, sistem sprinkel otomatis, deteksi kebakaran dan alarm kebakaran harus dipasang dan diatur sedemikian rupa sehingga dapat melindungi ruang akomodasi, dapur, dan ruang operasional lainnya, kecuali ruang yang tidak menghasilkan resiko kebakaran tinggi seperti ruang kosong, ruang sanitasi, dll. Sebagai tambahan, sistem deteksi kebakaran dan sistem alarm kebakaran permanen harus dipasang dan diatur sedemikian rupa sehingga dapat mendeteksi asap di semua koridor, tangga tapak dan jalur penyelamatan diri di dalam ruang akomodasi.

10.3 Pada kapal yang menggunakan metode IIIC, sistem deteksi kebakaran dan sistem alarm kebakaran permanen harus dipasang dan diatur sedemikian rupa sehingga dapat mendeteksi keberadaan api di semua ruang akomodasi dan ruang operasional, kecuali ruangan yang tidak menghasilkan resiko kebakaran tinggi seperti ruang kosong, ruang sanitasi, dll. Sebagai tambahan, sistem deteksi kebakaran dan sistem alarm kebakaran permanen harus dipasang dan diatur sedemikian rupa sehingga dapat mendeteksi asap di semua koridor, tangga tapak dan jalur penyelamatan diri di dalam ruang akomodasi.

11. Sarana penyelamatan diri

11.1 Kecuali dinyatakan lain dalam regulasi ini, paling sedikit dua sarana penyelamatan diri yang terpisah jauh dan siap pakai harus disediakan dari semua ruangan atau kelompok ruangan. Lift tidak dianggap sebagai bagian dari salah satu sarana penyelamatan diri yang disyaratkan.

11.2 Pada umumnya, pintu pada jalur penyelamatan diri harus terbuka ke arah jalur penyelamatan diri, kecuali untuk

11.2.1 Pintu masing-masing kabin dapat dibuka ke arah kabin agar tidak mencederai orang yang berada didalam koridor ketika pintu dibuka, dan

11.2.2 Pintu pada bubungan vertikal untuk penyelamatan darurat dapat dibuka ke arah luar bubungan agar memungkinkan bubungan digunakan sebagai jalur penyelamatan diri dan akses masuk.

11.3 Tangga tapak dan tangga panjat harus diatur untuk memberikan sarana penyelamatan diri siap pakai menuju geladak embarkasi sekoci penolong dan rakit penolong dari semua ruang penumpang dan ruang awak kapal dan dari ruangan yang biasa digunakan awak kapal selain ruang permesinan. Khususnya persyaratan berikut harus dipenuhi:

11.3.1 Pada semua tingkat akomodasi paling sedikit harus disediakan dua sarana penyelamatan diri yang terpisah jauh dari setiap ruangan atau kelompok ruangan terbatas.

11.3.2 Dibawah geladak terbuka paling bawah, sarana penyelamatan diri utama harus berupa tangga tapak dan sarana penyelamatan kedua dapat berupa bubungan atau tangga tapak.

11.3.3 Diatas geladak terbuka paling bawah, sarana penyelamatan diri harus berupa tangga tapak atau pintu ke geladak terbuka atau gabungan dari keduanya.

11.4 Tangga tapak dan koridor yang digunakan sebagai sarana penyelamatan diri, lebar bersihnya tidak boleh kurang dari 700 mm dan harus mempunyai pegangan tangan pada salah satu sisi. Tangga tapak dan koridor dengan lebar bersih 1800 mm atau lebih harus mempunyai pegangan tangan pada kedua sisinya.

Pada umumnya sudut kemiringan tangga tapak, harus 45° tetapi tidak lebih besar dari 50° , dan di dalam ruang permesinan dan ruang kecil tidak lebih dari 60° . Pintu yang memberikan akses ke tangga tapak harus berukuran sama seperti tangga tapak¹³.

11.5 Dispensasi dapat diberikan dengan satu sarana penyelamatan diri, perhatian harus diberikan pada sifat dan lokasi ruangan serta pada jumlah orang yang biasanya tinggal atau menggunakan ruangan tersebut.

11.6 Koridor buntu yang memiliki panjang lebih dari 7 m tidak diizinkan. Koridor buntu adalah koridor atau bagian koridor yang dari tempat tersebut hanya ada satu jalur penyelamatan diri.

11.7 Jika stasiun radio telegraf tidak mempunyai akses langsung ke geladak terbuka, dua sarana penyelamatan diri dari atau menuju ke stasiun tersebut harus disediakan, salah satunya boleh berupa lubang atau jendela dengan ukuran yang cukup atau sarana lainnya untuk memberi penyelamatan diri darurat.

11.8 Paling sedikit dua sarana harus disediakan didalam ruang muat ro-ro dimana awak kapal biasa bekerja. Jalur penyelamatan diri harus menyediakan penyelamatan yang aman ke geladak embarkasi sekoci penolong dan rakit penolong serta harus terletak pada ujung depan dan belakang ruangan.

11.9 Dua sarana penyelamatan diri harus disediakan dari tiap ruang permesinan kategori A. Khususnya, salah satu persyaratan berikut harus dipenuhi:

11.9.1 Dua pasang tangga baja yang terpisah sejauh mungkin, menuju ke pintu-pintu di bagian atas ruangan yang terpisah dengan cara yang serupa dan yang mana disediakan akses ke geladak terbuka. Salah satu dari tangga-tangga tersebut harus diletakkan didalam penutup berpelindung yang mempunyai integritas kebakaran, termasuk nilai isolasi, sesuai dengan Tabel 22.5 dan 22.6 untuk ruangan kategori [4] dari bagian bawah ruangan sampai ke posisi yang aman diluar ruangan. Pintu yang dapat menutup sendiri dengan standar integritas kebakaran yang sama harus dipasang dalam ruang tertutup tersebut. Tangga harus dipasang permanen sedemikian rupa sehingga panas tidak disalurkan ke dalam penutup melalui titik pemasangan yang tidak berisolasi. Penutup berpelindung tersebut harus mempunyai ukuran internal minimum 800 mm × 800 mm, dan harus mempunyai lampu darurat; atau

11.9.2 Satu tangga baja menuju ke pintu di bagian atas ruangan yang mana disediakan akses ke geladak terbuka dan sebagai tambahan, di bagian bawah dari ruangan dan pada posisi yang cukup terpisah dari tangga tersebut, sebuah pintu baja yang dapat dioperasikan dari kedua sisi dan yang memberikan akses ke jalur penyelamatan diri yang aman dari bagian bawah ruangan tersebut ke geladak terbuka.

11.9.3 Untuk kapal dengan tonase kotor kurang dari 1000 GT dapat diberi dispensasi dengan satu sarana penyelamatan diri, perhatian harus diberikan pada ukuran dan letak dari bagian atas ruangan.

11.9.4 Dalam ruang mesin kemudi, sarana penyelamatan diri yang kedua harus disediakan bila kemudi darurat diletakkan di dalam ruang itu, kecuali jika ada jalan langsung ke geladak terbuka.

11.10 Dari ruang permesinan selain kategori A; dua jalur penyelamatan diri harus disediakan kecuali bahwa satu jalur penyelamatan diri dapat disetujui untuk ruangan yang hanya dimasuki sesekali, dan untuk ruangan dimana jarak maksimum ke pintu adalah 5,0 m atau kurang.

11.11 Pada kapal yang dibangun pada atau setelah 1 Januari 2016, semua tangga miring/tangga tapak yang dipasang untuk memenuhi paragraf 11.9 dengan anak tangga terbuka di ruang permesinan menjadi bagian dari atau yang memberikan akses ke jalur penyelamatan diri tetapi tidak terletak di dalam penutup yang berpelindung harus terbuat dari baja. Tangga miring/tangga tapak tersebut harus dilengkapi dengan

pelindung baja yang terpasang pada bagian bawahnya, seperti untuk memberikan perlindungan personel yang keluar terhadap panas dan api yang berasal dari bawah.

11.12 Pada kapal yang dibangun pada atau setelah 1 Januari 2016, dua sarana penyelamatan diri harus disediakan dari ruang control permesinan yang terletak di dalam ruang permesinan kategori "A". Setidaknya salah satu dari jalur penyelamatan diri ini harus menyediakan perlindungan kebakaran terus menerus ke posisi aman di luar ruang permesinan.

11.13 Pada kapal yang dibangun pada atau setelah 1 Januari 2016, dua sarana penyelamatan diri harus disediakan dari bengkel utama yang terletak di dalam ruang permesinan kategori "A". Setidaknya salah satu dari jalur penyelamatan diri ini harus menyediakan perlindungan kebakaran terus menerus ke posisi aman di luar ruang permesinan.

12. Item lain-lain

12.1 Ruang muat dan ruang permesinan harus dapat dikedapkan secara efektif sedemikian rupa untuk mencegah masuknya udara. Pintu yang dipasang pada sekat pembatas ruang permesinan kategori A harus cukup kedap gas dan dapat menutup sendiri.

12.2 Konstruksi dan perencanaan sauna Lihat [B.11.5](#).

13. Perlindungan Ruang Muat

13.1 Perencanaan pemadam kebakaran di dalam ruang muat

Perencanaan pemadam kebakaran sesuai dengan [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12](#) harus disediakan untuk ruang muat.

14. Perlindungan Ruang Kendaraan dan Ruang Ro-ro

14.1 Deteksi kebakaran

Harus disediakan sistem deteksi kebakaran dan alarm kebakaran permanen dari jenis persetujuan tipe (lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12](#)).

Contoh sistem deteksi penyedot asap dari jenis persetujuan tipe (lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12](#)) dapat disetujui sebagai yang setara, kecuali untuk ruangan ro-ro terbuka dan ruangan kendaraan.

14.2 Perencanaan pemadam kebakaran

14.2.1 Ruang kendaraan dan ruang ro-ro yang dapat ditutup dari sebuah lokasi diluar ruang muat harus dilengkapi dengan sistem pemadam kebakaran gas permanen dari jenis persetujuan tipe (lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12](#)).

14.2.2 Ruang ro-ro dan ruang kendaraan yang tidak dapat ditutup harus dilengkapi dengan sistem penyemprot air bertekanan tetap untuk pengoperasian secara manual dari jenis persetujuan tipe (lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12](#)).

14.3 Sistem ventilasi

Ruang kendaraan dan ruang ro-ro tertutup harus dilengkapi dengan sistem ventilasi listrik yang efektif yang cukup untuk memberikan sekurang-kurangnya 6 kali pertukaran udara per jam.

Disamping itu, laju pertukaran udara yang tinggi disyaratkan pada waktu operasi bongkar muat dan/atau tergantung pada instalasi listrik.

Sistem untuk ruang muat tersebut harus sepenuhnya dipisahkan dari sistem ventilasi lain dan harus beroperasi setiap saat ketika kendaraan berada di dalam ruangan tersebut. Saluran-saluran ventilasi yang melayani ruang muat tersebut yang dapat ditutup secara efektif harus dipisahkan untuk tiap ruangan tersebut. Sistem tersebut harus dapat dikontrol dari posisi diluar ruang tersebut.

Ventilasi harus sedemikian rupa sehingga dapat mencegah stratifikasi udara dan pembentukan kantong udara.

Peralatan harus disediakan untuk memberikan indikasi pada anjungan navigasi setiap kehilangan atau pengurangan kapasitas ventilasi yang disyaratkan.

Pengaturan harus disediakan untuk memungkinkan mematikan dengan cepat dan penutupan yang efektif dari sistem ventilasi jika terjadi kebakaran, dengan memperhatikan kondisi cuaca dan laut.

Saluran ventilasi, termasuk peredam api, harus terbuat dari baja.

Bukaan permanen pada pelat sisi, ujung-ujung atau geladak atas dari ruangan tersebut harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga kebakaran yang terjadi dalam ruang muat tidak membahayakan daerah penyimpanan muatan dan stasiun embarkasi kapal penyelamat dan ruang akomodasi, ruang operasional dan stasiun kontrol di bangunan atas dan rumah geladak diatas ruang muat.

15. Persyaratan khusus untuk kapal yang mengangkut barang-barang berbahaya

15.1 Ventilasi

Ventilasi listrik yang memadai harus disediakan di ruang muat tertutup. Pengaturannya harus sedemikian rupa sehingga dapat memberikan sekurang-kurangnya enam kali pertukaran udara per jam di ruang muat berdasarkan ruang muat kosong dan untuk menghilangkan uap dari bagian atas atau bawah ruang muat.

Kipas harus sedemikian rupa sehingga dapat menghindari kemungkinan penyalakan api dari campuran udara gas yang dapat terbakar. Pelindung kisi-kisi kawat yang sesuai harus dipasang diatas buaan saluran masuk dan keluar ventilasi.

Ventilasi alami harus disediakan didalam ruang muat tertutup yang digunakan untuk mengangkut barang padat berbahaya dalam bentuk curah, dimana tidak ada persyaratan untuk ventilasi mekanis.

15.2 Isolasi pada pembatas ruang permesinan

Sekat yang membentuk pembatas antara ruang muat dan ruang permesinan kategori A harus diisolasi dengan standar "A-60", kecuali jika barang-barang berbahaya disimpan sekurang-kurangnya sejauh 3,0 m arah horisontal dari sekat tersebut. Pembatas lain antara ruang tersebut harus diisolasi dengan standar "A-60".

15.3 Pemisahan ruangan-ruangan

15.3.1 Pada kapal yang mempunyai ruang ro-ro, pemisahan harus disediakan diantara ruang ro-ro tertutup dan ruang ro-ro terbuka yang berdekatan. Pemisahan harus sedemikian rupa sehingga dapat meminimalkan lewatnya uap dan cairan berbahaya diantara ruangan-ruangan tersebut

Sebagai alternatif, pemisahan tersebut tidak perlu disediakan jika ruang ro-ro dianggap sebagai ruang muat tertutup pada keseluruhan panjangnya dan harus sepenuhnya memenuhi persyaratan [14](#).

15.3.2 Pada kapal yang mempunyai ruang ro-ro, pemisahan harus disediakan diantara ruang ro-ro tertutup dan gedalak terbuka yang berdekatan. Pemisahan harus sedemikian rupa sehingga dapat meminimalkan lewatnya uap dan cairan berbahaya diantara ruangan-ruangan tersebut. Sebagai alternatif, pemisahan tersebut tidak perlu disediakan jika ruang ro-ro sesuai dengan yang disyaratkan untuk barang-

barang berbahaya yang diangkut pada geladak cuaca yang berdekatan.

15.4 Item lain-lain

Jenis dan jangkauan peralatan pemadam kebakaran ditentukan pada [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12](#).

Peralatan listrik dan kabel harus memenuhi persyaratan [Rules for Electrical Installations \(Pt.1, Vol.IV\) Sec.16](#).

F. Kapal Tangki Minyak 500 GT atau lebih

(Persyaratan ini merupakan tambahan untuk persyaratan E kecuali ditetapkan lain pada 3 dan 4).

1. Pemberlakuan

1.1 Kecuali dinyatakan lain, bab ini berlaku untuk kapal tangki yang mengangkut minyak mentah dan produk minyak bumi yang memiliki titik nyala tidak lebih besar dari 60° C (uji cangkir tertutup), seperti ditentukan oleh alat titik nyala yang diakui dan tekanan uap Reid yang dibawah tekanan atmosfer dan produk cairan lainnya yang mempunyai bahaya kebakaran yang sama.

1.2 Jika muatan cair selain yang disebutkan pada [1.1](#) atau gas cair yang memberikan bahaya kebakaran tambahan direncanakan akan diangkut, maka persyaratan pada [Rules for Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk \(Pt.1, Vol.IX\)](#) dan persyaratan pada [Rules for Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk \(Pt.1, Vol.X\)](#) harus dipertimbangkan.

1.3 Kapal tangki yang mengangkut produk minyak bumi yang memiliki titik nyala lebih dari 60° C (uji cangkir tertutup) seperti ditentukan oleh alat titik nyala yang disetujui harus memenuhi persyaratan E.

1.4 Kapal tangki kimia dan kapal pengangkut gas harus memenuhi persyaratan pada bab ini, kecuali berlaku tindakan pencegahan keselamatan lain dan tambahan sesuai [Rules for Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk \(Pt.1, Vol.IX\)](#) dan persyaratan pada [Rules for Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk \(Pt.1, Vol.X\)](#) berlaku.

2. Konstruksi

2.1 Dinding luar bangunan atas dan rumah geladak yang menutupi ruang akomodasi dan ruang operasional dan termasuk geladak gantung yang menempati ruang akomodasi tersebut, harus diisolasi dengan standar "A-60" untuk keseluruhan bagian yang menghadap daerah muatan dan pada sisi bagian luar sejauh 3,0 m dari dinding ujung yang menghadap daerah muatan. Dalam hal sisi bangunan atas dan rumah geladak tersebut, isolasi tersebut harus diberikan sampai dengan sisi bawah geladak anjungan.

2.2 Jalan masuk, saluran masuk udara dan bukaan ke ruang akomodasi, ruang operasional dan stasiun kontrol tidak boleh menghadap ke daerah muatan. Ruangan tersebut harus diletakkan pada sekat ujung yang tidak menghadap ke daerah muatan dan/atau pada sisi bagian luar bangunan atas atau rumah geladak pada jarak sekurang-kurangnya 4% dari panjang kapal tetapi tidak kurang dari 3,0 m dari ujung bangunan atas atau rumah geladak yang menghadap daerah muatan. Namun demikian, jarak ini tidak perlu lebih dari 5,0 m.

Pada daerah ini, pintu ke ruangan-ruangan tersebut yang tidak mempunyai akses ke ruang akomodasi, ruang operasional dan stasiun kontrol, seperti stasiun kontrol muatan, kamar perlengkapan, gudang dan ruang permesinan dapat diizinkan dengan syarat dinding dari ruangan-ruangan tersebut diisolasi dengan standar "A-60". Pelat yang dibuat untuk mengangkat permesinan dapat dipasang didalam batas daerah tersebut. Pintu anjungan navigasi dan jendela rumah kemudi dapat diletakkan didalam daerah ini,

sepanjang daerah tersebut didesain sedemikian rupa sehingga pengedapan terhadap gas dan uap yang cepat dan efisien dari anjungan navigasi dapat dijamin.

2.3 Jendela dan jendela bundar yang menghadap daerah muatan dan pada sisi bangunan atas dan rumah geladak didalam batas yang ditentukan pada [2.2](#) harus dari tipe permanen (tidak dapat dibuka)³.

Jendela dan jendela bundar tersebut, kecuali jendela rumah kemudi, harus dibuat dengan standar kelas "A-60" dan harus dari jenis persetujuan tipe, kecuali standar kelas "A-0" dapat diterima untuk jendela dan jendela bundar di luar batas yang ditentukan dalam [2.1](#).

2.4 Jendela cahaya ke ruang pompa muatan harus dari baja, tidak boleh mengandung kaca dan harus dapat ditutup dari sisi bagian luar ruang pompa.

2.5 Selanjutnya persyaratan [Bab 24](#), paragraf [A.4](#) harus ditaati.

3. Struktur, Sekat didalam Ruang Akomodasi, Ruang Operasional dan Detail Konstruksi

Untuk pemberlakuan persyaratan [E.2](#), [E.3](#) dan [E.9](#) pada kapal tangki, hanya metode IC seperti ditetapkan pada [E.2.1.1](#) yang harus digunakan.

4. Integritas Kebakaran Sekat dan Geladak

4.1 Sebagai pengganti persyaratan [E.4](#) dan sebagai tambahan untuk memenuhi persyaratan khusus untuk integritas kebakaran sekat dan geladak yang disebutkan dibagian lain dalam Bab ini, integritas kebakaran minimum sekat dan geladak harus seperti yang ditentukan pada [Tabel 22.7](#) dan [22.8](#).

4.2 Persyaratan berikut mengatur penggunaan tabel-tabel:

[Tabel 22.7](#) dan [22.8](#) masing-masing berlaku untuk sekat dan geladak yang memisahkan ruangan-ruangan yang berdekatan.

4.3 Sebagai tujuan penentuan standar integritas kebakaran yang sesuai untuk diterapkan pada pembatas antara ruangan-ruangan yang berdekatan, maka ruangan-ruangan tersebut diklasifikasikan menurut resiko kebakarannya seperti yang ditunjukkan dalam kategori [1] sampai [10]. Apabila isi dan penggunaan ruangan tersebut menimbulkan keraguan dalam pengklasifikasian untuk tujuan regulasi ini, atau bila memungkinkan untuk menentukan dua kelas atau lebih untuk satu ruangan, maka ruangan tersebut harus diperlakukan sebagai ruangan dalam kategori yang relevan dengan persyaratan pembatas yang paling berat. Ruangan yang lebih kecil dan tertutup dalam suatu ruangan yang mempunyai bukaan lalu lintas ke ruangan tersebut kurang dari 30% dianggap sebagai ruangan terpisah. Integritas kebakaran dari sekat pembatas ruangan kecil tersebut harus sesuai dengan yang ditentukan pada [Tabel 22.7](#) dan [Tabel 22.8](#). Judul dari tiap-tiap kategori bersifat tipikal bukan restriktif. Angka dalam tanda kurung didepan tiap tiap kategori mengacu pada nomor kolom atau nomor baris pada tabel.

Tabel 22.7 Integritas kebakaran sekat yang memisahkan ruangan yang berdekatan

Ruangan	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
Stasiun kontrol	[1]	A-0 ³	A-0	A-60	A-0	A-15	A-60	A-15	A-60	A-60
Koridor	[2]		C	B-0	B-0 A-0 ¹	B-0	A-60	A-0	A-60	A-0
Ruang akomodasi	[3]			C	B-0 A-0 ¹	B-0	A-60	A-0	A-60	A-0
Tangga tapak	[4]				B-0 A-0 ¹	B-0 A-0 ¹	A-60	A-0	A-60	A-0
Ruang operasional (resiko rendah)	[5]					C	A-60	A-0	A-60	A-0
Ruang mesin kategori A	[6]						6	A-0	A-0 ⁴	A-60
Ruang mesin lainnya	[7]							A-0 ²	A-0	A-0
Ruang pompa muatan	[8]								6	A-60
Ruang operasional (resiko tinggi)	[9]								A-0 ²	6
Geladak terbuka	[10]									-

Catatan yang diberlakukan untuk Tabel 22.7 dan 22.8, sesuai dengan keperluannya

1. Untuk klarifikasi mengenai mana yang berlaku, lihat D.3 dan D.5
2. Jika ruangan-ruangan mempunyai nomor kategori sama dan terlihat superskrip 2, maka sekat atau geladak dengan peringkat yang ditunjukkan dalam Tabel hanya disyaratkan jika ruang-ruang yang berdekatan digunakan untuk tujuan yang berbeda, misalnya pada kategori [9]. Dapur yang bersebelahan dengan dapur lain tidak memerlukan sekat tetapi dapur disebelah ruang cat memerlukan sekat "A-0".
3. Sekat yang memisahkan ruang kemudi, ruang peta dan ruang radio satu sama lain boleh kelas "B-0"
4. Sekat dan geladak diantara ruang pompa muatan dan ruang permesinan kategori A dapat ditembus oleh paking poros pompa muatan dan penembusan paking serupa, dengan syarat paking kedap gas dengan pelumas yang efisien atau alat lain untuk menjamin ketetapan paking gas dipasang didaerah sekat atau geladak.
5. Isolasi kebakaran tidak perlu dipasang jika ruang mesin kategori [7], mempunyai sedikit atau tanpa resiko kebakaran.
6. Jika angka 6 terlihat pada Tabel, maka pemisah disyaratkan harus dari baja atau material lain yang setara namun tidak disyaratkan harus standar kelas "A".

Tabel 22.8 Integritas kebakaran geladak yang memisahkan ruangan yang berdekatan

Ruangan atas	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
Ruangan bawah										
Stasiun kontrol	[1]	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-60	A-0	-	A-0
Koridor	[2]	A-0	6	6	A-0	6	A-60	A-0	-	A-0
Ruang akomodasi	[3]	A-60	A-0	6	A-0	6	A-60	A-0	-	A-0
Tangga tapak	[4]	A-0	A-0	A-0	6	A-0	A-60	A-0	-	A-0
Ruang operasional (resiko rendah)	[5]	A-15	A-0	A-0	A-0	6	A-60	A-0	-	A-0
Ruang mesin kategori A	[6]	A-60	A-60	A-60	A-60	A-60	6	A-60 ⁵	A-0	A-60
Ruang mesin lainnya	[7]	A-15	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	6	A-0	A-0
Ruang pompa muatan	[8]	-	-	-	-	-	A-0 ⁴	A-0	6	-
Ruang operasional (resiko tinggi)	[9]	A-60	A-0	A-0	A-0	A-0	A-60	A-0	-	A-0 ²
Geladak terbuka	[10]	6	6	6	6	6	6	6	6	-

Lihat catatan pada Tabel 22.7

[1] **Stasiun kontrol**

Ruangan yang berisi sumber tenaga dan penerangan darurat. Ruang kemudi dan ruang peta. Ruangan yang berisi peralatan radio kapal. Stasiun pengontrol kebakaran. Ruang kontrol mesin penggerak jika terletak diluar ruang mesin penggerak. Ruangan yang berisi peralatan alarm kebakaran terpusat.

[2] **Koridor**

Koridor dan lobi.

[3] **Ruang akomodasi**

Ruangan yang digunakan untuk ruang umum, kamar mandi, kabin, kantor, rumah sakit, bioskop, ruang bermain dan hobi, ruang cukur, dapur yang tidak terdapat peralatan memasak dan ruangan-ruangan sejenis.

[4] **Tangga tapak**

Interior tangga tapak, lift, bubungan penyelamatan diri darurat yang sepenuhnya tertutup dan tangga berjalan (selain dari semua tangga yang terdapat di dalam ruang permesinan) untuk penumpang dan awak kapal dan selubungnya.

Dalam hubungan ini, tangga tapak yang hanya tertutup pada satu tingkat saja harus dianggap sebagai bagian dari ruangan dimana tangga tersebut tidak dipisahkan oleh pintu kebakaran.

[5] **Ruang operasional (resiko rendah)**

Lemari dan gudang yang tidak memiliki fasilitas untuk penyimpanan cairan yang mudah terbakar dan mempunyai luas kurang dari $4,0 \text{ m}^2$ dan ruang pengering serta ruang cuci.

[6] **Ruang mesin kategori A**

Ruangan dan bubungan menuju ruangan tersebut yang berisi:

mesin pembakaran dalam yang digunakan sebagai penggerak utama; atau

mesin pembakaran dalam yang digunakan untuk keperluan selain penggerak utama dimana mesin tersebut mempunyai keluaran tenaga total tidak kurang dari 375 kW; atau

ketel dengan pembakar minyak atau unit bahan bakar minyak.

[7] **Ruang mesin lain**

Ruangan selain ruang permesinan kategori A, yang berisi mesin penggerak, ketel, unit bahan bakar, mesin uap dan mesin pembakaran dalam, generator dan mesin listrik besar, stasiun pengisian minyak, ruang pendingin, stabiliser, ventilasi dan mesin pendingin udara, dan ruangan-ruangan sejenis, dan bubungan menuju ruangan tersebut. Ruangan peralatan listrik (penyambung telepon otomatis, ruang saluran pendingin udara).

[8] **Ruang Pompa Muatan**

Ruang yang berisi pompa muatan dan pintu masuk serta bubungan ke ruang tersebut.

[9] **Ruang operasional (resiko tinggi)**

Dapur, pantri yang berisi perlengkapan memasak, sauna, ruang cat dan lampu, lemari dan gudang yang memiliki luas $4,0 \text{ m}^2$ atau lebih, ruangan untuk penyimpanan cairan yang mudah terbakar, dan bengkel selain yang merupakan bagian dari ruang permesinan.

[10] Geladak terbuka

Ruangan geladak terbuka dan tempat untuk berjalan-jalan tertutup yang memiliki resiko kebakaran rendah atau tanpa resiko kebakaran. Ruang terbuka (ruangan disisi luar bangunan atas dan rumah geladak).

4.4 Langit-langit atau pelapis kelas "B" menerus, dalam hubungannya dengan geladak atau sekat yang relevan, dapat disetujui untuk memberikan kontribusi secara keseluruhan atau sebagian pada isolasi dan integritas pemisah yang disyaratkan.

4.5 Dinding luar yang disyaratkan pada [E.3.1](#) harus terbuat dari baja atau material lain yang setara dapat ditembus untuk pemasangan jendela dan jendela bundar asalkan tidak ada persyaratan untuk dinding tersebut harus mempunyai integritas kelas "A" dibagian lain dalam persyaratan ini. Demikian pula, pada dinding tersebut yang tidak disyaratkan harus mempunyai integritas kelas "A", pintu dapat terbuat dari material yang memenuhi persyaratan penggunaannya.

4.6 Penutup permanen lampu kedap gas yang disetujui untuk penerangan ruang pompa muatan dapat diizinkan pada sekat dan geladak yang memisahkan ruang pompa muatan dan ruang lainnya dengan syarat mempunyai kekuatan yang memadai dan integritas serta kekedapan gas dari sekat atau geladak dipertahankan.

4.7 Konstruksi dan perencanaan sauna.

lihat [B.11.5](#).

G. Geladak Helikopter

1. Geladak helikopter harus dari konstruksi baja atau baja tahan api yang setara. Jika ruangan di bawah geladak helikopter membentuk atap geladak dari rumah geladak atau bangunan atas, maka harus diisolasi ke standar kelas "A-60". Jika aluminium atau konstruksi logam leleh rendah lainnya akan diizinkan, ketentuan berikut harus dipenuhi:

1.1 Jika platform merupakan kantilever di sisi kapal, setelah setiap terjadi kebakaran di kapal atau di platform, maka platform tersebut harus dilakukan analisa struktural untuk menentukan kesesuaianya untuk penggunaan lebih lanjut.

1.2 Jika platform terletak di atas geladak kapal atau struktur serupa, kondisi berikut harus dipenuhi:

1.2.1 bagian atas rumah geladak dan sekat di bawah platform tidak boleh memiliki bukaan;

1.2.2 semua jendela di bawah platform harus dilengkapi dengan daun jendela baja.

1.2.3 peralatan pemadam kebakaran yang disyaratkan harus sesuai dengan persyaratan pada [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12](#)

1.2.4 setelah setiap terjadi kebakaran di platform atau didekatnya, platform harus dilakukan analisa struktural untuk menentukan kesesuaianya untuk penggunaan lebih lanjut.

1.3 Geladak helikopter harus dilengkapi dengan sarana utama maupun sarana darurat untuk penyelamatan diri dan akses untuk petugas pemadam kebakaran dan penyelamatan. Sarana ini harus ditempatkan sejauh mungkin dari satu sama lain dan lebih diutamakan pada sisi-sisi yang berlawanan dari geladak helikopter.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 23 Kapal Curah, Kapal Bijih Tambang, dan Kapal dengan Penguatan untuk Muatan Curah dan Muatan Berat

A.	Penguatan untuk Muatan Curah dan Muatan Berat.....	23–1
B.	Kapal Curah.....	23–2
C.	Kapal Bijih Tambang.....	23–12
D.	Beban Izin pada Ruang Muat Mempertimbangan Kebocoran	23–13
E.	Evaluasi Ukuran Konstruksi Sekat Melintang Bergelombang Kedap Air pada Kapal Curah Dengan Mempertimbangkan Ruang Muat Bocor	23–18
F.	Desain Kondisi Pemuatan untuk notasi BC-A, BC-B dan BC-C	23–31
G.	Pemasangan Akil pada Kapal Curah, Kapal Bijih Tambang dan Kapal Muatan Kombinasi ..	23–31
H.	Pengangkutan Gulungan Baja di Kapal Barang Kering Serbaguna	23–32
J.	Evaluasi Ukuran Konstruksi Sekat Melintang Kedap Air Bergelombang antara Ruang muat No. 1 dan 2, dengan Ruang muat No. 1 bocor, untuk Kapal Curah yang sudah jadi.....	23–36
K.	Evaluasi pemuatan ruang muat yang diizinkan pada ruang muat No.1 dengan ruang muat No.1 bocor untuk Kapal curah yang sudah jadi.	23–41
L.	Kriteria pembaharuan untuk gading kulit sisi dan braket di Kapal Curah Kulit Sisi Tunggal dan Kapal OBO Kulit Sisi Tunggal yang tidak dibangun sesuai dengan UR S21 Rev.1 atau revisi selanjutnya	23–43

A. Penguatan untuk Muatan Curah dan Muatan Berat

1. Umum

1.1 Untuk kapal, yang sesekali atau secara reguler mengangkut muatan berat seperti besi, bijih tambang, fospat dll, dan tidak dimaksudkan untuk mendapatkan notasi “**BULK CARRIER**” (lihat [B.](#)) atau “**ORE CARRIER**” (lihat [C.](#)) yang ditambahkan pada karakter klasnya, penguatan sesuai regulasi berikut dianjurkan untuk dilaksanakan.

1.2 Kapal yang memenuhi persyaratan di bawah ini akan mendapat notasi berikut yang ditambahkan pada karakter klasnya "**STRENGTHENED FOR HEAVY CARGO**".

1.3 Dianjurkan untuk memberikan penguatan yang memadai atau perlindungan untuk bagian struktural yang berada dalam wilayah kerja cengkeram.

Sebagai tambahan, kapal-kapal tersebut harus memenuhi Resolusi IMO MSC.277 (85) yang disebutkan di dalam [Rules for Classification and Surveys \(Pt.1, Vol.I\) Sec.2](#).

Persyaratan stabilitas pada [Bab 36](#) berlaku dan sebagai tambahan untuk kapal yang mengangkut biji-bijian dalam bentuk curah, Grain Code berlaku.

1.4 Referensi

1.4.1 Konvensi dan/atau Kode internasional

Paragraf pada Bab ini didasarkan pada konvensi dan/atau kode internasional berikut:

IACS UR S12 Rev.5

IACS UR S17 Rev.10

IACS UR S18 Rev.10

IACS UR S19 Rev.5

IACS UR S20 Rev.6

IACS UR S22 Rev.3

IACS UR S28 Rev.3

Pada akhir setiap paragraf yang relevan, paragraf yang sesuai dengan konvensi dan/atau kode internasional dicantumkan referensi di dalam tanda kurung.

2. Alas ganda

2.1 Bila sistem konstruksi memanjang digunakan pada alas ganda, jarak wrang pelat, pada umumnya, tidak boleh lebih besar dari tinggi alas ganda. Ukuran konstruksi pembujur alas dalam dihitung dengan beban muatan sesuai [Bab 9, B.](#)

Untuk sistem penumpu memanjang , lihat [Bab 8, B.7.5.](#)

2.2 Bila sistem kontruksi melintang digunakan untuk alas ganda, maka wrang pelat sesuai [Bab 8, B.6.](#) harus dipasang pada setiap gading-gading di daerah ruang muat.

2.3 Untuk penguatan alas dalam, puncak tangki tinggi dll, di daerah cengkeram, lihat [B.4.3](#)

2.4 Gambar yang dimasukkan harus berisi detail tentang beban yang diakibatkan oleh muatan yang menjadi dasar perhitungan.

B. Kapal Curah

1. Umum

1.1 Definisi

Kapal curah yang dipertimbangkan didalam Bab ini sebagai "**Single Side Skin Bulk Carrier**" bila satu atau lebih ruang muat hanya dibatasi oleh kulit sisi atau oleh dua dinding kedap air, yang salah satunya adalah kulit sisi, yang jaraknya terpisah kurang dari 1000 mm. Jarak antara dinding kedap air diukur tegak lurus terhadap kulit sisi.

Kapal curah yang dipertimbangkan didalam Bab ini sebagai "**Double Side Skin Bulk Carrier**" bila seluruh ruang muat dibatasi oleh dua dinding kedap air, yang salah satunya adalah kulit sisi, yang jaraknya disepanjang daerah muatan 1000 mm atau lebih. Jarak antara dinding kedap air diukur tegak lurus terhadap kulit sisi.

Untuk jalan masuk lihat [Bab 1, D.1.](#)

1.2 Persyaratan [Bab 1](#) sampai [Bab 22](#) dan persyaratan stabilitas pada [Bab 36](#) berlaku untuk kapal curah kecuali disebutkan lain dalam Bab ini. [A.1.1](#) harus ditaati juga.

1.3 Untuk desain struktur lambung kapal curah dengan $L \geq 90$ m dan kapal dengan berpenggerak sendiri dengan daerah pelayaran samudera tak terbatas, kontrak pembangunan pada dan setelah 1 July 2015¹ dan sesuai dengan definisi pada [1.4](#), maka [Rules for Bulk Carriers and Oil Tankers \(Pt. 1, Vol. XVII\)](#) berlaku.

¹ Mengacu pada Resolusi IMO MSC.290(87) (diadopsi pada 21 Mei 2010), Adopsi Amendments terhadap The International Convention For The Safety Of Life At Sea,, 1974, sebagaimana diubah. Regulasi 3-10 berlaku untuk kapal tanki minyak dengan panjang 150 m ke atas dan kapal curah dengan panjang 150 m ke atas, dibangun dengan dek tunggal, tangki sisi atas dan tangki sisi hopper di ruang muat, tidak termasuk kapal bijih tambang dan kapal muatan kombinasi :
- yang mana kontrak pembangunan ditetapkan pada atau setelah 1 Juli 2016;
- jika tidak ada kontrak pembangunan, peletakan lunas atau berada pada tahap konstruksi yang serupa pada atau setelah 1 Juli 2017; atau
- pengirimannya pada atau setelah 1 Juli 2020.

Sebagi tambahan pada notasi **BULK CARRIER**, kapal ini akan disematkan Notasi CSR.

1.4 Kapal curah berdasar [Rules for Bulk Carriers and Oil Tankers \(Pt. 1, Vol. XVII\)](#) adalah kapal yang umumnya dibangun dengan geladak tunggal, alas ganda, tangki sisi atas dan tangki sisi hoper pada ruang muat, dengan konstruksi kulit tunggal atau ganda sepanjang ruang muat, serta utamanya diperuntukan untuk mengangkut muatan curah kering. Penampang melintang tipikal diberikan pada [Gambar 23.14](#).

1.5 Untuk kapal curah yang juga mengangkut minyak dalam bentuk curah, berlaku juga [Bab 24, G](#).

1.6 Bilamana pengurangan lambung timbul menurut ICLL harus ditetapkan, persyaratan masing-masing dari ICLL harus diperhatikan.

1.7 Ukuran konstruksi dari konstruksi alas ditentukan berdasarkan perhitungan langsung sesuai dengan [Bab 8, B.8](#).

1.8 Untuk perlindungan korosi ruang muat lihat [Bab 38, G](#).

1.9 Untuk persyaratan pengeringan ruang bagian depan kapal curah, lihat [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.11, N](#).

1.10 Untuk sistem deteksi masuknya air pada kapal curah, lihat [Rules for Electrical Installations \(Pt.1, Vol. IV\) Sec.18](#).

2. Kekuatan memanjang

2.1 Umum

Kekuatan memanjang kapal harus memenuhi persyaratan [Bab. 5](#) berapapun panjang kapalnya.

Untuk kondisi pemuatan alternatif [Bab 8, B.8.2.2](#) harus diperhatikan.

2.2 Kebocoran

2.2.1 Selain kondisi pemuatan yang ditentukan dalam [Bab 5, A.4](#) untuk semua kapal curah dengan panjang 150 m ke atas, yang dimaksudkan untuk mengangkut muatan curah padat yang memiliki densitas 1,0 t/m³ atau lebih, dan dengan,

- konstruksi kulit sisi tunggal, atau
- konstruksi kulit sisi ganda dimana setiap bagian dari sekat memanjang terletak di dalam B/5 atau 11,5 m, mana yang lebih kecil, dari sudut sisi kanan kapal ke garis tengah kapal pada garis muat musim panas yang ditetapkan

Kekuatan lambung global yang diperiksa sesuai [Bab 5, C](#) harus cukup untuk kondisi kebocoran yang ditentukan dalam [2.2.3](#), di kondisi muatan dan kondisi balas yang dipertimbangkan dalam perhitungan kekuatan memanjang utuh. Kondisi pemuatan "pelabuhan", "pengedokan apung", "kondisi transitori bongkar muat di pelabuhan" serta "pertukaran air balas" tidak perlu dipertimbangkan.

(IACS UR S17.1)

2.2.2 Kriteria kebocoran

Untuk menghitung berat air yang masuk, asumsi berikut harus dibuat:

- Permeabilitas ruang muat kosong dan volume yang tersisa di ruang muat yang dimuat di atas semua muatan harus diambil 0,95.
- Permeabilitas dan densitas curah yang sesuai harus digunakan untuk setiap muatan yang diangkut. Untuk bijih besi, harus digunakan permeabilitas minimum 0,3 dengan densitas curah yang sesuai sebesar 3,0 t/m³. Untuk semen, permeabilitas minimum 0,3 dengan densitas curah yang sesuai

sebesar $1,3 \text{ t/m}^3$. Dalam hal ini, "permeabilitas" untuk muatan curah padat berarti rasio volume yang dapat dibanjiri antara bagian muatan dengan volume kotor muatan curah.

Untuk kondisi muatan yang dikemas (seperti produk pabrik baja), densitas muatan yang sebenarnya harus digunakan dengan permeabilitas nol.

(IACS UR S17.3)

2.2.3 Kondisi Kebocoran

.1 Ruang muat bocor

Setiap ruang muat harus dianggap bocor satu per satu hingga mencapai garis air keseimbangan. Persyaratan ini harus diterapkan pada *self-unloading bulk carriers* (SUBC) di mana sistem pembongkaran menjaga kedap air selama operasi pelayaran. Pada SUBC dengan sistem pembongkaran yang tidak menjaga kedap air, kekuatan memanjang dalam kondisi bocor harus dipertimbangkan dengan menggunakan perluasan kebocoran yang dapat terjadi.

(IACS UR S17.2.1)

.2 Beban

Beban air tenang dalam kondisi bocor harus dihitung untuk kondisi pemuatan muatan dan balas seperti yang disebutkan di atas.

Momen bending vertikal dan gaya geser yang diakibatkan gelombang dalam kondisi bocor diasumsikan sama dengan 80% beban gelombang, seperti yang diberikan dalam [Bab. 5, B.3.1](#) dan [Bab. 5, B.3.2](#).

2.2.4 Penilaian tegangan

Tegangan lambung global aktual, dalam N/mm^2 , di setiap lokasi diberikan oleh:

$$\sigma_{\text{fld}} = \frac{M_{\text{swf}} + 0,8 \cdot M_{\text{wv}}}{W_z} \cdot 10^3$$

dimana:

M_{swf} = momen bending air tenang pada kondisi bocor [kNm]

M_{wv} = momen bending gelombang seperti yang diberikan di [Bab.5, B.3.1](#) [kNm]

W_z = modulus penampang untuk lokasi yang sesuai di lambung global [cm^3]

Kekuatan geser pada kulit sisi dan lambung bagian dalam (sekat memanjang) jika ada, di setiap lokasi kapal, harus diperiksa sesuai dengan persyaratan yang ditentukan dalam [Bab. 5, D.3](#) di mana Q_{sw} dan Q_{wv} akan diganti masing-masing oleh Q_{swf} dan Q_{wvf} , di mana:

Q_{swf} = gaya geser air tenang pada kondisi bocor [kN]

Q_{wvf} = $0,8 \cdot Q_{\text{wv}}$

Q_{wv} = gaya geser gelombang seperti yang diberikan di [Bab.5, B.3.2](#) [kN]

(IACS UR S17.4)

2.2.5 Kriteria Kekuatan

Struktur yang rusak diasumsikan tetap efektif sepenuhnya dalam menahan beban yang diberikan.

Tegangan izin dan kekuatan tegangan buckling aksial harus sesuai dengan [Bab. 5](#).

3. Definisi

- k = faktor material sesuai Bab 2, B.
- t_K = penambahan korosi sesuai Bab 3, K.
- p_{bc} = tekanan muatan curah sebagaimana ditentukan pada Bab 4, C.1.4.
- a = panjang [m] sisi terpendek bidang pelat (jarak pembujur)
- a_y = percepatan melintang untuk kasus beban yang dipertimbangkan sesuai Bab. 4, E.1 Sebagai perkiraan pertama, tinggi metasentrik \bar{GM} dan pusat gravitasi berikut dari beban gulungan baja z dapat digunakan untuk menentukan a_y .
- \bar{GM} = tinggi metasentrik [m], ditentukan sebagai berikut:
- $$= 0,24 \cdot B$$
- z = pusat gravitasi beban gulungan baja [m], ditentukan sebagai berikut:
- $$= h_{DB} + (1 + 0,866 \cdot (n_1 - 1)) \cdot d_c / 2 \quad [m]$$
- a_v = penambahan percepatan sesuai Bab. 4, C.1.
- B_H = lebar [m] ruang muat
- c_d = koefisien untuk jarak gulungan baja pada arah memanjang kapal, ditentukan sebagai berikut:
- $$= \min\left(0,2 ; \frac{0,3}{l_c}\right)$$
- d_c = diameter [m] gulungan baja
- g = percepatan gravitasi [m/s^2], ditentukan sebagai berikut:
- $$= 9,81$$
- h_{DB} = tinggi [m] alas ganda
- l_c = panjang [m] gulungan baja
- L = sesuai dengan panjang kapal sebagai L, tetapi tidak boleh diambil lebih dari 200 m
- p_L = tekanan muatan curah sesuai Bab.4, C.1.4.
- p_i = beban pada alas dalam sesuai Bab. 4, C.2.1.
- W = masa [kg] satu gulungan baja
- φ = desain sudut roll [$^\circ$], ditentukan sebagai berikut:
- $$= 30$$
- μ = koefesien gesek, ditentukan sebagai berikut:
- $$= 0,3 \quad \text{secara umum}$$
- ρ = masa jenis air laut [t/m^3], ditentukan sebagai berikut:

$$= 1,025$$

$\sigma_{L,i}$ = tegangan lambung global maksimum di alas dalam sesuai Bab. 5, D.

$\sigma_{L,I}$ = tegangan lambung global maksimum di sekat memanjang sesuai Bab. 5, D.

σ_{perm} = desain tengangan izin [N/mm^2], ditentukan sebagai berikut:

$$= \left(0,8 + \frac{L}{450}\right) \cdot \frac{230}{k} \quad \text{untuk } L < 90 \text{ m}$$

$$= \frac{230}{k} \quad \text{untuk } L \geq 90 \text{ m}$$

τ_L = desain tegangan geser maksimum akibat bending lambung global memanjang sesuai Bab. 5,D.

4. Ukuran konstruksi dari struktur alas

4.1 Umum

Ukuran konstruksi dari struktur alas ganda di daerah ruang muat ditentukan dengan perhitungan langsung sesuai Bab 8, B.8.

Untuk kapal sesuai 2.2.1 dan D harus diperhatikan sebagai tambahan.

Catatan:

Atas permintaan, BKI akan melakukan perhitungan untuk struktur alas.

4.2 Wrang di bawah sekat bergelombang

Wrang pelat harus dipasang dibawah lajur pelat hadap sekat bergelombang. Sambungan yang memadai dari elemen sekat bergelombang ke konstruksi alas ganda harus terjamin. Di bawah alas dalam, skalop pada wrang pelat yang disebutkan diatas harus dibatasi hanya pada skalop yang diperlukan untuk perpotongan las. Wrang pelat dan juga lajur pelat hadap harus dilaskan ke alas dalam sesuai dengan tegangan yang harus disalurkan. Umumnya, pengelasan penetrasi penuh atau sebagian harus digunakan, lihat juga E.4.1.1.

4.3 Alas dalam dan bagian miring tangki sisi

4.3.1 Tebal pelat alas dalam ditentukan sesuai Bab 8, B.4.

Ketika menentukan beban pada alas dalam p_i harus digunakan berat jenis muatan yang tidak kurang dari 1,0 t/m³.

Untuk menentukan ukuran konstruksi dari bagian miring tangki sisi, beban p_i tidak boleh diambil kurang dari beban yang dihasilkan dari sudut kemiringan 20°.

4.3.2 Bila pelat telah didesain sesuai formula berikut, berkaitan dengan 9. maka notasi "G" dapat dicantumkan dalam sertifikat di belakang karakter klas:

$$t_G = (0,1 \cdot L + 5) \cdot \sqrt{k} \text{ [mm]}$$

Bagaimanapun, ketebalan tidak perlu lebih dari 30 mm.

Catatan

Tegangan pada pelat alas dalam tergantung utamanya pada penggunaan cengkeram, oleh karena itu, kerusakan pelat tidak dapat dihindari, meskipun telah memenuhi rekomendasi di atas.

4.3.3 Kontinuitas kekuatan yang cukup harus diadakan antara struktur tangki sayap bawah dan struktur memanjang di sebelahnya.

5. Struktur sisi

5.1 Pembujur sisi, penegar memanjang, gading-gading utama

Ukuran konstruksi pembujur sisi ditentukan sesuai [Bab 9, B](#). Penegar memanjang pada slop sisi tangki bawah arus mempunyai modulus penampang yang sama dengan pembujur sisi. Ukuran konstruksinya juga harus diperiksa terhadap beban sesuai [4.3.1](#). Untuk penegar memanjang tangki sisi atas dalam rentang flens bagian atas lambung kapal [Bab 9, B.1.5](#) harus diperhatikan.

(IACS UR S12.4)

5.2 Gading-gading utama dan sambungan ujung

Modulus penampang gading-gading utama kapal curah kulit sisi tunggal harus diperbesar paling sedikit 20% diatas nilai yang disyaratkan [Bab 9, A.2.1.1](#).

Modulus penampang W dari gading dan braket atau braket yang menyatu serta pelat sisi terkait, pada lokasi yang ditunjukkan pada [Gambar 23.1](#), tidak boleh kurang dari dua kali modulus penampang W_F yang disyaratkan untuk daerah pertengahan bentangan gading.

Ukuran braket bawah dan braket atas tidak boleh kurang dari ukuran yang ditunjukkan pada [Gambar 23.2](#).

Kontinuitas struktur dengan sambungan ujung atas dan sambungan ujung bawah gading-gading sisi harus dipastikan berada dalam tangki sisi atas dan tangki hoper dengan braket penghubung seperti yang diperlihatkan pada [Gambar 23.3](#).

(IACS UR S12.4)

Gading-gading harus dari profil buatan simetris dengan braket atas dan braket bawah yang menyatu dan harus dibuat dengan tumit (*toes*) halus.

Pada sambungan dengan braket ujung, flens gading-gading sisi harus dilengkungkan (tidak ditekuk). Radius pelengkungan tidak boleh kurang dari r [mm], diberikan oleh:

$$r = 0,4 \frac{b_f^2}{t_f}$$

dimana b_f dan t_f berturut-turut adalah lebar dan tebal flens braket [mm]. Ujung flens harus ditiruskan.

Pada kapal dengan $L < 190$ m, gading-gading baja biasa boleh tidak simetris dan dipasang dengan braket yang terpisah. Pelat hadap atau flens braket harus ditirus pada kedua ujungnya. Braket harus dipasang dengan tumit (*toes*) halus.

Perbandingan tinggi bilah dengan tebal gading-gading tidak boleh melebihi nilai berikut:

$$\frac{h_w}{t_w} = 60 \cdot \sqrt{k} \text{ untuk gading-gading dengan flens simetris}$$

$$\frac{h_w}{t_w} = 50 \cdot \sqrt{k} \text{ untuk gading-gading dengan flens tidak simetris}$$

Lebar flens yang menggantung b_1 tidak boleh lebih dari $10 \sqrt{k}$ kali tebal flens, lihat [Gambar 23.1](#).

(IACS UR S12.5)

Di daerah ruang muat terdepan, gading-gading sisi dengan penampang tidak simetris harus diberi braket tripping pada setiap dua jarak gading-gading sesuai [Bab 9, A.5.5.](#)

(IACS UR S12.6)

Bila pembuktian kekuatan lelah sesuai [Bab 20](#) dilaksanakan untuk gading-gading utama, maka pembuktian ini harus didasarkan pada ukuran konstruksi tanpa mengikutsertakan penambahan 20% modulus penampang.

Untuk konfigurasi kapal curah yang mempunyai tangki hoper dan tangki sisi atas, tebal minimum bilah gading-gading dalam ruang muat dan ruang balas tidak boleh kurang dari:

$$t_{w,\min} = C (7,0 + 0,03 \cdot L) \quad [\text{mm}]$$

dimana L tidak perlu diambil lebih besar dari 200 m

C = 1,15	untuk bilah gading-gading di daerah ruang muat terdepan
= 1,00	untuk bilah gading-gading di daerah ruang muat lainnya

(IACS UR S12.3)

Tebal braket pada ujung bawah gading-gading tidak boleh kurang dari tebal bilah gading-gading yang disyaratkan t_w atau $t_{w,\min} + 2,0$ mm, diambil nilai yang lebih besar.

Tebal braket atas gading-gading tidak boleh kurang dari yang lebih besar dari t_w dan $t_{w,\min}$.

(IACS UR S12.4)

5.3 Tebal minimum pelat kulit sisi

Tebal pelat kulit sisi yang berada antara tangki hoper dan tangki sayap atas tidak boleh kurang dari $t_{p,\min}$ [mm] yang diberikan oleh :

$$t_{p,\min} = \sqrt{L} \quad [\text{mm}]$$

(IACS UR S12.8)

5.4 Sambungan las gading-gading dan braket ujung

Las ganda menerus harus digunakan untuk sambungan gading-gading dan braket ke kulit sisi, pelat tangki hoper dan pelat tangki sayap atas dan sambungan bilah ke pelat hadap.

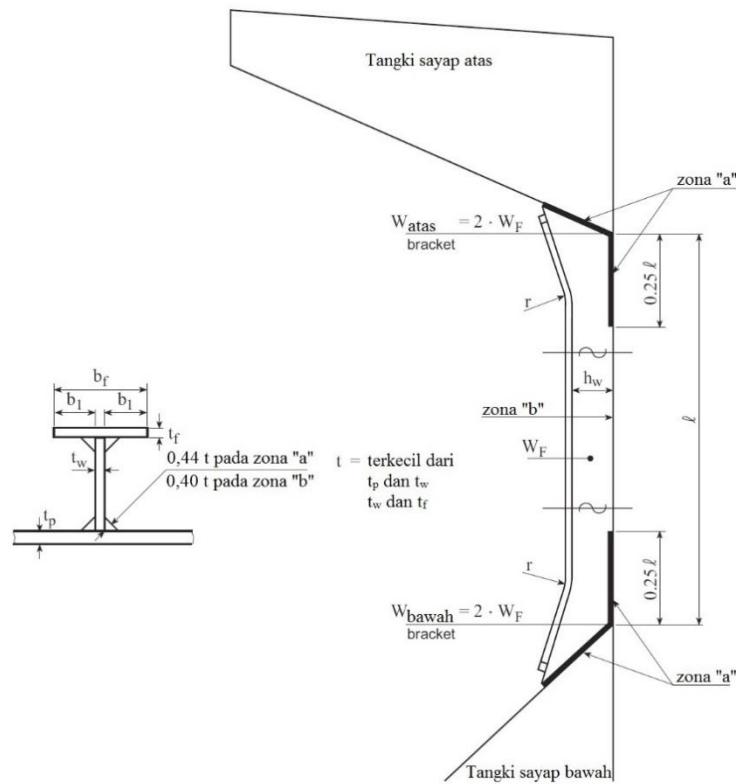
tersebut Untuk tujuan, leher las harus (lihat [Gambar 23.1](#)):

- $0,44 \cdot t$ pada zona "a"
- $0,40 \cdot t$ pada zona "b"

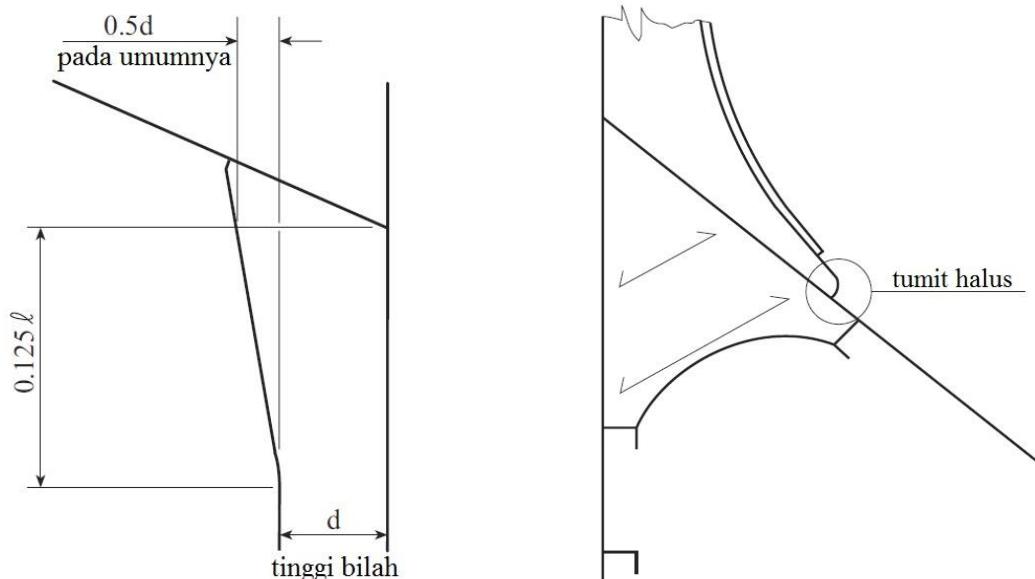
dimana t adalah tebal pelat yang lebih tipis dari dua bagian yang disambung.

Bila bentuk lambung sedemikian rupa sehingga tidak memungkinkan las sudut yang efektif, maka persiapan tepi dari bilah gading-gading dan braket dapat disyaratkan, guna menjamin efisiensi yang sama dengan sambungan las yang disebutkan diatas.

(IACS UR S12.7)



Gambar 23.1 Gading-gading sisi kapal muatan curah kulit sisi tunggal



Gambar 23.2 Ukuran braket atas dan bawah gading-gading sisi

Gambar 23.3 Braket Penyambung dalam tangki hoper

6. Tangki sisi atas

6.1 Tebal pelat tangki sisi atas ditentukan sesuai Bab 12.

6.2 Bila sistem kontruksi melintang digunakan untuk dinding memanjang tangki sisi atas dan untuk pelat sisi disekitar tangki sisi atas, maka penegar dinding memanjang harus didesain sesuai dengan Bab 12, dan gading-gading melintang pada kulit sesuai dengan Bab 9, A.3.

- 6.3 Kekuatan bukling struktur tangki sisi atas harus diperiksa sesuai dengan [Bab 3, F](#).
- 6.4 Kontinuitas kekuatan yang cukup harus disediakan antara konstruksi tangki sisi atas dan konstruksi memanjang yang berdekatan.

7. Pelintang pada tangki sayap

Pelintang pada tangki sayap ditentukan sesuai dengan [Bab 12, B.3](#). untuk beban yang dihasilkan dari ketinggian air atau untuk beban muatan. Beban yang lebih besar harus dipertimbangkan.

Ukuran konstruksi pelintang pada tangki sayap bawah harus juga diperiksa untuk beban sesuai dengan [4.3.1](#).

8. Sekat ruang muat

Persyaratan berikut berlaku untuk sekat ruang muat berdasarkan kondisi pemuatan menurut [Bab 5, A.4](#).

Untuk kapal dengan sekat ruang muat melintang vertikal bergelombang sesuai [Bab 5,G](#). persyaratan dari E dilakukan sebagai tambahan untuk menjamin kekuatannya pada kondisi ruang muat bocor.

- 8.1 Ukuran konstruksi sekat ruang muat ditentukan berdasarkan persyaratan konstruksi tangki sesuai [Bab 12, B.](#), dimana beban p_{bc} sesuai [Bab 4, C.1.4](#) digunakan untuk beban p .
- 8.2 Ukuran konstruksi tidak boleh kurang dari ukuran yang disyaratkan untuk sekat kedap air sesuai [Bab 11](#). Tebal pelat, dalam hal apapun tidak boleh diambil kurang dari 9,0 mm.
- 8.3 Ukuran konstruksi sekat ruang muat harus diverifikasi dengan perhitungan langsung. Tegangan izin diberikan dalam [Bab. 11, B.5.3.1](#).
- 8.4 Diatas sekat bergelombang vertikal, penumpu melintang dengan bilah ganda harus dipasang dibawah geladak, untuk membentuk tepi atas sekat bergelombang. Penumpu melintang tersebut harus mempunyai ukuran konstruksi sebagai berikut :

- tebal bilah = tebal pelat lajur atas sekat
- tinggi bilah $\approx \frac{B}{22}$
- pelat hadap (tebal) = 1,5 kali tebal pelat lajur atas sekat.

Lihat juga [E.4.1.3](#).

- 8.5 Sekat melintang bergelombang vertikal pada ruang muat harus mempunyai lajur pelat rata berpenegar pada sisi kapal. Lebar lajur pelat harus $0,15H$ bila panjang ruang muat 20 m. Bila panjang ruang muat lebih besar/lebih kecil, maka lebar lajur pelat harus ditambah/dikurangi secara proporsional.

9. Ambang lubang palka, sekat memanjang

9.1 Ambang

Ukuran konstruksi pelat ambang lubang palka harus ditentukan sedemikian rupa sehingga menjamin perlindungan yang efisien terhadap kerusakan mekanis oleh cengkeram.

Pelat ambang harus mempunyai tebal minimum 15 mm. Stay harus dipasang pada tiap gading-gading. Ambang palka memanjang harus diteruskan dengan cara yang sesuai melewati sudut palka.

Disekitar sudut palka las penetrasi penuh dengan sambungan T-tirus ganda atau sambungan T-tirus tunggal dapat disyaratkan untuk hubungan pelat ambang dengan pelat geladak.

Alur tali kawat disekitar bukaan ruang muat harus dicegah dengan memasang pelindung yang sesuai seperti palang setengah bundar pada penumpu sisi palka (yaitu bagian atas pelat tangki sisi atas), balok ujung palka di ruang muat dan bagian atas ambang palka.

Lihat juga [Bab. 17](#).

9.2 Sekat memanjang

Bila sekat memanjang yang terkena cengkeram harus mempunyai penambahan korosi umum sesuai dengan [Bab 3, K.2](#). dengan $t_k = 2,5$ mm yang terkait dengan [4.3.2](#) dan [9.1](#), maka pada Sertifikat dapat dicantumkan notasi **G** dibelakang karakter kelas.

10. Informasi pemuatan untuk Kapal Curah, Kapal Bijih Tambang dan Kapal Muatan Kombinasi

10.1 Umum, definisi

10.1.1 Persyaratan ini merupakan tambahan untuk persyaratan yang ditetapkan pada [Bab 5, A.4.3](#) dan berlaku untuk dan Kapal Muatan Kombinasi dengan panjang 150 m atau lebih, dan merupakan persyaratan minimum untuk informasi pemuatan.

10.1.2 Semua kapal yang termasuk dalam kategori Bab ini harus dilengkapi dengan petunjuk pemuatan yang disetujui dan instrumen pemuatan berbasis komputer yang disetujui.

10.1.3 Berlaku definisi berikut :

Petunjuk pemuatan adalah dokumen tambahan terhadap definisi yang diberikan pada [Bab 5, A.4.1.3](#) menjelaskan :

- untuk kapal curah, kurva distribusi (*envelope*) dan batas izin dari momen bending dan gaya geser air tenang pada kondisi ruang muat bocor sesuai dengan [2.2](#).
- ruang muat atau kombinasi ruang muat mana yang boleh kosong pada sarat penuh. Jika tidak ada ruang muat yang diizinkan kosong pada sarat penuh, maka hal tersebut harus dinyatakan dengan jelas pada petunjuk pemuatan.
- massa maksimum yang diizinkan dan massa minimum muatan dan isi alas ganda yang disyaratkan pada tiap ruang muat sebagai fungsi dari sarat pada posisi tengah ruang muat.
- massa muatan maksimum yang diizinkan dan massa muatan minimum yang disyaratkan dan isi alas ganda dari dua ruang muat yang berdekatan sebagai fungsi dari sarat rata-rata di daerah ruang muat tersebut. Sarat rata-rata ini dapat dihitung dengan merata ratakan sarat pada kedua posisi tengah ruang muat.
- pembebaan maksimum tangki atas yang diizinkan bersama dengan spesifikasi dari sifat muatan selain muatan curah.
- beban maksimum yang diizinkan pada geladak dan tutup palka. Jika kapal tidak disetujui untuk membawa muatan diatas geladak atau tutup palka, maka hal ini harus dinyatakan dengan jelas dalam petunjuk pemuatan
- kecepatan maksimum perubahan balas bersama dengan saran agar rencana pemuatan harus disepakati dengan terminal berdasarkan kecepatan perubahan balas yang dapat dicapai.

Instrumen pemuatan adalah sistem komputer yang disetujui sebagai tambahan terhadap persyaratan yang diberikan pada [Bab 5, A.4.1.3](#) harus dapat memastikan bahwa:

- massa muatan yang dizinkan dan isi alas ganda disekitar masing-masing ruang muat sebagai fungsi dari sarat kapal pada posisi tengah ruang muat
- massa muatan yang diizinkan dan isi alas ganda di dalam dua ruang muat yang berdekatan sebagai fungsi dari sarat rata-rata daerah ruang muat ini, dan

Bag	1	Kapal Samudra
Vol	II	Peraturan Lambung
Bab	23	Kapal Curah, Kapal Bijih Tambang, dan Kapal dengan Pemuatan untuk Muatan Curah dan Muatan Berat

B-C

- momen bending dan gaya geser air tenang pada kondisi ruang muat bocor sesuai dengan [2.2](#) dalam batas nilai yang diizinkan.

10.2 Persyaratan persetujuan petunjuk pemuatan

Sebagai tambahan terhadap persyaratan yang diberikan pada [Bab 5, A.4.2](#) kondisi pemuatan berikut, dibagi menjadi kondisi keberangkatan dan kedatangan sesuai kebutuhan, harus dimasukkan dalam Petunjuk Pemuatan:

- kondisi pemuatan muatan ringan dan muatan berat secara selang-seling pada sarat maksimum, bila ada.
- kondisi pemuatan muatan ringan dan muatan berat secara seragam pada sarat maksimum.
- kondisi balas termasuk kondisi-kondisi, dimana palka balas diisi ketika tangki samping atas, tangki hoper dan tangki alas ganda yang berdekatan dalam keadaan kosong.
- kondisi pelayaran jarak pendek dimana kapal dimuati sampai sarat maksimum tetapi dengan jumlah bunker yang terbatas.
- kondisi bongkar/muat pada berbagai pelabuhan.
- kondisi muatan geladak, bila ada.
- urutan pemuatan tipikal jika kapal dimuati dari awal pemuatan muatan sampai mencapai kapasitas bobot mati penuh, untuk kondisi homogen, kondisi pemuatan sebagian dan kondisi selang-seling yang terkait, jika ada. Tipikal urutan pembongkaran untuk kondisi tersebut harus juga disertakan. Tipikal urutan bongkar/muat harus juga dibuat agar batas kekuatan yang berlaku tidak dilewati. Urutan pemuatan tipikal harus juga dibuat dengan memberi perhatian khusus pada laju pemuatan dan kemampuan buang balas².
- tipikal urutan pergantian balas di laut, jika ada.

10.3 Persyaratan persetujuan instrumen pemuatan

Untuk persetujuan instrumen pemuatan lihat [Guidelines for Certification of Loading Computer Systems \(Pt.4, Vol.1\)](#).

C. Kapal Bijih Tambang

1. Umum

1.1 Kapal bijih tambang umumnya adalah kapal geladak tunggal dengan mesin dibelakang dan dua sekat memanjang menerus dengan ruang muat bijih tambang terletak diantara keduanya, alas ganda diseluruh panjang daerah muatan dan utamanya digunakan untuk mengangkut muatan bijih tambang di ruang muat tengah saja.

1.2 Kapal yang dibangun sesuai dengan persyaratan berikut akan mendapat notasi "**ORE CARRIER**" yang ditambahkan pada karakter kelasnya. Catatan akan dicantumkan dalam Sertifikat mengenai apakah ruang muat tertentu diperbolehkan kosong pada kondisi pemuatan selang-seling. Indikasi tambahan dari jenis muatan yang mana kapal diperkuat dapat dicantumkan dalam Sertifikat.

1.3 Untuk kapal yang terkena ketentuan paragraf ini berlaku persyaratan [B](#), kecuali disebutkan lain dalam sub-bab ini.

1.4 [Bab 24, G.](#) berlaku juga untuk kapal bijih tambang yang juga mengangkut minyak dalam bentuk curah.

² Mengacu pada Rekomendasi IACS No. 83 (Agustus 2003), "Catatan pada Lampiran Persyaratan Bersama IACS S1A tentang Guidance for Loading/ Unloading Sequence for Bulk Carriers."

1.5 Bilamana pengurangan lambung timbul menurut ICLL harus ditetapkan, persyaratan masing-masing dari ICLL harus ditaati.

2. Alas ganda

2.1 Untuk mencapai kriteria stabilitas yang baik pada kondisi bermuatan, alas ganda diantara sekat-sekat memanjang harus dibuat setinggi mungkin.

2.2 Kekuatan konstruksi alas ganda harus memenuhi persyaratan yang diberikan pada [B.4](#).

3. Sekat melintang dan sekat memanjang

3.1 Jarak antara sekat melintang didalam tangki sisi yang akan digunakan sebagai tangki balas ditentukan sesuai [Bab 24](#), seperti untuk kapal tangki. Jarak sekat melintang di daerah ruang muat ditentukan sesuai [Bab 11](#).

3.2 Ukuran konstruksi sekat ruang muat yang menerima beban dari muatan bijih tambang ditentukan sesuai [B.8](#). Ukuran konstruksi sekat memanjang sisi sekurang-kurangnya harus sama dengan ukuran yang disyaratkan untuk kapal tangki.

D. Beban Izin pada Ruang Muat Mempertimbangkan Kebocoran

1. Umum

Persyaratan sesuai [B.2.2.1](#) diterapkan untuk semua kapal curah

Pembebanan pada setiap ruang muat tidak melebihi beban izin sesuai [4](#). dan tidak melebihi desain beban ruang muat pada kondisi utuh.

2. Model beban

2.1 Umum

Beban yang dianggap bekerja pada alas ganda adalah beban yang diberikan oleh tekanan air laut eksternal dan kombinasi antara beban muatan dengan beban yang dipengaruhi oleh kebocoran pada ruang muat dimana alas ganda berada.

Kombinasi terburuk dari beban karena muatan dan beban karena kebocoran harus digunakan, berdasarkan kondisi pemuatan pada petunjuk pemuatan:

- kondisi pemuatan homogen
- kondisi pemuatan tidak homogen
- kondisi muatan dalam kemasan (seperti produk baja)

Untuk setiap kondisi pemuatan, berat jenis muatan curah maksimum digunakan dalam perhitungan batas beban izin pada ruang muat.

2.2 Tinggi kebocoran diatas alas dalam

Tinggi kebocoran h_f (lihat [Gambar 23.4](#)) adalah jarak [m] yang diukur secara vertikal pada posisi kapal pada posisi tegak dari alas dalam sampai ketinggian jarak d_f [m] dari garis dasar.

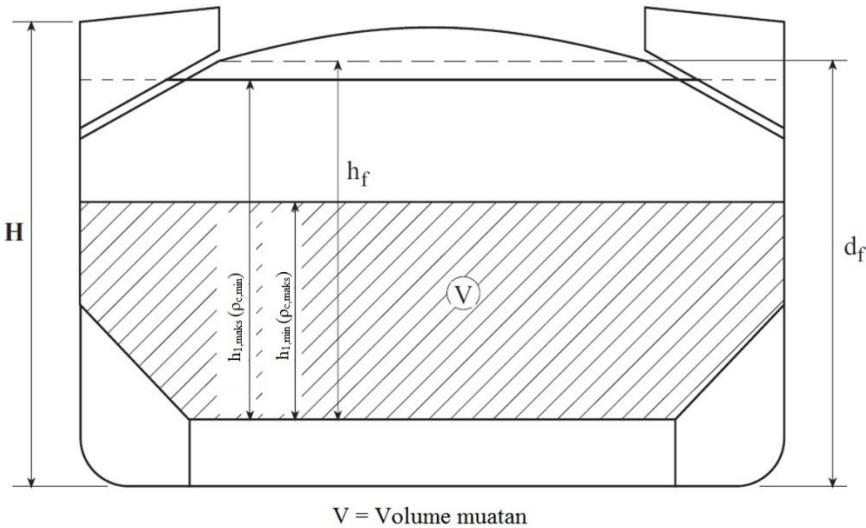
d_f secara umum:

- $1,0 \cdot H$ untuk ruang muat paling depan

- $0,9 \cdot H$ untuk ruang muat lainnya

Untuk kapal kurang dari 50000 tdw dengan lambung timbul tipe B, d_f adalah:

- $0,95 \cdot H$ untuk ruang muat paling depan
- $0,85 \cdot H$ untuk ruang muat lainnya



Gambar 23.4 Tinggi genangan h_f dari alas dalam

3. Kapasitas geser alas ganda

Kapasitas geser C alas ganda didefinisikan sebagai penjumlahan kekuatan geser pada tiap ujung dari :

- semua wrang yang berdekatan dengan kedua hoper, kekuatannya setengah dari dua wrang yang berdekatan di tiap stol, atau sekat melintang jika stol tidak dipasang, lihat [Gambar 23.5](#)
- semua penumpu alas ganda yang berdekatan dengan kedua stol, atau sekat melintang jika stol tidak dipasang.

Bila di ujung ruang muat, penumpu atau wrang terputus dan tidak secara langsung terhubung pada batas stol atau penumpu hoper, maka kekuatannya harus dievaluasi hanya untuk salah satu ujung saja.

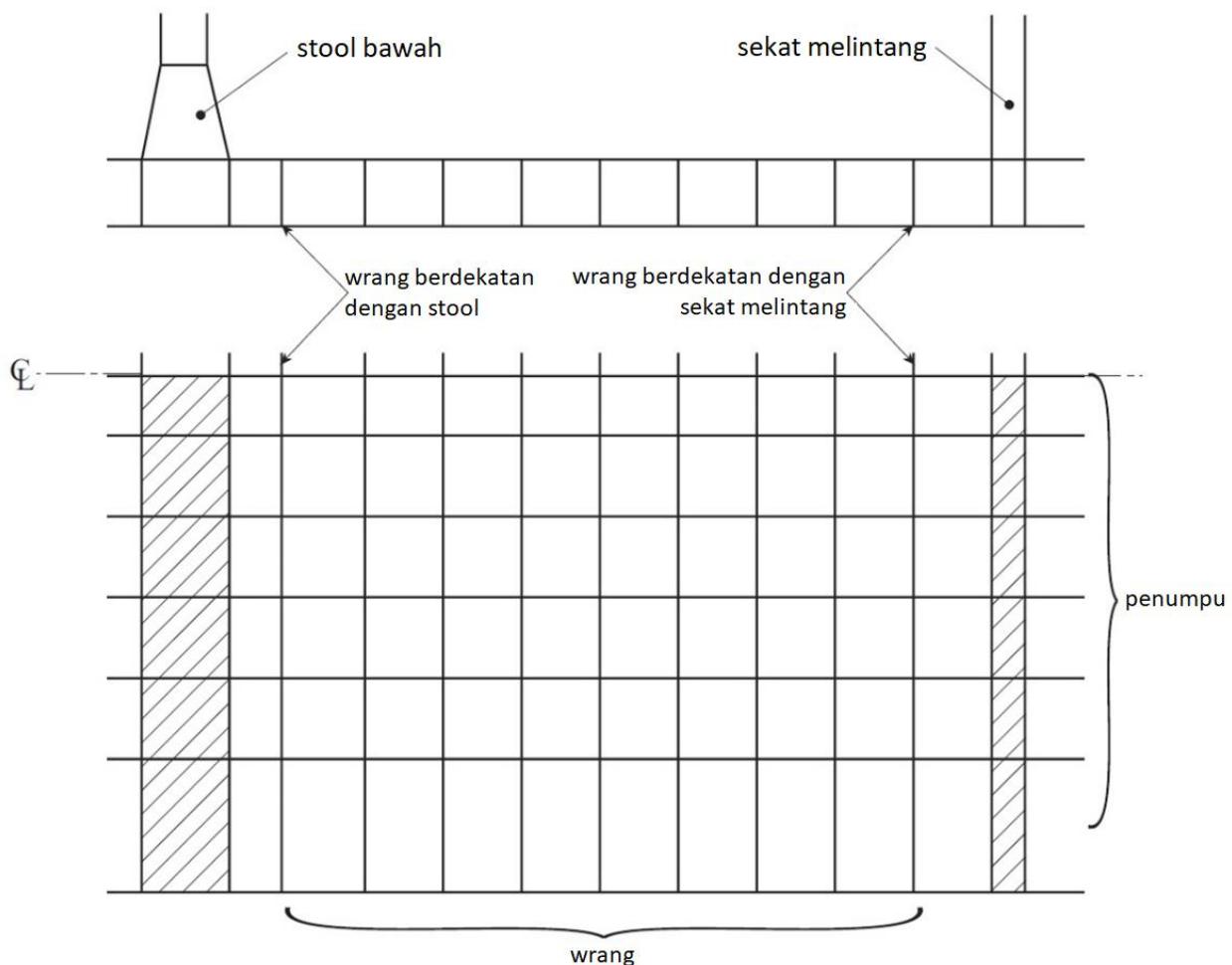
Wrang dan penumpu yang berada di dalam batas ruang muat yang dibentuk oleh hoper dan stol (atau sekat melintang jika stol tidak dipasang). Tidak termasuk penumpu samping hoper dan wrang di bawah sambungan stol sekat (atau sekat melintang jika tidak dipasang stol) ke alas dalam.

Bila geometri dan/atau perencanaan struktur alas ganda sebagaimana asumsi di atas tidak terpenuhi, maka kapasitas geser C dari alas ganda dihitung secara langsung.

Dalam menghitung kekuatan geser, tebal bersih dari wrang dan penumpu harus digunakan. Tebal bersih t_{net} [mm] diberikan oleh :

$$t_{net} = t - 2,5 \quad [\text{mm}]$$

$$t = \text{tebal} \quad [\text{mm}] \text{ dari wrang dan penumpu}$$



Gambar 23.5 Penumpu dan wrang pada alas ganda

3.1 Kekuatan geser pada wrang

Kekuatan geser dari bidang wrang yang berdekatan dengan hoper S_{f1} [kN], dan kekuatan geser dari wrang disekitar bukaan di deret (bay) yang terjauh (seperti deret yang berdekatan dengan hoper) S_{f2} [kN] dihitung sebagai berikut :

$$S_{f1} = 10^{-3} \cdot A_f \cdot \frac{\tau_a}{\eta_1}$$

$$S_{f2} = 10^{-3} \cdot A_{f,h} \cdot \frac{\tau_a}{\eta_2}$$

A_f = luas penampang [mm^2], bidang wrang yang berdekatan dengan hoper

$A_{f,h}$ = luas penampang bersih [mm^2], bidang wrang pada bukaan di deret yang terjauh (seperti deret yang berdekatan dengan hoper)

τ_a = tegangan geser izin [N/mm^2], diambil yang terkecil dari

$$= \frac{162 \cdot R_{eH}^{0,6}}{\left(\frac{a}{t_{net}}\right)^{0,8}} \text{ dan } \frac{R_{eH}}{\sqrt{3}}$$

untuk wrang yang berdekatan dengan stol atau sekat melintang sebagaimana dalam 3.,

$$\tau_a \text{ dihitung dengan : } \frac{R_{eH}}{\sqrt{3}}$$

R_{eH} = tegangan luluh atas minimum [N/mm²], dari struktur lambung baja

a = jarak penegar [mm], dari bidang yang ditinjau

η_1 = 1,10

η_2 = 1,20 secara umum

= 1,10 jika dipasang penguatan yang sesuai

3.2 Kekuatan geser pada penumpu

Kekuatan geser penumpu di daerah bidang penumpu yang berdekatan dengan stol (atau sekat melintang jika stol tidak dipasang) S_{g1} [kN], dan kekuatan geser penumpu pada bukaan terbesar di deret yang terjauh (seperti deret yang berdekatan dengan stol, atau sekat melintang jika tidak dipasang stol) S_{g2} [kN], dihitung sebagai berikut:

$$S_{g1} = 10^{-3} \cdot A_g \cdot \frac{\tau_a}{\eta_1}$$

$$S_{g2} = 10^{-3} \cdot A_{g,h} \cdot \frac{\tau_a}{\eta_2}$$

A_g = luas penampang minimum [mm²], bidang wrang yang berdekatan dengan stol (atau sekat melintang jika stol tidak dipasang)

A_{fgh} = luas penampang bersih [mm²], bidang penumpu pada bukaan di deret yang terjauh (seperti deret yang berdekatan dengan stol, atau sekat melintang jika stol tidak dipasang)

τ_a = kekuatan geser izin [N/mm²], sesuai 3.1

η_1 = 1,10

η_2 = 1,15 secara umum

= 1,10 jika dipasang penguatan yang sesuai

4. Beban izin ruang muat

Perhitungan beban izin ruang muat HL [t], kondisi berikut harus dipenuhi:

HL = yang terkecil dari HL₁ dan HL₂

$$HL_1 = \frac{\rho_c \cdot V}{F}$$

HL₂ = HL_{int}

HL_{int} = beban izin ruang muat maksimum untuk kondisi utuh [t]

F = faktor, ditentukan sebagai berikut:

= 1,10 secara umum

= 1,05 untuk produk baja (*mill steel*)

ρ_c = berat jenis muatan [t/m^3], untuk muatan curah lihat 2.1; untuk produk baja, ρ_c diambil sesuai berat jenis baja

V = volume [m^3], berisi muatan yang diasumsikan rata setinggi h_1

h_1 = level muatan [m] dalam ruang muat, ditentukan sebagai berikut:

$$= \frac{X}{\rho_c \cdot g}$$

Untuk muatan curah, X terkecil dari X_1 dan X_2 yang diberikan oleh:

$$X_1 = \frac{Z + \rho \cdot g \cdot (E - h_f)}{1 + \frac{\rho}{\rho_c} (\text{perm} - 1)}$$

$$X_2 = Z + \rho \cdot g \cdot (E - h_f \cdot \text{perm})$$

perm = permeabilitas muatan, (yaitu rasio antara ruang kosong dalam massa muatan dan volume yang berisi muatan); tidak perlu diambil lebih besar dari 0,3.

Untuk produk baja, X diambil seperti X_1 menggunakan nilai "perm" sesuai dengan jenis produk (pipa, flat bar, gulungan dll.) disesuaikan dengan BKI.

ρ = 1,025 [t/m^3], berat jenis air laut

g = 9,81 [m/s^2], percepatan gravitasi

E = (*nominal ship*) tercelup [m] untuk kondisi ruang muat bocor

$$= d_f - 0,1 H$$

Z = yang terkecil dari Z_1 dan Z_2 :

$$Z_1 = \frac{C_h}{A_{DB,h}} \quad [\text{kN}/\text{m}^2]$$

$$Z_2 = \frac{C_e}{A_{DB,e}} \quad [\text{kN}/\text{m}^2]$$

C_h = kapasitas geser alas ganda [kN], sesuai definisi 3., dengan pertimbangan, untuk tiap wrang, kekuatan geser terkecil dari S_{f1} dan S_{f2} (lihat 3.1), dan untuk tiap penumpu, kekuatan geser terkecil dari S_{g1} dan S_{g2} (lihat 3.2)

C_e = kapasitas geser alas ganda [kN], sesuai definisi 3., dengan pertimbangan, untuk tiap wrang, kekuatan geser S_{f1} (lihat 3.1), dan untuk tiap penumpu, kekuatan geser terkecil dari S_{g1} dan S_{g2} (lihat 3.2)

$A_{DB,h}$ = luas beban relatif [m^2], ditentukan sebagai berikut:

$$= \sum_{i=1}^{i=n} S_i \cdot B_{DB,i} \quad [\text{m}^2]$$

$A_{DB,e}$ = luas beban relatif [m^2], ditentukan sebagai berikut:

$$= \sum_{i=1}^{i=n} S_i \cdot (B_{DB} - a_\ell) \quad [m^2]$$

n = jumlah wrang diantara stol (atau sekat melintang jika stol tidak dipasang)

S_i = jarak wrang ke-i [m]

B_{DB,i} = lebar [m] alas ganda terkait dengan perhitungan kekuatan geser wrang, ditentukan sebagai berikut:

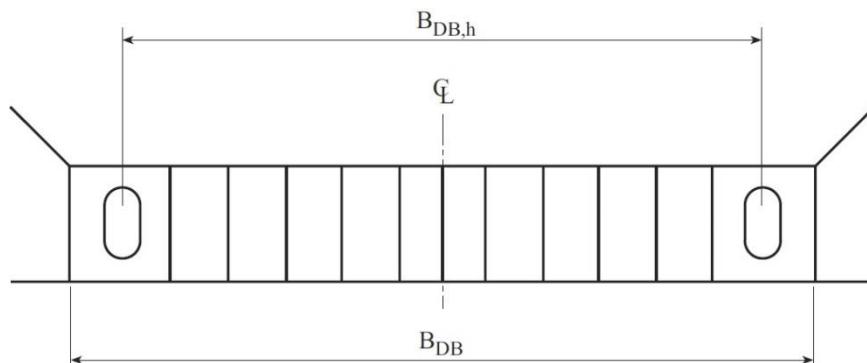
= B_{DB} – a_ℓ untuk wrang dengan kekuatan geser diambil dari S_{f1}, lihat [3.1](#)

= B_{DB,h} untuk wrang dengan kekuatan geser diambil dari S_{f2}, lihat [3.1](#)

B_{DB} = lebar alas ganda [m] diantara hoper, lihat [Gambar 23.6](#)

B_{DB,h} = jarak [m] antara dua bukaan yang ditinjau, lihat [Gambar 23.6](#)

a_ℓ = jarak [m], pembujur alas ganda yang berdekatan dengan hoper.



Gambar 23.6 jarak efektif B_{DB} dan B_{DB,h} untuk perhitungan kapasitas geser

E. Evaluasi Ukuran Konstruksi Sekat Melintang Bergelombang Kedap Air pada Kapal Curah Dengan Mempertimbangkan Ruang Muat Bocor

1. Aplikasi dan definisi

Persyaratan ini berlaku untuk semua kapal curah dengan L ≥ 150 m, membawa muatan curah padat dengan berat jenis 1,0 [t/m³], atau lebih, dengan sekat melintang vertikal bergelombang kedap air, dan dengan,

- konstruksi kulit sisi tunggal, atau
- konstruksi kulit sisi ganda di mana setiap bagian dari sekat memanjang terletak di dalam B/5 atau 11,5 m, mana yang lebih kecil, di dalam kapal dari sisi kapal pada sudut kanan ke garis tengah pada garis muat musim panas yang ditetapkan

Tebal bersih t_{net} adalah tebal yang didapat dengan menerapkan kriteria kekuatan yang diberikan oleh [4](#).

Persyaratan tebal ditentukan dengan memberikan tambahan penambahan korosi t_K, sebagaimana diberikan oleh [6](#), pada tebal bersih t_{net}. Pada persyaratan ini, kondisi pembebanan homogen adalah kondisi pembebanan yang mana rasio pengisian tertinggi dan terendah, dievaluasi tiap ruang muat, tidak melebihi 1,20 dan dikoreksi untuk berat jenis muatan yang berbeda.

2. Model Pembebanan

2.1 Umum

Beban adalah gaya yang bekerja pada sekat berupa kombinasi dari beban muatan yang dipengaruhi oleh satu ruang muat bocor yang berdekatan dengan sekat yang diperiksa. Namun, tekanan akibat kebocoran air itu sendiri harus diperhatikan.

Sub-bab ini diterapkan untuk *self-unloading bulk carriers* (SUBC) di mana sistem pembongkaran menjaga kedap air selama operasi pelayaran. Pada SUBC dengan sistem pembongkaran yang tidak menjaga kedap air, kekuatan memanjang dalam kondisi bocor harus dipertimbangkan dengan menggunakan perluasan kebocoran yang dapat terjadi.

Kombinasi terburuk dari beban muatan dan beban kebocoran harus digunakan untuk memeriksa ukuran konstruksi pada tiap sekat, sesuai dengan kondisi pemuatan pada petunjuk pemuatan:

- kondisi pemuatan homogen
- kondisi pemuatan tidak homogen

dengan mempertimbangkan tiap kebocoran ruang muat baik ketika dibebani maupun kosong.

Batas desain beban khusus untuk ruang muat harus mewakili kondisi pemuatan sesuai yang tercantum di petunjuk pemuatan.

Kondisi pemuatan bagian tidak homogen yang berhubungan dengan operasi bongkar muat secara simultan (*multiport*) sedangkan untuk kondisi pemuatan homogen tidak perlu mengikuti persyaratan ini.

Ruang muat yang berisi muatan dalam kemasan (misal produk baja) harus di anggap sebagai ruang muat kosong.

Terkecuali kapal direncanakan hanya untuk membawa bijih tambang atau muatan yang memiliki berat jenis $\geq 1,78 \text{ [t/m}^3]$ dalam kondisi tidak homogen, massa muatan maksimum dalam ruang muat dan harus memperhatikan pengisian hingga ketinggian geladak atas pada posisi garis tengah kapal.

2.2 Tinggi kebocoran pada sekat bergelombang

Tinggi kebocoran h_f (lihat [Gambar 23.7](#)) adalah jarak [m] yang diukur secara vertikal pada posisi kapal tegak lurus dari alas sampai ketinggian jarak d_f [m] dari garis dasar.

d_f secara umum :

- $1,0 \cdot H$ untuk sekat melintang bergelombang belakang di ruang muat paling depan
- $0,9 \cdot H$ untuk sekat lainnya

Bila kapal membawa muatan dengan berat jenis $\leq 1,78 \text{ t/m}^3$ pada kondisi pemuatan tidak homogen, maka d_f dapat diasumsikan sebagai berikut:

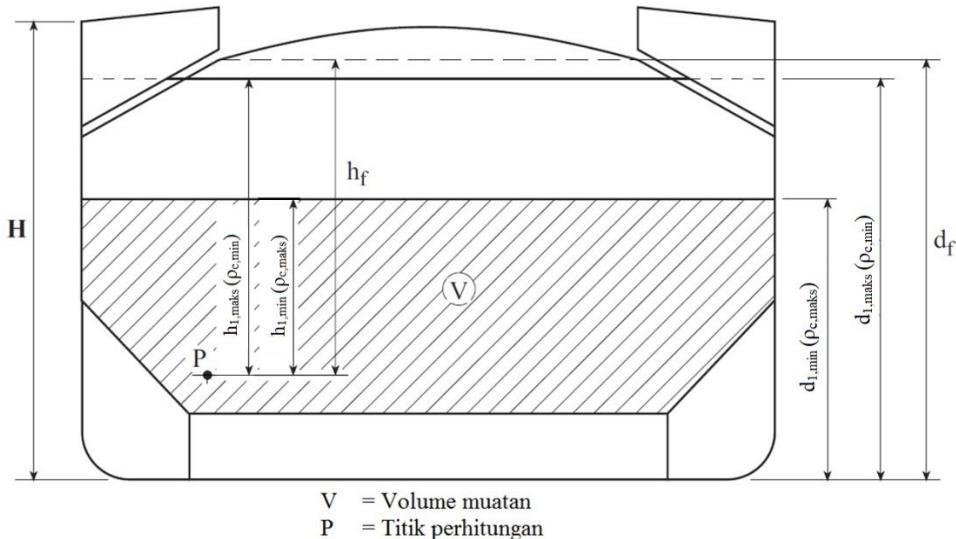
- $0,95 \cdot H$ untuk sekat melintang bergelombang belakang di ruang muat paling depan
- $0,85 \cdot H$ untuk sekat lainnya

Untuk kapal kurang dari 50000 tdw dengan lambung timbul tipe B, d_f adalah :

- $0,95 \cdot H$ untuk sekat melintang bergelombang belakang di ruang muat paling depan
- $0,85 \cdot H$ untuk sekat lainnya

Bila kapal membawa muatan dengan berat jenis $\leq 1,78 \text{ t/m}^3$ pada kondisi pemuatan tidak homogen, maka nilainya dapat diasumsikan sebagai berikut:

- $0,9 \cdot H$ untuk sekat melintang bergelombang belakang di ruang muat paling depan
- $0,8 \cdot H$ untuk sekat lainnya



Gambar 23.7 Tinggi kebocoran h_f pada sekat bergelombang

2.3 Tekanan pada ruang muat tidak bocor yang terisi muatan curah

Untuk setiap titik pada sekat, sepanjang ℓ sesuai [Gambar 23.8](#) dan [Gambar 23.9](#) maka tekanan p_c [kN/m^2], diberikan oleh :

$$p_c = \rho_c \cdot g \cdot h_1 \cdot n$$

ρ_c = berat jenis muatan curah [t/m^3]

g = $9,81 [\text{m}/\text{s}^2]$, percepatan gravitasi

h_1 = jarak vertikal [m], dari titik perhitungan hingga bidang horizontal sesuai tingkat ketinggian muatan (lihat [Gambar 23.7](#)), terletak pada jarak d_1 [m], dari garis dasar.

$$n = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\gamma}{2} \right)$$

γ = sudut muatan diam, umumnya 35° untuk bijih besi dan 25° untuk semen.

F_c = Gaya [kN], terhadap elemen bergelombang diberikan oleh:

$$= \rho_c \cdot g \cdot e_1 \cdot \frac{(d_1 - h_{DB} - h_{LS})^2}{2} \cdot n$$

e_1 = jarak elemen bergelombang [m], lihat [Gambar 23.8](#)

h_{LS} = tinggi rata-rata stol bawah [m] dari alas dalam

h_{DB} = tinggi alas ganda [m]

2.4 Tekanan pada ruang muat bocor

2.4.1 Ruang muat curah

Dua kasus yang harus diperhatikan, sesuai nilai d_1 dan d_f .

a) $d_f \geq d_1$

Untuk setiap titik pada sekat yang terletak pada jarak diantara d_1 dan d_f dari garis dasar, tekanan $p_{c,f}$ [kN/m^2] diberikan oleh :

$$p_{c,f} = \rho \cdot g \cdot h_f$$

$$\rho = 1,025 [\text{t}/\text{m}^3], \text{ berat jenis air laut}$$

Untuk setiap titik pada sekat yang terletak pada jarak di bawah d_1 dari garis alas, tekanan $p_{c,f}$ [kN/m^2] diberikan oleh :

$$p_{c,f} = \rho \cdot g \cdot h_f + [\rho_c - \rho (1 - \text{perm})] g \cdot h_1 \cdot n$$

perm = permeabilitas muatan, diambil 0,3 untuk bijih tambang (sesuai berat jenis muatan curah untuk bijih besi, umumnya diambil 3,0 [t/m^3]), muatan batu bara dan semen (sesuai berat jenis muatan curah untuk semen, umumnya diambil 1,3 [t/m^3])

Gaya $F_{c,f}$ [kN], terhadap elemen bergelombang diberikan oleh :

$$F_{c,f} = e_1 \cdot \left[\rho \cdot g \frac{(d_f - d_1)^2}{2} + \frac{\rho \cdot g \cdot (d_f - d_1) + p_{c,f,le}}{2} (d_1 - h_{DB} - h_{LS}) \right] [\text{kN}]$$

$$p_{c,f,le} = \text{tekanan } [\text{kN}/\text{m}^2], \text{ pada ujung bawah elemen bergelombang}$$

b) $d_f < d_1$

Untuk setiap titik pada sekat yang terletak pada jarak di antara d_f dan d_1 dari garis dasar, tekanan $p_{c,f}$ [kN/m^2] diberikan oleh :

$$p_{c,f} = \rho_c \cdot g \cdot h_1 \cdot n$$

Untuk setiap titik pada sekat yang terletak pada jarak di bawah d_f dari garis alas, tekanan $p_{c,f}$ [kN/m^2] diberikan oleh

$$p_{c,f} = \rho \cdot g \cdot h_f + [\rho_c \cdot h_1 - \rho (1 - \text{perm}) \cdot h_f] g \cdot n$$

Gaya $F_{c,f}$ [kN], terhadap elemen gelombang diberikan oleh :

$$F_{c,f} = e_1 \cdot \left[\rho_c \cdot g \frac{(d_1 - d_f)^2}{2} \cdot n + \frac{\rho_c \cdot g \cdot (d_1 - d_f) \cdot n + p_{c,f,le}}{2} (d_f - h_{DB} - h_{LS}) \right] [\text{kN}]$$

2.4.2 Tekanan pada ruang muat kosong karena kebocoran air itu sendiri

Untuk setiap titik pada sekat, tekanan hidrostatik p_f karena tinggi kebocoran h_f harus dipertimbangkan.

Gaya F_f [kN], terhadap elemen bergelombang diberikan oleh :

$$F_f = e_1 \cdot \rho \cdot g \cdot \frac{(d_f - h_{DB} - h_{LS})^2}{2}$$

2.5 Resultan tekanan dan gaya

2.5.1 Kondisi pemuatan homogen

Untuk setiap titik pada sekat, resultan tekanan p [kN/m^2] untuk menentukan ukuran konstruksi sekat diberikan oleh :

$$p = p_{c,f} - 0,8 \cdot p_c$$

Resultan gaya F [kN], terhadap elemen bergelombang diberikan oleh :

$$F = F_{c,f} - 0,8 \cdot F_c$$

2.5.2 Kondisi pemuatan tidak homogen

Untuk setiap titik pada sekat, resultan tekanan p [kN/m^2] untuk perhitungan ukuran konstruksi sekat diberikan oleh :

$$p = p_{c,f}$$

Resultan gaya F [kN], terhadap elemen bergelombang diberikan oleh :

$$F = F_{c,f}$$

3. Momen bending dan gaya geser pada sekat bergelombang

Momen bending M dan gaya geser Q pada sekat bergelombang dihitung dengan formula [3.1](#) dan [3.2](#). Nilai M dan Q digunakan sebagai pemeriksaan pada [4.2](#).

3.1 Momen bending

Desain momen bending M [$\text{kN}\cdot\text{m}$], untuk sekat bergelombang diberikan oleh :

$$M = \frac{F \cdot \ell}{8}$$

F = Resultan gaya [kN], sebagaimana diberikan pada [2.5](#)

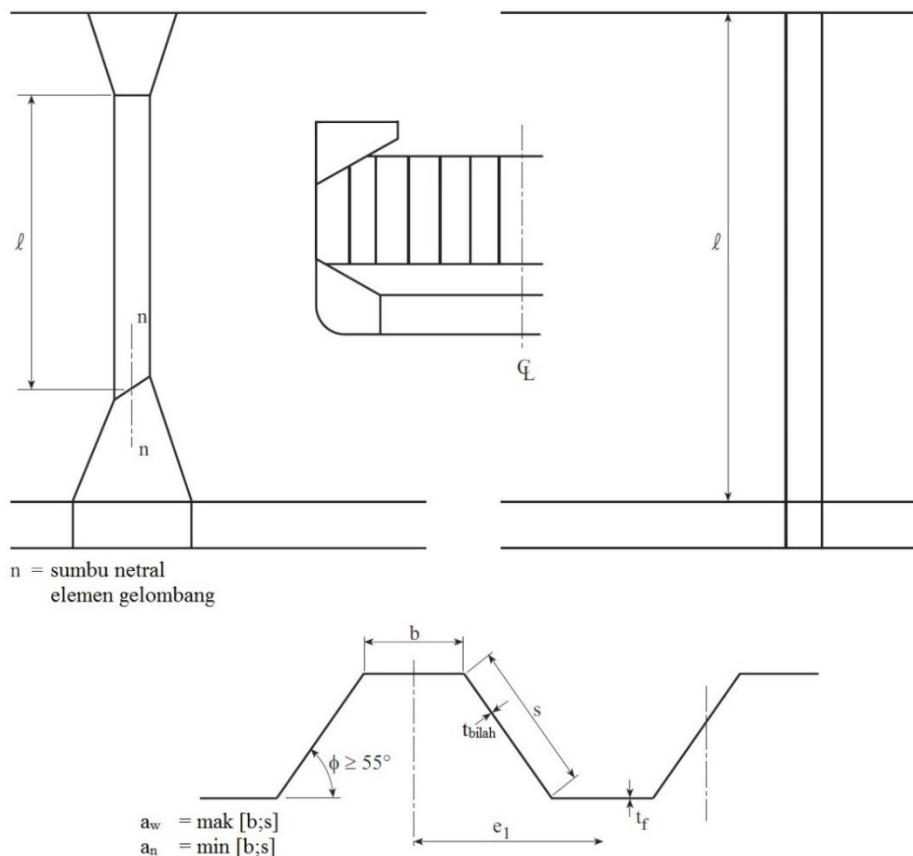
ℓ = jarak bentang elemen bergelombang [m], diambil sesuai [Gambar 23.8](#) dan [23.9](#)

3.2 Gaya geser

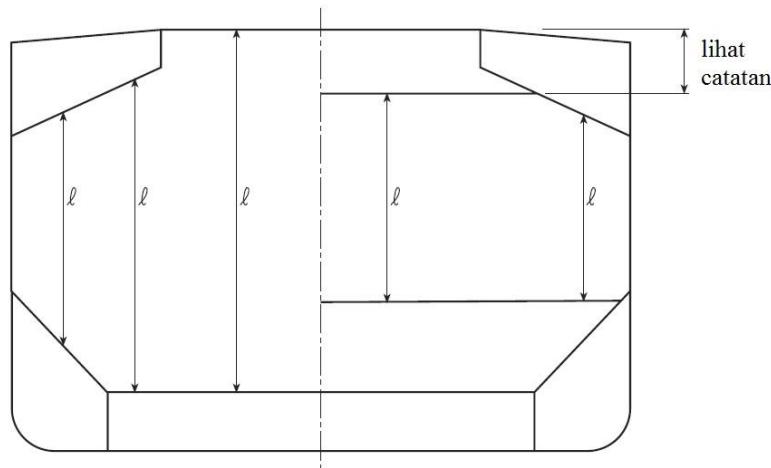
Gaya geser Q [kN], pada ujung bawah sekat bergelombang diberikan oleh :

$$Q = 0,8 \cdot F$$

F = gaya resultan sebagaimana diberikan di [2.5](#)



Gambar 23.8 Jarak bentang ℓ elemen bergelombang (potongan memanjang)



Catatan:

Untuk definisi ℓ , ujung bagian dalam stol teratas diambil tidak lebih dari jarak geladak pada garis tengah kapal sama dengan :

- 3 kali kedalaman (elemen bergelombang), secara umum
- 2 kali kedalaman (elemen bergelombang), untuk stol persegi

Gambar 23.9 Jarak bentang ℓ elemen gelombang (potongan melintang)

4. Kriteria kekuatan

4.1 Umum

Kriteria berikut diterapkan pada sekat melintang dengan elemen bergelombang vertikal, lihat [Gambar 23.8](#). Untuk kapal dengan panjang $L \geq 190$ m, sekat dilengkapi dengan stol bawah, dan umumnya dengan stol atas di bawah geladak. Untuk kapal yang lebih kecil, elemen bergelombang boleh diperpanjang dari alas dalam hingga geladak. Namun, jika dilengkapi stol, maka harus memenuhi persyaratan sesuai [4.1.1](#) dan [4.1.2](#). Lihat juga [B.8.4](#).

Sudut elemen bergelombang ϕ sebagaimana dalam [Gambar 23.8](#) tidak boleh kurang dari 55° .

Persyaratan tebal bersih pelat lokal diberikan oleh [4.7](#).

Sebagai tambahan, kriteria yang diberikan oleh [4.2](#) dan [4.5](#) harus terpenuhi.

Tebal bagian bawah elemen bergelombang sesuai [4.2](#) dan [4.5](#) harus dipertahankan untuk jarak dari alas dalam (jika stol bawah tidak dipasang) atau bagian atas stol bawah, dengan panjang tidak kurang dari $0,15 \cdot \ell$.

Tebal bagian tengah elemen gelombang sesuai [4.2](#) and [4.4](#) harus dipertahankan untuk jarak dari geladak (jika stol atas tidak dipasang) atau bagian bawah stol atas, dengan panjang tidak lebih besar dari $0,3 \cdot \ell$.

Modulus penampang elemen bergelombang yang tersisa pada bagian atas sekat tidak kurang 75% dari yang dibutuhkan pada bagian tengah, dikoreksi untuk perbedaan tegangan luluh.

4.1.1 Stol bawah

Tinggi stol bawah umumnya tidak kurang dari 3 kali tinggi elemen bergelombang. Tebal dan material dari pelat atas stol tidak kurang dari yang dipersyaratkan untuk pelat sekat di atasnya. Tebal dan material bagian atas dari stol vertikal atau pelat sisi stol miring dengan tinggi sama dengan lebar flens elemen bergelombang dari atas stol, tidak boleh kurang dari tebal pelat flens yang dipersyaratkan dan material untuk memenuhi persyaratan kekakuan sekat pada ujung bawah elemen bergelombang. Tebal pelat sisi stol dan modulus penampang penegar sisi stol tidak boleh kurang dari yang dipersyaratkan oleh [Bab 11](#), berdasarkan model pembebanan pada [2](#). Ujung penegar vertikal sisi stol harus dipasang braket di ujung atas dan bawah stol.

Jarak d dari tepi pelat atas stol hingga permukaan dari flens elemen bergelombang tidak boleh kurang dari tebal pelat flens elemen bergelombang, diukur dari perpotongan sisi luar flens elemen bergelombang dan garis tengah pelat atas stol, lihat [Gambar 23.12](#). Alas stol dipasang segaris dengan wrang alas ganda dan harus memiliki lebar tidak kurang dari 2,5 kali tinggi rata-rata elemen bergelombang. Stol harus dipasang diafragma segaris dengan penumpu memanjang alas ganda sebagai dukungan efektif sekat bergelombang. Skalop pada braket dan diafragma sepanjang sambungan dengan pelat atas stol harus dihindari.

Bila elemen gelombang terpotong di stol bawah, maka pelat sekat bergelombang harus dihubungkan pada pelat atas stol dengan las penetrasi penuh. Pelat sisi stol harus dihubungkan pada pelat atas stol dan pelat alas dalam baik dengan las penetrasi penuh atau penetrasi dalam, lihat [Gambar 23.13](#). Wrang pendukung harus terhubung dengan alas dalam dengan las penetrasi penuh atau penetrasi dalam, lihat [Gambar 23.13](#).

4.1.2 Stol atas

Stol atas, bila dipasang, umumnya memiliki tinggi antara 2 dan 3 kali tinggi elemen bergelombang. Umumnya stol persegi panjang memiliki tinggi sama dengan 2 kali tinggi elemen bergelombang, diukur dari ketinggian geladak dan pada penumpu samping palka. Stol atas ditopang oleh penumpu yang sesuai atau braket kokoh diantara penegar ujung palka yang berdekatan.

Umumnya lebar pelat alas stol sama dengan pelat atas stol bawah. Stol atas pada stol bukan persegi panjang memiliki lebar tidak kurang dari 2 kali tinggi elemen bergelombang. Tebal dan material pelat alas stol harus sama dengan pelat sekat bagian bawah. Tebal pelat sisi stol bagian bawah minimum 80% dari tebal yang dipersyaratkan untuk pelat sekat bagian atas bila menggunakan material yang sama.

Tebal pelat sisi stol dan modulus penampang penegar sisi stol tidak boleh kurang dari yang dipersyaratkan pada Bab 11, B. atas dasar model pembebanan pada 2. Ujung penegar sisi stol harus disambung dengan braket pada ujung atas dan bawah stol. Diafragma harus dipasang didalam stol segaris dengan dan secara efektif disambung dengan penumpu geladak memanjang dan diteruskan hingga ujung penumpu ambang palka sebagai dukungan efektif untuk sekat bergelombang. Skalop pada braket dan diafragma sepanjang sambungan dengan pelat alas stol harus dihindari.

4.1.3 Kelurusan

Pada geladak, jika stol tidak dipasang, maka dua balok penguat melintang harus dipasang segaris dengan flens elemen bergelombang.

Pada alas, jika stol tidak dipasang, maka flens elemen bergelombang harus segaris dengan wrang pendukung. Pelat sekat bergelombang dihubungkan pada pelat alas dalam dengan las penetrasi penuh. Pelat wrang pendukung dihubungkan pada alas dalam baik dengan las penetrasi penuh atau penetrasi dalam, lihat Gambar 23.13. Tebal dan sifat material dari wrang pendukung setidaknya harus sama dengan yang digunakan pada flens elemen bergelombang.

Lebih lanjut, potongan lubang untuk sambungan pembujur alas dalam ke wrang alas ganda harus di tutup oleh pelat krah. Wrang pendukung harus terhubung satu dan lainnya dengan perencanaan pelat geser yang sesuai.

Pelat sisi stol harus lurus dengan flens elemen bergelombang dan penegar sisi stol vertikal dan braketnya pada stol bawah harus lurus dengan pembujur alas dalam untuk penyaluran gaya yang sesuai antar penegar. Pelat sisi stol tidak boleh tertekuk dalam arah manapun antara pelat alas dalam dan stol atas.

4.2 Kapasitas bending dan tegangan geser τ

Kapasitas bending harus sesuai dengan formula berikut :

$$\frac{M \cdot 10^3}{0,5 \cdot W_{le} \cdot \sigma_{a,le} + W_m \cdot \sigma_{a,m}} \leq 0,95$$

M = momen bending [kN·m], sebagaimana diberikan oleh 3.1

W_{le} = modulus penampang dari setengah bidang elemen bergelombang [cm^3], pada ujung bawah elemen bergelombang, dihitung menurut 4.3

W_m = modulus penampang dari setengah bidang elemen bergelombang [cm^3], pada tengah bentangan elemen bergelombang, dihitung menurut 4.4

$\sigma_{a,le}$ = tegangan izin [N/mm^2], sesuai 4.5, untuk ujung bawah elemen bergelombang

$\sigma_{a,m}$ = tegangan izin [N/mm^2], sesuai 4.5, untuk tengah bentangan elemen bergelombang

Dalam hal ini W_m harus diambil lebih besar dari yang terkecil dari $1,15 \cdot W_{le}$ dan $1,15 \cdot W'_{le}$ untuk perhitungan kapasitas bending, W'_{le} didefinisikan dibawah.

Bila pelat shedder dipasang dengan :

- tidak tertekuk
- dilas pada elemen bergelombang dan bagian atas stol bawah dengan las penetrasi satu sisi atau yang ekuivalen

- dipasang pada kemiringan minimum 45° dan ujung bawahnya segaris dengan pelat sisi stol
- memiliki tebal tidak kurang dari 75% tebal flens elemen bergelombang
- dan sifat material setidaknya sama dengan flens

atau pelat gusset bila dipasang dengan :

- dalam kombinasi dengan pelat shedder dengan tebal, sifat material dan sambungan las yang sama dengan persyaratan di atas
- memiliki tinggi tidak kurang dari lebar flens
- dipasang segaris dengan pelat sisi stol
- umumnya dilas pada bagian atas stol bawah dengan las penetrasi penuh, dan pada elemen gelombang dan pelat shedder dengan las penetrasi satu sisi atau yang sebanding
- memiliki tebal dan sifat material setidaknya sama dengan flens

modulus penampang W_{le} , diambil tidak lebih besar daripada nilai W'_{le} , yang diberikan oleh :

$$W'_{le} = W_g + 10^3 \cdot \frac{Q \cdot h_g - 0,5 \cdot h_g^2 \cdot e_1 \cdot p_g}{\sigma_a} \quad [\text{cm}^3]$$

W_g = modulus penampang dari setengah bidang elemen bergelombang $[\text{cm}^3]$, dari perhitungan elemen bergelombang sesuai [4.4](#), di sekitar ujung atas pelat shedder atau gusset, sebagaimana dapat diterapkan.

Q = gaya geser $[\text{kN}]$, sebagaimana diberikan oleh [3.2](#)

h_g = tinggi $[\text{m}]$, pelat shedder atau gusset, sebagaimana dapat diterapkan (lihat [Gambar 23.10](#) dan [23.11](#))

e_1 = sebagaimana diberikan oleh [2.3](#)

p_g = resultan tekanan $[\text{kN/m}^2]$, sebagaimana didefinisikan pada [2.5](#), dihitung pada daerah tengah pelat shedder atau gusset, sebagaimana dapat diterapkan.

σ_a = tegangan izin $[\text{N/mm}^2]$, sebagaimana diberikan oleh [4.5](#)

Tegangan τ didapat dengan membagi gaya geser Q dengan luas bidang geser. Luas bidang geser harus dikurangi untuk menghitung kemungkinan tidak tegak lurus antara bilah dan flens elemen bergelombang. Umumnya pengurangan luas bidang geser didapat dengan mengalikan luas penampang bilah dengan $(\sin \phi)$, ϕ adalah sudut antara bilah dan flens (lihat [Gambar 23.8](#)).

Tebal pelat bersih t_{net} digunakan ketika menghitung modulus penampang dan luas bidang geser.

Modulus penampang elemen bergelombang dihitung dengan persyaratan yang diberikan oleh [4.3](#) and [4.4](#).

4.3 Modulus penampang pada ujung bawah elemen bergelombang

Modulus penampang dihitung dengan flens yang mengalami tekanan dengan lebar efektif flens, b_{ef} , tidak lebih besar dari yang diberikan oleh [4.6.1](#).

Jika bilah elemen bergelombang tidak didukung oleh braket lokal di bawah stol atas (atau di bawah alas dalam) pada bagian bawah, maka modulus penampang elemen bergelombang harus dihitung dengan mempertimbangkan 30% bilah elemen bergelombang efektif.

- a) Bila perhitungan modulus penampang elemen bergelombang pada ujung bawah (penampang melintang ① pada [Gambar 23.10](#)) mempertimbangkan pemasangan pelat shedder efektif (lihat [Gambar 23.10](#)) sebagaimana didefinisikan pada [4.2](#), maka bidang pelat flens $[\text{cm}^2]$ ditambah dengan:

$$\Delta A_f = 2,5 \cdot b \cdot \sqrt{t_f \cdot t_{sh}} \text{ [cm}^2\text{]} \quad (\text{diambil tidak lebih besar dari } 2,5 \cdot b \cdot t_f)$$

b = lebar [m], flens elemen bergelombang, lihat [Gambar 23.8](#)

t_{sh} = tebal bersih pelat shedder [mm]

t_f = tebal bersih flens [mm]

- b) Bila perhitungan modulus penampang elemen bergelombang pada ujung bawah (penampang melintang ① pada [Gambar 23.11](#)) mempertimbangkan pemasangan pelat gusset efektif (lihat [Gambar 23.11](#)) sebagaimana didefinisikan pada [4.2](#), maka bidang pelat flens [cm^2] ditambah dengan:

$$\Delta A_f = 7 \cdot h_g \cdot t_f \text{ [cm}^2\text{]}$$

h_g = tinggi pelat gusset [m], lihat [Gambar 23.11](#), dengan:

$$h_g \leq \frac{10}{7} \cdot a_{gu}$$

a_{gu} = lebar pelat gusset

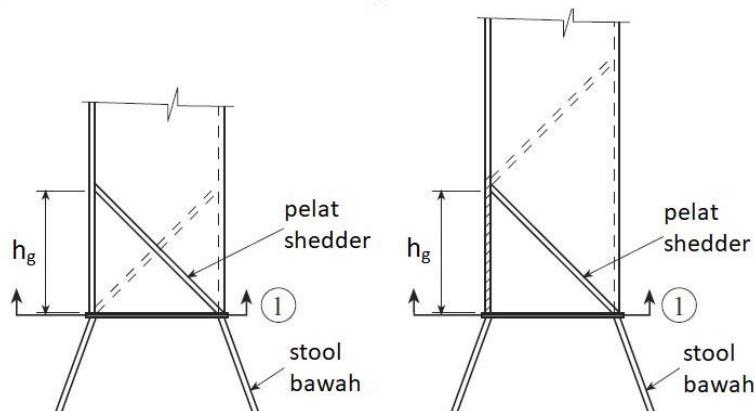
$$a_{gu} = 2 \cdot e_1 - b \text{ [m]}$$

t_f = tebal bersih flens [mm], sesuai kondisi terpasang

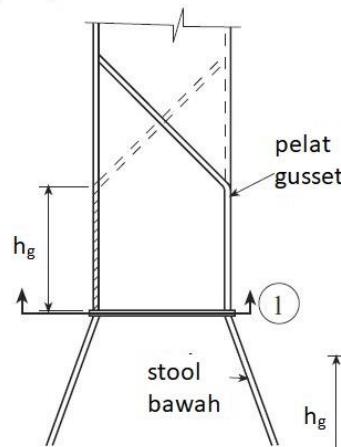
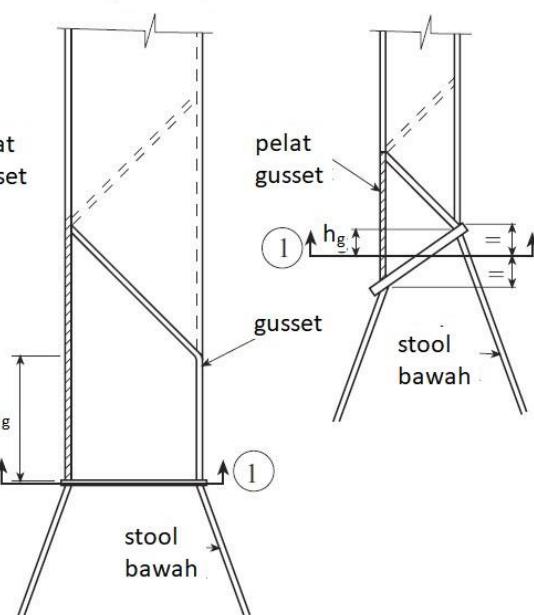
- c) Jika bilah elemen bergelombang dilas dengan pelat atas stol miring pada sudut kurang dari 45° dengan bidang horizontal, modulus penampang elemen bergelombang dihitung dengan mempertimbangkan bilah elemen bergelombang efektif penuh. Untuk perhitungan modulus penampang elemen bergelombang jika dipasang pelat gusset efektif, maka bidang pelat flens ditambah secara khusus sesuai butir b) di atas. Tidak ada keringanan yang diberikan untuk pelat shedder.

Untuk sudut kurang dari 45° , bilah efektif didapat dengan interpolasi linier antara 30% untuk 0° dan 100% untuk 45° .

a) Pelat shedder simestris b) Pelat shedder tidak simestris

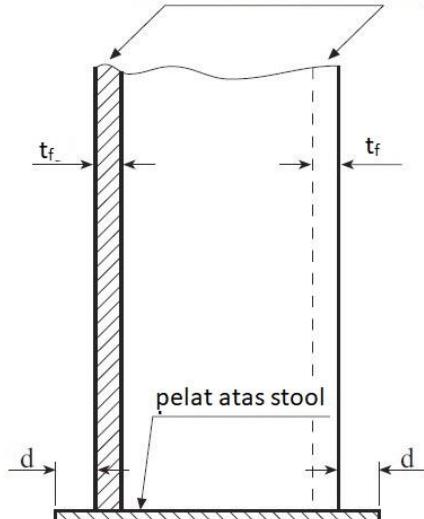


Gambar 23.10 Pelat shedder

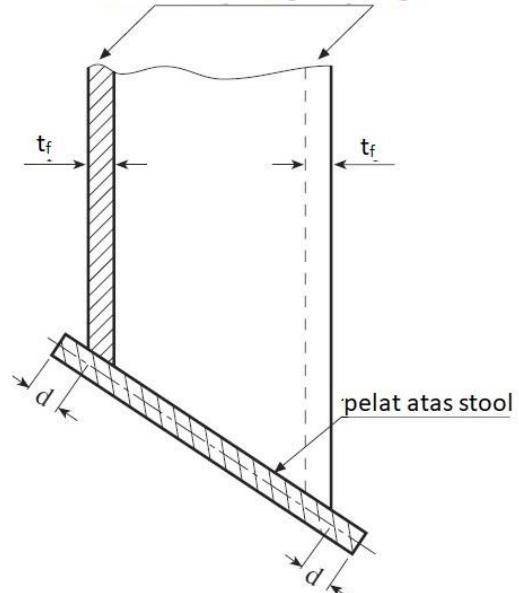
a) Pelat gusset/shedder simetris**b) Pelat gusset/shedder tidak simetris**

Gambar 23.11 Pelat shedder dan pelat gusset

flens elemen bergelombang

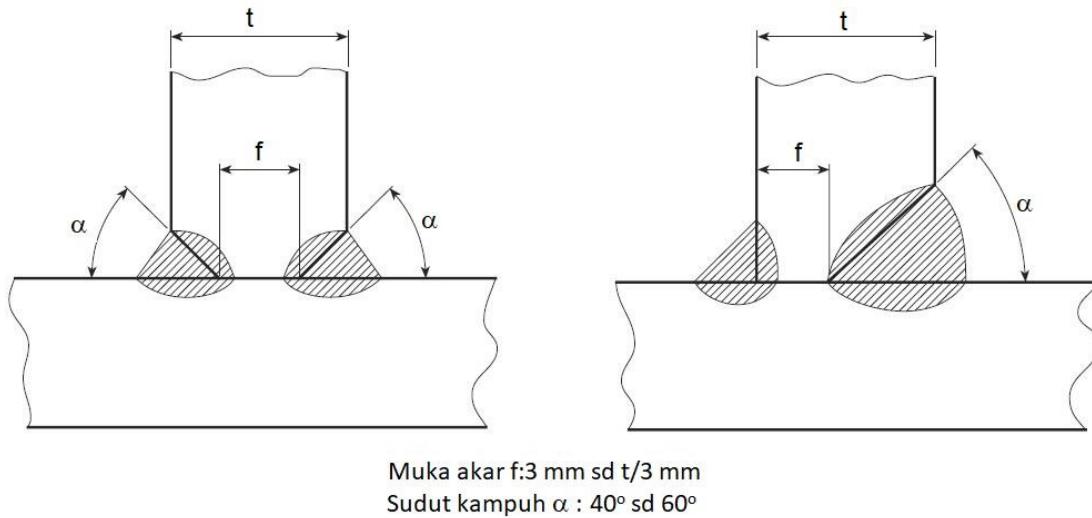


flens elemen bergelombang

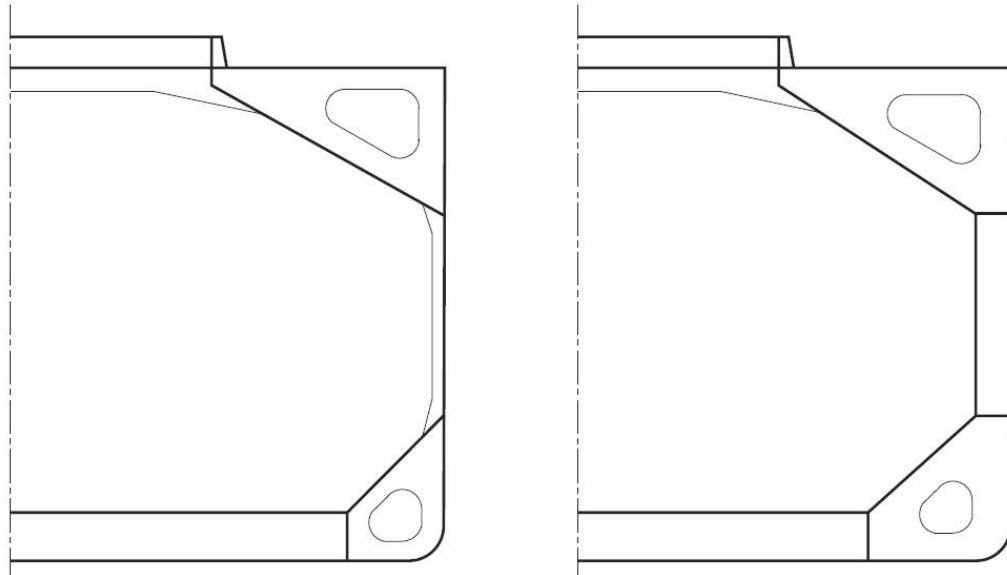


$d \geq t_f$
 t_f = tebal flens terpasang

Gambar 23.12 Pelat atas stol sisa ujung d



Gambar 23.13 Sambungan pengelasan penetrasи dalam (*deep*)



Gambar 23.14 Kapal curah kulit sisi tunggal dan ganda

4.4 Modulus penampang pada elemen bergelombang pada penampang selain ujung bawah

Modulus penampang dihitung dengan mempertimbangkan bilah elemen bergelombang efektif dan flens yang mengalami tekanan dengan lebar efektif flens, b_{ef} , tidak lebih besar dari yang diberikan 4.6.1

4.5 Pengecekan tegangan izin

Tegangan normal σ dan geser τ tidak boleh lebih dari nilai yang dizinkan σ_a dan τ_a [N/mm^2], diberikan oleh:

$$\sigma_a = R_{eH}$$

$$\tau_a = 0,5 \cdot R_{eH}$$

R_{eH} = Tegangan atas luluh minimum [N/mm^2], pada struktur lambung baja.

4.6 Pengecekan lebar efektif flens yang mengalami tekanan dan bukling geser

4.6.1 Lebar efektif flens elemen bergelombang yang mengalami tekanan

Lebar efektif b_{ef} [m], pada flens elemen bergelombang diberikan oleh:

$$b_{ef} = C_e \cdot b$$

dimana:

$$C_e = \frac{2,25}{\beta} - \frac{1,25}{\beta^2} \quad \text{untuk } \beta > 1,25$$

$$C_e = 1,0 \quad \text{untuk } \beta \leq 1,25$$

$$\beta = 10^3 \cdot \frac{b}{t_f} \cdot \sqrt{\frac{R_{eH}}{E}}$$

$$t_f = \text{tebal flens bersih [mm]}$$

$$b = \text{lebar [m], flens elemen bergelombang (lihat Gambar 23.8).}$$

$$R_{eH} = \text{tegangan atas luluh minimum [N/mm}^2\text{].}$$

$$E = \text{Modulus elastisitas material [N/mm}^2\text{] diasumsikan } 2,06 \times 10^5 \text{ untuk baja.}$$

(IACS UR S18.4.6.1)

4.6.2 Bukling geser

Pengecekan bukling untuk pelat bilah pada ujung elemen bergelombang dilakukan sesuai Bab 3, F. Faktor bukling diambil sebagai berikut :

$$K = 6,34 \cdot \sqrt{3}$$

Tegangan geser τ harus diambil sesuai dengan 4.2 dan faktor keamanan S adalah 1,05.

4.7 Tebal bersih pelat lokal

Tebal bersih pelat lokal pada sekat t_{net} [mm], diberikan oleh:

$$t_{net} = 14,9 \cdot a_w \sqrt{\frac{1,05 \cdot p}{R_{eH}}}$$

$$a_w = \text{lebar pelat [m], harus diambil sama dengan lebar pada flens atau bilah elemen bergelombang, mana yang lebih besar, lihat Gambar 23.8.}$$

$$p = \text{Resultan tekanan [kN/m}^2\text{], sebagaimana didefinisikan 2.5, pada alas setiap lajur pelat; dalam semua kasus, tebal bersih pada lajur terendah harus ditentukan menggunakan resultan tekanan pada atas stol bawah, atau alas dalam, jika stol bawah tidak terpasang atau bagian atas shedder, jika shedder atau gusset/shedder terpasang.}$$

Jika tebal flens dan bilah berbeda pada sekat bergelombang rakitan, tebal bersih pada pelat yang lebih sempit adalah tidak kurang dari t_{net} [mm], diberikan oleh:

$$t_{net,n} = 14,9 \cdot a_n \sqrt{\frac{1,05 \cdot p}{R_{eH}}}$$

$$a_n = \text{lebar [mm], pada pelat yang lebih sempit, lihat Gambar 23.8.}$$

Tebal bersih pada pelat yang lebih lebar [mm], tidak boleh kurang dari maksimum nilai t_{w1} dan t_{w2} :

$$t_{w1} = 14,9 \cdot a_w \sqrt{\frac{1,05 \cdot p}{R_{eH}}}$$

$$t_{w2} = \sqrt{\frac{440 \cdot a_w^2 \cdot 1,05 \cdot p}{R_{eH}} - t_{np}^2}$$

t_{np} adalah tebal bersih aktual pada pelat yang lebih sempit $t_{np} \leq t_{w1}$

5. Detail Lokal

Desain detail lokal harus memenuhi persyaratan BKI untuk tujuan menyalurkan gaya dan momen sekat bergelombang ke batas struktur, khususnya ke alas ganda dan struktur geladak melintang, sebagaimana dapat diterapkan.

Tebal dan penguatan efektif pada pelat gusset dan shedder, sebagaimana didefinisikan dalam [4.3](#), ditentukan menurut [Bab 12, B](#) dengan berdasarkan model pembebahan [2](#).

Kecuali dinyatakan lain, sambungan las dan material harus dihitung dan dipilih sesuai dengan persyaratan BKI.

6. Penambahan korosi dan pembaharuan baja

Penambahan korosi t_k diambil sama dengan 3,5 mm.

F. Desain Kondisi Pemuatan untuk notasi BC-A, BC-B dan BC-C

(IACS UR S25 deleted)

BC-A, BC-B dan **BC-C** merupakan notasi tambahan wajib untuk Kapal Curah yang memiliki notasi **CSR** dan panjang $L \geq 150$ m, oleh karena itu [Rules for Bulk Carriers and Oil Tankers \(Pt.1, Vol.XVII\)](#) harus diterapkan.

Sesuai permintaan Pemilik, notasi **BC-A, BC-B** dan **BC-C** dapat diberikan untuk kapal curah lain diluar yang disebutkan di atas dan hanya persyaratan desain kondisi pemuatan dalam [Rules for Bulk Carriers and Oil Tankers \(Pt.1, Vol.XVII.B\) Pt. 1, Ch. 1, Sec. 1.3.1](#) yang harus diterapkan dan dimasukkan dalam perhitungan kekuatan memanjang sesuai dengan [Bab. 5](#).

G. Pemasangan Akil pada Kapal Curah, Kapal Bijih Tambang dan Kapal Muatan Kombinasi

1. Pemberlakuan

Semua kapal curah, kapal bijih tambang dan kapal muatan kombinasi harus dilengkapi dengan akil tertutup pada geladak lambung timbul.

Perencanaan struktur dan ukuran konstruksi akil harus memenuhi persyaratan [Bab 16](#).

(IACS UR S28.1)

2. Ukuran

Akil harus ditempatkan pada geladak lambung timbul dengan sekat belakangnya terpasang pada atau dibelakang sekat depan ruang muat terdepan (lihat [Gambar 23.15](#)).

Tinggi akil, H_F [m], diatas geladak utama tidak boleh kurang dari yang terbesar dari:

- tinggi standar bangunan atas seperti ditentukan pada ketentuan ICLL, atau
- $H_c + 0,5$ [m]

H_c = tinggi [m] ambang palka melintang depan dari ruang muat No. 1

Untuk menggunakan beban desain yang dikurangi untuk ambang palka melintang haluan (lihat [Bab 17, B.2](#)) dan penahan tutup palka (lihat [Bab 17, B.5.5](#)) dari ruang muat paling depan, maka jarak antara semua titik dari tepi belakang geladak akil dan pelat ambang palka, ℓ_F [m], harus memenuhi formula berikut (lihat [Gambar 23.15](#)):

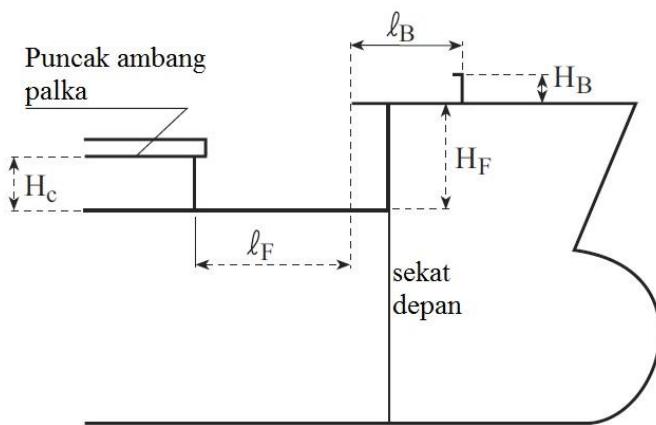
$$P_F = 5 \sqrt{H_F - H_c} \quad [\text{m}]$$

Pemecah gelombang tidak boleh dipasang pada geladak akil untuk tujuan melindungi ambang palka atau tutup palka. Jika dipasang untuk tujuan lain, jarak antara tepi atasnya pada garis tengah kapal dan tepi belakang geladak akil, ℓ_B [m], harus memenuhi formula berikut (lihat [Gambar 23.15](#)):

$$\ell_B \geq 2,75 \cdot H_B \quad [\text{m}]$$

H_B = tinggi pemecah gelombang diatas akil.

(IACS UR S28.2)



Gambar 23.15 Ukuran akil

H. Pengangkutan Gulungan Baja di Kapal Barang Kering Serbaguna

1. Umum

1.1 Persyaratan sub-bab ini berlaku untuk kapal dengan sistem kontruksi memanjang dan sekat memanjang vertikal. Kapal dengan konstruksi lain harus dipertimbangkan secara terpisah.

1.2 Persamaan untuk menghitung jarak antara bagian bidang beban terluar dalam bidang pelat c, jumlah gulungan baja dalam satu baris melintang kapal n_5 dan jumlah tingkat n_1 dalam [2](#) dan [3](#) dapat digunakan, jika penentuan langsung berdasarkan rencana pengaturan penyimpanan tidak memungkinkan.

1.3 "Code of Safe Practice for Cargo Stowage und Securing" (IMO Res. A714(17) sebagaimana telah diubah) harus dipatuhi untuk penyimpanan gulungan baja di kapal samudera. Khususnya penopang gulungan yang cukup melalui ganjalan yang diletakkan di atas kapal harus diperhatikan.

2. Pelat alas dalam

Tebal pelat t alas dalam tidak boleh kurang dari yang ditentukan oleh formula berikut:

$$t = 1,15 \cdot K_1 \cdot \sqrt{\frac{p}{\sigma_{pl}}} + t_k \quad [\text{mm}]$$

K_1 = koefesien, didefinisikan sebagai:

$$= \sqrt{\frac{1,7 \cdot a \cdot b \cdot K_2 - 0,73 \cdot a^2 \cdot K_2^2 - (b - c)^2}{2 \cdot c \cdot (2 \cdot a + 2 \cdot b \cdot K_2)}}$$

K_2 = koefesien, didefinisikan sebagai:

$$= -\frac{a}{b} + \sqrt{\left(\frac{a}{b}\right)^2 + 1,37 \cdot \left(\frac{b}{a}\right)^2 \cdot \left(1 - \frac{c}{b}\right)^2 + 2,33}$$

c = jarak [m] antara bidang beban terluar dalam bidang pelat, didefinisikan sebagai:

$$= (n_2 - 1) \cdot \frac{\ell}{n_3} + c_d \cdot \ell_c \cdot (n_4 - 1)$$

n_1 = jumlah tingkat gulungan, didefinisikan sebagai:

= 1,4 untuk satu tingkat, diamankan dengan gulungan kunci

n_2 = jumlah beban patch per bidang pelat, lihat juga [Gambar 23.16](#), didefinisikan sebagai:

$$= n_3 \cdot \left(\frac{b}{\ell_c} - c_d \cdot (n_4 - 1) \right) \quad \text{secara umum}$$

$$= n_3 \cdot n_4 \quad \text{untuk } (n_3 - 1) \cdot \frac{\ell}{n_3} < b - (1 + c_d) \cdot \ell_c \cdot (n_4 - 1)$$

n_2 harus dibulatkan ke bilangan bulat berikutnya

n_3 = jumlah ganjalan per gulungan, lihat [Gambar 23.16](#)

n_4 = jumlah gulungan per bidang pelat, lihat [Gambar 23.16](#), dimana

$$= \frac{b}{(1 + c_d) \cdot \ell_c}$$

n_4 harus dibulatkan ke bilangan bulat berikutnya

P = gaya massa [N] termasuk penambahan percepatan, didefinisikan sebagai:

$$= F_p \cdot (1 + a_v)$$

F_p = gaya massa [N] yang bekerja pada satu bidang pelat [N], didefinisikan sebagai:

$$= 9,81 \cdot \frac{W \cdot n_1 \cdot n_2}{n_3}$$

σ_{pl} = desain tegangan lokal yang diizinkan [N/mm^2], didefinisikan sebagai:

$$= \sqrt{\sigma_{perm}^2 - 0,786 \cdot \sigma_{perm} \cdot \sigma_{L,i} - 3 \cdot \tau_L^2} - 0,062 \cdot \sigma_{L,i}$$

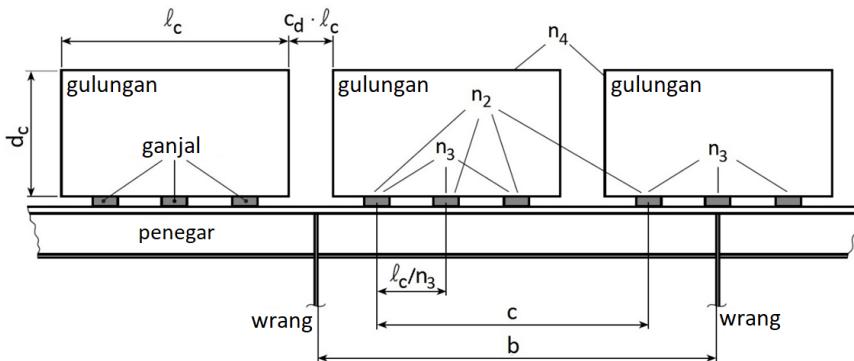
Catatan:

Sebagai pendekatan pertama $\sigma_{L,i}$ dan τ_L dapat diambil sebagai berikut:

$$\sigma_{L,i} = \frac{12,6 \cdot \sqrt{L}}{k} \quad [N/mm^2] \quad \text{for } L < 90 \text{ m}$$

$$= \frac{120}{k} \quad [N/mm^2] \quad \text{for } L > 90 \text{ m}$$

$$\tau_L = 0 \quad [N/mm^2]$$



Gambar 23.16 Contoh susunan untuk penentuan n_2 , n_3 dan n_4

3. Pelat sekat memanjang

Tebal pelat sekat memanjang sekurang-kurangnya pada ketinggian satu jarak gading di atas garis kontak tertinggi yang mungkin dengan beban gulungan baja tidak boleh kurang dari yang ditentukan oleh formula berikut:

$$t = K_1 \cdot \sqrt{\frac{P^*}{\sigma_{pl}}} + t_k \quad [\text{mm}]$$

K_1 = koefesien sesuai dengan 2.

P^* = gaya massa [N] termasuk penambahan percepatan, didefinisikan sebagai:

$$= F_p^* \cdot (a_y - \mu \cdot \cos \varphi)$$

F_p^* = gaya massa [N] yang bekerja pada satu bidang pelat, didefinisikan sebagai:

$$= 9,81 \cdot \frac{W \cdot n_2 \cdot n_5}{n_3}$$

n_2 = jumlah bidang beban per bidang pelat menurut 2.

n_3 = jumlah ganjalan per gulungan, lihat [Gambar 23.16](#)

n_5 = jumlah gulungan pada baris melintang kapal, didefinisikan sebagai:

$$= \frac{B_H}{d_c} + n_6$$

n_6 = jumlah relatif gulungan baja di baris teratas, didefinisikan sebagai:

$$n_6 = 0 \quad \text{untuk } n_1 = 1$$

$$n_6 = \text{jumlah gulungan kunci} \quad \text{untuk } n_1 = 1,4$$

$$n_6 = B_H / d_c - 1 \quad \text{untuk } n_1 = 2$$

$$n_6 = 2 \cdot B_H / d_c - 3 \quad \text{untuk } n_1 = 3$$

σ_{pl} = desain tegangan lokal yang diizinkan [N/mm²], didefinisikan sebagai

$$= \sqrt{\sigma_{perm}^2 - 0,786 \cdot \sigma_{perm} \cdot \sigma_{LJ} - 3 \cdot \tau_L^2} - 0,062 \cdot \sigma_{LJ}$$

Untuk pelat miring (misalnya pelat Hopper) gaya tambahan harus diamati untuk perhitungan P^* . Selanjutnya komponen gaya persegi panjang ke pelat harus ditentukan.

Catatan:

Sebagai pendekatan pertama $\sigma_{L,i}$ dan τ_L dapat diambil sebagai berikut:

$$\sigma_{L,i} = 0,76 \cdot \sigma_{L,i} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\tau_L = \frac{55}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$\sigma_{L,i}$ = see 2.

4. Ukuran konstruksi penegar memanjang

4.1 Model analysis

Ukuran konstruksi dari pembujur alas dalam dan struktur sisi harus ditentukan dengan menggunakan teori balok sederhana.

Untuk tujuan ini, balok harus dibebani sesuai dengan kombinasi beban yang mungkin untuk gulungan.

Kondisi batas untuk model balok harus dipilih dengan memperhatikan detail perpotongan pada wrang dan gading besar.

4.2 Beban

Gaya harus ditentukan sehubungan dengan kombinasi beban yang diharapkan dari gulungan. Jika hal ini tidak diketahui, estimasi menurut 2 dan 3 dapat dibuat sebagai berikut:

Alas dalam:

- Massa yang bekerja per ganjal = F_p / n_2 , percepatan oleh a_y sesuai Bab. 4, C.1.

Struktur sisi:

- Massa yang bekerja per ganjal = F_p^* / n_2 , percepatan oleh $(a_y - \mu \cdot \cos \phi)$, lihat juga 3

Tegangan yang disebabkan oleh defleksi kapal global harus disuperposisi.

4.3 Tegangan izin

Tegangan izin pada [Bab 9](#), [B.3](#) harus diperhatikan.

Tegangan geser izin adalah $100/k$ [N/mm^2].

Kecukupan luas bidang geser pada perpotongan antara pembujur dan wrang atau gading besar harus dipertimbangkan. Selanjutnya kekuatan yang cukup dari tumit penegar harus ditaati.

4.4 Penguatan struktur sisi

Penguatan yang sesuai harus diatur didaerah garis kontak pada gulungan baja dengan sekat memanjang yaitu penegar memanjang atau senta.

J. Evaluasi Ukuran Konstruksi Sekat Melintang Kedap Air Bergelombang antara Ruang muat No. 1 dan 2, dengan Ruang muat No. 1 bocor, untuk Kapal Curah yang sudah jadi.

1. Aplikasi dan definisi

Persyaratan ini berlaku untuk semua kapal curah dengan panjang 150 m ke atas, di ruang muat terdepan, yang dimaksudkan untuk mengangkut muatan curah padat yang memiliki massa jenis $1,78 t/m^3$, atau lebih, dengan geladak tunggal, tangki atas dan tangki hopper, dipasang dengan sekat melintang kedap air bergelombang vertikal antara ruang muat No. 1 dan 2 dimana:

- Ruang muat terdepan dibatasi oleh kulit sisi hanya untuk kapal dengan kontrak pembangunan sebelum 1 Juli 1998, dan belum dibangun sesuai dengan sub bab [E](#).
- Ruang muat terdepan adalah konstruksi kulit sisi ganda dengan lebar kurang dari 760 mm diukur tegak lurus terhadap kulit sisi kapal, yang peletakan lunasnya, atau yang berada pada tahap pembangunan yang sama, sebelum 1 Juli 1999 dan belum dibangun sesuai dengan Persyaratan IACS UR S18 (Rev. 2, September 2000).

Ukuran konstruksi bersih sekat melintang antara ruang muat No. 1 dan 2 harus dihitung dengan menggunakan beban yang diberikan dalam [2.](#), momen bending dan gaya geser yang diberikan dalam [3.](#) dan kriteria kekuatan yang diberikan dalam [4.](#).

Bila perlu, pembaruan baja dan/atau penguatan dipersyaratkan sesuai [6.](#).

Dalam persyaratan ini, kondisi pemuatan homogen berarti kondisi pemuatan di mana rasio antara rasio pengisian tertinggi dan terendah, yang dievaluasi untuk dua ruang muat terdepan, tidak melebihi 1,20, harus dikoreksi untuk densitas muatan yang berbeda.

2 Model Beban

2.1 Umum

Beban yang dianggap bekerja pada sekat adalah beban yang diberikan oleh kombinasi beban muatan yang disebabkan oleh kebocoran ruang muat No.1.

Kombinasi terburuk dari beban karena muatan dan beban kebocoran harus digunakan untuk pemeriksaan ukuran kontruksi sekat, berdasarkan kondisi pemuatan pada petunjuk pemuatan:

- kondisi pemuatan yang homogen;
- kondisi pemuatan yang tidak homogen.

Kondisi pemuatan bagian tidak homogen yang berhubungan dengan operasi bongkar muat secara simultan (*multiport*) sedangkan untuk kondisi pemuatan homogen tidak perlu mengikuti persyaratan ini.

2.2 Tinggi kebocoran sekat bergelombang

Tinggi kebocoran h_f (lihat [Gambar 23.7](#)) adalah jarak [m], yang diukur secara vertikal dengan kapal pada posisi tegak, dari titik perhitungan ke tingkat yang terletak pada jarak d_f , [m], dari garis dasar sama dengan:

a) secara umum :

– H

b) untuk kapal dengan bobot mati kurang dari 50000 t dan lambung timbul Tipe B:

– $0,95 \cdot H$

H adalah jarak [m], dari garis dasar ke geladak lambung timbul pada sisi tengah kapal (lihat [Gambar 23.7](#))

c) untuk kapal yang akan dioperasikan pada sarat garis muat yang ditetapkan T_r kurang dari sarat garis muat yang diizinkan T , ketinggian bocor yang ditentukan dalam a) dan b) di atas dapat dikurangi dengan $T - T_r$

2.3 Tekanan di ruang muat yang bocor

2.3.1 Ruang muat yang dimuati muatan curah

Dua kasus harus dipertimbangkan, tergantung pada nilai d_1 dan d_f , d_1 (lihat [Gambar 23.7](#)) menjadi jarak dari garis dasar yang diberikan [m], dengan:

$$d_1 = \frac{M_c}{\rho_c \cdot l_c \cdot B} + \frac{V_{LS}}{l_c \cdot B} + (h_{HT} - h_{DB}) \cdot \frac{b_{HT}}{B} + h_{DB}$$

dimana:

M_c = massa muatan [ton], di ruang muat No. 1

ρ_c = masa jenis muatan curah, [t/m^3]

l_c = panjang ruang muat No. 1, [m]

B = lebar kapal pada tengah kapal, [m]

V_{LS} = volume [m^3], dari stol alas di atas alas dalam

h_{HT} = ketinggian tangki hopper pada bagian tengah kapal, [m], dari garis dasar

h_{DB} = tinggi alas ganda, [m]

b_{HT} = lebar tangki hopper di tengah kapal, [m].

Pada setiap titik sekat yang terletak pada jarak antara d_1 dan d_f dari garis dasar, tekanan $p_{c,f}$, dalam kN/m^2 , diberikan dengan ketentuan sebagai berikut:

- jika $d_f \geq d_1$, lihat [E.2.4.1.a](#))
- jika $d_f < d_1$, lihat [E.2.4.1.b](#))

2.3.2 Ruang muat kosong

Pada setiap titik sekat, tekanan hidrostatik p_f yang disebabkan oleh tinggi kebocoran h_f harus dipertimbangkan. Gaya F_f , [kN], yang bekerja pada elemen bergelombang diberikan dalam [E.2.4.2](#)

2.4 Tekanan di ruang muat muatan curah yang tidak bocor

Pada setiap titik sekat, tekanan p_c , [kN/m^2], dan gaya F_c , [kN], diberikan dalam [E.2.3](#)

2.5 Tekanan Resultan

Tekanan resultan dan gaya resultan dari kondisi pemuatan homogen dan tidak homogen pada setiap titik struktur sekat harus dipertimbangkan untuk ukuran kontruksi sekat, lihat [E.2.5](#).

3. Momen bending dan gaya geser pada elemen bergelombang sekat

Momen bending M dan gaya geser Q pada elemen bergelombang sekat diperoleh dengan menggunakan formula yang diberikan pada [E.3.1](#) dan [E.3.2](#). Nilai M dan Q akan digunakan untuk pemeriksaan di [4](#).

4. Kriteria Kekuatan

4.1 Umum

Kriteria berikut berlaku untuk sekat melintang dengan elemen bergelombang vertikal (lihat [Gambar 23.8](#)).

Persyaratan tebal bersih pelat lokal diberikan dalam [4.7](#).

Sebagai tambahan, kriteria yang diberikan oleh [4.2](#) dan [4.5](#) harus terpenuhi.

Bila sudut elemen bergelombang ϕ yang ditunjukkan pada [Gambar 23.8](#) kurang dari 50° , baris horisontal pelat shedder zig-zag harus dipasang di sekitar pertengahan tinggi elemen bergelombang (lihat [Gambar 23.8](#)) untuk membantu menjaga stabilitas dimensi sekat dalam beban bocor. Pelat shedder harus dilas ke elemen bergelombang dengan pengelasan menerus ganda, tetapi tidak dilas ke kulit sisi.

Tebal bagian bawah elemen bergelombang sesuai [4.2](#) dan [4.5](#) harus dipertahankan untuk jarak dari alas dalam (jika stol bawah tidak dipasang) atau bagian atas stol bawah, dengan panjang tidak kurang dari $0,15 \cdot \ell$.

Tebal bagian tengah elemen gelombang sesuai [4.2](#) and [4.4](#) harus dipertahankan untuk jarak dari geladak (jika stol atas tidak dipasang) atau bagian bawah stol atas, dengan panjang tidak lebih besar dari $0,3 \cdot \ell$.

4.2 Kapasitas bending dan tegangan geser τ

Kapasitas bending harus memenuhi formula berikut:

$$\frac{M \cdot 10^3}{0,5 \cdot W_{le} + \sigma_{a,le} + W_m \cdot \sigma_{a,m}} \leq 1,0$$

dimana:

M = momen bending [kN m], sebagaimana diberikan oleh [3.1](#)

W_{le} = modulus penampang dari setengah bidang elemen bergelombang [cm^3], pada ujung bawah elemen bergelombang, dihitung menurut [4.3](#)

W_m = modulus penampang dari setengah bidang elemen bergelombang [cm^3], pada tengah bentangan elemen bergelombang, dihitung menurut [4.4](#)

$\sigma_{a,le}$ = tegangan izin [N/mm^2], sesuai [4.5](#), untuk ujung bawah elemen bergelombang

$\sigma_{a,m}$ = tegangan izin [N/mm^2], sesuai [4.5](#), untuk tengah bentangan elemen bergelombang

Dalam hal ini W_m tidak lebih besar dari yang terkecil dari $1,15 \cdot W_{le}$ dan $1,15 \cdot W'_{le}$ untuk perhitungan kapasitas bending, W'_{le} didefinisikan dibawah.

Bila pelat shedder dipasang dengan :

- tidak tertekuk
- dilas pada elemen bergelombang dan bagian atas stol bawah dengan las penetrasi satu sisi atau yang ekuivalen
- dipasang pada kemiringan minimum 45° dan ujung bawahnya segaris dengan pelat sisi stol
- memiliki sifat material setidaknya sama dengan yang disediakan untuk flensa, modulus penampang W_{le} harus diambil tidak lebih besar dari nilainya, formula lihat [E.4.2](#)

Tegangan τ didapat dengan membagi gaya geser Q dengan luas bidang geser. Luas bidang geser harus dikurangi untuk menghitung kemungkinan tidak tegak lurus antara bilah dan flens elemen bergelombang. Umumnya pengurangan luas bidang geser didapat dengan mengalikan luas penampang bilah dengan ($\sin \phi$), ϕ adalah sudut antara bilah dan flens. Tebal pelat bersih t_{net} digunakan ketika menghitung modulus penampang dan luas bidang geser.

Tebal pelat bersih t_{net} digunakan ketika menghitung modulus penampang dan luas bidang geser.

Modulus penampang elemen bergelombang dihitung dengan persyaratan yang diberikan oleh [4.3](#) and [4.4](#).

4.3 Modulus penampang pada ujung bawah elemen bergelombang

Modulus penampang dihitung dengan flens yang mengalami tekanan dengan lebar efektif flens, b_{ef} , tidak lebih besar dari yang diberikan oleh [4.6.1](#).

- Bila perhitungan modulus penampang elemen bergelombang pada ujung bawah (penampang melintang ① pada [Gambar 23.10](#)) mempertimbangkan pemasangan pelat shedder efektif (lihat [Gambar 23.10](#)) sebagaimana didefinisikan pada [4.2](#), maka bidang pelat flens [cm^2] ditambah dengan:

$$\left(2,5 \cdot a \cdot \sqrt{t_f \cdot t_{sh}} \cdot \sqrt{\frac{\sigma_{Fsh}}{\sigma_{FFl}}} \right) \quad (\text{diambil tidak lebih besar dari } 2,5 \cdot a \cdot t_f)$$

dimana:

a = lebar, [m], elemen bergelombang flange (lihat [Gambar 23.8](#))

t_{sh} = tebal bersih pelat shedder [mm]

t_f = tebal bersih flens [mm]

σ_{Fsh} = tegangan luluh atas minimum [N/mm^2], dari material yang digunakan untuk pelat shedder

σ_{FFl} = tegangan luluh atas minimum, [N/mm^2], dari material digunakan untuk flensa bergelombang.

- Bila perhitungan modulus penampang elemen bergelombang pada ujung bawah (penampang melintang ① pada [Gambar 23.11](#)) mempertimbangkan pemasangan pelat gusset efektif (lihat [Gambar 23.11](#)) sebagaimana didefinisikan pada [4.2](#), maka bidang pelat flens [cm^2] ditambah dengan $(7 \cdot h_g \cdot t_{gu})$ bila:

h_g = tinggi pelat gusset [m], lihat [Gambar 23.11](#), diambil tidak lebih besar dari:

$$\left(\frac{10}{7} \cdot s_{gu} \right)$$

- s_{gu} = lebar pelat gusset, [m]
 t_{gu} = tebal bersih pelat gusset [mm], diambil tidak lebih besar dari t_f
 t_f = tebal bersih flens [mm], sesuai kondisi terpasang
c) Jika bilah elemen bergelombang dilas dengan pelat atas stol miring pada sudut kurang dari 45° dengan bidang horizontal, modulus penampang elemen bergelombang dihitung dengan mempertimbangkan bilah elemen bergelombang efektif penuh. Untuk perhitungan modulus penampang elemen bergelombang jika dipasang pelat gusset efektif, maka bidang pelat flens ditambah secara khusus sesuai butir b) di atas. Tidak ada keringanan yang diberikan untuk pelat shedder.

Untuk sudut kurang dari 45° , bilah efektif didapat dengan interpolasi linier antara 30% untuk 0° dan 100% untuk 45° .

4.4 Modulus penampang pada elemen bergelombang pada penampang selain ujung bawah

Modulus penampang dihitung dengan mempertimbangkan bilah elemen bergelombang efektif dan flens yang mengalami tekanan dengan lebar efektif flens, b_{ef} , tidak lebih besar dari yang diberikan 4.6.1.

4.5 Pengecekan tegangan izin

Tegangan normal σ dan geser τ tidak boleh lebih dari nilai yang dizinkan σ_a dan τ_a [N/mm²], diberikan oleh:

$$\sigma_a = R_{eH}$$

$$\tau_a = 0,5 \cdot R_{eH}$$

R_{eH} = Tegangan atas luluh minimum [N/mm²], dari material.

4.6 Pengecekan lebar efektif flens yang mengalami tekanan dan bukling geser

4.6.1 Lebar efektif flens elemen bergelombang yang mengalami tekanan

Lebar efektif b_{ef} [m], pada flens elemen bergelombang, lihat E.4.6.1

4.6.2 Bukling geser

Pengecekan bukling untuk pelat bilah pada ujung elemen bergelombang dilakukan sesuai Bab 3, F.

Faktor bukling diambil sebagai berikut :

$$K = 6,34$$

Tegangan geser τ harus diambil sesuai dengan 4.2 dan faktor keamanan S adalah 1,05.

4.7 Tebal bersih pelat lokal

Tebal bersih pelat lokal pada sekat t_{net} [mm], diberikan oleh:

$$t_{net} = 14,9 \cdot a_w \cdot \sqrt{\frac{p}{R_{eH}}}$$

a_w , p = lihat E.4.7

Jika tebal flens dan bilah berbeda pada sekat bergelombang rakitan, tebal bersih pada pelat yang lebih sempit adalah tidak kurang dari t_{net} [mm], harus ditentukan dengan formula diberikan berikut:

$$t_{net,n} = 14,9 \cdot a_n \cdot \sqrt{\frac{p}{R_{eH}}}$$

a_n = lihat [E.4.7](#)

Tebal bersih pada pelat yang lebih lebar [mm], tidak boleh kurang dari maksimum nilai t_{w1} dan t_{w2} :

$$t_{w1} = 14,9 \cdot a_w \cdot \sqrt{\frac{p}{R_{eH}}}$$

$$t_{w2} = \sqrt{\frac{440 \cdot a_w^2 \cdot p}{R_{eH}} - t_{np}^2}$$

t_{np} adalah tebal bersih aktual pada pelat yang lebih sempit $t_{np} \leq t_{w1}$

5. Detail Lokal

Persyaratan untuk detail lokal, lihat [E.5](#)

6. Penambahan korosi dan pembaharuan baja

Lihat [Rules for Classification and Surveys \(Pt.1, Vol.I\) Annex B.6.5](#)

K. Evaluasi pemuatan ruang muat yang diizinkan pada ruang muat No.1 dengan ruang muat No.1 bocor untuk Kapal curah yang sudah jadi.

1. Aplikasi dan definisi

Persyaratan ini berlaku untuk semua kapal curah dengan panjang 150 m ke atas, di ruang muat terdepan, yang dimaksudkan untuk mengangkut muatan curah padat yang memiliki massa jenis 1,78 t/m³, atau lebih, dengan geladak tunggal, tangki atas dan tangki hopper, dimana:

- ruang muat terdepan dibatasi oleh kulit sisi hanya untuk kapal dengan kontrak pembangunan sebelum 1 Juli 1998, dan belum dibangun sesuai dengan sub bab [D](#).
- ruang muat terdepan adalah konstruksi kulit sisi ganda dengan lebar kurang dari 760 mm diukur tegak lurus terhadap kulit sisi kapal, yang peletakan lunasnya, atau yang berada pada tahap pembangunan yang sama, sebelum 1 Juli 1999 dan belum dibangun sesuai dengan Persyaratan IACS S20 (Rev. 2, September 2000).

Penyelesaian awal survei pembaruan kelas yang akan datang setelah 1 Juli 1998 untuk menunda kepatuhan tidak diperbolehkan.

Pemuatan di ruang muat No. 1 tidak boleh melebihi pemuatan ruang muat yang diizinkan dalam kondisi bocor, dihitung sesuai [4.](#), dengan menggunakan beban yang diberikan dalam [2.](#) dan kapasitas geser alas ganda yang diberikan dalam [3.](#)

Dalam hal apapun, pemuatan ruang muat yang diizinkan dalam kondisi bocor harus diambil lebih besar dari desain pemuatan ruang muat dalam kondisi utuh.

2. Model Beban

2.1 Umum

Beban yang dianggap bekerja pada alas ganda dari ruang muat No. 1 adalah yang diberikan oleh tekanan eksternal air laut dan kombinasi dari beban muatan dengan yang disebabkan oleh kebocoran ruang muat No. 1.

Kombinasi terburuk dari beban karena muatan dan beban kebocoran harus digunakan, berdasarkan kondisi pemuatan pada petunjuk pemuatan:

- kondisi pemuatan yang homogen;
- kondisi pembebanan yang tidak homogen.
- kondisi kargo yang dikemas (seperti produk pabrik baja).

Untuk setiap kondisi pemuatan, massa jenis muatan curah maksimum yang akan dibawa harus dipertimbangkan dalam menghitung batas ruang muat yang diizinkan.

2.2 Tinggi kebocoran alas dalam

Tinggi kebocoran h_f (lihat [Gambar 23.4](#)) adalah jarak [m] yang diukur secara vertikal pada posisi kapal tegak dari alas dalam sampai ketinggian jarak d_f [m] dari garis dasar sama dengan:

- H secara umum
- $0,95 \cdot H$ untuk kapal dengan bobot mati kurang dari 50000 t dan lambung timbul Tipe B.

H adalah jarak, dalam m, dari garis dasar ke geladak lambung timbul di sisi tengah kapal (lihat [Gambar 23.4](#)).

3. Kapasitas geser alas ganda ruang muat No. 1

Kapasitas geser C alas ganda ruang muat no.1 didefinisikan sebagai penjumlahan kekuatan geser pada tiap ujung dari :

- semua wrang yang berdekatan dengan kedua hopper, kekuatannya setengah dari dua wrang yang berdekatan disetiap stol, atau sekat lintang jika stol tidak dipasang, lihat [Gambar 23.5](#)
- semua penumpu alas ganda yang berdekatan dengan kedua stol, atau sekat melintang jika stol tidak dipasang.

Kekuatan penumpu atau wrang yang terputus dan tidak secara langsung terhubung pada batas stol atau penumpu hopper, harus dievaluasi hanya pada salah satu ujungnya.

Perhatikan bahwa wrang dan penumpu yang harus dipertimbangkan adalah yang berada di dalam batas ruang muat yang dibentuk oleh hopper dan stol (atau sekat melintang jika tidak ada stol yang dipasang). Penumpu samping hopper dan lantai langsung di bawah sambungan sekat stol (atau sekat melintang jika tidak dipasang stol) ke alas dalam tidak termasuk.

Bila geometri dan/atau perencanaan struktur alas ganda sebagaimana asumsi di atas tidak terpenuhi, atas kebijaksanaan BKI, maka kapasitas geser C dari alas ganda harus dihitung sesuai dengan kriteria BKI.

Dalam menghitung kekuatan geser, tebal bersih dari wrang dan penumpu harus digunakan. Tebal bersih t_{net} [mm] diberikan oleh :

$$t_{net} = t - t_c$$

dimana:

$$t = \text{tebal terpasang [mm] dari wrang dan penumpu}$$

t_c = pengurangan korosi, sama dengan 2,0 mm, secara umum; nilai t_c yang lebih rendah dapat diadopsi, asalkan tindakan tersebut memuaskan BKI, untuk menjustifikasi asumsi yang dibuat

3.1 Kekuatan geser pada wrang

Persyaratan untuk kekuatan geser pada wrang, lihat [D.3.1](#)

Untuk tegangan geser izin, τ_a , [N/mm²], harus diambil sama dengan $\frac{R_{eH}}{\sqrt{3}}$

3.2 Kekuatan geser pada penumpu

Persyaratan untuk kekuatan geser pada penumpu, lihat [D.3.2](#)

Untuk tegangan geser izin, τ_a , [N/mm²], harus diambil sama dengan $\frac{R_{eH}}{\sqrt{3}}$

4. Beban izin ruang muat

Perhitungan beban izin ruang muat HL [t], kondisi pada [D.4](#) harus dipenuhi.

Untuk factor F, didefinisikan sesuai kondisi berikut:

- Secara umum = 1,05
- Untuk produk pabrik baja = 1,00

L. Kriteria pembaharuan untuk gading kulit sisi dan braket di Kapal Curah Kulit Sisi Tunggal dan Kapal OBO Kulit Sisi Tunggal yang tidak dibangun sesuai dengan UR S21 Rev.1 atau revisi selanjutnya

Lihat [Rules for Classification and Surveys \(Pt.1, Vol.I\) Annex B.11](#)

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 24 Kapal Tangki Minyak

A.	Umum.....	24-1
B.	Kekuatan Penumpu dan Pelintang di Daerah Tangki Muatan.....	24-15
C.	Sekat Memanjang dan Sekat Melintang Kedap Minyak.....	24-18
D.	Sekat Berlubang.....	24-19
E.	Palka	24-19
F.	Detail Struktur pada Ujung-Ujung Kapal	24-19
G.	Kapal untuk Mengangkut Muatan Kering atau Minyak dalam Bentuk Curah	24-22
H.	Kapal Tangki Kecil	24-23
J.	Daftar Produk 1.....	24-25
K.	Daftar Produk 2.....	24-26
L.	Persyaratan Tambahan untuk Kapal Tangki dengan Operasi Penjemputan	24-28

A. Umum

1. Ruang lingkup

1.1. Peraturan berikut berlaku untuk kapal tangki yang digunakan untuk mengangkut minyak dalam bentuk curah dengan titik nyala (uji cangkir tertutup) tidak lebih dari 60°C dan yang tekanan uap Reidnya berada dibawah tekanan atmosfir dan produk cair lainnya yang memiliki bahaya kebakaran yang serupa.

Kecuali disebutkan secara khusus dalam Bab ini, maka berlaku persyaratan [Bab 1 - 22](#) dan persyaratan stabilitas pada [Bab 36](#).

Untuk kapal tangki minyak lambung ganda dan kapal tangki pengangkut produk minyak dengan $L \geq 150$ m dan berpenggerak sendiri dengan pelayaran samudra tidak terbatas, maka berlaku [Rules for Bulk Carriers and Oil Tankers \(Pt. 1, Vol. XVII\)](#) sebagai pengganti dari **B.** sampai dengan **F.**

1.2. "Minyak" yang dimaksud dari Bab ini adalah minyak bumi dalam bentuk apa saja termasuk minyak mentah, produk penyulingan, minyak kotor dan sisa minyak (lihat juga Daftar Produk 1 pada akhir Bab ini).

1.3. "Minyak mentah" yang dimaksud dari Bab ini adalah campuran hidrokarbon cair yang terbentuk secara alami didalam bumi yang diproses atau tidak, agar sesuai untuk pengangkutannya dan termasuk:

- minyak mentah yang telah dihilangkan fraksi distilasi tertentu, dan
- minyak mentah yang telah ditambahkan fraksi distilasi tertentu.

1.4. Produk yang tertera dalam Daftar Produk 2 (pada akhir Bab ini) diizinkan untuk diangkut dalam kapal tangki yang memenuhi peraturan Bab ini. Produk yang tekanan uap Reidnya berada diatas tekanan atmosfir hanya boleh diangkut jika ventilasi tangki muat dilengkapi dengan katup pelepas tekanan/vakum (lihat [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.15](#)) dan ukuran struktur tangki telah dibuat sesuai dengan pengaturan tekanan dari katup pelepas tekanan.

Catatan:

1. Sesuai dengan ketentuan **MARPOL 73/78, Annex II tentang pengangkutan produk kategori Z dalam bentuk curah hanya diizinkan untuk kapal yang memiliki "International Pollution Prevention Certificate for the Carriage of Noxious Liquid Substances in Bulk"** yang diterbitkan oleh Pemerintah Negara Bendera.
2. Produk petrokimia yang tercantum dalam daftar produk IBC-Code, Ch. 17, dan produk bahaya yang sama tidak tunduk pada ketentuan Bab ini.

1.5. Peraturan Bab ini mencakup ketentuan SOLAS 74 Ch. II-2 yang berlaku untuk kapal tangki, hal-hal yang berkaitan dengan ketentuan yang mempengaruhi rancangan dan struktur desain kapal perlu diperhatikan.

Untuk tindakan keselamatan kebakaran lainnya dari ketentuan tersebut diatas, lihat [Bab 22, F.](#) dan [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec. 12](#) dan [15](#).

1.6. Persyaratan untuk kapal yang akan digunakan untuk mengangkut muatan kering atau minyak dalam bentuk curah, lihat [G](#).

1.7. Untuk kapal tangki yang digunakan hanya untuk mengangkut muatan cair dalam bentuk curah dengan titik nyala (uji cangkir tertutup) diatas 60°C, maka persyaratan Bab ini yang menyangkut keselamatan, misalnya sesuai [4.4, 4.5, 9](#), dll. tidak perlu dipenuhi.

Namun demikian, jika produk tersebut dipanaskan sampai suhu melebihi 15°C dibawah titik nyalanya, maka kapal akan dipertimbangkan secara khusus.

1.8. Jika muatan yang direncanakan akan dipanaskan, maka [Bab 12, A.6](#) juga harus diperhatikan.

1.9. Minyak atau bahan cairan lain yang mudah terbakar tidak diizinkan untuk diangkut di ceruk haluan atau buritan.

Catatan:

Diasumsikan bahwa ketentuan Annex I dan, sejauh memungkinkan, Annex II dari MARPOL 73/78 akan dipenuhi.

Atas permintaan, maka suatu pernyataan yang mengkonfirmasikan terhadap pemenuhan ketentuan MARPOL 73/78 akan diterbitkan.

Kapal tangki yang tidak memenuhi ketentuan Annex I tidak akan diberi notasi "OIL TANKER" atau "PRODUCT TANKER".

Untuk kapal tipe "A", jika panjangnya lebih dari 150 m, dimana telah disematkan lambung timbul kurang dari tipe "B", maka ICLL Regulation 27.3 harus dipertimbangkan

2. Karakter Klasifikasi

2.1. Kapal tangki yang dibangun sesuai dengan Persyaratan Bab ini akan disematkan notasi berikut pada karakter klasifikasinya: **OIL TANKER** jika digunakan dalam pelayaran pengangkutan "minyak" seperti didefinisikan pada [1.2](#) atau **PRODUCT TANKER** jika digunakan dalam pelayaran pengangkutan minyak selain "minyak mentah" seperti didefinisikan pada [1.3](#) atau **NLS TANKER** jika digunakan dalam pelayaran pengangkutan muatan dari daftar produk Kategori Z pada IBC Code Ch.17 seperti didefinisikan pada [1.4](#)

Notasi **Oil tanker** atau **Product tanker** atau **NLS tanker** akan diberi simbol untuk menandakan pembuktian stabilitas bocor sesuai dengan [Bab 36, C](#).

2.2. Kapal yang akan digunakan untuk mengangkut secara bergantian muatan kering atau muatan cair dalam bentuk curah dengan titik nyala (uji cangkir tertutup) tidak lebih dari 60°C dapat disematkan salah satu notasi berikut pada karakter klasifikasinya : **"BULK CARRIER OR OIL TANKER"**, **"ORE CARRIER OR OIL TANKER"**, **"ORE CARRIER OR PRODUCT TANKER"**, dll.

Peraturan yang diuraikan pada [G](#). harus ditaati.

2.3. Kapal tangki yang akan digunakan untuk mengangkut muatan cair dengan sifat yang berbeda dan menimbulkan bahaya yang berbeda dari kriteria zat cair yang disebutkan pada [1.2](#) akan dipertimbangkan secara khusus sebagai "kapal tangki muatan khusus". Kapal tangki tersebut dapat diberi notasi:

"SPECIAL TANKER", **"ASPHALT TANKER"**, **"EDIBLE OIL TANKER"**, dll. disematkan pada karakter klasifikasinya.

2.4. Jika kapal hanya akan digunakan untuk mengangkut muatan cair dengan titik nyala (uji cangkir tertutup) diatas 60°C, maka catatan berikut akan dicantumkan dalam Sertifikat:

"FP > 60°C"

2.5. Jika terdapat tindakan khusus terhadap struktur (pemisahan sistem pipa, cat tangki, dll.) mengizinkan pengangkutan berbagai minyak dan produk minyak secara bersamaan, maka catatan berikut dapat dicantumkan dalam Sertifikat

"Suitable for the carriage of various oil products"

2.6. Jika tangki muat tidak dipisahkan dari ruangan lainnya dibagian haluan dan buritan kapal (lihat [4.3.6](#)), maka catatan berikut akan dicantumkan dalam Sertifikat:

" No cofferdams at the forward and/or aft ends ".

3. Perencanaan Tangki Muat

3.1 Umum

3.1.1 Setiap kapal tangki 600 tdw dan lebih, harus memenuhi persyaratan lambung ganda dari MARPOL 73/78, Annex I, Reg. 19.

3.1.2 Tangki atau ruang di dalam lambung ganda yang disyaratkan sesuai dengan ketentuan [3.2](#) dan [3.3](#) tidak boleh digunakan untuk mengangkut muatan dan bahan bakar minyak.

3.1.3 Mengenai definisi "bobot mati" (tdw) agar mengacu pada MARPOL 73/78, Annex I, Reg. 1.23

Catatan :

Kapasitas keseluruhan tangki samping, tangki alas ganda, tangki ceruk haluan dan tangki ceruk buritan tidak boleh kurang dari kapasitas tangki-tangki balas terpisah yang diperlukan untuk memenuhi persyaratan MARPOL 73/78, Annex I, Regulasi 18. Tangki sayap, ruangan dan tangki alas ganda yang biasanya harus memenuhi persyaratan MARPOL 73/78, Annex I, Regulasi 18 sedapat mungkin harus diletakkan secara merata sepanjang daerah tangki muat. Untuk pelepas gas inert, ventilasi dan pengukuran gas, lihat [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.15](#).

3.2 Persyaratan lambung ganda untuk kapal tangki minyak 5000 tdw dan lebih

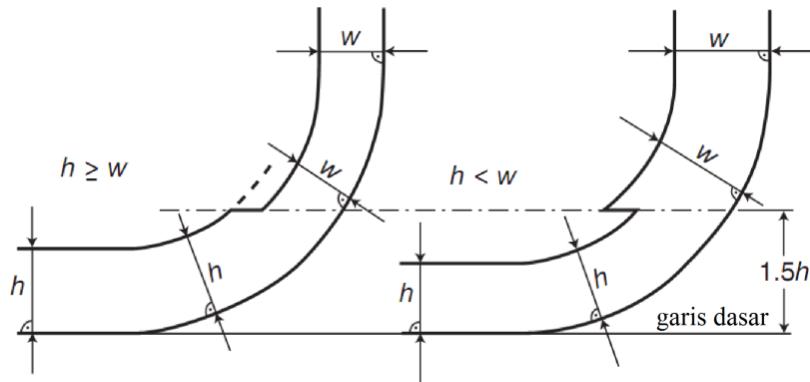
3.2.1 Seluruh panjang tangki muat harus dilindungi dengan sisi ganda (tangki sayap atau ruangan) dan tangki atau ruang alas ganda seperti yang dijelaskan pada paragraf berikut

3.2.2 Sisi Ganda

Tangki sayap atau ruangan harus membentang sepanjang tangki muat dan setinggi sisi kapal atau dari bagian atas alas ganda sampai geladak teratas, tanpa memperhatikan pembulatan tepi pelat geladak (*gunwale*), jika ada. Tangki tersebut harus direncanakan sedemikian rupa sehingga tangki muat terletak didalam garis tanpa kulit dari pelat kulit sisi, dan dimanapun tidak boleh kurang dari jarak w yang diukur pada setiap penampang melintang tegak lurus terhadap pelat kulit sisi, seperti diuraikan dibawah ini (lihat [Gambar 24.1](#)):

$$w = 0,5 + \frac{tdw}{20000} \quad [m] \quad \text{atau } 2,0 \text{ [m]; diambil yang terkecil}$$

$$w_{\min} = 1,0 \text{ m}$$



Gambar 24.1 Garis Batas Tangki Muat

3.2.3 Alas Ganda

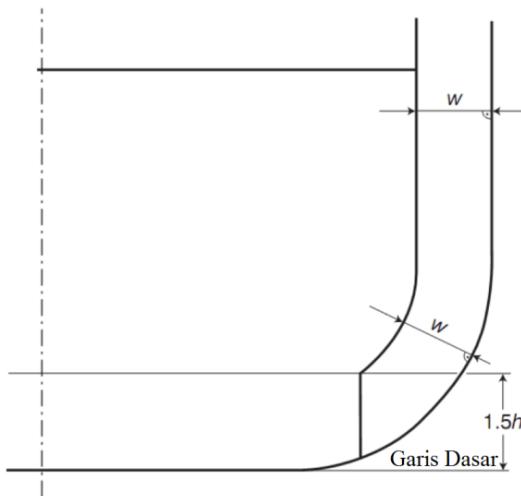
Pada setiap penampang melintang tinggi dari masing-masing tangki atau ruang alas ganda harus sedemikian rupa sehingga jarak h antara bagian dasar tangki muat dan garis tanpa kulit pelat alas yang diukur pada arah tegak lurus terhadap pelat alas tidak boleh kurang dari yang ditetapkan dibawah ini (Lihat Gambar 24.2):

$$h = \frac{B}{15} \quad [\text{m}] \quad \text{atau}$$

= 2,0 m, diambil yang terkecil

$$h_{\min} = 1,0 \text{ m}$$

Pada daerah lengkung bilga atau pada lokasi dengan daerah lengkung bilga yang kurang jelas, dimana jarak h dan w berbeda, maka jarak w harus dipilih pada ketinggian yang melebihi $1,5 h$ diatas garis dasar. Untuk lebih jelasnya, lihat MARPOL 73/78 Annex I, Reg. 19.3.3.



Gambar 24.2 Garis Batas Tangki Muat

3.2.4 Sumur hisap dalam tangki muat

Sumur hisap dalam tangki muat dapat menembus kedalam alas ganda dibawah garis batas yang ditetapkan oleh jarak h dengan syarat sumur tersebut harus dibuat sekecil mungkin dan jarak antara bagian dasar sumur dan pelat alas tidak kurang dari 0,5 h.

3.2.5 Perencanaan alternatif tangki muat

Tangki atau ruang alas ganda seperti yang dipersyaratkan diatas dapat dispensi, jika ketentuan dari MARPOL 73/78, Annex I, Reg. 19.4 atau 19.5 dipenuhi.

3.2.6 Alas ganda pada ruang pompa

Ruang pompa muatan harus dilengkapi dengan alas ganda, jarak h dari atas garis dasar kapal tidak boleh kurang dari jarak yang ditetapkan pada [3.2.3](#).

Catatan:

Untuk ruang pompa, pelat alas yang terletak diatas tinggi minimum, lihat MARPOL 73/78, Annex II, 22.3.

3.3 Persyaratan lambung ganda untuk kapal tangki minyak kurang dari 5000 tdw

3.3.1 Alas Ganda

Kapal tangki minyak kurang dari 5000 tdw setidaknya harus dilengkapi dengan tangki atau ruang alas ganda yang memiliki tinggi h yang ditetapkan dalam [3.2.3](#) sesuai dengan ketentuan berikut (lihat [Gambar 24.3](#)):

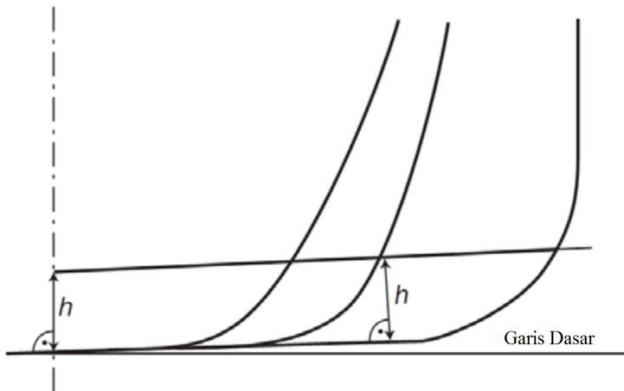
$$h = \frac{B}{15} \quad [\text{m}] \quad \text{atau}$$

$$h_{\min} = 0,76 \text{ m}$$

Pada daerah lengkungan bilga dan di lokasi tanpa adanya lengkungan bilga yang jelas, maka garis batas tangki adalah sejajar dengan garis alas datar tengah kapal.

(MARPOL 73/78 Annex I Reg. 13F)

Untuk sumur hisap di tangki muat, ketentuan [3.2.4](#) berlaku.



Gambar 24.3 Garis Batas Tangki Muat

3.3.2 Pembatasan kapasitas tangki muat

Kapasitas tiap tangki muat pada kapal kurang dari 5000 tdw dibatasi sampai dengan 700 m^3 , kecuali tangki atau ruang sayap yang diatur dalam [3.2.2](#), memenuhi ketentuan berikut:

$$w = 0,4 + \frac{2,4 \cdot \text{tdw}}{20000} \quad [\text{m}]$$

$$w_{\min} = 0,76 \text{ m}$$

3.4 Pembatasan panjang tangki muat

3.4.1 Untuk kapal tangki minyak dan produk kurang dari 5000 tdw, panjang tangki muat diukur antara sekat kedap minyak yang tidak melebihi 10 m atau nilai-nilai yang tercantum dalam [Tabel 24.1](#), diambil yang terbesar.

3.4.2 Jika panjang tangki muat melebihi 0,1 L dan/atau lebar tangki melebihi 0,6 B, maka perhitungan harus dilaksanakan sesuai [Bab 12.C.1](#). untuk memeriksa apakah gerakan cairan dalam tangki yang terisi sebagian akan berada dalam resonansi dengan gerakan pitching atau gerakan oleng dari kapal.

Catatan:

Pembatasan ukuran tangki muat agar mengacu pada MARPOL 73/78, Annex I, Reg. 23.

Tabel 24.1 Panjang tangki muat yang diizinkan

Jumlah sekat memanjang dalam tangki muat	Panjang yang diizinkan		
-	$\ell_{ct} = \left(\frac{b_i}{2B} + 0,1 \right) \cdot L_c$	Dengan $\ell_{ct, maks} = 0,2 \cdot L_c$	
1	$\ell_{ct} = \left(\frac{b_i}{4B} + 0,15 \right) \cdot L_c$	Dengan $\ell_{ct, maks} = 0,2 \cdot L_c$	
Tangki tengah:			
2 atau lebih	$\ell_{ct} = 0,2 \cdot L_c$	jika $\frac{b_i}{B} \geq 0,2$	
	$\ell_{ct} = \left(\frac{b_i}{2B} + 0,1 \right) \cdot L_c$	jika $\frac{b_i}{B} < 0,2$	dan sekat memanjang pada garis tengah kapal disediakan.
	$\ell_{ct} = \left(\frac{b_i}{4B} + 0,15 \right) \cdot L_c$	jika $\frac{b_i}{B} < 0,2$	dan sekat memanjang pada garis tengah kapal disediakan.
Tangki muat sayap:			
	$\ell_{ct} = 0,2 \cdot L_c$		
b_i = jarak minimum dari sisi kapal ke lambung bagian dalam tangki tersebut diukur kearah dalam kapal tegak lurus ke garis tengah kapal pada ketinggian yang setara dengan garis muat musim panas			

4. Perencanaan kapal

4.1 Umum

Persyaratan sesuai [4.3.2- 4.3.4](#), [4.3.8-4.3.10](#) dan [4.4.1-4.4.3](#) berlaku untuk kapal dengan tonase kotor 500 ton dan lebih.

4.2 Definisi

Kecuali ditetapkan lain, definisi berikut berlaku dalam lingkup Bab ini.

4.2.1 Titik nyala

Titik nyala adalah suhu dalam derajat Celcius [°C] dimana suatu produk akan mengeluarkan uap yang cukup mudah terbakar untuk dapat menyala.

4.2.2 Stasiun kontrol

Stasiun kontrol adalah ruangan dimana terpasang perlengkapan radio atau perlengkapan navigasi utama atau sumber tenaga darurat yang ditempatkan atau dimana peralatan pencatat kebakaran atau perlengkapan kontrol kebakaran dipusatkan. Hal ini tidak termasuk perlengkapan kendali kebakaran khusus yang sangat praktis dan dapat ditempatkan didaerah muatan.

4.2.3 Koferdam

Koferdam adalah ruangan isolasi antara dua sekat baja yang berdekatan atau geladak. Ruangan ini dapat berupa sebuah ruangan kosong atau sebuah tangki balas.

Ruangan berikut ini dapat juga berfungsi sebagai koferdam: tangki bahan bakar maupun ruang pompa muatan dan ruang pompa yang tidak mempunyai hubungan langsung ke ruang permesinan, jalan perlintasan orang dan ruangan akomodasi. Jarak bersih antara sekat-sekat koferdam tidak boleh kurang dari 600 mm.

4.2.4 Ruang layanan muatan

Ruang layanan muatan adalah ruangan didaerah muatan yang digunakan untuk bengkel, loker dan gudang dengan luas lebih dari 2 m² di daerah yang digunakan untuk perlengkapan bongkar muat.

4.2.5 Geladak muatan

Geladak muatan adalah geladak terbuka didaerah ruang muat,

- yang membentuk tutup atas dari tangki muat, atau
- di atas tangki muat, palka tangki, palka pencucian tangki, bukaan untuk pengukuran isi tangki dan lubang pemeriksaan maupun pompa, katup dan peralatan lainnya serta kelengkapan yang dipersyaratkan untuk bongkar-muat.

4.2.6 Ruang pompa muatan

Ruang pompa muatan adalah suatu ruangan yang berisi pompa dan perlengkapan tambahannya untuk penanganan produk yang tercakup dalam Bab ini.

4.2.7 Ruang muat

Ruang muat adalah suatu ruangan yang tertutup oleh struktur kapal dimana terdapat sebuah tangki muatan yang independen.

4.2.8 Daerah muatan

Daerah muatan adalah bagian dari kapal yang mencakup tangki muat, tangki minyak kotor, ruang pompa muatan termasuk ruang pompa, koferdam, ruang balas atau ruang kosong yang bersebelahan dengan tangki muat atau tangki minyak kotor dan juga daerah geladak pada seluruh panjang dan lebar dari bagian kapal diatas ruang-ruang tersebut diatas.

Jika tangki independen dipasang dalam ruang muat, maka koferdam, ruang balas atau ruang kosong pada ujung belakang dari ruang muat paling belakang atau pada ujung depan dari ruang muat paling depan dikecualikan dari daerah muatan.

4.2.9 Ruang kosong

Ruang kosong adalah ruangan tertutup didaerah muatan disebelah luar tangki muat selain ruang muat,

ruang balas, tangki bahan bakar, ruang pompa muatan, ruang pompa, atau ruangan lain yang digunakan oleh personil kapal.

4.2.10 Ruang permesinan

Ruang permesinan adalah semua ruang permesinan Kategori A dan semua ruangan lain yang berisi mesin penggerak, ketel uap, unit bahan bakar, mesin uap dan motor bakar, generator dan mesin listrik yang besar, stasiun pengisian minyak, instalasi mesin pendingin, stabilizer, ventilasi dan mesin penyejuk udara dan ruangan-ruangan sejenis; dan lorong menuju ke ruangan-ruangan tersebut.

4.2.11 Ruang permesinan Kategori A

Ruang permesinan kategori A adalah ruangan dan lorong menuju ke ruangan-ruangan yang berisi :

- Mesin pembakaran dalam yang digunakan sebagai penggerak utama; atau
- Mesin pembakaran dalam yang digunakan untuk keperluan selain dari penggerak utama jika mesin-mesin tersebut mempunyai daya keluaran total tidak kurang dari 375 kW; atau
- setiap unit ketel yang dipanaskan dengan minyak atau unit bahan bakar minyak.

4.2.12 Unit bahan bakar minyak

Unit bahan bakar minyak adalah peralatan yang digunakan untuk persiapan bahan bakar untuk dipasok ke ketel yang dipanaskan dengan minyak, atau peralatan yang digunakan untuk persiapan bahan bakar yang telah dipanaskan untuk dipasok ke sebuah mesin pembakaran dalam dan mencakup pompa minyak bertekanan, saringan dan alat pemanas minyak dengan tekanan diatas 1,8 bar (alat pengukur).

4.2.13 Ruang pompa

Ruang pompa adalah ruangan, yang terletak didaerah muatan, berisi pompa dan perlengkapan tambahannya untuk penanganan air balas dan bahan bakar minyak.

4.2.14 Ruang kerja

Ruang kerja adalah ruangan yang digunakan untuk dapur, ruang pantri yang berisi peralatan memasak, loker, ruang dokumen surat dan ruang penyimpanan barang berharga, gudang, bengkel selain daripada yang menjadi bagian dari kamar mesin dan ruang sejenis lainnya dan lorong masuk ke ruang-ruang tersebut.

4.2.15 Ruang akomodasi

Ruang akomodasi adalah ruangan yang digunakan untuk ruangan publik, koridor, kamar mandi, kabin, kantor, rumah sakit, bioskop, ruang bermain dan hobi, ruang cukur, ruang pantri yang tidak berisi peralatan memasak dan ruangan sejenis. Ruang publik adalah bagian dari ruang akomodasi yang digunakan untuk aula, ruang makan, ruang istirahat dan ruangan sejenis yang tertutup secara permanen.

4.2.16 Tangki minyak kotor

Tangki minyak kotor adalah tangki untuk penyimpanan sisa muatan minyak dan sisa air pencucian tangki sesuai dengan MARPOL 73/78 Annex I Reg. 1.16.

4.3 Lokasi dan pemisahan ruangan

4.3.1 Tangki muat harus dipisahkan oleh koferdam dari semua ruangan yang terletak diluar daerah muatan (lihat juga [4.3.5 - 4.3.7](#)).

Koferdam antara tangki muat depan dan tangki ceruk haluan dapat diitiadakan jika jalan masuk ke tangki ceruk haluan dibuat langsung dari geladak terbuka, pipa udara dan pipa duga tangki ceruk haluan diarahkan langsung ke geladak terbuka dan terdapat peralatan portabel untuk pendekstian gas dan pengisian gas inert ke tangki ceruk haluan.

4.3.2 Ruang permesinan harus ditempatkan dibelakang tangki muat dan tangki minyak kotor; ruang permesinan harus juga ditempatkan dibelakang ruang pompa muatan dan koferdam, tetapi tidak perlu dibelakang tangki bahan bakar. Ruang permesinan harus dipisahkan terhadap tangki muat dan tangki minyak kotor dengan koferdam, ruang pompa muatan, tangki bahan bakar atau tangki balas. Ruang pompa yang berisi pompa-pompa dan asesorisnya untuk keperluan balas dari ruangan yang terletak bersebelahan dengan tangki muat dan tangki minyak kotor dan pompa-pompa pemindah bahan bakar dapat dipertimbangkan ekivalen dengan sebuah ruang pompa muatan dalam konteks regulasi ini, dengan syarat bahwa ruang pompa tersebut memiliki standar keselamatan yang sama seperti yang dipersyaratkan untuk ruang pompa muatan. Walaupun begitu, bagian bawah dari ruang pompa dapat dibuat lekukan masuk ke dalam ruang permesinan kategori A untuk penempatan pompa-pompa dengan syarat bahwa tinggi geladak dari bagian yang menjorok tersebut pada umumnya tidak lebih dari sepertiga tinggi tanpa kulit diatas lunas, kecuali dalam hal kapal tidak lebih dari 25.000 tdw, bila dapat dibuktikan bahwa karena alasan pencapaian dan perencanaan sistem pipa yang baik hal ini tidak mungkin dilaksanakan, maka tinggi bagian yang menjorok yang lebih besar dapat disetujui dengan syarat tidak boleh melebihi setengah tinggi-tanpa kulit diatas lunas.

4.3.3 Ruang akomodasi, stasiun kontrol utama muatan dan ruang kerja (kecuali loker penyimpanan peralatan bongkar muat terpisah) harus diletakkan dibelakang semua tangki muat, tangki minyak kotor dan ruangan yang memisahkan tangki muat dan tangki minyak kotor dari ruangan instalasi permesinan, namun tidak perlu dibelakang tangki bahan bakar dan tangki balas, tetapi harus diatur sedemikian rupa sehingga dalam hal terjadinya suatu kerusakan pada geladak atau sekat, maka gas atau uap dari tangki muat atau tangki minyak kotor tidak akan masuk ke dalam ruangan akomodasi, stasiun kontrol utama muatan, stasiun kontrol atau ruangan kerja. Bagian yang menjorok yang tersedia [4.3.2](#). tidak perlu dipertimbangkan jika posisi dari ruangan tersebut sedang ditetapkan.

4.3.4 Bagaimanapun, bilamana dianggap perlu, ruangan akomodasi, stasiun kontrol muatan utama, stasiun kontrol dan ruang kerja dapat diizinkan untuk ditempatkan didepan tangki muat, tangki minyak kotor dan ruangan yang memisahkan tangki muat dan tangki minyak kotor dari ruang permesinan, namun tidak perlu didepan dari tangki bahan bakar atau tangki balas. Ruang permesinan selain dari kategori A. dapat ditempatkan didepan tangki muat dan tangki minyak kotor dengan syarat tangki-tangki tersebut dipisahkan terhadap tangki muat dan tangki minyak kotor dengan koferdam, ruang pompa muatan, tangki bahan bakar atau tangki balas dan harus mempunyai standar keselamatan yang setara dan tersedianya perencanaan sistem pemadam kebakaran yang memadai. Ruang akomodasi, ruang kontrol utama muatan, stasiun kontrol dan ruang kerja harus diatur sedemikian rupa sehingga suatu kerusakan digeladak atau sekat tidak akan menyebabkan masuknya gas atau uap dari tangki muat atau tangki minyak kotor ke ruangan-ruangan tersebut. Sebagai tambahan, bila diperlukan dalam rangka keselamatan kapal atau navigasi kapal, maka ruang permesinan yang berisi motor bakar yang bukan untuk keperluan mesin penggerak utama yang mempunyai daya keluaran lebih besar dari 375 kW dapat diizinkan untuk ditempatkan didepan daerah muatan dengan syarat perencanaannya sesuai dengan ketentuan dalam paragraf ini.

4.3.5 Jika terjadi pertemuan sudut ke sudut antara ruang aman dan tangki muat, maka ruang aman harus dilindungi dengan koferdam. Berdasarkan persetujuan pemilik, pelindung ini dapat berupa profil siku atau pelat diagonal yang melintasi sudut.

Koferdam tersebut jika dapat dimasuki harus dilengkapi dengan sistem ventilasi dan jika tidak dapat dimasuki harus diisi dengan suatu komponen yang sesuai.

4.3.6 Jika hanya akan mengangkut produk dengan titik nyala (uji cangkir tertutup) diatas 60°C, maka

koferdam sesuai 4.3.1 - 4.3.5 tidak diperlukan (lihat juga 1.7 dan 2.6).

4.3.7 Pada kapal tangki khusus koferdam dapat disyaratkan antara tangki muat dan tangki bahan bakar dengan mempertimbangkan bahaya yang dapat ditimbulkan oleh produk khusus yang akan diangkut.

4.3.8 Jika penempatan posisi navigasi diatas daerah muatan dianggap perlu, maka hal ini hanya dapat diizinkan untuk keperluan navigasi saja dan harus dipisahkan dari geladak tangki muat dengan sebuah ruangan terbuka dengan tinggi paling sedikit 2 m. Sebagai tambahan, perlindungan terhadap kebakaran dari tempat navigasi tersebut harus sebagaimana disyaratkan untuk ruang kontrol dalam Bab 22, F.4., serta persyaratan lainnya dari Bab 22 yang berlaku.

4.3.9 Harus disediakan sarana untuk menjaga tumpahan minyak geladak dari daerah akomodasi dan daerah kerja. Hal ini dapat dipenuhi dengan ketentuan sebuah ambang permanen menerus dengan tinggi yang memadai (kurang lebih 150 mm, bagaimanapun tidak boleh kurang dari 50 mm diatas tepi atas pelat lajur atas) membentang dari sisi ke sisi. Pertimbangan khusus harus diberikan untuk perencanaan yang terkait dengan pemuatan di buritan.

Catatan:

Selanjutnya peraturan terkait dari Pemerintah Negara Bendera harus diperhatikan.

4.3.10 Untuk dinding luar bangunan atas, lihat Bab 22, F.2.1.

4.4 Perencanaan pintu, jendela dan saluran masuk udara

4.4.1 Jalan masuk, saluran masuk dan saluran keluar udara dan bukaan-bukaan ke ruang akomodasi, ruang kerja, stasiun kontrol dan ruang permesinan tidak boleh menghadap ke daerah muatan. Bukaan-bukaan tersebut harus ditempatkan pada sekat melintang yang tidak menghadap ke daerah muatan atau disisi luar bangunan atas atau rumah geladak pada jarak sekurang-kurangnya 0,04 L* tetapi tidak boleh kurang dari 3 m dari ujung bangunan atas atau rumah geladak yang menghadap ke daerah muatan. Jarak ini tidak perlu lebih dari 5 m.

4.4.2 Pintu akses dapat diizinkan pada sekat batas yang menghadap ke daerah muatan atau dalam batas-batas seperti ditetapkan pada 4.4.1, ke stasiun kontrol utama muatan dan ruang kerja seperti ruang perbekalan, gudang dan loker dengan syarat pintu tersebut tidak menjadi akses secara langsung atau tidak langsung, ke ruang lain yang disediakan untuk akomodasi, stasiun kontrol atau ruang kerja seperti dapur, pantry atau bengkel atau ruangan sejenis yang berisi sumber penyalaman uap. Dinding dari ruang-ruang tersebut harus diberi isolasi standar "A-60", dengan pengecualian dinding dari ruangan yang menghadap ke daerah muatan. Pelat berbaut untuk pemindahan mesin-mesin dapat dipasang dalam batas-batas yang tercantum pada 4.4.1. Pintu dan jendela rumah kemudi dapat ditempatkan dalam batas-batas yang ditentukan pada 4.4.1 sepanjang pintu dan jendela tersebut didesain untuk menjamin bahwa rumah kemudi dapat ditutup kedap gas dan kedap uap secara cepat dan efisien.

4.4.3 Jendela dan jendela bundar yang menghadap ke daerah muatan dan pada sisi bangunan atas dan rumah geladak dalam batas-batas yang ditentukan pada 4.4.1 harus dari tipe tertutup permanen (tidak dapat dibuka). Jendela dan jendela bundar tersebut, kecuali jendela rumah kemudi, harus dibuat sesuai standar kelas "A-60" dan harus mendapat persetujuan tipe.

4.5 Terowongan pipa pada alas ganda

4.5.1 Jika terowongan pipa ditempatkan di alas ganda, maka hal-hal berikut harus diperhatikan:

- Terowongan pipa tidak boleh mempunyai hubungan langsung dengan ruang permesinan baik melalui bukaan maupun melalui pipa.
- Paling sedikit harus dipasang dua bukaan akses dengan tutup kedap air dan harus ditempatkan

terpisah dalam jarak yang semaksimum mungkin. Salah satu dari bukaan-bukaan tersebut dapat mengarah ke ruang pompa muatan. Bukaan lainnya harus mengarah ke geladak terbuka.

- Ventilasi mekanis yang memadai harus disediakan untuk sebuah terowongan pipa guna keperluan ventilasi sebelum masuk terowongan pipa (lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.15.](#))

4.6 Tangki minyak kotor

Sesuai ketentuan MARPOL 73/78 Revisi Annex I Reg. 3 paragraph 4 dan selanjutnya disebut sebagai Annex, kapal tangki minyak dengan tonase kotor 150 GT dan lebih harus dilengkapi dengan tangki minyak kotor sesuai dengan persyaratan pada paragraf [4.6.1](#) sampai [4.6.3](#) dari sub bab ini. Untuk kapal tangki minyak yang diserahkan pada atau sebelum tanggal 31 Desember 1979 sebagaimana didefinisikan dalam Regulasi 1.28.1 dari Annex ini, tangki muat dapat digunakan sebagai tangki minyak kotor.

4.6.1 Sarana yang memadai harus disediakan untuk membersihkan tangki muat dan mentransfer sisa balas kotor dan pembersihan tangki dari tangki muat ke dalam tangki minyak kotor yang telah disetujui oleh Pemerintah Negara Bendera.

4.6.2 Harus disediakan sistem perencanaan untuk mentransfer limbah minyak ke dalam tangki minyak kotor atau kombinasi tangki minyak kotor sedemikian rupa sehingga setiap limbah yang akan dibuang ke laut memenuhi ketentuan Annex Reg. 34.

4.6.3 Perencanaan tangki minyak kotor atau kombinasi tangki minyak kotor harus memiliki kapasitas yang cukup untuk menyimpan minyak kotor yang dihasilkan dari pembersihan tangki, sisa minyak dan sisa balas kotor.

Total kapasitas tangki minyak kotor atau tangki-tangki tersebut tidak boleh kurang dari 3% kapasitas minyak yang diangkut kapal, kecuali Pemerintah Negara Bendera dapat menerima:

- 2% untuk kapal tangki minyak yang memiliki sistem pembersihan tangki sebagai berikut; tangki minyak kotor atau tangki-tangki yang diisi dengan air pencuci, air ini dapat digunakan untuk pembersihan tangki dan, jika dapat diterapkan, untuk menyediakan cairan penggerak pada alat pembuangan (eductor) tanpa memasukan tambahan air kedalam sistem.
- 2% jika kapal dilengkapi dengan tangki balas terpisah atau tangki yang digunakan khusus untuk pembersihan balas sesuai dengan Annex Reg. 18, atau jika dilengkapi dengan sistem pembersihan tangki muat menggunakan pembersih minyak mentah sesuai dengan Aneks Regulasi 3. Kapasitas ini dapat berkurang menjadi 1,5% untuk kapal tangki minyak yang memiliki sistem pembersihan tangki sebagai berikut; tangki minyak kotor atau tangki-tangki yang diisi dengan air pencuci, air ini dapat digunakan untuk pembersihan tangki dan, jika dapat diterapkan, untuk menyediakan cairan penggerak pada alat pembuangan (eductor) tanpa memasukan tambahan air kedalam sistem
- 1% untuk kombinasi pengangkutan dimana muatan minyak hanya diangkut dalam tangki dengan dinding yang rata. Kapasitas ini dapat berkurang menjadi 0,8% untuk kapal tangki minyak yang memiliki sistem pembersihan tangki sebagai berikut; tangki minyak kotor atau tangki-tangki yang diisi dengan air pencuci, air ini dapat digunakan untuk pembersihan tangki dan, jika dapat diterapkan, untuk menyediakan cairan penggerak pada alat pembuangan (eductor) tanpa memasukan tambahan air kedalam system.

4.6.4 Desain tangki minyak kotor harus memperhatikan posisi saluran masuk, saluran keluar, baffle atau bendung jika dipasang, sehingga dapat menghindari turbulensi berlebihan dan entrainment minyak atau emulsi dengan air.

4.7 Kapal tangki minyak dengan bobot mati 70000 ton dan lebih yang diserahkan setelah tanggal 31 Desember 1979, sebagaimana didefinisikan dalam Annex Reg. 1.28.2, harus dilengkapi dengan setidaknya dua tangki minyak kotor.

5. Perencanaan sistem bongkar-muat di haluan atau buritan

5.1 Dengan persetujuan khusus, pemasangan pipa yang memungkinkan bongkar-muat di haluan atau buritan dapat dilakukan. Pemasangan pipa portabel tidak dibolehkan.

5.2 Diluar daerah muatan, pipa bongkar-muat haluan dan buritan harus dipasang diatas geladak.

5.3 Apabila sistem pipa bongkar-muat buritan sedang digunakan, maka bukaan dan saluran masuk udara ke ruangan tertutup dalam jarak 10 meter dari sambungan pipa muat darat harus dalam keadaan tertutup.

5.4 Persyaratan [4.3.9](#), [4.3.10](#), [4.4.1](#), [4.4.2](#) dan [4.4.3](#) berlaku untuk dinding luar bangunan atas dan rumah geladak yang menutupi ruangan akomodasi, stasiun kontrol utama muatan, stasiun kontrol, ruangan kerja dan ruang permesinan yang menghadap ke sambungan pipa muat darat, geladak-gantung yang menopang ruang-ruang tersebut dan sisi sebelah luar dari bangunan atas dan rumah geladak untuk jarak tertentu dari dinding-dinding yang menghadap ke sambungan pipa muat darat.

5.5 Kapal tangki yang dilengkapi untuk penambatan satu titik bangunan lepas pantai dan perencanaan pemuatan haluan, sebagai tambahan persyaratan dari [5.1](#) s/d [5.4](#) harus memenuhi hal-hal berikut:

- Apabila posisi kontrol anjungan depan ditempatkan digeladak haluan, maka harus ada kelengkapan untuk jalur keluar darurat dari posisi kontrol anjungan bila terjadi kebakaran.
- Sistem pelepasan cepat darurat harus diadakan untuk selang muatan dan rantai tambat. Sistem tersebut tidak boleh dipasang didaerah haluan kapal.
- Sistem penambatan harus dilengkapi dengan sebuah alat pengukur tegangan yang secara kontinyu menunjukkan tegangan pada sistem penambatan pada saat pengoperasian sistem pemuatan haluan. Persyaratan ini dapat ditiadakan jika kapal tangki dilengkapi peralatan setara yang dapat beroperasi misalnya sistem posisi dinamis yang menjamin bahwa besarnya tegangan izin pada sistem penambatan tidak terlampaui.
- Petunjuk pengoperasian yang menjelaskan prosedur darurat seperti pengaktifan sistem pelepasan cepat darurat dan tindakan pencegahan dalam hal terjadinya tegangan yang tinggi pada sistem penambatan, harus tersedia diatas kapal.

5.6 Untuk detail perpipaan dan sistem pemadam kebakaran, berlaku ketentuan [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.15](#).

6. Bangunan atas

6.1 Menurut Regulasi 39 dari ICLL, tinggi minimum haluan di atas permukaan air dipersyaratkan di garis tegak haluan.

6.2 Permesinan dan selubung ketel yang harus dilindungi oleh geladak kimbul tertutup atau anjungan tidak boleh kurang dari ketinggian standar, atau dengan rumah geladak tidak boleh kurang dari ketinggian standar dan kekuatan setara. Secara lebih detail harus diambil dari ICLL, Reg.26.

Dinding depan/belakang harus memiliki ukuran konstruksi seperti yang disyaratkan dalam [Bab 16](#).

Selubung kamar mesin dapat di tempatkan pada lokasi yang terbuka jika tidak terdapat bukaan yang memberi akses langsung dari geladak lambung timbul ke ruang permesinan. Sebuah pintu yang memenuhi persyaratan Regulasi 12 dari ICLL, dapat diterima dalam selubung kamar mesin. Asalkan pintu tersebut mengarah ke ruang atau lorong yang dibangun kuat sebagai selubung dan dipisahkan dari tangga ke ruang mesin dengan pintu baja kedap cuaca kedua atau material lain yang setara.

6.3 Bukaan pada dinding depan/belakang bangunan atas harus dilengkapi dengan peralatan penutup

kedap cuaca. Tinggi ambang bukaan tidak boleh kurang dari 380 mm. Referensi dapat mengacu persyaratan masing-masing ICLL tersebut

7. Jalan/lorong di kapal, kubu-kubu

7.1 Sebuah jalan orang yang permanen dan kontinyu diatas geladak lambung timbul atau sebuah jalan/lorong di kapal dengan kekuatan substansial (misalnya pada ketinggian geladak bangunan atas) harus tersedia antara rumah geladak dan geladak akil pada atau berdekatan dengan garis tengah kapal.

Untuk hal tersebut diatas ketentuan dibawah ini harus diperhatikan:

- Lebar bersih antara 1 m dan 1,5 m. Untuk kapal dengan panjang kurang dari 100 m, lebar tersebut dapat dikurangi sampai menjadi 0,6 m.
- Jika panjang geladak yang akan dilalui melebihi 70 m, maka tempat berlindung yang cukup kuat harus disediakan pada jarak tidak lebih dari 45 m. Tiap tempat berlindung harus dapat menampung paling sedikit satu orang dan dari konstruksi yang sedemikian sehingga dapat memberi perlindungan terhadap cuaca di depan, sisi kiri dan sisi kanan kapal.
- Jalan orang harus dilengkapi pagar pelindung dan penahan kaki pada kedua sisi. Pagar pelindung harus mempunyai tinggi tidak boleh kurang dari 1 m dan harus dipasang dalam dua jalur dan dilengkapi sebuah pegangan tangan. Bukaan antara sampai jalur terbawah tidak boleh melebihi 230 mm dan antara jalur-jalur yang lain tidak boleh melebihi 380 mm. Tiang pagar harus dipasang pada jarak tidak lebih dari 1,5 m. Setiap tiang pagar yang ketiga harus diberi penopang.
- Disemua daerah kerja, namun paling sedikit setiap 40 m, harus tersedia akses ke geladak.
- Konstruksi jalan/lorong di kapal harus dengan kekuatan yang cukup, tahan api dan permukaannya harus dari material anti slip.

Kapal dengan palka dapat dilengkapi dengan dua jalan orang sebagaimana diuraikan diatas pada sisi kiri dan sisi kanan palka, ditempatkan sedekat mungkin ke garis tengah kapal.

Sebagai alternatif sebuah lorong dengan penerangan yang baik dan ventilasi yang cukup dengan lebar paling sedikit 800 mm dan tinggi 2000 mm dapat dibangun dibawah geladak cuaca, sedekat mungkin ke geladak lambung timbul.

Catatan:

Regulasi terkait dari Pemerintah Negara Bendera harus diperhatikan.

7.2 Kapal tipe A dengan kubu-kubu harus dilengkapi dengan pagar terbuka yang dipasang paling sedikit pada separuh panjang dari bagian terbuka dari geladak cuaca atau sistem pembebasan lainnya yang efektif. Luas lubang pembebasan, pada bagian bawah kubu-kubu, sebesar 33% dari luas total kubu-kubu, merupakan suatu sistem pembebasan yang dapat dianggap setara. Tepi atas dari pelat lajur atas harus dibuat serendah mungkin.

Jika bangunan atas dihubungkan dengan bubungan, maka pagar terbuka harus dipasang pada seluruh panjang bagian yang terbuka dari geladak lambung timbul.

8. Ventilator

8.1 Ventilator untuk ruangan dibawah geladak lambung timbul harus dari konstruksi yang kuat, atau dilindungi secara efisien oleh bangunan atas atau dengan cara lain yang setara.

8.2 Ruangan pompa, koferdam, dan ruangan lainnya yang berdekatan dengan tangki muat harus dilengkapi sistem ventilasi, sesuai dengan [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.15](#).

8.3 Zona berbahaya sesuai dengan [Rules for Electrical Installations \(Pt.1, Vol.IV\) Sec.1, K](#). harus ditaati.

9. Perlengkapan jangkar

9.1 Mesin jangkar dan bak rantai dianggap sebagai sumber timbulnya nyala api. Kecuali jika letaknya paling sedikit 2,4 m diatas geladak muatan, maka mesin jangkar dan bukaan pada pipa rantai yang menuju ke bak rantai harus dipasang pada jarak tidak boleh kurang dari 3 m dari dinding tangki muat, jika akan mengangkut muatan cair dengan titik nyala uji cangkir tertutup tidak melebihi 60°C.

9.2 Untuk jarak dari pipa keluar ventilasi tangki muat dll, persyaratan yang relevan dalam [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.15](#) harus dipatuhi.

10. Proteksi katodik

10.1 Sistem arus tanding dan anoda magnesium atau paduan magnesium tidak boleh dipasang dalam tangki muatan minyak. Tidak ada pembatasan dalam penempatan anoda seng.

10.2 Jika anoda dipasang dalam tangki, maka anoda tersebut harus dipasang dengan aman kebagian struktur tangki. Gambar yang menunjukkan penempatan dan pemasangannya harus dikirimkan.

10.3 Anoda aluminium hanya diperbolehkan dalam tangki muat dari kapal tangki pada lokasi dimana energi potensial tidak melebihi 275 Nm. Tinggi anoda diukur dari alas tangki ke titik pusat anoda, dan beratnya diambil sesuai dengan berat anoda yang terpasang, termasuk peralatan pemasangan dan sisipannya. Walaupun begitu, jika anoda aluminium ditempatkan pada permukaan horisontal seperti misalnya penumpu sekat dan senta yang lebarnya tidak boleh kurang dari 1,0 m dan dengan flens atau pelat hadap tegak yang menonjol tidak kurang dari 75 mm diatas permukaan horisontal, maka tinggi anoda dapat diukur dari permukaan tersebut. Anoda aluminium tidak boleh ditempatkan dibawah palka tangki atau bukaan tipe Butterworth (untuk menghindari jatuhnya kepingan logam ke anoda yang terpasang) kecuali jika dilindungi oleh bagian struktur yang berdekatan.

10.4 Anoda harus mempunyai inti dari baja struktur lambung atau baja lain yang dapat dilas dan harus cukup kaku untuk menghindari resonansi pada penumpu anoda dan didesain sedemikian rupa sehingga tetap dapat mempertahankan anoda walaupun anodanya telah terkikis.

Sisipan baja harus dipasang pada bagian struktur dengan las menerus dengan luas yang cukup. Sebagai alternatif sisipan tersebut dapat dipasang pada penumpu terpisah dengan baut, dengan syarat minimum digunakan dua baut dan mur pengunci. Jika sisipan anoda atau penumpu anoda dilas ke bagian struktur, maka sisipan tersebut harus diatur sedemikian rupa sehingga pengelasan bebas dari pemicu tegangan.

Penumpu pada tiap ujung anoda tidak boleh dipasang ke bagian-bagian terpisah yang cenderung untuk bergerak sendiri-sendiri.

Walaupun begitu alat penjepit mekanis yang disetujui dapat diterima.

11. Cat Aluminium

Penggunaan cat aluminium yang mengandung aluminium lebih dari 10% berat dalam film kering tidak diizinkan dalam tangki muat, daerah geladak tangki muat, ruang pompa, koferdam atau ruang-ruang lainnya dimana uap muatan yang dapat terakumulasi.

(IACS UR F2 Rev. 2)

12. Ketebalan Pelat Minimum dalam Tangki Muat dan Tangki Balas di dalam Daerah Muatan

12.1 Dalam tangki muat dan tangki balas dalam daerah muatan, tebal bagian kekuatan memanjang, penumpu utama, sekat dan penegar terkait tidak boleh kurang dari nilai minimum berikut:

$$t_{min} = 6,5 + 0,02 L \text{ [mm]}$$

dimana L tidak perlu diambil lebih besar dari 250 m. Untuk struktur sekunder seperti penegar lokal t_{min} tidak perlu diambil lebih besar dari 9,0 mm.

Tebal minimum tidak boleh dikurangi untuk pelayaran samudra terbatas.

12.2 Untuk ruang pompa, koferdam dan ruang kosong pada daerah muatan serta untuk tangki ceruk haluan, berlaku persyaratan untuk tangki balas sesuai dengan [Bab 12, A.7](#), akan tetapi dengan batas atas $t_{min} = 11$ mm.

Untuk tangki ceruk buritan berlaku persyaratan [Bab 12, A.7.3](#)

12.3 Didaerah tangki muat tebal pelat kulit sisi kapal tidak boleh kurang dari:

$$t_{min} = \sqrt{L \cdot k} \text{ [mm]}$$

12.4 Jika zona sandaran kapal diperkuat secara memanjang dan jarak antara gading-gading besar melebihi $\pm 3,3$ m, maka tebal pelat kulit sisi kapal didaerah zona sandaran kapal harus ditambah sebesar 10 **a** [%]. Zona sandaran kapal terbentang dari 0,3 m dibawah garis air balas sampai 0,3 m diatas garis air muat penuh. Pada arah memanjang kapal terdapat pada daerah pelat kulit sisi kapal yang lebarnya lebih besar dari 0,95 **B**.

13. Proteksi korosi

Persyaratan [Bab 38](#) berlaku, sejauh dapat diterapkan.

14. Pengujian tangki muat dan tangki balas

Untuk pengujian tangki muat dan tangki balas harus sesuai dengan [Bab 3, M](#).

B. Kekuatan Penumpu dan Pelintang di Daerah Tangki Muatan

1. Umum

1.1 Penumpu dan pelintang dapat didesain awal sesuai dengan [Bab 12, B.3](#). Setelah itu harus dilakukan analisa tegangan sesuai dengan [2](#). Semua elemen struktur yang mengalami tegangan tekan harus dilakukan analisa bukling sesuai dengan [Bab 3, F](#).

1.2 Braket yang dipasang pada sudut pelintang dan braket triping yang dipasang pada pembujur harus mempunyai transisi yang mulus pada ujung kaki-kakinya.

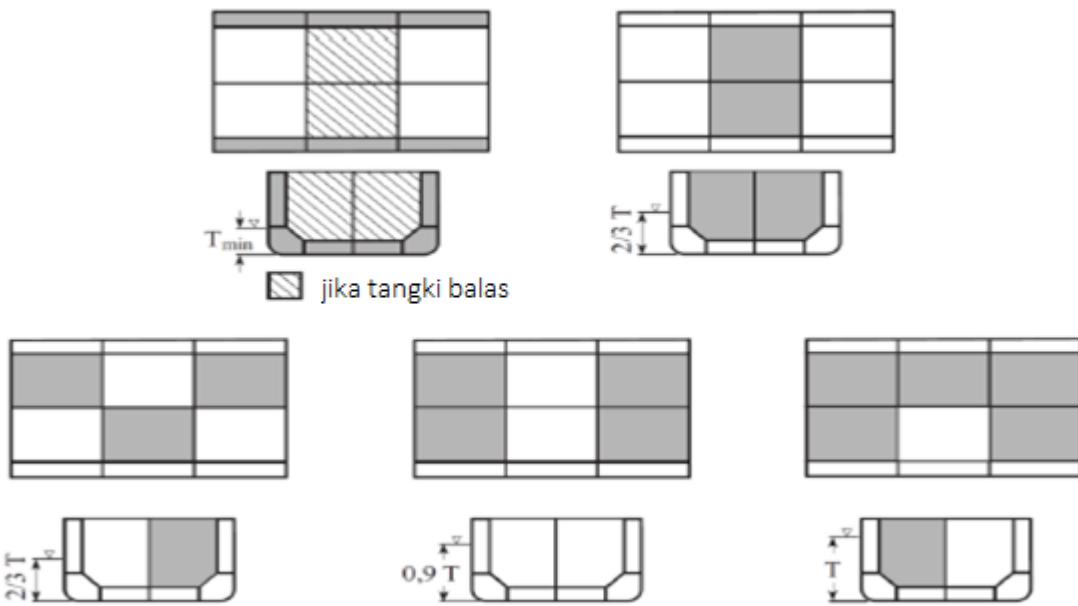
1.3 Harus dibuat lubang pengering yang dibulatkan dengan baik untuk lubang minyak dan udara, lubang-lubang tersebut tidak boleh lebih besar dari yang disyaratkan untuk memfasilitasi pengeringan yang efisien dan untuk ventilasi uap. Lubang dan skalop pengelasan tidak boleh ditempatkan dekat titik jepit penegar dan penumpu serta dekat ujung kaki braket.

1.4 Pelintang harus ditumpu secara efektif untuk menahan beban yang bekerja secara vertikal pada bilahnya.

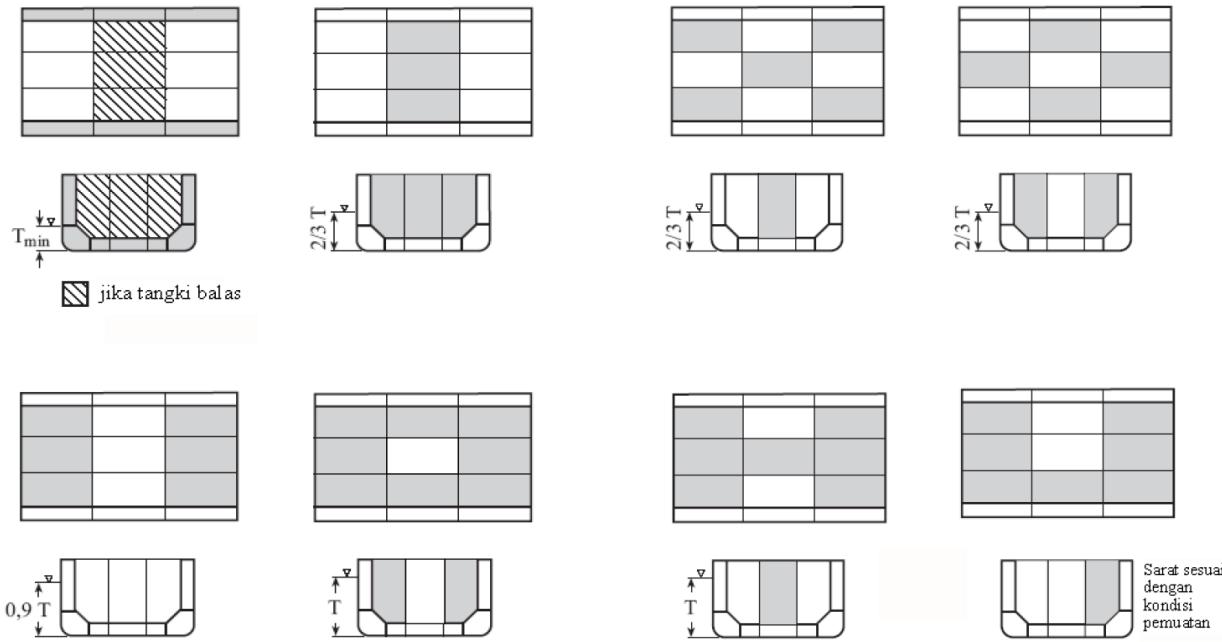
2. Analisa tegangan

Analisa tegangan tiga dimensi harus dilaksanakan terhadap bagian struktur utama didaerah tangki muat dengan menerapkan metode perhitungan FE. Analisa harus didasarkan pada kondisi pemuatan sesuai dengan [Gambar 24.4](#) dan [Gambar 24.5](#) untuk kapal tangki minyak lambung ganda dengan satu atau dua sekat memanjang kedap minyak. Kapal tangki dengan susunan tangki muat dan kondisi pemuatan yang

berbeda akan dipertimbangkan secara terpisah. Pertimbangan tentang kasus beban tambahan dapat disyaratkan jika dianggap perlu oleh BKI.



Gambar 24.4 Kondisi pemuatan untuk kapal tangki dengan satu sekat memanjang di garis tengah kapal



Gambar 24.5 Kondisi pemuatan untuk kapal tangki dengan dua sekat memanjang

2.1 Pemodelan struktur

Batas memanjang dari model FE ditentukan oleh geometri dari struktur serta distribusi beban lokal sesuai dengan tekanan dalam dan luar dan distribusi beban global sesuai dengan gaya-gaya tiap bagian yang didapatkan dari perhitungan kekuatan memanjang.

Perihal penilaian kekuatan lelah, BKI berhak meminta pemeriksaan detail struktur dengan model FE lokal.

2.2 Beban

Beban lokal statis dan dinamis harus ditentukan sesuai dengan Bab 4; beban global statis dan dinamis sesuai dengan Bab 5. Juga kondisi oleng yang ditentukan dengan sudut ϕ harus dipertimbangkan.

Tekanan internal dalam tangki muat ditentukan sesuai dengan formula untuk p_1 pada Bab 4, D.1.

2.3 Tegangan izin

2.3.1 Bagian konstruksi melintang

Dengan asumsi beban sesuai dengan 2. nilai - nilai tegangan pada pelintang dan penumpu sekat tidak boleh melebihi nilai berikut:

tegangan bending dan aksial :

$$\sigma_x \leq \frac{150}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Tegangan geser:

$$\tau \leq \frac{100}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Tegangan ekuivalen:

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau^2} \leq \frac{180}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

σ_x = tegangan pada arah memanjang penumpu

k = faktor material sesuai dengan Bab 2, B.2.

Nilai - nilai tegangan sesuai dengan Bab 12, B.3.2 tidak boleh dilampaui jika beban p_2 sesuai dengan Bab 4, D.2. diterapkan

2.3.2 Bagian konstruksi memanjang

Pada penumpu memanjang di geladak dan alas, tegangan kombinasi akibat beban bending lokal dari penumpu dan beban global memanjang dari lambung kapal akibat beban air laut tidak boleh melebihi 230/k [N/mm²].

2.4 Kekuatan lelah

Analisa kekuatan lelah sesuai dengan Bab 20 harus dilaksanakan. Dengan cara yang sama, analisa tersebut didasarkan pada Tabel 20.1 dimana pemakaian akibat sarat yang berbeda, yaitu kapal dalam kondisi balas dan kapal dengan kondisi muatan penuh masing-masing dapat dipertimbangkan sesuai umur operasi kapal, lihat Bab 20, B.2.

2.5 Balok palang pengikat

Luas penampang melintang balok palang pengikat akibat beban tekan tidak boleh kurang dari :

$$A_k = \frac{P}{9,5 - 4,5 \cdot 10^4 \cdot \lambda^2} \quad [\text{cm}^2] \quad \text{untuk } \lambda \leq 100$$

$$= \frac{P \cdot \lambda^2}{5 \cdot 10^4} \quad [\text{cm}^2] \quad \text{untuk } \lambda > 100$$

$$\lambda = \frac{\ell}{i} = \text{derajat kelangsungan}$$

ℓ = panjang yang tidak ditumpu [cm]

$$i = \text{radius girasi} = \sqrt{\frac{l}{A_k}} [\text{cm}^4]$$

l = momen inersia terkecil [cm^4]

Untuk pendekatan pertama,

$$P = A \cdot p \quad [\text{kN}]$$

A = daerah yang ditumpu oleh satu balok palang pengikat [m^2]

p = beban p_1 atau p_d [kN/m^2] sesuai dengan Bab 4, D.

Luas penampang A_k harus diperiksa terhadap beban P yang dihasilkan dari perhitungan kekuatan melintang.

C. Sekat Memanjang dan Sekat Melintang Kedap Minyak

1. Ukuran konstruksi

1.1 Ukuran konstruksi sekat ditentukan sesuai dengan Bab 12. Tebal sekat tidak boleh kurang dari tebal minimum sesuai A.13. Untuk analisa tegangan dan bukling berlaku persyaratan B.1.1.

1.2 Lajur teratas dan lajur terbawah sekat memanjang harus mempunyai lebar yang tidak boleh kurang dari $0,1 H$, dan tebalnya tidak boleh kurang dari :

- lajur teratas pelat:

$$t_{\min} = 0,75 \times \text{tebal pelat geladak}$$

- lajur terbawah pelat:

$$t_{\min} = 0,75 \times \text{tebal pelat alas}$$

1.3 Modulus penampang penegar horisontal dari sekat memanjang ditentukan seperti pada pembujur sesuai dengan Bab 9, B., namun demikian, tidak boleh kurang dari W_2 sesuai dengan Bab 12, B.3.

1.4 Penegar harus menerus didaerah penumpu. Penegar harus disambungkan ke pelat bilah dari penumpu sedemikian rupa sehingga gaya tumpuan dapat disalurkan dengan memperhatikan $\tau_{\text{perm}} = 100/k$ [N/mm^2].

2. Sekat koferdam

Sekat koferdam yang merupakan dinding tangki muat harus mempunyai kekuatan yang sama dengan sekat tangki muat. Bila sekat koferdam merupakan dinding tangki balas atau tangki cairan konsumsi, maka persyaratan Bab 12 harus dipenuhi. Untuk sekat koferdam yang tidak berfungsi sebagai sekat tangki, misalnya sekat ruang pompa, maka ukuran konstruksi untuk sekat kedap air seperti yang disyaratkan oleh Bab 11 dianggap cukup.

D. Sekat Berlubang

1. Umum

1.1 Luas total lubang pada sekat berlubang harus sekitar 20% dari luas sekat.

1.2 Ukuran konstruksi lajur teratas dan lajur terbawah dari pelat sekat berlubang pada garis tengah kapal seperti yang disyaratkan oleh [C.1.2](#). Bukaan yang besar harus dihindari didaerah lajur ini.

Sekat pada garis tengah kapal harus dibuat sedemikian rupa guna berfungsi sebagai sambungan geser antara alas dan geladak.

2. Ukuran konstruksi

2.1 Tebal pelat sekat berlubang melintang ditentukan sedemikian rupa sehingga dapat menahan gaya yang dihasilkan oleh pelat kulit sisi, sekat memanjang dan penumpu memanjang. Tegangan geser tidak boleh lebih dari $100/k$ [N/mm²]. Disamping itu, kekuatan bukling panel pelat harus diperiksa. Tebal pelat tidak boleh kurang dari tebal minimum sesuai dengan [A.13](#).

2.2 Penegar dan penumpu ditentukan seperti yang disyaratkan untuk sekat kedap minyak. Tekanan p_d sesuai dengan [Bab 4, D.2](#) diganti dengan p .

E. Palka

1. Palka tangki

1.1 Palka tangki kedap minyak harus dibuat dengan jumlah dan ukuran seminimum mungkin yang diperlukan untuk akses dan ventilasi.

1.2 Bukaan pada geladak harus berbentuk elips dan dengan sumbu utamanya terletak pada arah memanjang, bilamana hal ini memungkinkan. Pembujur geladak didaerah palka harus menerus pada 0,4 L bagian tengah kapal. Jika hal ini tidak mungkin, maka kompensasi harus dilakukan untuk luas penampang yang hilang.

1.3 Pelat ambang harus mempunyai tebal minimum 10 mm.

1.4 Tutup palka harus terbuat dari baja dengan tebal tidak boleh kurang dari 12,5 mm. Jika luas tutup palka lebih dari $1,2 \text{ m}^2$, maka tutup tersebut harus diberi penguatan. Tutup harus menutup kedap minyak.

1.5 Tutup kedap minyak tipe lain dapat disetujui jika hal ini setara.

2. Perencanaan akses lainnya

Lubang palka untuk ruangan selain tangki muat yang terletak pada geladak kekuatan, pada bubungan atau pada geladak akil, juga dibagian dalam bangunan atas terbuka, harus dilengkapi dengan tutup baja kedap cuaca, yang kekuatannya harus sesuai dengan [Bab 17, C](#).

F. Detail Struktur pada Ujung-Ujung Kapal

1. Umum

1.1 Persyaratan berikut didasarkan atas asumsi bahwa alas haluan didepan sekat koferdam dan alas buritan dibelakang sekat koferdam buritan memiliki konstruksi melintang. Persetujuan dapat diberikan

untuk sistem konstruksi lainnya jika hal ini dianggap setara.

1.2 Untuk ceruk haluan dan ceruk buritan, berlaku persyaratan [Bab 9, A.5](#).

2. Lambung haluan

2.1 Wrang pelat harus dipasang pada setiap gading. Ukuran konstruksinya ditentukan sesuai dengan [Bab 8, A.1.2.3](#).

2.2 Setiap perubahan pembujur alas harus diteruskan sejauh mungkin kedepan dengan penumpu samping interkostal dengan tebal yang sama dan sekurang-kurangnya setengah dari tinggi wrang pelat. Lebar flensnya tidak boleh kurang dari 75 mm.

2.3 Sisi kapal dapat berupa konstruksi melintang atau memanjang sesuai dengan [Bab 9](#).

3. Lambung buritan

3.1 Struktur alas antara sekat koferdam buritan dan sekat ceruk buritan harus memenuhi [Bab 8](#).

3.2 Sisi kapal dapat berupa konstruksi melintang atau memanjang sesuai dengan [Bab 9](#).

4. Perencanaan penarikan darurat

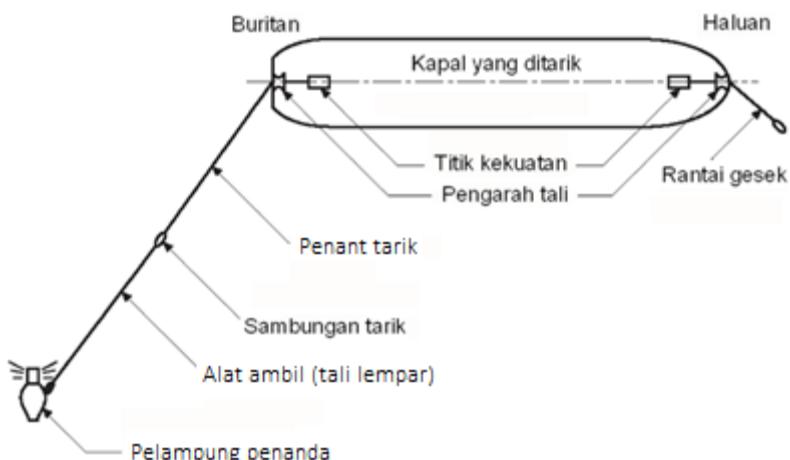
4.1 Tujuan

Sesuai SOLAS Convention 1974 Reg. II-1/3-4 sebagaimana telah diubah pada tahun 2000 dengan Resolution MSC. 99(73), kapal tangki baru dan kapal tangki lama dengan 20.000 tdw atau lebih harus dilengkapi dengan perencanaan penarikan darurat didaerah haluan dan buritan pada geladak atas.

4.2 Persyaratan untuk perencanaan dan komponen

4.2.1 Umum

Perencanaan penarikan darurat harus didesain sedemikian rupa agar dapat memfasilitasi operasi penyelamatan dan penarikan darurat pada kapal tangki yang tujuannya untuk mengurangi risiko pencemaran. Perencanaan tersebut setiap saat harus dapat digunakan dengan cepat dalam kondisi tidak adanya daya utama pada kapal yang akan ditarik dan dapat dihubungkan dengan mudah ke kapal penarik. [Gambar 24.6](#) menunjukkan tipikal perencanaan yang dapat digunakan sebagai acuan.



Gambar 24.6 Tipikal perencanaan penarikan darurat

4.2.2 Dokumen yang harus dikirimkan

Dokumen berikut harus dikirimkan untuk persetujuan:

- rencana umum dari perencanaan penarikan darurat haluan dan buritan
- gambar dari titik kekuatan di haluan dan buritan dan pengarah tali termasuk spesifikasi material dan perhitungan kekuatan
- gambar struktur lokal kapal yang menumpu beban dari gaya yang bekerja pada peralatan penarik darurat
- petunjuk operasi untuk peralatan penarik darurat haluan dan buritan.

4.2.3 Kekuatan komponen penarik

Komponen penarik harus mempunyai Safe Working Load (SWL) sekurang-kurangnya 1.000 kN untuk kapal tangki 20.000 tdw dan lebih tetapi kurang dari 50.000 tdw, dan paling sedikit 2.000 kN untuk kapal tangki 50.000 tdw dan lebih. SWL didefinisikan sebagai setengah dari beban putus minimum tali tarik. Kekuatan tali harus cukup untuk semua sudut tali tarik yang relevan, yaitu sampai dengan 90° dari garis tengah kapal ke sisi kiri dan sisi kanan dan 30° vertikal ke bawah.

4.2.4 Panjang tali tarik penant

Tali tarik harus mempunyai panjang sekurang-kurangnya dua kali lambung timbul kondisi balas teringan pada pengarah tali ditambah 50 m.

4.2.5 Lokasi titik kekuatan dan pengarah tali

Titik kekuatan dan pengarah tali masing-masing harus ditempatkan di daerah haluan dan buritan pada garis tengah kapal.

4.2.6 Titik kekuatan

Pengikat ujung sisi sebelah dalam harus menjadi penahan rantai jangkar atau braket tarik atau peralatan lain dengan kekuatan yang setara. Titik kekuatan dapat didesain menyatu dengan pengarah tali. Ukuran kontruksi titik kekuatan dan struktur penumpunya ditentukan berdasarkan kekuatan tertinggi dari tali tarik.

4.2.7 Pengarah tali

Rasio bending (perbandingan diameter permukaan tumpuan tali tarik penant dengan diameter tali tarik penant) pengarah tali tidak boleh kurang dari 7 banding 1. Jika tidak, maka dipersyaratkan ada rantai gesek (rantai sekang).

4.2.8 Rantai gesek

.1 Rantai gesek harus cukup panjang untuk menjamin bahwa tali tarik penant tetap berada diluar pengarah tali pada saat operasi penarikan. Rantai yang membentang dari titik kekuatan ke sebuah titik sekurang-kurangnya 3 m dibelakang pengarah tali harus memenuhi kriteria ini.

.2 Salah satu ujung rantai gesek harus cocok dengan sambungan ke titik kekuatan. Ujung yang lainnya harus dilengkapi dengan segel rantai terbuka berbentuk seperti buah pir standar yang memungkinkan penyambungan ke segel haluan standar.

4.2.9 Sambungan tarik

Tali tarik harus mempunyai ujung keras berbentuk seperti mata yang memungkinkan penyambungan ke

segel haluan standar.

4.2.10 Pengujian

Beban putus tali tarik harus diperagakan. Semua komponen seperti rantai gesek, segel dan segel terbuka berbentuk seperti buah pir harus diuji dengan disaksikan oleh Surveyor BKI pada beban uji sebesar 1420 kN atau 2640 kN, sesuai dengan beban kerja aman (SWL) sebesar 1000 kN atau 2000 kN (lihat 4.2.3.).

Titik kekuatan dari perencanaan penarikan darurat harus dikenakan uji prototipe sebelum pemasangan diatas kapal dengan beban uji sebesar 2 x SWL.

Diatas kapal, penggunaan yang cepat sesuai dengan 4.3 harus diperagakan.

4.3 Ketersediaan kesiapan perencanaan penarikan

Perencanaan penarikan darurat harus memenuhi kriteria berikut :

4.3.1 Perencanaan penarikan darurat di buritan harus dipasang tali terlebih dulu dan dapat digunakan dengan cara yang terkontrol pada kondisi pelabuhan dalam waktu tidak lebih dari 15 menit.

4.3.2 Alat ambil (tali lempar) untuk tali tarik buritan harus didesain sekurang-kurangnya untuk pengoperasian secara manual oleh satu orang dengan mempertimbangkan ketiadaan tenaga dan potensi kondisi lingkungan yang buruk yang dapat terjadi pada saat berlangsungnya operasi penarikan darurat. Peralatan ambil (tali lempar) harus dilindungi terhadap cuaca dan kondisi buruk lainnya yang dapat terjadi.

4.3.3 Perencanaan penarikan darurat di haluan harus dapat digunakan pada kondisi pelabuhan dalam waktu tidak lebih dari 1 jam.

4.3.4 Semua perencanaan penarikan darurat harus diberi tanda dengan jelas untuk memfasilitasi penggunaan yang aman dan efektif meski dalam keadaan gelap dan jarak pandang yang kurang baik.

G. Kapal untuk Mengangkut Muatan Kering atau Minyak dalam Bentuk Curah

1. Umum

1.1 Untuk kapal yang dicakup oleh Sub-Bab ini yang akan digunakan untuk mengangkut muatan kering atau minyak dalam bentuk curah, berlaku peraturan Bab ini, demikian juga peraturan terkait untuk angkutan muatan kering yang dimaksud. Untuk kapal yang juga akan digunakan untuk mengangkut muatan kering dalam bentuk curah berlaku juga peraturan Bab 23. Untuk karakter klasifikasi lihat A.2.2.

1.2 Muatan kering dan muatan cair dengan titik nyala (uji cangkir tertutup) 60°C atau kurang tidak boleh diangkut secara bersamaan, kecuali air tercemar minyak muatan (minyak kotor) yang diangkut dalam tangki minyak kotor yang memenuhi persyaratan 3.

1.3 Sebelum penggunaan kapal untuk mengangkut muatan kering, seluruh daerah muatan harus dibersihkan dan dibebaskan dari gas. Pembersihan dan pengukuran konsentrasi gas berulang harus dilaksanakan untuk memastikan bahwa konsentrasi gas berbahaya tidak terjadi di daerah muatan selama pelayaran dengan muatan kering.

1.4 Didaerah ruang muat untuk minyak, ruangan berongga dimana gas yang mudah meledak dapat terakumulasi sedapat mungkin harus dihindari.

1.5 Bukaan yang dapat digunakan untuk operasional muatan ketika muatan kering dalam bentuk curah diangkut tidak diizinkan pada sekat dan geladak yang memisahkan ruang muatan minyak dari ruangan lain yang tidak didesain dan dilengkapi untuk mengangkut muatan minyak kecuali peralatan setara

yang disetujui disediakan untuk menjamin pemisahan dan integritinya (keutuhannya).

2. Penguatan

2.1 Dalam ruang muat untuk muatan kering dalam bentuk curah atau minyak penguatan berikut harus dilakukan.

2.2 Gading-gading

2.2.1 Ukuran konstruksi gading-gading pada ruang muat untuk minyak ditentukan sesuai dengan Bab 9, A.22. Braket triping sesuai dengan Bab 9, A.5.5 harus dipasang pada interval yang sesuai.

2.2.2 Didalam ruang muat yang dapat diisi sebagian, gading-gading dapat dipersyaratkan untuk diperkuat, tergantung pada rasio pengisian.

2.3 Sekat ruang muat

2.3.1 Ukuran konstruksi sekat ruang muat ditentukan sesuai dengan Bab 23, B.8 demikian pula sesuai dengan persyaratan untuk kapal tangki minyak dan persyaratan Sub-bab C.

2.3.2 Pada ruang muat yang dapat diisi sebagian, sekat dapat dipersyaratkan untuk diperkuat tergantung pada rasio pengisian.

2.4 Lubang Palka

2.4.1 Ukuran konstruksi tutup lubang palka ditentukan sesuai Bab 17.

2.4.2 Jika ruang muat direncanakan akan diisi sebagian, tutup lubang palka dapat dipersyaratkan untuk diperkuat tergantung pada rasio pengisian dan lokasi di kapal.

2.4.3 Ukuran konstruksi ambang lubang palka harus diperiksa untuk pembebanan sesuai dengan Bab 17.C.2

2.4.4 Bentuk dan ukuran tutup lubang palka dan sistem kekedapannya harus sesuai satu sama lain untuk menghindari kebocoran yang disebabkan oleh kemungkinan deformasi elastis dari lubang palka.

3. Tangki minyak kotor

3.1 Tangki minyak kotor harus dikelilingi oleh koferdam kecuali jika dinding tangki minyak kotor adalah lambung, geladak utama muatan, sekat kamar pompa muatan atau tangki bahan bakar minyak dimana minyak kotor tersebut dapat diangkut pada pelayaran dengan muatan kering. Koferdam tersebut tidak boleh terbuka ke alas ganda, terowongan pipa, kamar pompa atau ruang tertutup lainnya. Harus disediakan sarana untuk pengisian koferdam dengan air dan untuk pengeringannya. Jika dinding tangki minyak kotor adalah sekat kamar pompa muatan, maka kamar pompa tidak boleh terbuka ke alas ganda, terowongan pipa atau ruang tertutup lainnya, namun demikian, bukaan yang dilengkapi dengan tutup kedap gas yang dibaut dapat diizinkan.

3.2 Palka dan bukaan untuk pembersihan pada tangki-tangki minyak kotor hanya diizinkan pada geladak terbuka dan harus dilengkapi dengan perencanaan penutupan. Kecuali jika penutup tersebut terdiri dari pelat yang dibaut dengan baut pada jarak kedap air, maka perencanaan penutupan tersebut harus dilengkapi dengan peralatan pengunci yang harus dibawah pengawasan perwira kapal yang berwenang.

H. Kapal Tangki Kecil

1. Umum

1.1 Persyaratan berikut berlaku untuk kapal tangki kecil dengan panjang kurang dari 90 m. Kapal

tangki minyak kecil yang dimaksud Bab ini adalah kapal tangki pelayaran pantai, kapal kecil tangki bunker dan air tawar. Kecuali jika disebutkan lain dalam Bab ini, berlaku persyaratan A. - G.

1.2 Kapal tangki minyak kecil dapat menggunakan sistem konstruksi baik secara memanjang atau melintang, atau sistem kombinasi dapat digunakan pada bagian sisi kapal dengan sistem konstruksi melintang dan alas serta geladak kekuatan dengan sistem konstruksi memanjang. Untuk geladak kekuatan direkomendasikan sistem konstruksi memanjang.

1.3 Geladak kekuatan dapat terbentang dari sisi ke sisi, atau dapat terdiri dari geladak utama dan geladak bubungan yang ditinggikan. Dalam hal geladak bubungan nilai L/H yang diizinkan untuk berbagai daerah pelayaran (lihat Bab 1, A.1.) harus terkait dengan tinggi fiktif H' berikut:

$$H' = e_B + e'_D$$

e_B dan e'_D lihat Bab 5, A.5.dan C.4.1

1.4 Dua sekat memanjang kedap minyak, atau satu sekat kedap minyak pada garis tengah kapal, dapat dipasang, yang membentang secara menerus melalui semua tangki muat dari koferdam ke koferdam.

1.5 Untuk kapal tangki dengan panjang lebih dari 24 m harus dilakukan pembuktian tinggi haluan yang cukup sesuai A.6.1.

1.6 Bubungan dengan tinggi yang cukup dapat berfungsi sebagai jalan lorong bagian haluan dan buritan sesuai A.7.

2. Penumpu dan pelintang

2.1 Penumpu dan pelintang ditentukan sesuai dengan Bab 12, B.3. Jika dianggap perlu, maka analisa tegangan dan bukling sesuai dengan B.1.1 harus dilakukan. **2.2** Pengurangan untuk daerah pelayaran samudra terbatas tidak diizinkan untuk penumpu dan pelintang.

3. Konstruksi melintang

3.1 Ukuran konstruksi

3.1.1 Modulus penampang gading-gading melintang dalam daerah tangki muat tidak boleh kurang dari:

$$W_1 = k \cdot 0,55 \cdot a \cdot \ell^2 \cdot p \quad [\text{cm}^3]$$

atau

$$W_2 = k \cdot 0,44 \cdot a \cdot \ell^2 \cdot p_2 \quad [\text{cm}^3]$$

k , ℓ , p dan p_2 lihat Bab 12, B.1.

3.1.2 Ukuran konstruksi penampang gading-gading harus dipertahankan pada seluruh tinggi H .

3.2 Sambungan ujung dan sambungan

3.2.1 Pada ujung-ujungnya, gading-gading melintang harus dilengkapi dengan braket berflens sesuai dengan Bab 3, D.2. Braket bilga harus mengisi seluruh keliling bilga dan harus disambungkan ke pembujur alas terdekat.

Braket pada ujung gading bagian atas harus disambungkan ke pembujur geladak terdekat.

3.2.2 Jika jarak yang tidak ditumpu cukup besar, maka bilah rata atau braket harus dipasang untuk menumpu gading terhadap triping.

Gading-gading melintang harus dihubungkan ke pelat senta dengan bilah rata atau braket yang membentang sampai ke pelat hadap dari pelat senta sedemikian rupa sehingga gaya tumpuan dapat disalurkan.

4. Geladak

4.1 Ukuran konstruksi geladak kekuatan ditentukan sesuai dengan Bab 7.

Tebal pelat tidak boleh kurang dari:

$$\text{untuk konstruksi memanjang} : t_{\text{krit}} = \frac{a \cdot 10^3}{85 - 0,15 L} \quad [\text{mm}]$$

$$\text{untuk konstruksi melintang} : t_{\text{krit}} = \frac{a \cdot 10^3}{65 - 0,2 L} \quad [\text{mm}]$$

Tebal pelat geladak tidak boleh kurang dari tebal minimum seperti diberikan pada A.13 atau tebal yang disyaratkan untuk pelat sekat tangki.

4.2 Untuk geladak bubungan, desain geladak harus berdasarkan pada tinggi fiktif H' sesuai dengan 1.3. Tebal pelat geladak yang diperoleh berlaku untuk geladak utama dan geladak bubungan. Jika tebal yang diperoleh untuk geladak melebihi tebal untuk alas, dengan syarat sistem konstruksi dan jarak gading sama di geladak dan alas, maka nilai rata-rata dari dua tebal yang berbeda harus diambil untuk geladak dan alas.

4.3 Pelat sisi bubungan harus mempunyai tebal yang sama dengan pelat sisi pada ujung-ujung kapal, dengan memperhatikan jarak gading, namun demikian, tidak boleh kurang dari tebal minimum sesuai dengan A.13 atau tebal yang disyaratkan untuk pelat sekat tangki.

4.4 Penguetan pelat sisi bubungan sama dengan geladak. Pelintang ditentukan sesuai dengan 2. seperti pelintang geladak, dengan jarak tidak ditumpu sama dengan tinggi bubungan; modulus penampang tidak boleh kurang dari modulus penampang pelintang geladak yang terhubung.

5. Pelat kulit

Tebal pelat kulit ditentukan sesuai dengan Bab 6. Untuk geladak bubungan, tebal didasarkan pada tinggi fiktif H' sesuai dengan 1.3. Tebal pelat kulit tidak boleh kurang dari tebal minimum sesuai dengan A.13 atau tebal yang disyaratkan untuk pelat sekat tangki.

J. Daftar Produk 1

Daftar Minyak¹

Asphalt solutions	Gasoline blending stocks
-------------------	--------------------------

Blending stocks	Alkylates - fuel
-----------------	------------------

Roofers flux	Reformates
--------------	------------

Straight run residue	Polymer – fuel
----------------------	----------------

Oils

Clarified	Casinghead (natural)
-----------	----------------------

Crude Oil	Automotive
-----------	------------

Gasolines

¹ Daftar minyak ini harus dianggap sebagai komprehensif.

Mixtures containing crude oil	Aviation
Diesel oil	Straight run
Fuel oil No. 4	Fuel oil no. 1 (kerosene)
Fuel oil No. 5	Fuel oil no. 1-D
Fuel oil No. 6	Fuel oil no. 2
Residual fuel oil B	Fuel oil no. 2-D
Road oil	Jet fuels
Transformer oil	JP-1 (kerosene)
Aromatic oil (excluding vegetable oil)	JP-3
MLubricating oils and blending stocks	JP-4
Mineral oil	JP-5 (kerosene, heavy)
Motor oil	Turbo fuel
Oils	Jet fuels
Penetrating oil	Kerosene
Spindle oil	Mineral spirit
Turbine oil	Naphtha
Distillates	Solvent
Straight run	Petroleum
Flashed feed stocks	Heartcut distillate oil

Gas oil

Cracked

K. Daftar Produk 2

Catatan penjelasan

Nama produk (kolom a)	: Nama produk identik dengan yang diberikan pada IBC Code Ch.18 .
Nomor UN (kolom b)	: Nomor yang berkaitan dengan tiap produk yang ditunjukkan pada rekomendasi yang diusulkan oleh (kolom b) United Nations Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods . Nomor UN, jika ada, diberikan hanya untuk informasi.
Kategori (kolom c)	: Z = kategori polusi ditetapkan oleh MARPOL 73/78, Annex II I = produk yang kategori polusi X, Y atau Z belum ditetapkan
Titik nyala (kolom e)	: Nilai dalam () adalah "nilai cangkir terbuka", semua nilai lainnya adalah "nilai cangkir tertutup". - = produk yang tidak dapat menyala

Keterangan:

Sesuai dengan MARPOL 73/78 Annex II "International Pollution Prevention Certificate for the Carriage of Noxious Liquid Substance in Bulk" (NLS certificate) yang dikeluarkan oleh Pemerintah Negara Bendera disyaratkan untuk pengangkutan produk kategori Z dalam bentuk curah.

Kolom d dan e hanya sebagai petunjuk. Data yang tercantum didalamnya diambil dari publikasi yang berbeda.

Nama Produk	Nomor UN	Grup	Berat Jenis [kg/m ³]	Titik nyala [°C]
a	b	c	d	e
Acetone	1090	Z	790	-18
Alcoholic beverages, n.o.s.	3065	Z	< 1000	> 20
Apple juice		I	< 1000	-
n-Butyl alcohol	1120	Z	810	29
sec-Butyl alcohol	1120	Z	810	24
Butyl stearate		I	860	160
Clay slurry		I	≈ 2000	-
Coal slurry		I	≈ 2000	-
Diethylene glycol		Z	1120	143
Ethyl alcohol	1170	I	790	13
Ethylene carbonate		I	1320	143
Glucose solution		I	1560	-
Glycerine		Z	1260	160
Glycerol monooleate		Z	950	224
Hexamethylenetetramine solutions		Z	≈ 1200	-
Hexylene glycol		Z	920	96
Isopropyl alcohol	1219	Z	790	22
Kaolin slurry		I	1800 – 2600	-
Magnesium hydroxide slurry		Z	≈ 1530	-
N-Methylglucamine solution (70 % or less)		Z	1150	> 95
Molasses		I	1450	> 60
Non-noxious liquid, n.o.s. (12) (trade name ..., contains ...) Cat. OS		I		
Noxious liquid, n.o.s. (11) (trade name ..., contains ...) Cat. Z		Z		
Polyaluminium chloride solution		Z	1190 – 1300	-
Potassium formate solutions		Z	≈ 1570	> 93
Propylene carbonate		Z	1190	135
Propylene glycol		Z	1040	99
Sodium acetate solutions		Z	1450	
Sodium sulphate solutions		Z		> 60
Tetraethyl silicate monomer/oligomer (20 % in ethanol)		Z		
Triethylene glycol		Z	1130	166
Water		I	1000	-

L. Persyaratan Tambahan untuk Kapal Tangki dengan Operasi Penjemputan

1. Persyaratan umum dan petunjuk

1.1 Umum

1.1.1 Ruang lingkup

Persyaratan ini berlaku untuk kapal tangki yang melakukan pelayaran operasi penjemputan antara pelabuhan lepas pantai dan terminal (Single Point Moorings, SPM), Floating Storage Units (FSU), Submerged Turret Loading (STL) dan pelabuhan dan terminal biasa. Persyaratan berikut memberikan standar keselamatan minimum untuk pengoperasian yang direncanakan dan harus diterapkan sebagai tambahan terhadap persyaratan butir A. s/d K.

Peraturan nasional untuk pengoperasian tersebut, jika ada, harus ditaati. Dalam hal penataan dan perencanaan dari sistem tersebut, maka petunjuk dan rekomendasi yang berlaku yang dikeluarkan oleh Oil Companies International Marine Forum (OCIMF) harus dipertimbangkan sejauh diperlukan.

1.1.2 Referensi pada Peraturan dan Pedoman lainnya

Sebagai tambahan berlaku Peraturan BKI berikut:

- Bab 1 s/d 22
- Rules for Machinery Installations (Pt.1, Vol.III)
- Rules for Electrical Installations (Pt.1, Vol.IV)
- Rules for Dynamic Positioning Systems (Pt.4, Vol.II)
- Rules for Single Point Mooring (Pt.5, Vol.IX)

1.2 Pembebasan

Setiap tipe desain yang baru atau berbeda dapat disetujui oleh BKI dengan syarat tingkat keselamatan yang setara dapat dibuktikan.

1.3 Notasi yang ditambahkan pada Karakter Klasifikasi

Notasi berikut dalam lingkup persyaratan ini dapat disematkan pada Karakter Klasifikasi yang umum:

- SPM, SPM1, SPM2 or SPM3
- STL

Instalasi SPM dikelompokkan dalam empat kelas seperti didefinisikan pada 1.4 dan harus memenuhi persyaratan seperti tercantum pada 2.

Untuk Notasi selanjutnya mengacu pada Rules for Dynamic Positioning Systems (Pt.4, Vol.II).

1.4 Definisi

SPM Perencanaan penambatan satu titik sebagai desain dasar, dilengkapi dengan peralatan kontrol setempat untuk penambatan ke tambatan satu titik yang memenuhi 2.1.1

SPM1 Perencanaan penambatan satu titik sebagai desain dasar, dilengkapi dengan peralatan kontrol setempat untuk penambatan dan manipol pemuat yang memenuhi 2.1, 2.3.1 s/d 2.3.4 dan 2.4.1.3 s/d 2.4.1.4

SPM2 Perencanaan penambatan satu titik dengan desain yang canggih, dilengkapi dengan stasiun

kontrol haluan dan disediakan peralatan kontrol otomatis dengan kendali jarak jauh untuk pemindahan muatan dan olah gerak kapal yang memenuhi [2.1](#), [2.3](#) dan [2.4.1](#)

SPM3 Perencanaan penambatan satu titik dengan desain yang canggih, dilengkapi dengan stasiun kontrol haluan dan kendali otomatis jarak jauh untuk pemindahan muatan dan dilengkapi dengan Dynamic Positioning System (DPS-) yang memenuhi [2.1](#), [2.3](#), [2.4](#) dan Sistem Posisi Dinamis

STL Perencanaan pemuatan dengan turet terbenam dengan rancangan khusus dikombinasikan dengan Dynamic Positioning System (DPS) sesuai dengan [2.2](#) dan [Rules for Dynamic Positioning Systems \(Pt.4, Vol.II\)](#).

1.5 Dokumen untuk persetujuan

Sebagai tambahan pada dokumen yang dipersyaratkan untuk Klas reguler (sesuai [1.1.2](#) diatas) dokumen berikut harus dikirim untuk persetujuan, sesuai yang berlaku:

Perencanaan penambatan satu titik:

- gambar yang menunjukkan perencanaan penambatan dengan posisi pengarah tali haluan, penahan rantai haluan, derek dan kapstan, roda pedestal, dan derek untuk drum penyimpanan.
- detail pengarah tali haluan dan sambungannya dengan kubu-kubu.
- detail sambungan dengan geladak dan struktur pendukung dari penahan rantai haluan, derek atau kapstan, roda pedestal, dan derek untuk drum penyimpanan
- Sertifikat produk untuk penahan rantai haluan dan pengarah tali haluan, konfirmasi pemenuhan dengan [2.1.1](#)
- dokumentasi untuk Safe Working Load (SWL) maksimum dari manufaktur (sertifikat kerja) untuk derek atau kapstan, konfirmasi pemenuhan dengan [2.1.1.8](#).
- dokumentasi untuk Safe Working Load (SWL) maksimum dari manufaktur (sertifikat kerja) untuk roda pedestal (jika dipasang), konfirmasi kebutuhan kekuatan struktur untuk menahan gaya yang akan dialami ketika derek atau kapstan diangkat dengan kapasitas maksimum.

Perencanaan pemuatan haluan:

- gambar yang menunjukkan perencanaan pemuatan haluan dan penambatan
- detail gambar dan lembar data kopling selang pelepas cepat, jika ada
- sistem aliran balik muatan dan uap, jika ada
- perencanaan pengarah tali, penahan rantai, derek-derek termasuk gambar substuktur dan stasiun kontrol haluan
- perencanaan dan detail perlengkapan perlindungan kebakaran di daerah haluan
- ventilasi ruangan di daerah haluan termasuk kamar kontrol haluan
- sistem listrik dan lokasi perlengkapan
- sistem hidrolik
- perencanaan ruangan di haluan termasuk jalan masuk, saluran masuk udara dan bukaan-bukaan
- rencana daerah berbahaya
- petunjuk operasi

Pemuatan turet terbenam:

- gambar yang menunjukkan perencanaan ruang STL termasuk detail konstruksi lambung dan *mating platform*

- detail gambar manipol pemuatian dengan pipa muatan, kopling dan selang
- gambar komponen yang dioperasikan secara hidrolik dan sistem hidrolik
- perencanaan perlindungan kebakaran dari ruang STL
- perencanaan ventilasi ruang STL
- lokasi dan detail dari semua perlengkapan listrik
- perencanaan, pondasi, bagian substruktur dan detail dari derek angkat.

2. Persyaratan sistem

2.1 Persyaratan untuk penambatan satu titik (SPM)

2.1.1 Penahan rantai haluan dan pengarah tali

.1 Satu atau dua penahan rantai haluan harus dipasang, yang mampu menampung rantai sekarang dengan diameter standar 76 mm (rantai gesek, sebagaimana didefinisikan dalam OCIMF ("Recommendations for Equipment Employed in the Mooring of Ships at Single Point Moorings"). Jumlah dan kapasitas dari penahan rantai harus sesuai dengan [Tabel 24.2](#).

.2 Desain penahan rantai harus dari tipe yang disetujui, sesuai [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.14.D](#). Rantai gesek harus diamankan jika penahan rantai *pawl* atau batang dalam posisi tertutup. Jika posisi terbuka, maka rantai dan kelengkapan terkait harus mampu terlepas dengan bebas.

.3 Penahan harus dipasang sedekat mungkin ke struktur geladak dan harus ditempatkan 2,7 m sampai dengan 3,7 m dari pengarah tali pada bagian dalam geladak. Pertimbangan yang cukup harus diberikan terhadap pelurusan yang baik antara pengarah tali dan pedestal atau drum dari derek atau kapstan.

.4 Untuk kekuatan struktur dari struktur penumpu dibawah penahan rantai tegangan izin berikut harus ditaati:

$$\sigma_x \leq \frac{200}{k} \quad [\text{N/mm}^2] \quad \text{untuk tegangan bending dan aksial}$$

$$\tau \leq \frac{120}{k} \quad [\text{N/mm}^2] \quad \text{untuk tegangan geser}$$

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau^2} \leq \frac{220}{k} \quad [\text{N/mm}^2] \quad \text{untuk tegangan ekuivalen}$$

Untuk penilaian kekuatan menggunakan FEM, tegangan Von Mises ekuivalen yang diizinkan berikut harus ditaati:

$$\sigma_v \leq \frac{230}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

Gaya yang bekerja harus dua kali SWL menurut [Tabel 24.2](#).

.5 Setelah dipasang, penahan rantai haluan harus diuji beban setara dengan Safe Working Load (SWL). Salinan sertifikat uji pemasangan harus tersedia di atas kapal untuk pemeriksaan.

Sebagai alternatif, kapal wajib memiliki salinan sertifikat persetujuan jenis manufaktur untuk penahan rantai haluan, yang memastikan bahwa penahan rantai haluan dibangun sesuai dengan SWL seperti dalam [Tabel 24.2](#). Sertifikat ini juga harus menunjukkan tegangan luluh dari penahan rantai haluan. Beban yang

menyebabkan tegangan luluh ini tidak boleh kurang dari 2 kali SWL.

Kekuatan struktur pendukung yang bekerja di bawah penahan rantai harus didokumentasikan dengan analisis yang memadai.

BKI akan mengeluarkan pernyataan persetujuan yang menyatakan telah dilakukan evaluasi untuk memverifikasi bahwa kekuatan pendukung telah cukup. Salinan pernyataan persetujuan harus tersedia di atas kapal untuk pemeriksaan. Penahan rantai haluan dan struktur pendukung di bawah penahan rantai harus termasuk dalam lingkup item survei periodik kelas.

Tabel 24.2 Perencanaan dan kapasitas SPM

Ukuran kapal	Ukuran rantai gesek	Jumlah pengarah tali haluan (rekomendasi)	Jumlah penahan haluan	SWL
[tdw]	[mm]			[kN]
≤ 100000	76	1	1	2000
> 100000 ≤ 150000	76	1	1	2500
> 150000	76	2	2	3500

.6 Pengarah tali haluan harus mempunyai ukuran minimum sebesar 600 x 450 mm dan harus berbentuk oval atau bulat. Desain gaya untuk pengarah tali serta desain tegangan izin untuk struktur pendukung mereka harus diambil sesuai dengan 2.1.1.4. Desain gaya harus dipertimbangkan pada sudut 90 ° ke sisi dan 30 ° ke atas atau ke bawah.

.7 Pengarah tali tunggal harus ditempatkan pada garis tengah kapal, jika dipasang dua pengarah tali maka pengarah tali tersebut harus dipasang pada jarak 1 sampai dengan 1,5 m dari garis tengah kapal pada salah satu sisi. Dua pengarah tali haluan yang direkomendasikan untuk kapal dilengkapi dengan dua penahan rantai haluan.

.8 Derek atau kapstan harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga memungkinkan daya tarik langsung dapat diperoleh pada penerusan dari tali pengarah langsung antara pengarah tali haluan dan penahan haluan. Sebagai alternatif roda pedestal pengarah tali harus ditempatkan antara penahan dan derek atau kapstan. Derek atau kapstan harus mampu mengangkat beban minimal 15 ton.

.9 Jika derek untuk drum penyimpanan digunakan untuk menyimpan tali lempar maka drum tersebut harus mampu mengakomodir 150 m tali berdiameter 80 mm.

.10 Desain gaya untuk substruktur roda pedestal adalah tidak kurang dari 1,25 kali gaya yang diberikan oleh derek atau kapstan saat mengangkat dengan kapasitas maksimum. Desain tegangan izin harus diambil sesuai dengan 2.1.1.4.

.11 SWL menurut Tabel 24.2 harus ditandai (dengan manik las atau setara) pada penahan rantai dan pengarah tali.

2.1.2 Perencanaan pemuatan haluan

.1 Pipa muat pada pemuatan haluan harus dipasang permanen dan harus ditempatkan digeladak terbuka. Diluar daerah muatan dan di daerah haluan hanya sambungan las yang diizinkan, kecuali pada sambungan pemuatan haluan.

.2 Didalam daerah muatan, pipa haluan harus dipisahkan dari sistem pipa muatan utama dengan paling sedikit dua katup yang dilengkapi dengan sebuah pengering antara atau sebuah kumparan. Sarana untuk pengeringan kearah daerah muatan termasuk perencanaan pembersih dengan gas inert harus disediakan.

.3 Sambungan pemuatan haluan harus dilengkapi dengan katup penutup dan sebuah flens kosong. Sebagai pengganti flens kosong, dapat dipasang sebuah kopling selang paten. Pelindung percikan harus disediakan pada sambungan flens dan bak penampung harus dipasang dibawah daerah sambungan pemuatan haluan.

.4 Material dan ukuran konstruksi pipa harus memenuhi persyaratan [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.11](#).

2.1.3 Perencanaan pemadam kebakaran

.1 Perlengkapan busa pemadam kebakaran berikut harus tersedia untuk perencanaan pemuatan haluan:

- satu atau lebih monitor khusus dengan busa untuk melindungi daerah pemuatan haluan yang memenuhi persyaratan [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12. K](#).
- satu pipa cabang busa portabel untuk melindungi jalur pipa muatan di depan dari daerah muatan.

.2 Sistem pemerecik air permanen harus tersedia yang mencakup daerah penahan rantai dan sambungan pemuatan haluan, dengan kapasitas:

$$10 \cdot \frac{\text{litre}}{\text{m}^2 \cdot \text{min}}$$

Sistem tersebut harus dapat dioperasikan secara manual dari luar daerah pemuatan haluan dan boleh dihubungkan ke bagian depan dari sistem perpipaan utama pemadam api dengan air.

2.1.4 Perlengkapan listrik

Perlengkapan listrik didaerah berbahaya dan ruangan-ruangan demikian pula dalam radius 3 m dari sambungan/manipol pemuatan atau setiap saluran keluar uap lainnya harus dari tipe sertifikat keamanan, memenuhi persyaratan yang tercantum pada [Rules for Electrical Installations \(Pt.1, Vol.IV\) Sec.15](#).

2.2 Persyaratan untuk Pemuatan dengan Turet Terbenam (STL)

2.2.1 Ruang STL dengan sambungan menjorok (*mating recess*) harus ditempatkan di haluan kapal, namun harus berada didaerah muatan. Desain struktur lambung kapal (ukuran konstruksi sambungan menjorok, alat pengunci cincin sambungan, braket dll.) harus memperhitungkan desain beban yang diakibatkan oleh sistem transfer muatan dengan pertimbangan yang cukup terhadap beban lingkungan dan beban operasional. Desainer harus memberikan informasi yang cukup tentang desain beban.

2.2.2 Akses ke ruang STL hanya diizinkan dari geladak terbuka.

2.2.3 Sebuah sistem ventilasi mekanis permanen tipe isap yang memberikan paling sedikit 20 kali pertukaran udara per jam harus dipasang. Saluran masuk dan saluran keluar udara harus ditempatkan paling sedikit pada jarak 3 m diatas geladak tangki muatan, dan jarak horizontal ke ruang-ruang aman tidak boleh kurang dari 10 m. Desain kipas harus sesuai persyaratan [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.15](#).

Saluran masuk udara harus ditempatkan pada atap ruang STL. Saluran udara pembuangan bubungan harus direncanakan mempunyai:

- satu bukaan langsung diatas lantai bawah dan satu bukaan yang terletak 2 m diatas posisi tersebut.
- satu bukaan diatas garis air tertinggi.

Bukaan-bukaan tersebut harus dilengkapi dengan alat peredam yang dapat dioperasikan dari jauh diluar ruangan tersebut.

2.2.4 Sebuah sistem pemadam kebakaran permanen sesuai [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.12.D](#) harus disediakan.

2.2.5 Sebuah sambungan untuk pasokan Inert Gas (IG) harus dipasang. Sambungan dapat dipasang permanen atau portabel. Jika dipasang permanen, maka sambungan pada jalan masuk sistem gas inert harus dilengkapi dengan sebuah flens kosong.

2.2.6 Perlengkapan listrik harus dari tipe sertifikat keamanan sesuai dengan [Rules for Electrical Installations \(Pt.1, Vol.IV\) Sec.15](#). Jika perlengkapan perlu dipasang untuk penggunaan dalam benaman, maka standar proteksinya harus IP 68; jika tidak, maka instalasi tersebut harus ditempatkan pada ketinggian yang cukup di atas garis air tertinggi. Penerangan listrik ruang STL harus bertautan dengan sistem ventilasi, seperti lampu-lampu hanya dapat dinyalakan jika ventilasi beroperasi.

Kegagalan ventilasi tidak boleh mengakibatkan padamnya lampu-lampu. Penerangan darurat tidak boleh bertautan ke sistem ini.

2.2.7 Sistem deteksi gas permanen harus dilengkapi dengan titik pengambilan sampel atau kepala detektor yang diletakkan pada bagian bawah ruangan. Paling sedikit satu titik pengambilan sampel/detektor harus dipasang diatas garis air tertinggi. Alarm visual dan alarm suara dapat didengar harus terpicu didalam stasiun kontrol muatan dan dianjungan navigasi bila konsentrasi dari uap yang mudah terbakar melebihi 10% dari Lower Explosive Limit (LEL).

2.3 Perencanaan ruangan haluan

2.3.1 Umum

Zona berbahaya, daerah-daerah dan ruangan-ruangan ditentukan berdasarkan [Rules for Electrical Installations \(Pt.1, Vol.IV\) Sec.15](#).

2.3.2 Pipa ventilasi udara dari tangki ceruk haluan harus ditempatkan sejauh mungkin dari daerah berbahaya.

2.3.3 Akses bukaan, saluran masuk dan saluran keluar udara atau bukaan ke ruang kerja, ruang permesinan dan ruang bebas gas lain tidak boleh menghadap ke daerah pemuatan di haluan dan harus ditempatkan tidak boleh kurang dari 10 m dari sambungan pemuatan haluan. Ruangan-ruangan tersebut tidak boleh dihubungkan dengan ruangan bahaya gas dan harus dilengkapi dengan sistem ventilasi permanen.

2.3.4 Ruangan yang berisi sambungan pemuatan haluan dan pipa-pipa harus dianggap sebagai ruangan bahaya gas dan sebaiknya dibuat setengah tertutup. Dalam hal ruangan yang seluruhnya tertutup, maka harus dipasang sebuah ventilasi tipe isap permanen yang memberi 20 kali pertukaran udara per jam. Desain kipas angin harus sesuai dengan [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.15](#).

2.3.5 Sebuah stasiun kontrol haluan untuk operasi pemuatan SPM atau STL dapat diadakan. Kecuali jika disepakati lain dan disetujui, maka ruangan tersebut harus didesain sebagai daerah bebas gas dan harus dilengkapi dengan ventilasi tekanan lebih permanen dengan saluran masuk dan saluran keluar udara ditempatkan didaerah yang aman. Akses bukaan harus ditempatkan disebelah luar zona berbahaya. Jika bukaan untuk jalan masuk ditempatkan di zona berbahaya, maka harus disediakan pengunci udara .Rute penyelamatan darurat harus dipertimbangkan pada saat desain. Standar perlindungan terhadap kebakaran sesuai dengan kelas "A-60" harus diterapkan untuk sekat, geladak, pintu-pintu dan jendela-jendela sesuai dengan ruangan dan daerah yang berdekatan.

2.4 Persyaratan fungsi untuk sistem pemuatan haluan dan STL

2.4.1 Sistem kontrol, komunikasi

.1 Umum

Stasiun kontrol haluan, jika dipasang, dapat mencakup kontrol olah gerak kapal maupun instrumen kontrol penambatan dan pemindahan muatan SPM/STL. Dalam hal kontrol olah gerak kapal diadakan di anjungan navigasi saja, maka sebuah sarana komunikasi permanen harus dipasang pada kedua lokasi. Hal yang sama berlaku untuk stasiun kontrol haluan dan Cargo Control Room (CCR), jika kontrol utama pemuatan diadakan didalam CCR saja.

.2 Instrumen penting dan kontrol dalam stasiun kontrol haluan

Olah gerak kapal:

- kontrol penggerak utama
- mesin kemudi dan kontrol pendorong
- radar, catatan

Penambatan di haluan:

- kontrol traksi rantai tambat. Persyaratan ini dapat ditiadakan jika kapal tangki dilengkapi dan beroperasi dengan sistem posisi dinamis
- kontrol penahan rantai
- perekam data untuk penambatan dan parameter pemuatan

Pemuatan haluan/STL

- indikator penghubung manipol/kopling
- indikator posisi katup muatan/kontrol
- indikator tinggi muatan tangki dan indikator alarm permukaan tinggi
- kontrol pompa muatan

.3 Pelepas darurat

Perencanaan pemuatan haluan harus dilengkapi dengan sebuah sistem untuk pengoperasian pelepas darurat berdasarkan sebuah urutan yang logis untuk menjamin pelepasan darurat yang aman dari kapal. Sistem tersebut harus dapat melaksanakan fungsi-fungsi berikut:

- penghentian pompa muatan utama atau fasilitas transfer pengurasan dari darat jika hubungan antara kapal dan darat tersedia
- menutup manipol dan katup kopling selang
- bukaan kopling selang
- bukaan penahan rantai

Sebagai tambahan terhadap fungsi otomatis, pelepas individu dari kopling selang dan penahan rantai harus disediakan.

Sarana komunikasi antara kapal dan terminal pemuatan lepas pantai harus disediakan, disertifikasi sebagai "Safe for use in gas dangerous atmosphere ". Prosedur untuk komunikasi darurat harus dibuat.

2.4.2 Petunjuk operasi

Kapal tangki harus mempunyai sebuah petunjuk operasi diatas kapal yang berisi informasi berikut:

- gambar perencanaan SPM/STL, perencanaan pemindah muatan, sambungan pemuatan haluan/STL, sistem penambatan, sistem pemadam kebakaran dan instrumentasi
- instruksi keselamatan yang terkait dengan pemadam kebakaran dan api, prosedur pelepasan darurat dan rute penyelamatan
- prosedur operasional untuk penambatan, perencanaan penyambungan/pemutusan pemuatan dan komunikasi

3. Survei dan pengujian

3.1 Pengujian komponen

Kopling/peralatan penyambung yang digunakan untuk operasi pemuatan haluan atau pemuatan STL harus dari desain yang disetujui. Persetujuan atau laporan pengujian yang diterbitkan oleh institusi yang diajukan dapat dikirim untuk penilaian/pengakuan. Material untuk struktur baja, pipa-pipa, perlengkapan listrik dan kabel listrik pada umumnya harus memenuhi Peraturan BKI yang berlaku, lihat [1.1.2](#). Selang pemindah muatan dan selang yang digunakan pada sistem hidrolik atau sistem lainnya harus dari tipe yang disetujui.

3.2 Pengujian setelah instalasi

Semua sistem dan perlengkapan yang digunakan untuk SPM, pemuatan haluan dan STL harus diuji fungsi di galangan kapal sebelum dioperasikan. Selama operasi pemuatan lepas pantai pertama, pemeriksaan harus dilaksanakan oleh Surveyor setempat. Pemeriksaan harus mencakup semua prosedur operasi terkait dan verifikasi dari petunjuk operasi.

3.3 Pemeriksaan berkala

Untuk mempertahankan Notasi Klas yang diberikan untuk instalasi SPM dan STL, survey tahunan/survey antara dan survey pembaruan kelas harus dilaksanakan bersamaan dengan survei kelas reguler. Lingkup survei harus berdasarkan prinsip-prinsip yang tercantum dalam [Rules for Classification and Surveys \(Pt.1, Vol.I\) Sec.4.I.B](#).

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 25 Kapal Pengangkut Bahan Kimia Berbahaya dalam Bentuk Curah

Persyaratan untuk konstruksi kapal-kapal yang mengangkut bahan kimia berbahaya dalam bentuk curah, lihat [Rules for Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk \(Pt.1, Vol.X\)](#).

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 26 Kapal Pengangkut Gas Cair dalam Bentuk Curah

Persyaratan untuk konstruksi kapal-kapal yang mengangkut gas cair dalam bentuk curah, lihat [Rules for Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk \(Pt.1, Vol.IX\)](#).

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 27 Kapal Tunda

A.	Umum.....	27-1
B.	Struktur Lambung	27-2
C.	Peralatan Tarik/Perencanaan Tarik.....	27-4
D.	Instalasi Penggerak Kemudi/Perencanaan Kemudi.....	27-13
E.	Perlengkapan Jangkar/Tambat	27-14
F.	Integritas Kedap Cuaca dan Stabilitas	27-14
G.	Rute Penyelamatan Darurat dan Tindakan Keselamatan.....	27-15
H.	Persyaratan tambahan untuk Kapal Tunda Pengiring Aktif.....	27-16

A. Umum

Paragraf pada bab ini didasarkan pada konvensi dan/atau kode internasional berikut:

IACS UR A1 Rev.6

IACS UR M79 Rev.1¹

Pada akhir setiap paragraf yang relevan, paragraf yang sesuai dengan konvensi dan/atau kode internasional dicantumkan referensi di dalam tanda kurung.

1. Ruang lingkup, aplikasi

1.1 Persyaratan berikut berlaku untuk kapal yang didesain terutama untuk menarik dan/atau mendorong atau membantu kapal atau obyek terapung lain dalam melakukan olah gerak. Kombinasi dengan tujuan yang lain dimungkinkan dan hal ini akan dicantumkan pada Sertifikat Klas, lihat [2.2](#).

1.2 Kecuali bila disebutkan secara khusus dalam Bab ini, maka persyaratan [Bab 1 s/d 22](#) berlaku.

1.3 Desain khusus yang tidak tercakup dalam peraturan berikut akan dipertimbangkan secara kasus per kasus.

1.4 Untuk instruksi perihal operasi penarikan secara umum, lihat [Guidelines for Safe Ocean Towing \(Pt.1, Vol.12\)](#).

2. Klasifikasi, Notasi

2.1 Kapal yang dibangun sesuai dengan persyaratan Bab ini akan mendapat notasi **TUG** yang ditambahkan pada karakter klasnya.

2.2 Bila layanan penarikan dikombinasikan dengan tugas lain seperti suplai lepas pantai atau pemecahan es, maka dapat diberikan notasi kelas tambahan yang sesuai jika memenuhi persyaratan terkait.

3. Dokumen persetujuan, dokumentasi

3.1 Sebagai tambahan terhadap dokumen yang tercantum dalam peraturan yang disebutkan pada [1.2](#) diatas, dokumentasi desain berikut harus diserahkan, dalam bentuk *softcopy* (elektronik), untuk persetujuan dan/atau informasi:

¹ IACS UR M79 telah diimplementasikan oleh badan klasifikasi IACS untuk kapal yang kontrak pembangunannya pada atau setelah 1 Januari 2020. Untuk BKI, persyaratan ini bersama dengan amandemen UR M79 Rev.1 dimasukkan dalam [RCN No. 1 Juli 2021, Rules for Hull \(Pt.1, Vol. II\)](#).

- rencana umum dari peralatan tarik termasuk derek, jika ada,
- gambar desain dan spesifikasi material kait tarik dan perlengkapan peralatan tarik, pengarah tali tarik dan/atau derek tarik termasuk penggerak derek, rem dan elemen pengikat, untuk penilaian peralatan tarik dengan derek tarik, arah tali tarik harus ditunjukkan pada gambar.
- alat pelepas termasuk sistem hidrolik/pneumatik dan sirkuit listrik, dan/atau "sambungan lemah" untuk tali tarik pada drum derek,
- gaya tambat yang disyaratkan (nilai desain),
- spesifikasi tali tarik,
- dalam hal khusus, konfigurasi penarikan yang direncanakan,

3.2 Keandalan fungsi peralatan tarik harus dibuktikan pada waktu pengujian awal di kapal.

3.3 Bila pengujian gaya tambat harus dilaksanakan dan akan disertifikasi oleh BKI, maka pengujian tersebut harus sesuai dengan prosedur pada [Guidelines for Safe Ocean Towing \(Pt.1, Vol.12\)](#). Hasil pengujian harus didokumentasikan dan disimpan di kapal bersama dengan sertifikat pengujian gaya tambat dan dokumen klasifikasi.

3.4 Material

Pada umumnya sertifikat material BKI disyaratkan untuk :

- kait tarik dan elemen penerus beban yang terpasang, termasuk alat pelepas,
- derek tarik : rangka, poros drum, kopling, rem, dan roda gigi,
- tali tarik, termasuk sertifikasi kekuatan putus.

Sertifikat material sesuai DIN 50049 - 3.1 B atau yang setara dapat diterima untuk item-item standar, jika pabrik pembuat diakui oleh BKI.

B. Struktur Lambung

1. Ukuran konstruksi, umum

Untuk perhitungan ukuran konstruksi struktur lambung, sarat T tidak boleh diambil lebih kecil dari $0,85 H$.

2. Struktur geladak

2.1 Pada kapal tunda untuk penarikan di samudra, geladak, terutama dibagian haluan, harus dilindungi secara memadai atau diperkuat terhadap hampasan air laut.

2.2 Sesuai perencanaan tali tarik, geladak pada bagian buritan kemungkinan harus diperkuat (balok, tebal pelat), jika keausan karena gesekan dan/atau tumbukan yang cukup besar diperkirakan akan terjadi. Lihat juga [C.1.5](#).

3. Lambung dan struktur haluan

3.1 Pada kapal tunda untuk penarikan samudera, penguatan daerah lambung haluan (senta, braket tripping, dll.) pada umumnya harus memenuhi ketentuan yang diberikan pada [Bab 9](#). Senta harus disambungkan secara efektif pada sekat tubrukan. Tergantung pada jenis penggunaan yang diharapkan, dapat disyaratkan penguatan tambahan.

3.2 Untuk kapal tunda (pelabuhan) yang seringkali digunakan pada operasi sandar (*berthing operations*), haluan harus dilindungi secara memadai dengan dapra dan diperkuat konstruksinya.

3.3 Kubu-kubu harus dibuat miring kearah dalam guna mengurangi probabilitas dan frekuensi kerusakan. Tepi-tepi persegi harus ditiruskan.

3.4 Struktur haluan dari kapal tunda pendorong untuk pelayaran samudera akan dipertimbangkan secara khusus. Untuk kapal tunda pendorong yang digunakan diperairan pedalaman lihat [Rules for Inland Waterway Vessel \(Pt.2, Vol.II\)](#).

4. Linggi buritan, lunas batang

4.1 Luas penampang melintang dari linggi buritan solid harus 20% lebih besar dari yang disyaratkan menurut [Bab 13, C.2.1](#). Untuk linggi buritan rakitan, tebal pelat linggi baling-baling harus ditambah 20% diatas dari yang disyaratkan pada [Bab 13, C.2.2](#). Modulus penampang W_z dari sepatu kemudi harus ditambah 20% diatas modulus yang ditentukan sesuai dengan [Bab 13, C.3](#).

4.2 Bila dipasang lunas batang, ukuran konstruksinya harus dihitung dengan formula berikut :

$$\text{tinggi } h = 1,1 \cdot L + 110 \quad [\text{mm}]$$

$$\text{tebal } t = 1,1 \cdot L + 12 \quad [\text{mm}]$$

Penyimpangan kecil dari ukuran ini diperbolehkan asalkan luas penampang yang disyaratkan dipertahankan.

5. Struktur sisi

5.1 Struktur sisi dari daerah yang seringkali mendapat beban tumbukan harus diperkuat dengan menambah modulus penampang dari gading-gading sisi sebesar 20%. Disamping itu, dapra mungkin diperlukan untuk mengurangi kerusakan penyok pada pelat kulit.

5.2 Dapra yang cukup kuat dan menerus harus dipasang sepanjang geladak atas.

5.3 Penguetan untuk pelayaran di es lihat [8](#).

6. Selubung kamar mesin, bangunan atas dan rumah geladak

6.1 Tebal pelat dinding dan puncak selubung tidak boleh kurang dari 5,0 mm. Tebal ambang tidak boleh kurang dari 6,0 mm. Ambang harus diteruskan sampai ke tepi bawah balok.

6.2 Penegar selubung harus disambungkan ke balok puncak selubung dan harus diteruskan sampai ke tepi bawah ambang.

6.3 Perihal tinggi selubung dan sistem penutupan maupun jalan keluar lihat juga [F.1.1](#).

6.4 Persyaratan berikut harus diperhatikan untuk bangunan atas dan rumah geladak dari kapal tunda yang dioperasikan pada zona pelayaran terbatas **L** dan **P** atau zona pelayaran samudera tidak terbatas:

- Tebal pelat dinding luar bangunan atas dan rumah geladak harus ditambah 1,0 mm diatas tebal seperti yang disyaratkan pada [Bab 16, C.3.2](#).
- Modulus penampang penegar harus ditambah 50% diatas ukuran seperti yang disyaratkan pada [Bab 16, C.3.1](#).

7. Pondasi peralatan tarik

7.1 Substruktur dari pemasangan kait tarik dan pondasi derek tarik, dan bagian-bagian pengarah seperti tiang tarik atau pengarah tali, bila dipasang, harus disambungkan secara keseluruhan ke konstruksi kapal, dengan mempertimbangkan semua arah yang mungkin dari tali tarik, lihat [C.3.5](#).

7.2 Tegangan pada pondasi dan bagian-bagian pengikat tidak boleh melebihi tegangan izin yang ditunjukkan pada [Tabel 27.2](#), dengan mengasumsikan suatu beban yang sama dengan beban uji dari kait tarik dalam hal perencanaan peralatan tarik dan beban kapasitas penahan derek tarik, lihat juga [C.3.5](#) dan [C.5.3](#).

8. Penguatan untuk pelayaran di Es

8.1 Penguatan untuk pelayaran di Es bila perlu sesuai pelayaran yang dimaksud harus disediakan sesuai persyaratan [Bab 15](#).

8.2 Kapal tunda dengan notasi “ICEBREAKER” harus di pertibangkan secara khusus.

C. Peralatan Tarik/ Perencanaan Tarik

1. Persyaratan desain umum

1.1 Peralatan tarik harus ditata sedemikian rupa guna mengurangi bahaya kapal terbalik; kait tarik/titik tangkap gaya tarik harus ditempatkan serendah mungkin, lihat juga [F](#).

1.2 Dengan penarikan langsung (tali tarik kait), kait tarik dan perlengkapan radialnya harus didesain sedemikian rupa sehingga memungkinkan untuk penyesuaian pada setiap arah tali tarik yang diperkirakan, lihat [3.5](#).

1.3 Titik pemasangan tali tarik harus diletakkan sedikit dibelakang titik apung.

1.4 Pada kapal tunda yang dilengkapi dengan derek tarik, perencanaan perlengkapan harus sedemikian rupa sehingga tali tarik mengarah ke drum derek dengan cara yang terkendali pada semua kondisi (arah tali tarik) yang diperkirakan. Harus disediakan peralatan untuk meng gulung tali tarik secara efektif pada drum, tergantung pada ukuran derek dan konfigurasi peralatan tarik.

1.5 Tabung pelindung tali tarik atau peralatan lain yang memadai harus dipasang untuk mencegah tali tarik yang ditarik secara langsung mengalami kerusakan akibat gesekan/abrasi.

2. Definisi beban

2.1 Desain gaya T yang didasarkan pada gaya tali tarik (atau gaya tambat, jika gaya tali tarik tidak ditetapkan) yang ditentukan oleh Pemilik. Desain gaya dapat dibuktikan dengan uji gaya tambat, lihat [A.3.3](#) dan [Guidelines for Safe Ocean Towing \(Pt.1, Vol.12\)](#).

2.2 Gaya uji PL digunakan untuk menentukan ukuran dan juga untuk pengujian kait tarik dan bagian-bagian yang terhubung. Hubungan gaya uji dengan desain gaya seperti ditunjukkan pada [Tabel 27.1](#).

Tabel 27.1 Desain Gaya T dan Gaya Uji PL

Desain Gaya T [kN]	Gaya Uji PL [kN]
$T \leq 500$	$2 \cdot T$
$500 < T \leq 1500$	$T + 500$
$1500 < T$	$1,33 \cdot T$

2.3 Gaya putus minimum tali tarik didasarkan pada desain gaya, lihat [4.3](#).

2.4 Kapasitas penahan derek harus didasarkan pada gaya putus minimum, lihat [5.3](#), gaya derek nominal adalah kapasitas tarik dari penggerak derek saat meng gulung tali tarik, lihat [6.1.3.3](#).

2.5 Untuk gaya pada pondasi kait tarik, lihat 3.5.4.

3. Kait tarik dan alat pelepas

3.1 Kait tarik harus dilengkapi dengan peralatan yang memadai yang menjamin pelepasan (yaitu pelepas cepat) tali tarik dalam keadaan darurat. Pelepasan harus dapat dilakukan dari anjungan dan juga sekurang-kurangnya dari satu tempat lain disekitar kait tarik itu berada, dimana dari kedua tempat ini kait tarik mudah dilihat.

3.2 Kait tarik harus dilengkapi dengan alat pelepas mekanis, hidrolik atau pneumatik. Alat pelepas tersebut harus dirancang sedemikian rupa untuk menjamin bahwa pelepasan yang tidak disengaja dapat dihindari.

3.3 Alat pelepas mekanis harus dirancang sedemikian rupa sehingga gaya pelepas yang disyaratkan pada gaya uji PL tidak melebihi 150 N pada kait tarik ataupun 250 N saat mengoperasikan alat tersebut dari anjungan. Dalam hal alat pelepas mekanis, tali pelepas harus diarahkan dengan baik melalui katrol. Bila diperlukan, pelepasan harus dimungkinkan dengan tarikan ke bawah, dengan menggunakan seluruh berat alat pelepas mekanis.

3.4 Bila digunakan alat pelepas pneumatik atau hidraulik, maka alat pelepas mekanis harus dipasang sebagai tambahan.

3.5 Penetapan ukuran kait tarik dan peralatan tarik

3.5.1 Penetapan ukuran kait tarik didasarkan pada gaya uji PL, lihat 2.2.

3.5.2 Kait tarik, pondasi kait tarik, substruktur terkait dan peralatan pelepas harus didesain untuk arah tali tarik berikut:

- Untuk gaya uji $PL \leq 500 \text{ kN}$:
 - pada bidang horisontal, arah dari sisi melewati buritan sampai sisi lain
 - pada bidang vertikal, dari horisontal sampai 60° keatas
- Untuk gaya uji $PL > 500 \text{ kN}$:
 - pada bidang horisontal, sama seperti diatas
 - pada bidang vertikal, dari horisontal sampai 45° keatas

3.5.3 Dengan mengasumsikan gaya uji PL bekerja pada setiap arah yang disebut pada 3.5.2, tegangan izin pada elemen perlengkapan tarik yang ditetapkan diatas tidak boleh melebihi nilai yang ditunjukkan pada Tabel 27.2.

Tabel 27.2 Tegangan izin

Jenis tegangan	Tegangan izin
Tarik aksial dan tarik bending dan tekan aksial dan tekan bending dengan penumpu tipe kotak dan tabung	$\sigma = 0,83 \cdot R_{eH}$
Tekan aksial dan tekan bending dengan penumpu berpenampang terbuka atau dengan penumpu yang terdiri dari beberapa bagian	$\sigma = 0,72 \cdot R_{eH}$
Geser	$\tau = 0,48 \cdot R_{eH}$
Tegangan ekuivalen	$\sigma_{eq} = 0,85 \cdot R_{eH}$

R_{eH} = tegangan luluh atau 0,2% (tegangan uji)

3.5.4 Untuk pondasi kait tarik harus dilakukan pembuktian tambahan bahwa tegangan izin pada [Tabel 27.2](#) tidak terlampaui dengan mengasumsikan suatu beban yang sama dengan gaya putus minimum tali tarik F_{min} .

4. Tali Tarik

4.1 Material tali tarik harus sesuai dengan [Rules for Materials \(Pt.1, Vol. V\) Sec.14](#). Semua tali kawat, sejauh memungkinkan, harus mempunyai pilinan yang sama.

Kecocokan tali serat sebagai tali tarik harus dibuktikan secara terpisah kepada BKI.

4.2 Panjang tali tarik harus dipilih sesuai dengan formasi penarikan (berat kapal tunda dan obyek yang ditarik), kedalaman air dan kondisi perairan. Peraturan pemerintah Negara Bendera harus ditaati. Panjang tali tarik untuk pengujian gaya tambat, lihat [Guidelines for Safe Ocean Towing \(Pt.1, Vol.12\)](#).

4.3 Gaya putus minimum tali tarik F_{min} yang disyaratkan dihitung berdasarkan desain gaya T dan faktor utilitas K, sebagai berikut:

$$F_{min} = K \cdot T \quad [\text{kN}]$$

$$\begin{aligned} K &= 2,5 && \text{untuk } T \leq 200 \text{ kN dan} \\ &= 2,0 && \text{untuk } T \geq 1000 \text{ kN} \end{aligned}$$

Untuk T antara 200 dan 1000 kN, K dapat diinterpolasi secara linier.

4.4 Untuk penarikan samudera, sekurang-kurangnya satu tali tarik cadangan dengan perlengkapannya harus tersedia di kapal.

4.5 Gaya putus minimum F_{min} yang disyaratkan untuk tali geser dihitung berdasarkan kapasitas penahanan dari derek geser (*tricing winch*) dan faktor utilitas $K = 2,5$.

5. Derek tarik

5.1 Perencanaan dan kendali

5.1.1 Derek tarik, termasuk perlengkapan pengarah tali harus ditata sedemikian rupa guna menjamin pengarahan yang aman dari tali tarik pada semua arah sesuai [3.5.2](#).

5.1.2 Derek harus dapat dioperasikan secara aman dari semua tempat kendali. Selain dari tempat kendali di anjungan, sekurang-kurangnya satu tempat kendali tambahan harus disediakan di geladak. Dari setiap tempat kendali drum derek harus dapat dilihat dengan bebas; bila hal ini tidak dapat dijamin, maka derek harus dilengkapi dengan alat stop otomatis.

5.1.3 Setiap tempat kendali harus dilengkapi dengan elemen operasi dan kendali yang sesuai. Perencanaan dan arah kerja dari elemen operasi tersebut harus sama dengan arah gerak tali tarik.

5.1.4 Bila dilepas, tuas operasi harus kembali ke posisi stop secara otomatis. Tuas operasi harus dapat dikunci pada posisi stop.

5.1.5 Pada kapal-kapal untuk penarikan samudera dianjurkan untuk melengkapi derek tarik dengan peralatan pengukur gaya tarik pada tali tarik.

5.1.6 Jika selama kondisi operasi normal, tenaga untuk derek tarik disuplai oleh generator yang digerakkan mesin induk, maka generator yang lain harus tersedia untuk menyuplai tenaga kepada derek tarik bila mesin induk atau generator poros mengalami kerusakan.

5.1.7 Seluruh derek tarik harus dilengkapi dengan sistem pelepas darurat sebagaimana yang dijelaskan pada [5.6](#).

(IACS UR M79.4.2)

5.2 Drum derek

5.2.1 Tali tarik harus diikat pada drum derek dengan mata rantai putus.

5.2.2 Drum derek harus dapat dilepas dari penggeraknya.

5.2.3 Diameter drum derek tidak boleh lebih kecil dari 14 kali diameter tali tarik. Namun, untuk seluruh jenis tali tarik, radius lengkung tali tarik tidak boleh kurang dari yang sudah ditentukan oleh pabrik pembuat tali tarik.

5.2.4 Panjang drum derek harus sedemikian rupa sehingga sekurang-kurangnya 50 m tali tarik dapat digulung pada lapis pertama.

5.2.5 Untuk menjamin keamanan ikatan ujung tali, sekurang-kurangnya 3 lilitan mati harus ada pada drum.

5.2.6 Jika tidak dipasang alat untuk pencegah tali tergelincir keluar dari drum, maka pada ujung-ujung drum harus ada roda blok berpiring (*disc sheaves*) yang tepi luarnya harus melebihi lapisan tali yang paling atas sekurang-kurangnya $2,5 \times$ diameter tali.

5.2.7 Jika digunakan derek multi drum, maka setiap drum derek harus dapat beroperasi secara independen.

5.2.8 Setiap drum derek tarik harus mempunyai kapasitas yang cukup untuk memuat panjang tali tarik yang ada, [5.2.3](#) sampai [5.2.5](#) tidak berlaku untuk tali tarik dari baja austenitik dan tali serat. Dalam hal tali tarik yang menggunakan material ini, maka ukuran drum gulung harus mendapat persetujuan BKI.

5.2.9 Ujung dalam dari tali tarik harus dipasang ke drum derek dengan mata rantai lemah atau susunan serupa yang dirancang untuk melepaskan tali tarik pada beban rendah.

(IACS UR M79.4.1)

5.3 Kapasitas penahan/ukuran

5.3.1 Kapasitas penahan dari derek tarik (tali tarik pada lapis pertama) harus sama dengan 80 % beban putus minimum F_{min} dari tali tarik.

5.3.2 Saat menetapkan ukuran komponen derek tarik, yang - dalam keadaan rem terpasang - terkena gaya tarik dari tali tarik (drum tali, poros drum, rem, rangka pondasi dan pengikatannya ke geladak) harus diasumsikan gaya tarik yang didesain besarnya sama dengan kapasitas penahan. Ketika menghitung poros drum, gaya penghenti dinamis dari rem harus dipertimbangkan. Rem drum tidak boleh kehilangan kemampuannya pada beban ini.

5.4 Rem

5.4.1 Jika rem drum dioperasikan dengan mesin, maka sebagai tambahan harus disediakan petunjuk operasi dari rem.

5.4.2 Rem drum harus dapat dilepas dengan cepat, dari tempat kendali di anjungan dan juga dari tempat kendali yang lain. Pelepasan cepat harus dimungkinkan pada semua kondisi kerja, termasuk saat tenaga penggerak rusak.

5.4.3 Tuas pengoperasian rem harus diamankan terhadap pengoperasian yang tidak disengaja.

- 5.4.4 Setelah pengoperasian alat pelepas cepat, operasi normal dari rem harus segera dipulihkan.
- 5.4.5 Setelah pengoperasian alat pelepas cepat, motor penggerak derek tidak boleh dijalankan lagi secara otomatis.
- 5.4.6 Rem derek tarik harus dapat mencegah tali tarik terulur pada waktu kapal menarik pada desain gaya T dan tidak boleh dilepas secara otomatis bila terjadi gangguan pada penggerak.

5.5 Derek geser (Tricing winches)

- 5.5.1 Tempat kendali derek geser (*tricing winches*) harus diletakkan pada jarak yang aman diluar daerah jangkauan peralatan tarik. Selain tempat kendali di geladak, sekurang-kurangnya harus ada satu tempat kendali lain di anjungan.
- 5.5.2 Derek geser harus dibuat dengan ukuran yang sesuai tergantung pada F_{min} dari tali geser. Untuk pengoperasian derek geser, penyampaian perintah yang sempurna harus terjamin. Untuk tali geser, lihat 4.5.

5.6 Sistem pelepas darurat

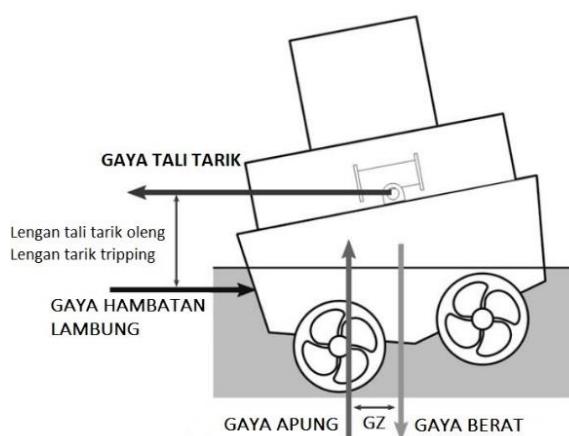
5.6.1 Ruang lingkup

- .1 Sub-bab ini menentukan standar keselamatan minimum untuk sistem pelepas darurat derek yang dipasang pada derek tarik yang digunakan pada kapal penarik dalam jarak dekat, pelabuhan atau terminal.
- .2 Sub-bab ini tidak dimaksudkan untuk mengakomodir derek tarik di atas kapal yang digunakan hanya untuk penarikan samudera jarak jauh, penanganan jangkar atau kegiatan lepas pantai yang serupa.

5.6.2 Tujuan

Maksud dari Sub-bab ini adalah untuk memberikan persyaratan untuk mencegah terbaliknya kapal tunda pada saat sedang melakukan penarikan akibat gaya tali tarik yang bekerja secara melintang terhadap kapal tunda (dari arah sisi kapal) sebagai akibat dari kejadian yang tidak diharapkan (bisa jadi hilangnya sistem propulsi/kemudi atau lainnya), dimana hasil kopel disebabkan oleh gaya melintang yang offset dan berlawanan (gaya tali tarik berlawanan dengan gaya dorong atau gaya tahanan lambung) menyebabkan kapal tunda oleng dan, akhirnya, terbalik. Terbalik ini dapat disebut sebagai "girting", "girthng", "girding" atau "tripping". Lihat [Gambar 27.1](#) yang menunjukkan gaya yang bekerja selama operasi penarikan.

(IACS UR M79.2)



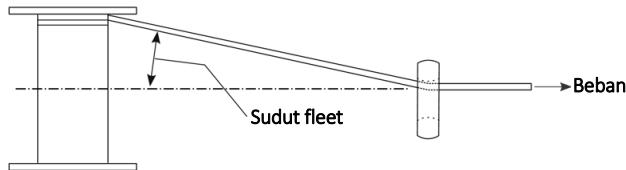
Gambar 27.1 Gaya selama penarikan

5.6.3 Definisi

- .1 **Sistem pelepas darurat** mengacu pada mekanisme dan pengaturan kontrol terkait yang digunakan untuk melepaskan beban pada tali tarik dengan cara yang terkendali baik dalam kondisi normal maupun kondisi *black out*.

.2 Beban desain maksimum adalah beban maksimum yang dapat ditahan oleh derek seperti yang telah ditentukan oleh pabrikan (penilaian pabrikan).

.3 Sudut fleet adalah sudut antara beban yang diterapkan (gaya tali tarik) dan tali tarik saat dililitkan ke drum derek, lihat Gambar 27.2.



Gambar 27.2 Sudut fleet tali tarik

(IACS UR M79.Fig.2)

5.6.4 Persyaratan performa

.1 Sistem pelepas darurat harus beroperasi diseluruh rentang beban tali tarik, sudut fleet dan sudut oleng kapal di bawah semua kondisi normal dan kondisi abnormal yang dapat diperkirakan secara wajar (hal ini mungkin termasuk, namun tidak terbatas pada hal berikut ini: kegagalan listrik kapal, variabel beban tali tarik (misalnya karena cuaca buruk), dll).

.2 Sistem pelepas darurat harus mampu beroperasi dengan beban tali tarik hingga paling sedikit 100% dari beban desain maksimum.

.3 Sistem pelepas darurat harus berfungsi secepatnya secara wajar dan dalam waktu maksimum tiga detik setelah aktivasi.

.4 Sistem pelepas darurat harus memungkinkan drum derek berputar dan tali tarik terulur dengan cara yang terkendali sehingga, ketika sistem pelepas darurat diaktifkan, ada resistensi yang cukup terhadap rotasi untuk menghindari pelepasan tali tarik yang tidak terkendali dari drum. Pemutaran (rotasi bebas dan tidak terkendali) dari drum derek harus dihindari, karena hal ini dapat menyebabkan tali tarik macet dan menonaktifkan fungsi pelepasan derek.

.5 Setelah pelepas darurat diaktifkan, beban tali tarik yang diperlukan untuk memutar drum derek tidak boleh lebih dari:

- lebih rendah dari 49 kN (5 t) atau 5% dari beban desain maksimum ketika dua lapisan tali tarik berada di drum, atau
- 15% dari beban desain maksimum di mana ditunjukkan bahwa ketahanan terhadap rotasi ini tidak melebihi 25% dari gaya yang akan menghasilkan kemiringan kapal yang cukup untuk membenamkan bukaan terendah yang tak terlindung.

.6 Pelepas darurat tali Tarik harus dapat dilakukan jika terjadi *black out*. Untuk tujuan ini, di mana sumber energi tambahan diperlukan, sumber-sumber tersebut harus memenuhi .7.

.7 Sumber energi yang dibutuhkan oleh .6 harus cukup untuk mencapai kondisi yang paling berat dari kondisi berikut (sebagaimana berlaku):

- Cukup untuk setidaknya tiga upaya untuk melepaskan tali tarik (yaitu tiga aktivasi sistem pelepas darurat). Jika sistem menyediakan energi untuk lebih dari satu derek harus cukup untuk tiga aktivasi dari derek yang paling membutuhkan yang terhubung dengannya.
- Jika desain derek sedemikian rupa sehingga drum mekanisme pelepasan memerlukan penerapan daya secara terus-menerus (misalnya jika rem diterapkan dengan tegangan pegas dan dilepaskan menggunakan daya hidrolik atau pneumatik), daya yang cukup harus disediakan untuk mengoperasikan sistem pelepas darurat (mis. rem terbuka dan biarkan tali tarik dilepas) jika

terjadi *black out* selama minimal lima menit. Hal ini dapat dikurangi sesuai dengan waktu yang diperlukan untuk menggulung panjang keseluruhan tali tarik keluar dari drum derek pada beban yang ditentukan dalam .5 jika ini kurang dari lima menit.

(IACS UR M79.5.1)

5.6.5 Persyaratan operasional

.1 Operasi pelepas darurat harus dapat dilakukan dari anjungan dan dari stasiun kendali derek di geladak. Stasiun kontrol derek di dek harus berada di lokasi yang aman. Posisi di dekat derek tidak dianggap sebagai "lokasi aman", kecuali jika didokumentasikan bahwa posisi tersebut setidaknya terlindung dari putusnya tali tarik atau kegagalan derek.

.2 Jika disediakan, kontrol pelepas darurat harus ditempatkan di dekat tombol berhenti darurat untuk operasi derek dan harus dapat diidentifikasi dengan jelas, terlihat jelas, mudah diakses dan diposisikan untuk memungkinkan pengoperasian yang aman.

.3 Fungsi pelepas darurat harus diprioritaskan terhadap setiap fungsi penghentian darurat. Aktivasi penghentian darurat derek dari lokasi mana pun tidak untuk menghambat pengoperasian sistem pelepas darurat dari lokasi mana pun.

.4 Tombol kontrol sistem pelepas darurat memerlukan tindakan positif untuk membatalkan, tindakan positif dapat dilakukan pada posisi kontrol yang berbeda dari posisi di mana pelepas darurat diaktifkan. Tindakan tersebut harus selalu memungkinkan untuk membatalkan pelepas darurat dari anjungan terlepas dari lokasi aktivasi dan tanpa intervensi manual di geladak kerja.

.5 Kontrol untuk penggunaan darurat harus dilindungi dari penggunaan yang tidak disengaja.

.6 Indikasi harus disediakan di anjungan untuk semua sumber tenaga dan/atau tingkat tekanan yang terkait dengan operasi normal sistem pelepas darurat. Alarm akan aktif secara otomatis jika tiap tingkat tekanan jatuh di luar batas rentang sistem pelepas darurat beroperasi penuh.

.7 Jika memungkinkan, kontrol sistem pelepas darurat harus disediakan oleh sistem terprogram, sepenuhnya independen dari sistem elektronik yang dapat diprogram.

.8 Sistem berbasis komputer yang beroperasi atau dapat mempengaruhi kontrol sistem pelepas darurat harus memenuhi persyaratan [Rules for Electrical Installations \(Pt.1, Vol. IV\) Sec. 10](#).

.9 Komponen penting untuk operasi yang aman dari sistem pelepas darurat harus diidentifikasi oleh pabrikan.

(IACS UR M79.5.2)

6. Pengujian

6.1 Pengujian di bengkel

6.1.1 Kait tarik dan alat pelepas

.1 Kait tarik dengan alat pelepas mekanis, lengan tarik bergerak dan elemen penyalur beban lainnya harus dikenakan gaya uji PL dengan bantuan fasilitas pengujian yang diakui. Berkaitan dengan pengujian ini, alat pelepas harus juga diuji; gaya pelepas harus diukur dan tidak boleh melebihi 150 N, lihat .3.

.2 Bila kait tarik dilengkapi dengan alat pelepas pneumatik, maka alat pelepas pneumatik dan alat pelepas mekanis yang disyaratkan pada .4 harus diuji sesuai .1.1.1.

.3 Demikian juga kait tarik dengan alat pelepas hidrolik harus diuji sesuai dengan .1.1.1, namun alat pelepas itu sendiri tidak dikenakan uji beban. Jika digunakan silinder yang telah diuji dan disetujui BKI

sebagai komponen yang dibebani, maka pada waktu uji beban silinder tersebut dapat diganti dengan elemen pemindah beban yang tidak berhubungan dengan penarik, selanjutnya kemampuan operasi penarik harus dipulihkan. Kemampuan operasi alat pelepas harus dibuktikan dengan tali tarik yang dipasang longgar pada kait.

6.1.2 Sertifikasi dan penanaman kait tarik

Setelah setiap pengujian yang memuaskan di pabrik pembuat, Sertifikat akan diterbitkan oleh Surveyor yang hadir dan harus diserahkan diatas kapal, bersama dengan kait tarik.

6.1.3 Derek tarik

.1 Unit penggerak derek harus menjalani pengujian diatas bangku uji di pabrik pembuat. Sertifikat uji kerja harus diberikan saat pemeriksaan akhir derek, lihat [6.2.4](#).

.2 Komponen yang menerima tekanan harus diuji tekan pada tekanan uji PD:

$$PD = 1,5 \cdot p$$

dimana

p = tekanan kerja yang diizinkan atau tekanan buka dari katup pengaman [bar]. Namun, dengan tekanan kerja melebihi 200, tekanan uji tidak perlu lebih tinggi dari $p + 100$.

Uji kekedapan harus dilaksanakan pada komponen yang relevan.

.3 Setelah selesai dibuat, derek tarik harus menjalani pemeriksaan akhir dan uji operasional pada beban nominal. Kecepatan menggulung harus ditentukan selama uji ketahanan pada gaya tarik nominal. Selama pengujian ini, khususnya rem dan peralatan pengaman harus diuji dan distel.

Rem harus diuji pada beban uji yang sama dengan kapasitas tahan nominal, tetapi sekurang-kurangnya sama dengan gaya tambat.

Jika pabrik pembuat tidak memiliki peralatan yang diperlukan ditempat pabriknya, maka pengujian untuk memastikan kapasitas desain derek, dan termasuk pengaturan peralatan pelindung terhadap beban berlebih, dapat dilakukan setelah derek terpasang dikapal, lihat [6.2.4](#).

Dalam hal ini, hanya pengujian operasional tanpa mengenakan beban yang sudah ditentukan yang akan dilaksanakan pada pabrik pembuat.

.4 Sistem pelapas darurat

- 1) Semua pengujian pada [5.6](#) harus disaksikan oleh Surveyor.
- 2) Untuk setiap sistem plelepas darurat atau yang sejenisnya, persyaratan kinerja [5.6.4](#) harus diverifikasi baik di tempat kerja pabrikan atau sebagai bagian dari *commissioning* derek tarik ketika dipasang di atas kapal. Jika verifikasi hanya melalui pengujian tidak praktis (misalnya karena kesehatan dan keselamatan), pengujian dapat digabungkan dengan inspeksi, analisis atau demonstrasi sesuai dengan kesepakatan dengan BKI.
- 3) Kemampuan kinerja serta instruksi untuk pengoperasian sistem pelepasan darurat harus didokumentasikan oleh pabrikan dan tersedia di atas kapal tempat derek dipasang.
- 4) Instruksi untuk survei sistem pelepasan darurat harus didokumentasikan oleh pabrikan, disetujui oleh BKI dan tersedia di atas kapal tempat derek dipasang.
- 5) Jika diperlukan untuk melakukan survei tahunan dan pembaruan klas dari derek, ukuran titik kekuatan yang cukup besar harus disediakan di geladak.

(IACS UR M79.6.1)

6.1.4 Komponen tambahan peralatan tarik, tali tarik

.1 Komponen tambahan yang mendapat beban tarik, yang belum dicakup pada 6.1.1.1, pada umumnya harus diuji dengan gaya uji PL pada pabrik pembuat.

.2 Untuk semua komponen tambahan, Sertifikat Uji, form LA 3, dan untuk tali tarik, form LA 4, harus dikirimkan.

.3 BKI berhak menentukan dilaksanakannya uji ketahanan terhadap komponen peralatan tarik, bila dianggap perlu untuk menilai kemampuan operasionalnya.

6.2 Pengujian awal

6.2.1 Peralatan tarik diatas kapal

Peralatan tarik yang terpasang harus diuji di kapal tunda dengan menggunakan pengujian gaya tambat untuk mensimulasikan gaya tali tarik.

6.2.2 Pengujian gaya tambat

Pada umumnya pengujian gaya tambat harus dilaksanakan sebelum kapal dioperasikan. Pengujian dapat disaksikan dan disertifikasi oleh BKI, lihat [Guidelines for Safe Ocean Towing \(Pt.1, Vol.12\)](#).

6.2.3 Kait Tarik

.1 Untuk semua kait tarik (tidak tergantung dari besarnya gaya uji PL), alat pelepas cepat harus diuji dengan arah tali tarik 60° ke arah atas terhadap garis horizontal, pada gaya tali tarik T.

.2 Surveyor menetapkan pengujian awal diatas kapal dengan memasukannya ke dalam Sertifikat Uji untuk Kait Tarik.

6.2.4 Pengujian derek tarik diatas kapal

.1 Setelah dipasang diatas kapal, pengoperasian derek yang aman dari semua tempat kendali harus diperiksa; harus dibuktikan bahwa pada kedua kasus, yaitu drum direm dan selama menggulung dan melepas, masing-masing mekanisme pelepas cepat drum bekerja dengan baik. Pemeriksaan ini dapat dikombinasikan dengan pengujian gaya tambat, lihat 6.2.2.

.2 Derek tarik harus dicoba dengan beban uji yang sesuai dengan tenaga penahan derek selama pengujian gaya tambat.

6.3 Sistem pelepas darurat

- a) Fungsionalitas penuh dari sistem pelepasan darurat harus diuji sebagai bagian dari uji coba komisioning kapal untuk kepuasan surveyor. Pengujian dapat dilakukan baik selama uji tarik gaya tambat atau dengan menerapkan beban tali tarik terhadap titik kekuatan di geladak kapal tunda yang disertifikasi untuk beban yang sesuai.
- b) Jika kinerja derek sesuai dengan 5.6.4 sebelumnya telah diverifikasi, beban yang diterapkan untuk uji coba pemasangan harus paling sedikit 30% dari beban desain maksimum atau 80% dari gaya tambat kapal.

(IACS UR M79.6.2)

6.3 Pengujian ulang/ recurrent

Pengujian berikut harus diberlakukan pada semua kapal tunda yang diklasikan oleh BKI kecuali bila disyaratkan lain oleh Pemerintah Negara Bendera.

Surveyor menetapkan hasil pengujian ulang/recurrent yang memuaskan pada Sertifikat Uji untuk Kait Tarik.

6.3.1 Kait tarik

.1 Keamanan fungsional dari kait tarik dan alat pelepas cepat harus diperiksa oleh Nakhoda kapal sekurang-kurangnya sekali sebulan.

.2 Setelah pengujian awal diatas kapal, kait tarik dengan alat pelepas cepat mekanis dan/atau pneumatik harus dilepas setiap 2,5 tahun, pemeriksaan secara menyeluruh dan dikenakan gaya uji PL pada fasilitas pengujian yang diakui. Setelah kait tarik dipasang kembali diatas kapal, alat pelepas harus dikenakan pengujian operasional dengan melepas kaitan tanpa beban. Gaya pelepas pada kait dan pada anjungan harus diukur.

Untuk mencegah terlepasnya kait tarik ini, gaya uji PL dapat juga dihasilkan dengan mengikat kait yang akan diuji pada bagian depan kapal tunda pertama yang ditarik ke tiang tambat, kapal tunda lain dengan desain gaya T yang cukup untuk secara bersama-sama mencapai gaya uji PL sesuai [Tabel 27.1](#). Pelepasan harus dilaksanakan pada saat kedua kapal tunda menarik dengan gaya uji penuh.

.3 Setelah pengujian awal diatas kapal, kait tarik dengan alat pelepas hidrolik harus dikenakan uji fungsi diatas kapal setiap 2,5 tahun. Kait tarik harus siap operasi dengan tali tarik dipasang longgar pada kait. Gaya pelepas yang diperlukan pada kait dan anjungan harus diukur. Sebagai tambahan semua komponen harus diperiksa secara menyeluruh. Setiap 5 tahun kait tarik harus ditarik pada tiang tambat.

.4 Perhatian khusus harus diberikan pada fungsi kerja yang baik dari semua komponen peralatan tarik.

D. Instalasi Penggerak Kemudi/Perencanaan Kemudi

1. Stabilitas kemudi

Stabilitas kemudi yaitu kemampuan mempertahankan kestabilan arah kapal tunda, harus dijamin pada semua kondisi penarikan yang biasa terjadi. Ukuran dan gaya kemudi harus sesuai dengan kondisi dan kecepatan penarikan yang direncanakan.

2. Gerakan kemudi

Mengenai waktu untuk membelokkan kemudi dari satu posisi ekstrim ke posisi ekstrim lainnya, persyaratan [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol. III\) Sec.14,A](#) harus diperhatikan untuk kapal tunda diatas 500 GT. Perencanaan kemudi khusus dapat dipertimbangkan pada kasus khusus, lihat juga [4](#).

3. Kapal tunda yang beroperasi sebagai unit pendorong

Untuk kapal tunda yang beroperasi sebagai unit pendorong, maka instalasi penggerak kemudi harus didesain sedemikian rupa guna menjamin karakteristik pengemudian yang memuaskan pada kedua kondisi, yaitu kapal tunda saja dan kapal tunda dengan obyek yang didorong.

4. Perencanaan kemudi khusus

Unit kemudi dan perencanaannya yang tidak secara eksplisit dicakup oleh Peraturan tersebut diatas, dan kombinasi dari unit-unit tersebut dengan kemudi konvensional, akan dipertimbangkan kasus per kasus.

E. Perlengkapan Jangkar/Tambat

1. Angka perlengkapan

Perlengkapan jangkar dan rantai maupun tali tarik yang direkomendasikan untuk kapal tunda untuk daerah pelayaran samudra tidak terbatas ditentukan sesuai [Bab 18, B](#). Namun, untuk penentuan angka perlengkapan (Z) formula $2 \cdot h \cdot B$ dapat diganti dengan formula

$$2 (a \cdot B + \sum h_i \cdot b_i)$$

dimana

a , $\sum h_i$ = jarak dan tinggi sesuai [Bab 18, B.1](#)

b_i = lebar [m] bangunan atas yang terlebar atau rumah geladak pada tiap tingkat yang memiliki lebar lebih besar dari $B/4$.

(IACS UR A1.3.1)

2. Persyaratan umum

2.1 Perlengkapan kapal tunda untuk daerah pelayaran terbatas harus ditentukan sebagaimana untuk kapal didaerah pelayaran "L" (Pelayaran Pantai), lihat [Bab 18, A.3](#). Untuk kapal tunda didaerah pelayaran "T" (Pelayaran Perairan yang Terlindung), lihat [Bab 30, E](#).

2.2 Untuk kapal tunda yang hanya digunakan untuk operasi sandar, cukup satu jangkar, jika jangkar cadangan tersedia di darat.

2.3 Jangkar arus yang ditentukan pada [Tabel 18.2](#) tidak disyaratkan untuk kapal tunda.

3. Kapal tunda yang beroperasi sebagai unit pendorong

Perlengkapan jangkar untuk kapal tunda yang beroperasi sebagai unit pendorong akan dipertimbangkan sesuai dengan tugas khususnya. Biasanya, perlengkapan digunakan untuk lego jangkar kapal tunda itu sendiri, unit yang didorong dilengkapi dengan perlengkapan jangkarnya sendiri.

F. Integritas Kedap Cuaca dan Stabilitas

1. Bukaan geladak cuaca

1.1 Bukaan (jendela cahaya) diatas kamar mesin harus ditata dengan tinggi ambang tidak kurang dari 900 mm, diukur dari geladak atas. Bila tinggi ambang kurang dari 1,8 m, maka penutup selubung harus dari konstruksi yang sangat kuat, lihat juga [G.1](#).

1.2 Kepala buaan ventilator dan pipa udara harus ditempatkan setinggi mungkin diatas geladak.

1.3 Untuk jalan kompanion ke ruangan dibawah geladak yang digunakan waktu berlayar, harus dilengkapi ambang dengan tinggi tidak kurang dari 600 mm. Harus dipasang pintu baja kedap cuaca yang dapat dibuka/ditutup dari kedua sisi.

1.4 Bukaan geladak di daerah jangkauan peralatan tarik harus dihindari, kalau tidak harus dilindungi dengan baik.

2. Stabilitas

2.1 Stabilitas utuh harus memenuhi persyaratan berikut:

- persyaratan stabilitas utuh, lihat Bab 1, E.1.
- jika dapat diterapkan, sebagai alternatif persyaratan stabilitas utuh sesuai IS Code 2008, Chapter B.2.4.

2.2 Sebagai tambahan, stabilitas utuh harus memenuhi salah satu dari persyaratan berikut:

- Luas sisa antara kurva lengan stabilitas dan kurva lengan momen oleng yang dibentuk dari 70% gaya tarik tambat maksimum yang bekerja pada sudut 90° terhadap arah panjang kapal tidak boleh kurang dari 0,09 m-rad. Luas tersebut harus ditentukan antara perpotongan pertama dari dua kurva dan perpotongan kedua atau sudut pemberanaman, diambil yang lebih kecil.
- Sebagai alternatif, luas dibawah kurva lengan stabilitas (*righting lever curve*) tidak boleh kurang dari 1,4 kali luas dibawah kurva lengan momen oleng yang dibuat dari 70 % gaya tarik tambat maksimum yang bekerja pada sudut 90° terhadap arah memanjang kapal. Daerah tersebut harus ditentukan antara 0° dan perpotongan kedua atau sudut pemberanaman, diambil yang lebih kecil.

2.3 Kurva lengan momen oleng dihitung dengan menggunakan formula berikut :

$$b_h = \frac{0,071 \cdot T \cdot z_h \cdot \cos\theta}{\Delta} \quad [m]$$

b_h = lengan oleng [m]

T = gaya tambat maksimum [kN]

z_h = jarak vertikal [m] antara titik kerja dari tali tarik dan titik pusat baling-baling

Δ = displasemen pada kondisi pembebangan [t]

θ = sudut kemiringan [°]

G. Rute Penyelamatan Darurat dan Tindakan Keselamatan

1. Jalan keluar kamar mesin

Didalam kamar mesin harus disediakan jalan keluar darurat pada atau dekat garis tengah kapal, yang dapat digunakan pada semua kemiringan kapal. Penutupnya harus kedap cuaca dan harus dapat dibuka dengan mudah dari luar dan dalam. Sumbu penutupnya harus terletak melintang kapal.

2. Jalan Kompanion

Jalan Kompanion menuju ke ruang dibawah geladak, lihat F.1.3.

3. Kompartemen kemudi

Untuk kapal tunda samudera yang besar, bila jalan keluar darurat disediakan dari kompartemen kemudi ke geladak teratas, maka perencanaan tinggi ambang dan detail yang lain harus didesain sesuai dengan persyaratan pada F.1, khususnya F.1.4.

4. Jalan masuk ke anjungan

Jalan masuk yang aman ke anjungan harus dijamin untuk semua kondisi operasi dan kondisi kemiringan yang diperhitungkan, juga dalam cuaca yang sangat buruk selama penarikan samudera.

5. Penanganan peralatan tarik yang aman

Lihat persyaratan pada C.1, C.3 dan C.5.

6. Keselamatan kebakaran

6.1 Langkah-langkah perlindungan struktural terhadap kebakaran harus seperti yang diuraikan pada Bab 22, sejauh memungkinkan sesuai ukuran kapal. Sejauh dapat diterapkan, perlengkapan pemadam kebakaran harus sesuai dengan [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol. III\) Sec.12](#).

6.2 Regulasi tambahan atau yang menyimpang dari Pemerintah Negara Bendera yang berwenang harus ditaati.

H Persyaratan tambahan untuk Kapal Tunda Pengiring Aktif

1. Ruang lingkup, aplikasi

1.1 Persyaratan berikut berlaku untuk kapal yang secara khusus digunakan untuk pengirigan tarik aktif. Hal ini termasuk pengemudian, penggereman dan pengendalian kapal di perairan terbatas dengan kecepatan sampai dengan 10 knot serta menggunakan tali tarik permanen yang dihubungkan ke buritan kapal yang diiringi, lihat [4.3](#).

1.2 Persyaratan untuk notasi “TUG” yang diberikan pada [A](#). sampai [G](#). berlaku juga, jika dapat diterapkan, untuk Kapal Tunda Pengiring Aktif.

2. Klasifikasi, notasi

2.1 Kapal yang dibangun sesuai dengan persyaratan berikut akan memperoleh notasi “ACTIVE ESCORT” yang ditambahkan setelah karakter klasnya.

2.2 Kapal yang tidak sesuai dengan persyaratan [3](#). akan memperoleh notasi “ESCR” yang ditambahkan setelah karakter klasnya.

3. Karakteristik Kapal Tunda Pengiring Aktif

3.1 Karakteristik pengiring berikut harus ditentukan dengan percobaan skala penuh yang disetujui:

- gaya kemudi maksimum T_{EY} [kN] pada pengujian dengan kecepatan maju v_t [kn], biasanya 8 s/d 10 knot.
- waktu olah gerak t [detik].
- koefisien olah gerak $K = 31/t$ atau 1, diambil yang lebih kecil.

3.2 Sertifikat uji yang menunjukkan karakteristik pengiring diterbitkan setelah percobaan tersebut selesai dengan hasil baik.

4. Definisi

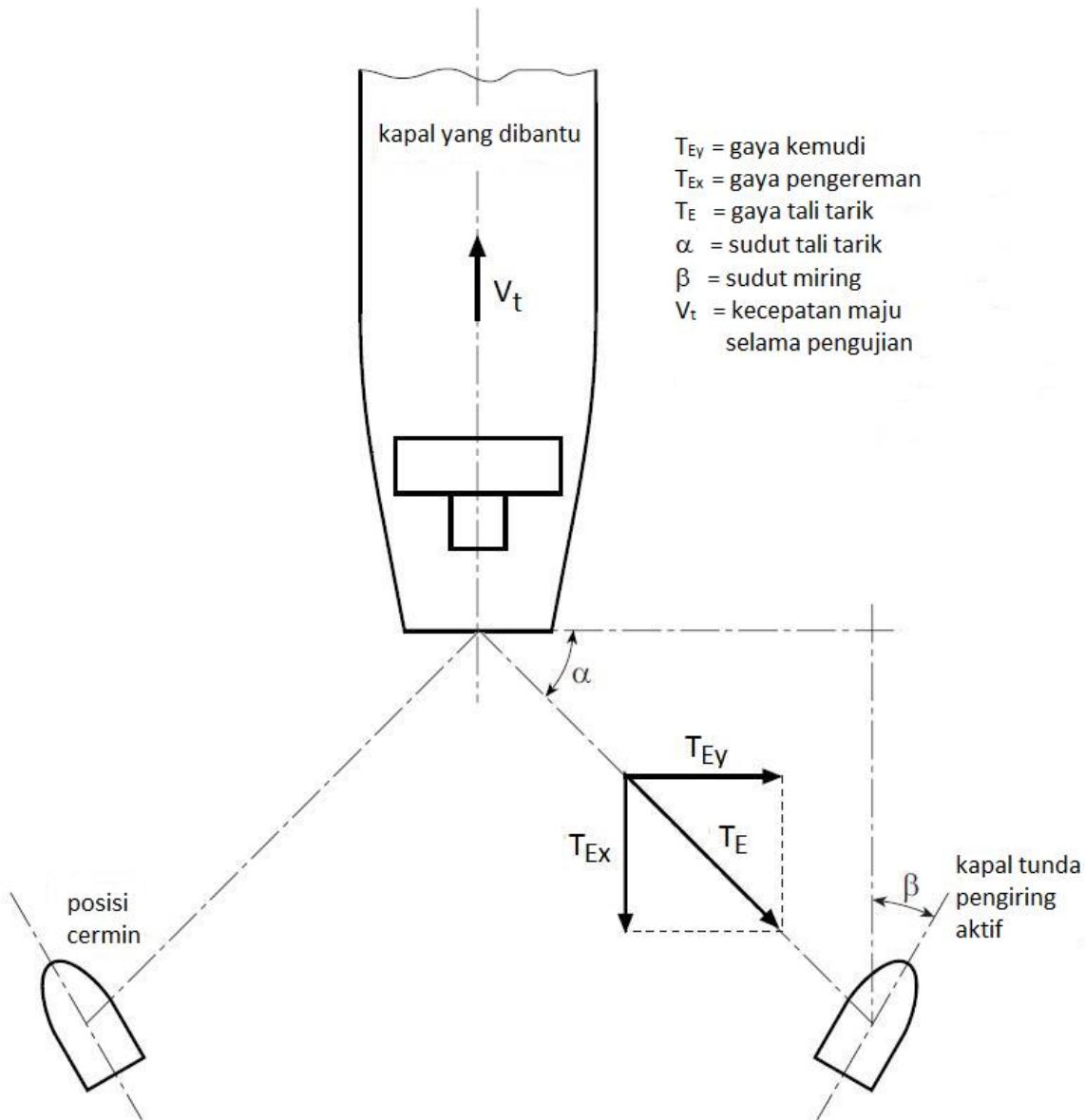
4.1 Kapal Tunda Pengiring Aktif adalah kapal tunda yang melakukan pengirigan tarik secara aktif.

4.2 Kapal yang dibantu adalah kapal yang diiringi oleh Kapal Tunda Pengiring Aktif.

4.3 Penarikan tak langsung adalah suatu tipikal olah gerak biasa dari Kapal Tunda Pengiring Aktif dimana gaya kemudi melintang maksimum dikenakan pada buritan kapal yang dibantu sementara Kapal Tunda Pengiring Aktif pada posisi sudut miring. Gaya kemudi T_{EY} [kN] dihasilkan dari gaya hidrodinamik yang bekerja pada lambung Kapal Tunda Pengiring Aktif, lihat [Gambar 26.1](#).

4.4 Kecepatan uji v_t [kn] adalah kecepatan maju (di air) dari kapal yang dibantu pada percobaan skala penuh.

4.5 Waktu olah gerak t [detik] adalah waktu yang diperlukan Kapal Tunda Pengiring Aktif untuk bergerak pada saat penarikan tak langsung dari posisi sudut miring pada buritan kapal yang dibantu ke posisi yang serupa di sisi yang lain, lihat [Gambar 27.3](#). Panjang tali tarik selama olah gerak tersebut tidak boleh kurang dari 50 m dan sudut tali tarik tidak perlu lebih kecil dari 30° .



Gambar 27.3 Tipikal mode kerja dari Kapal Tunda Pengiring Aktif

5. Dokumentasi

Dokumen berikut harus dimasukkan dalam bentuk format elektronik sebagai tambahan dari dokumen pada [A.3.1](#) untuk persetujuan:

- sertifikat material BKI untuk semua elemen penerus beban (misalnya motor, penggerak) dari derek tarik
- diagram sirkuit dari sistem hidrolik dan sistem listrik dari derek tarik
- satu salinan deskripsi derek tarik termasuk peralatan pengaman.
- perhitungan awal gaya kemudi maksimum T_{Ey} [kN] dan gaya tali tarik maksimum T_E [kN] pada kecepatan uji yang diinginkan v_t [kn] dengan indikasi komponen propulsi yang diperlukan untuk menyeimbangkan Kapal Tunda Pengiring Aktif pada posisi sudut miring di buritan kapal yang dibantu.

6. Perencanaan dan desain

6.1 Lambung

6.1.1 Lambung Kapal Tunda Pengiring Aktif harus didesain guna menghasilkan gaya angkat hidrodinamik dan gaya tahanan yang memadai bila berada dalam mode penarikan tidak langsung. Gaya hidrodinamik, gaya tali tarik dan gaya propulsi harus dalam keadaan seimbang selama pengirigan aktif yang dengan demikian mengurangi gaya propulsi yang diperlukan.

6.1.2 Lambung timbul harus diberikan sedemikian sehingga trim yang berlebihan pada sudut miring yang lebih tinggi dapat dihindari.

6.1.3 Kubu-kubu harus dipasang disekeliling geladak cuaca.

6.2 Derek tarik

6.2.1 Perlengkapan untuk mengukur gaya tarik pada tali tarik, yang direkomendasikan pada [C.5.1.5](#), dalam hal apapun harus dilengkapi untuk derek tarik kapal tunda pengiring aktif.

6.2.2 Sebagai tambahan dari persyaratan pada [C.5](#), derek tarik kapal tunda pengiring aktif harus dilengkapi dengan sistem peredam beban guna mencegah beban berlebih yang disebabkan oleh tumbukan dinamis pada tali tarik.

Derek tarik harus melepas tali tarik secara terkendali, bila gaya tali tarik melebihi 50% dari gaya putus minimum F_{min} dari tali tarik. Penarikan pengirigan aktif harus selalu dilaksanakan melalui derek tarik, tanpa menggunakan rem pada drum tali derek tarik.

6.2.3 Derek tarik harus secara otomatis menggulung tali tarik yang longgar. Persyaratan [C.5.2.4](#) dapat diabaikan, jika gulungan tali tarik sempurna dibawah beban dapat dijamin dengan langkah-langkah desain (misalnya alat penggulung).

6.3 Propulsi (Tenaga penggerak)

Dalam hal hilangnya tenaga penggerak selama penarikan tak langsung, gaya yang tersisa harus berimbang sedemikian rupa sehingga momen belok yang dihasilkan akan memutar kapal tunda pengiring aktif ke posisi yang lebih aman dengan kemiringan yang berkurang.

7. Stabilitas Kapal Tunda Pengiring Aktif

Pembuktian stabilitas harus diperlihatkan dengan menggunakan kurva lengan momen oleng yang dihitung dengan formula berikut:

$$b_h = \frac{T_E \cdot z_h \cdot \cos\theta}{9,81 \cdot \Delta} \quad [m]$$

T_E = gaya tali tarik maksimum [kN]

Δ = displasemen [t], lihat [F.2.3](#)

8. Percobaan skala penuh

8.1 Prosedur

8.1.1 Rencana yang didokumentasikan, yang menguraikan semua bagian dari percobaan harus dikirimkan untuk persetujuan sebelum pelaksanaan percobaan, termasuk :

- rencana penarikan

- data kapal yang dibantu termasuk SWL dari titik kekuatan
- kecepatan uji pengiringan yang direncanakan
- gaya pengemudian maksimum T_E (kN) yang dihitung.

8.1.2 Percobaan skala penuh harus dilaksanakan pada kondisi cuaca dan kondisi laut yang baik, yang tidak akan mempengaruhi hasil percobaan secara signifikan.

8.1.3 Ukuran kapal yang dibantu harus cukup besar untuk menahan gaya kemudi melintang kapal tunda tanpa menggunakan sudut kemudi yang terlalu besar.

8.2 Pencatatan

Sekurang-kurangnya data berikut harus dicatat secara kontinyu selama percobaan untuk analisa kemudian:

Kapal yang dibantu :

- posisi
- kecepatan diatas tanah dan di air
- arah
- sudut kemudi
- sudut tali tarik
- angin (kecepatan dan arah), kondisi laut

Kapal Tunda Pengiring Aktif :

- posisi dan kecepatan diatas tanah
- arah
- panjang, sudut β dan gaya tali tarik T_E
- sudut oleng.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 28 Kapal Panangkap Ikan

Persyaratan untuk konstruksi Kapal Penangkap Ikan, lihat [Rules for Fishing Vessels \(Pt.1, Vol.XII\)](#).

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 29 Kapal Penumpang dan Kapal Penggunaan Khusus

I.	Kapal Penumpang.....	29-1
A.	Umum.....	29-1
B.	Dokumen untuk Persetujuan.....	29-2
C.	Subdivisi Kedap Air.....	29-2
D.	Alas Ganda	29-2
E.	Bangunan Atas.....	29-2
F.	Bukaan pada Pelat Kulit	29-2
G.	Material untuk Tutup Bukaan	29-3
H.	Perencanaan Kebocoran Silang.....	29-3
J.	Saluran Pipa	29-3
K.	Jendela Bundar dan Jendela	29-4
II.	Kapal Penggunaan Khusus	29-4
A.	Umum.....	29-4
B.	Dokumen untuk Persetujuan.....	29-5

I. Kapal Penumpang

A. Umum

1. Persyaratan yang diberikan pada Bab 1 – 22 dan 36 berlaku untuk kapal penumpang kecuali disebutkan lain dalam Bab ini. Berbagai peraturan khusus untuk kapal penumpang yang terdapat pada Rules for Machinery Installations (Pt.1, Vol. III) dan Rules for Electrical Installations (Pt.1, Vol. IV) harus ditaati.
2. Kapal penumpang seperti yang didefinisikan pada Bab ini adalah kapal yang mengangkut lebih dari 12 penumpang.
3. Notasi "PASSENGER SHIP" akan ditambahkan pada karakter klasifikasi kapal yang memenuhi Peraturan Konstruksi untuk pengangkutan dan/atau akomodasi penumpang dan persyaratan yang berlaku dari SOLAS, Ch. II-1 dan II-2 sebagaimana diubah.
4. Pembebasan dari persyaratan hanya dapat diberikan dalam batasan pilihan yang diberikan di dalam regulasi dan atas persetujuan dari Pemerintah Negara Bendera yang berwenang.
5. Kapal penumpang akan diberi symbol untuk menandakan pembuktian stabilitas bocor sesuai dengan persyaratan yang relevan di dalam Bab 36, C.
6. Kapal penumpang, yang karena desain keseluruhannya hanya cocok untuk pelayaran di perairan tertentu (misalnya "Pelayaran perairan yang terlindungi") dalam hal apapun tidak dapat diberikan notasi pelayaran tambahan pada karakter klasifikasi, meskipun kekuatan lambung cukup kuat untuk daerah pelayaran yang lebih luas (misalnya "Pelayaran pantai"). Dalam kasus tersebut, hal ini dapat dinyatakan pada Sertifikat dengan menambahkan catatan berikut: "Kekuatan bagian konstruksi lambung memenuhi untuk daerah pelayaran..." .
7. Istilah yang digunakan pada Bab ini sama dengan yang digunakan pada SOLAS sebagaimana diubah.

B. Dokumen untuk Persetujuan

Sebagai tambahan dari yang ditentukan pada Bab 1, G. dokumen sesuai Bab 36, A harus dikirim.

C. Subdivisi Kedap Air

1. Untuk lokasi sekat tubrukan dan tabung poros lihat Bab 11, A.2.
2. Bukaan pada sekat kedap air di bawah geladak sekat, lihat SOLAS Chapter II-1 Reg. 13 sebagaimana diubah.

D. Alas Ganda

Alas ganda harus dipasang menerus dari sekat tubrukan sampai sekat ceruk buritan, sejauh dapat dilaksanakan dan sesuai dengan desain dan pengoperasian yang layak dari kapal. Perencanaan harus sesuai dengan SOLAS Ch. II-1 sebagaimana diubah dan Bab 36.

E. Bangunan Atas

1. Secara umum persyaratan Bab 16 harus ditaati. Jika perhitungan berat yang sesuai dapat diberikan, beban geladak P_{AD} di daerah kabin menurut Bab 4, C.3 dapat dikurangi menjadi:

$$p_{AD} = 2,5 \cdot (1 + a_v) \quad [\text{kN/m}^2]$$

a_v = penambahan percepatan sesuai Bab 4, C.1.1

2. Tebal minimum t_{min} berikut untuk geladak akomodasi dan bangunan atas harus ditaati:

t_{min} = 5,0 mm untuk geladak di dalam

t_{min} = 5,5 mm untuk geladak yang terpapar cuaca, jika bahan pelapis efektif terpasang.

F. Bukaan pada Pelat Kulit

1. Jumlah buaan pada pelat kulit harus dikurangi sampai seminimum mungkin sesuai dengan desain dan pengoperasian yang layak dari kapal.
2. Perencanaan dan efisiensi dari peralatan untuk penutupan buaan pada pelat kulit harus sesuai dengan tujuan penggunaannya dan posisi dimana peralatan tersebut dipasang dan harus disetujui oleh Pemerintah Negara Bendera.
3. Perencanaan, posisi dan tipe jendela bundar dan tutup cahaya harus sesuai dengan persyaratan SOLAS Chapter II-1 Reg. 15 sebagaimana diubah dan dengan ICLL Reg. 23.
4. Pintu pada pelat kulit dibawah geladak sekat harus dilengkapi dengan tutup kedap air. Titik terendah pintu tidak boleh berada dibawah garis muat subdivisi tertinggi. Persyaratan ICLL (Reg. 21) yang terkait juga harus dipenuhi. Mengenai persyaratan tambahan pintu pandu mengacu pada SOLAS Ch.V Reg.23 sebagaimana diubah.
5. Bukaan didalam kapal dari saluran peluncur abu dan sampah, dsb, harus dilengkapi dengan tutup yang efisien. Bila buaan itu terletak dibawah garis marjin, tutup buaan harus kedap air dan, sebagai

tambahan, katup anti balik otomatis harus dipasang dalam saluran peluncur diatas garis muat subdivisi tertinggi. Pengaturan yang setara dapat disetujui.

G. Material untuk Tutup Bukaan

Hanya material yang sesuai yang harus digunakan. Material dengan perpanjangan putus minimum 10% harus digunakan untuk tutup bukaan pada pelat kulit, pada sekat kedap air, pada sekat dinding tangki dan pada geladak kedap air. Timbel dan material peka panas lainnya tidak boleh dipakai untuk bagian struktur dimana kerusakannya akan merusak kekedapan air pada kapal dan/atau sekat.

H. Perencanaan Kebocoran Silang

Untuk perencanaan kebocoran silang lihat [Bab 36.H](#).

J. Saluran Pipa

1. Bila pipa menembus sekat kedap air, maka SOLAS, Ch. II-1, Reg. 12 dan 13 sebagaimana diubah harus ditaati.

2. Bila ujung pipa terbuka ke ruangan di bawah geladak sekat atau ke tangki, maka perencanaannya harus sedemikian rupa sehingga dapat mencegah ruangan atau tangki lain bocor pada kondisi kerusakan apapun. Perencanaan dianggap memberikan keamanan terhadap kebocoran jika pipa yang melewati dua atau lebih kompartemen kedap air dipasang disebelah dalam dari garis yang sejajar garis muat subdivisi yang ditarik pada $0,2 B$ dari sisi kapal (B adalah lebar terbesar kapal pada ketinggian garis muat subdivisi).

3. Bila saluran pipa tidak dapat ditempatkan disebelah dalam garis $0,2 B$ dari sisi kapal, maka sekat harus dipertahankan keutuhannya dengan cara yang disebutkan pada butir [4. - 6](#).

4. Saluran bilga yang melalui sekat kedap air harus dilengkapi dengan katup searah yang mana pipa tersebut menuju ke bagian atau pada bagian itu sendiri.

5. Saluran air balas dan bahan bakar untuk mengosongkan dan mengisi tangki harus dilengkapi dengan katup penutup pada sekat kedap air melalui pipa yang diarahkan ke ujung terbuka didalam tangki. Katup penutup ini harus dapat dioperasikan dari suatu tempat diatas geladak sekat yang dapat dicapai setiap saat dan harus dilengkapi dengan indikator.

6. Bila pipa limpah dari tangki-tangki yang terletak dalam berbagai kompartemen kedap air dihubungkan ke satu sistem pipa limpah bersama, maka pipa tersebut harus diteruskan sampai jarak yang cukup diatas geladak sekat sebelum dihubungkan ke pipa limpah bersama, atau peralatan penutup dipasang pada masing-masing pipa limpah. Peralatan penutup harus dapat dioperasikan dari suatu tempat diatas geladak sekat yang dapat diakses setiap saat. Peralatan penutup ini harus dipasang pada sekat kedap air dari kompartemen dimana tangki tersebut dipasang dan disegel pada posisi terbuka.

Peralatan penutup ini dapat ditiadakan, jika saluran pipa melewati sekat pada suatu ketinggian diatas garis dasar dan demikian dekatnya pada garis tengah kapal sehingga baik pada kondisi bocor manapun atau dalam kasus oleng maksimum yang terjadi pada kondisi antara, saluran pipa tidak akan berada dibawah garis air.

7. Peralatan penutup yang disebutkan pada butir [4.](#) dan [5.](#) sedapat mungkin harus dihindari dengan penggunaan pipa yang dipasang dengan semestinya. Pemasangan peralatan tersebut hanya dapat disetujui oleh BKI pada kondisi khusus.

K. Jendela Bundar dan Jendela

1. Tergantung pada perencanaan jendela bundar dan jendela, pengujian berikut harus dilakukan.

1.1 Area yang relevan dengan keselamatan kapal, seperti semua tingkatan dinding depan bangunan atas, ruang kemudi dan lain-lain sebagaimana dapat didefinisikan.

- pengujian menurut ISO 1751 dan ISO 3903 sebagaimana mestinya. Ukuran jendela yang tidak tercakup oleh standar ISO harus diuji pada empat kali tekanan desain.

1.2 Dinding samping dan dinding bangunan atas yang menghadap ke belakang dari tingkat ke-2 hingga ke-4 di atas geladak lambung timbul.

- tidak ada persyaratan pengujian kekedapan cuaca
- uji kekuatan struktur menurut ISO 1751 dan ISO 3903 yang sesuai pada empat kali tekanan desain.

1.3 Dinding samping dan dinding bangunan atas yang menghadap ke belakang tingkat ke-5 dan ke atas di atas geladak lambung timbul.

- tidak ada persyaratan pengujian kekedapan cuaca
- uji kekuatan struktur menurut ISO 1751 dan ISO 3903 yang sesuai pada dua kali tekanan desain.

Semua tekanan desain untuk dimensi jendela bundar dan jendela berdasarkan ISO 1751, ISO 3903 dan ISO 21005 harus sesuai dengan [Bab 21, D.2](#). Namun, tekanan desain untuk tingkat ke-5 dan lebih tinggi untuk semua area, kecuali bagian depan yang tidak terlindungi, dapat diatur ke $3,6 \text{ kN/m}^2$.

II. Kapal Penggunaan Khusus

A. Umum

1. Aplikasi

1.1 Kapal penggunaan khusus harus sesuai persyaratan [Bab 1 – 21](#) dan [Bab 29.I](#). kecuali disebutkan lain dalam bab ini.

1.2 Kapal penggunaan khusus sebagaimana dimaksud pada Bab ini adalah kapal dengan tonase kotor tidak kurang dari 500 yang karena fungsinya mengangkut lebih dari 12 personil khusus, yaitu orang-orang yang secara khusus dibutuhkan untuk tugas-tugas operasional tertentu kapal dan sebagai tambahan dari orang-orang yang diperlukan untuk navigasi normal, rekayasa teknik dan pemeliharaan kapal atau yang ditugaskan untuk menyediakan layanan bagi orang yang diangkut di atas kapal, misalnya: kapal yang bergerak di bidang penelitian, pelatihan dan Survei Seismik, Kapal Pengangkut Ikan, Rumah Sakit, serta Kapal Penunjang Penyelaman.

Penerapan ketentuan ini untuk kapal penggunaan khusus kurang dari 500 tonase kotor dan kapal penggunaan khusus yang dibangun sebelum 13 Mei 2008 dapat dipertimbangkan juga oleh BKI secara wajar dan praktis.

1.3 Kapal penggunaan khusus harus sesuai dengan Resolusi IMO MSC.266(84) : Code Of Safety Special Purpose Ship (SPS Code 2008), sebagaimana diubah.

2. Karakter Klasifikasi

2.1 Kapal penggunaan khusus akan diberikan simbol untuk menandakan pembuktian stabilitas bocor sesuai dengan persyaratan terkait di dalam [Bab 36, C](#).

2.2 Notasi

Kapal untuk penggunaan khusus, yang dibangun sesuai dengan persyaratan Bab ini akan mendapat notasi qualifier “SPS” yang ditambahkan pada Tanda Klasnya.

B. Dokumen untuk Persetujuan

Dokumen berikut harus dikirimkan ke BKI dalam format elektronik sebagai tambahan dari dokumen yang disebutkan pada [Bab 1,G](#), untuk persetujuan:

- 1) perhitungan stabilitas utuh dan kondisi bocor sesuai dengan SPS Code 2008, sebagaimana diubah.
- 2) gambar yang menunjukkan bukaan luar dan alat penutupnya.
- 3) gambar-gambar yang menunjukkan bagian kedap air serta bukaan-bukaan bagian dalam dan alat-alat penutupnya.
- 4) gambar rencana pengendalian kebocoran dan dokumen pengendalian kebocoran yang berisi semua data penting untuk mempertahankan kemampuan bertahan hidup.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 30 Kapal untuk Perairan Dangkal yang Terlindung

A.	Umum.....	30-1
B.	Pelat Kulit.....	30-1
C.	Sekat Kedap Air dan Sekat Tangki.....	30-1
D.	Bukaan Geladak	30-2
E.	Perlengkapan	30-3

A. Umum

1. Persyaratan yang diberikan pada Bab 1- 22 berlaku untuk kapal-kapal yang berlayar di perairan dangkal yang terlindung kecuali dinyatakan lain pada Bab ini.
2. Kapal yang berlayar di perairan dangkal yang terlindung yang memenuhi persyaratan dari Bab ini akan memiliki Notasi "T" " SHELTERED WATER SERVICE " disematkan pada Karakter Klasifikasi.
3. Beban geladak harus diambil sebesar $p = 6 \text{ kN/m}^2$ kecuali beban yang lebih besar dipersyaratkan oleh Pemilik.

B. Pelat Kulit

1. Tebal pelat alas tidak boleh kurang dari yang ditentukan dengan formula berikut

$$t = 1,3 \cdot \frac{a}{a_0} \cdot \sqrt{\frac{L \cdot T}{H}} \text{ [mm]}$$

a_0 = jarak gading standar [m], didefinisikan sebagai:

$$= 0,002 \cdot L + 0,48 \text{ [m]}$$

2. Untuk kapal yang memiliki alas datar, ketebalan tersebut harus ditambahkan 0,5 mm.
3. Tebal pelat kulit sisi dalam rentang $0,4 L$ dapat berkurang 0,5 mm dari pelat alas sesuai dengan 1.
4. Tebal dalam rentang $0,05L$ dari ujung depan dan belakang dari panjang L dapat berkurang 1,0 mm dari nilai yang ditentukan sesuai dengan 1.
5. Tebal pelat kulit dimanapun juga tidak boleh kurang dari 3,5 mm.
6. Penguetan alas haluan sesuai dengan Bab 6, E. tidak dipersyaratkan.
7. Tebal pelat sisi bangunan atas harus ditentukan sama sesuai dengan 4. dan 5.

C. Sekat Kedap Air dan Sekat Tangki

1. Ukuran konstruksi sekat kedap air harus ditentukan sesuai dengan Bab 11.

Tebal pelat tidak perlu lebih besar dari tebal pelat sisi pada penampang tengah kapal pada jarak gading yang sesuai.

Bagaimanapun, tebal tidak boleh kurang dari nilai minimum berikut:

untuk lajur pelat terbawah

$$t_{\min} = 3,5 \text{ mm}$$

untuk lajur pelat lainnya

$$t_{\min} = 3,0 \text{ mm}$$

2. Ukuran konstruksi sekat tangki dan dinding tangki harus ditentukan sesuai dengan Bab 12. Tebal pelat dan bilah penegar tidak boleh kurang dari:

$$t_{\min} = 5 \text{ mm}$$

D. Bukaan Geladak

1. Lubang Palka

1.1 Tinggi ambang h_{hc} lubang palka di atas geladak tidak boleh kurang dari¹ :

diatas geladak di Pos. 1 = 600 mm

diatas geladak di Pos. 2 = 380 mm

1.2 Tebal t_c dari ambang harus ditentukan sesuai dengan formula berikut:

ambang memanjang:

$$t_c = 4,5 + \frac{\ell}{6} \quad [\text{mm}]$$

ambang melintang:

$$t_c = 2,75 + \frac{b}{2} \quad [\text{mm}]$$

ℓ = panjang lubang palka [m]

b = lebar lubang palka [m]

1.3 Untuk tutup palka persyaratan Bab 17, dan Bab 21.R. berlaku.

2. Selubung, jalan kompanion

2.1 Ketinggian permesinan dan selubung ruang ketel tidak boleh kurang dari 600 mm, tebalnya tidak boleh kurang dari 3,0 mm. Tinggi ambang tidak boleh kurang dari 350 mm dan tebalnya tidak boleh kurang dari 4,0 mm.

2.2 Tinggi ambang h_{cc} di atas geladak jalan kompanion tidak boleh kurang dari² :

diatas geladak di Pos. 1 = 600 mm

diatas geladak di Pos. 2 = 380 mm

¹ Untuk kapal dimana Negara bendera didaftarkan, Regulasi Nasional harus ditaati.

² Untuk kapal dimana Negara bendera didaftarkan, Regulasi Nasional harus ditaati.

E. Perlengkapan

1. Perlengkapan jangkar, kabel rantai dan tali yang direkomendasikan harus ditentukan sesuai dengan Bab 18.

2. Massa jangkar boleh 60% dari nilai yang dipersyaratkan oleh Tabel 18.2. Diameter rantai dapat ditentukan sesuai dengan berat jangkar yang telah dikurangi tersebut.

3. Untuk massa jangkar yang kurang dari 120 kg, diameter kabel rantai baja kelas K1 harus dihitung sesuai dengan formula berikut:

$$d = 1,15 \sqrt{P} \quad [\text{mm}]$$

P = massa jangkar [kg]

kabel rantai pendek harus memiliki beban putus yang sama dengan kabel rantai bersekang.

4. Jika massa jangkar kurang dari 80 kg telah ditentukan, hanya satu jangkar yang dipersyaratkan dan panjang kabel rantai tidak perlu melebihi 50% dari panjang yang dipersyaratkan oleh Tabel 18.2.

5. Panjang tali dianjurkan menjadi 50% dari panjang yang diberikan dalam Tabel 18.2 (lihat juga Bab 18, F).

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 31 Tongkang dan Ponton

A.	Umum.....	31-1
B.	Kekuatan Memanjang.....	31-2
C.	Sekat Kedap Air dan Sekat Tangki.....	31-2
D.	Detail Konstruksi pada Ujung-Ujung	31-3
E.	Kemudi.....	31-3
F.	Alat Pendorong dan Penarik, Komponen Penghubung.....	31-3
G.	Perlengkapan	31-4

A. Umum

1. Desain

1.1 Tongkang dalam Bab ini didefinisikan sebagai kapal tidak berawak atau kapal berawak, umumnya tanpa penggerak sendiri, berlayar dalam unit tarik atau unit dorong dengan beberapa karakteristik sebagai berikut:

- perbandingan ukuran utama tongkang berada dalam rentang yang umum digunakan untuk kapal samudra;
- konstruksinya sesuai dengan konstruksi umum kapal samudra;
- ruang muatnya cocok untuk mengangkut muatan kering atau cair.

1.2 Ponton dalam Bab ini didefinisikan sebagai unit apung yang tidak berawak atau berawak, umumnya tanpa penggerak sendiri dengan beberapa karakteristik sebagai berikut:

- perbandingan ukuran utama Ponton berbeda dengan yang biasa digunakan pada kapal samudra
- ponton biasanya dirancang untuk mengangkut beban geladak atau peralatan kerja (misalnya alat angkat, ram dll.) dan tidak mempunyai ruang muat untuk mengangkut muatan.

2. Pemberlakuan

Persyaratan yang diberikan pada [Bab 1 s/d Bab 24](#) dan persyaratan stabilitas pada [Bab 36](#) berlaku untuk Tongkang dan Ponton kecuali disebutkan lain dalam Bab ini.

3. Karakter klas

3.1 Kapal yang dibangun sesuai dengan persyaratan Bab ini akan diberikan notasi "BARGE" atau "PONTOON" dibelakang karakter klasnya.

3.2 Tongkang yang dibangun untuk mengangkut muatan khusus (misalnya muatan cair atau muatan bijih tambang), akan mendapat notasi yang sesuai dibelakang karakter klasnya (lihat juga [Guidance for Class Notation \(Pt.0, Vol.B\) Sec.2.M](#)).

3.3 Untuk Tongkang yang memiliki notasi "BARGE, HOPPER" termasuk tongkang tipe *split hopper* lihat [Bab 32](#).

4. Petunjuk umum

Bila tongkang direncanakan untuk beroperasi sebagai tongkang terhubung dengan pendorong (*linked push barge*) maka harus dijamin adanya pandangan yang cukup bebas kedepan kapal tunda.

5. Beban muatan geladak

Kecuali jika beban yang lebih besar diminta oleh Pemilik, maka beban untuk muatan geladak diambil $p = 25$ [kN/m^2]. Untuk muatan geladak lebih dari 25 [kN/m^2] akan mendapatkan notasi tambahan DL {*maximum deck loading t/m²*}

Catatan:

Pengaturan penahan muatan (papan samping, ambang, dll.) dipasang di geladak dari tongkang muatan geladak agar memiliki kekuatan yang cukup dan dilengkapi dengan pengaturan lubang pembebasan air yang memadai.

B. Kekuatan Memanjang

1. Ukuran konstruksi bagian struktur lambung memanjang pada tongkang dengan panjang 65 m atau lebih dan ponton dengan panjang 90 m atau lebih ditentukan berdasarkan perhitungan momen bending dan gaya geser memanjang sesuai Bab 5.

Untuk tongkang dengan panjang kurang dari 65 m dan ponton dengan panjang kurang dari 90 m, modulus penampang tengah kapal minimum sesuai Bab 5, C.2 harus dipenuhi.

2. Modulus penampang tengah kapal boleh lebih kecil 5% dari modulus yang disyaratkan sesuai Bab 5.

3. Ukuran konstruksi bagian struktur memanjang primer (geladak kekuatan, pelat kulit, pembujur geladak, pembujur alas dan sisi ,dll.) boleh lebih kecil 5% dari ukuran yang disyaratkan sesuai Bab-bab terkait sebelumnya dalam Peraturan ini. Tebal minimum dan tebal kritis yang ditetapkan dalam Bab-bab tersebut harus dipenuhi.

4. Perhitungan kekuatan memanjang untuk kondisi "tongkang, dibebani penuh pada crane" disyaratkan, bila tongkang direncanakan diangkat diatas kapal dengan crane. Tegangan izin berikut harus dipenuhi:

$$\text{tegangan bending: } \sigma_b = \frac{150}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\text{tegangan geser: } \tau = \frac{100}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

k = faktor material sesuai Bab 2, B.

Perhatian khusus harus diberikan pada penyaluran gaya angkat pada struktur tongkang.

5. Untuk ponton yang mengangkat alat angkat, ram dll. atau beban geladak berat yang terpusat, perhitungan tegangan pada struktur memanjang akibat beban tersebut dapat disyaratkan. Dalam kasus tersebut tegangan yang diberikan pada butir 4. tidak boleh dilampaui.

C. Sekat Kedap Air dan Sekat Tangki

1. Untuk tongkang dan ponton, posisi sekat tubrukan ditentukan sesuai Bab 11, A.2.

Bila bentuk dan konstruksi ujung-ujung tongkang dan ponton sama, sehingga tidak dapat ditentukan "haluan atau buritan kapal" maka sekat tubrukan dipasang pada setiap ujung.

2. Pada tongkang yang direncanakan untuk beroperasi sebagai tongkang terhubung dengan pendorong, tergantung pada desain buritan tongkang, sekat tubrukan dapat disyaratkan untuk dipasang diburitan tongkang.
3. Sekat kedap air harus dipasang pada ujung belakang daerah ruang muat. Di daerah lain dari lambung, sekat kedap air harus dipasang sesuai yang disyaratkan untuk tujuan subdivisi kedap air dan kekuatan melintang.
4. Ukuran konstruksi sekat kedap air dan sekat tangki harus ditentukan masing-masing sesuai [Bab 11](#) dan [Bab 12](#).

Bila tangki direncanakan untuk dikosongkan dengan udara bertekanan, maka tekanan-hembus maksimum p_v sesuai [Bab 4, D.1.](#) harus dimasukkan dalam formula untuk penentuan tekanan P_1 dan P_2 .

D. Detail Konstruksi pada Ujung-Ujung

1. Bila tongkang mempunyai bentuk ujung haluan dan ujung buritan sama dengan bentuk kapal, maka ukuran dari bagian-bagian konstruksi masing-masing ditentukan sesuai [Bab 8, A.1.2.](#) dan [Bab 9, A.5.](#) Ukuran konstruksi ujung haluan dan ujung buritan yang berbeda dari bentuk normal kapal harus ditentukan dengan menggunakan formula yang sama guna memperoleh kekuatan yang sama.
2. Bila tongkang selalu beroperasi dalam keadaan trim horisontal, dengan mempertimbangkan bentuk bagian haluan kapal, keringanan dari persyaratan yang menyangkut penguatan alas depan dapat disetujui.
3. Bila tongkang mempunyai ujung haluan dan buritan yang menanjak dengan alas rata, maka sedikitnya harus dipasang satu penumpu tengah dan satu penumpu samping pada setiap sisi kapal. Pada ujung haluan, jarak penumpu satu sama lainnya tidak boleh lebih dari 2,4 m. Penumpu harus tersambung dengan konstruksi bagian tengah kapal. Ujung haluan dan ujung buritan yang menanjak dengan alas rata harus diperkuat sesuai [Bab 6, E.](#)
4. Pada ponton yang tidak memiliki notasi untuk daerah pelayaran terbatas atau yang memiliki notasi **P** (Pelayaran Samudra Terbatas), konstruksi ceruk haluan harus diperkuat terhadap hembusan air laut dengan penambahan penumpu memanjang, senta dan gading-gading besar. Dalam hal alas haluan yang menanjak, bila diperlukan penguatan harus dipasang diluar sekat tubrukan. Bila perlu, kedua ujung harus diperkuat, lihat juga [C.1.](#)

E. Kemudi

Diameter tongkat kemudi ditentukan sesuai [Bab 14, C.1.](#) Kecepatan kapal v_o tidak boleh diambil kurang dari 7 knot.

F. Alat Pendorong dan Penarik, Komponen Penghubung

Peralatan untuk mendorong dan menarik tongkang yang terhubung serta elemen penghubung yang diperlukan untuk menghubungkan tongkang satu dengan lainnya harus ditentukan ukurannya berdasarkan gaya luar yang bekerja.

Gaya tersebut harus ditentukan secara khusus sesuai dengan daerah pelayaran masing-masing. Ketika menentukan ukuran konstruksi peralatan dan elemen tersebut serta substruktur dari lambung tongkang, tegangan izin berikut tidak boleh dilampaui:

tegangan bending dan normal :

$$\sigma = \frac{100}{k} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

tegangan geser :

$$\tau = \frac{60}{k} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

tegangan ekuivalen :

$$\tau_v = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \frac{120}{k} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

G. Perlengkapan

1. Tongkang dan ponton harus dilengkapi dengan perlengkapan jangkar yang dirancang untuk dapat dioperasikan dengan cepat dan aman pada semua kondisi kerja yang diperkirakan. Perlengkapan jangkar harus terdiri dari jangkar, kabel rantai jangkar dan mesin derek jangkar atau perlengkapan lain (misalnya kabel pengangkat dengan kampas rem, yang dengan alat tersebut jangkar dapat diangkat dengan menggunakan drum bantu atau tuas engkol untuk menurunkan dan mengangkat jangkar dan menahan kapal pada jangkar. Persyaratan [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.14, D.](#) harus dipatuhi.
2. Kecuali ditentukan lain dalam Bab ini, maka perlengkapan jangkar dan rantai jangkar yang disyaratkan dan tali-temali yang direkomendasikan untuk tongkang dan ponton berawak ditentukan sesuai dengan [Bab 18, A.](#) Jangkar arus tidak disyaratkan.
3. Angka perlengkapan Z digunakan untuk penentuan perlengkapan sesuai [Tabel 18.2](#). Untuk ponton yang mengangkut peralatan angkat, ram dll. harus ditentukan dengan formula berikut:

$$Z = D^{2/3} + B \cdot f_b + f_w$$

D = displasemen ponton [ton] pada garis muat maksimum yang direncanakan

f_b = jarak [m] antara geladak ponton dan garis air

f_w = luas bidang angin bangunan atas yang berada diatas geladak ponton [m^2] yang terbuka terhadap angin dari arah haluan, termasuk rumah geladak dan crane pada posisi tegak.

4. Untuk tongkang dan ponton tidak berawak, jumlah jangkar dapat dikurangi menjadi 1, dan panjang rantai jangkar menjadi 50% dari panjang yang disyaratkan dalam [Tabel 18.2](#).
5. Jika diperlukan untuk penggunaan khusus, atas permintaan Pemilik, untuk tongkang dan Ponton yang disebutkan pada butir 4., berat jangkar dapat dikurangi sampai dengan 20%. Dalam hal ini simbol perlengkapan pada karakter klas adalah **II**

Atas permintaan Pemilik, perlengkapan jangkar dapat didispensi. Dalam hal ini, simbol perlengkapan tidak akan diberikan pada karakter klas.

6. Jika tali kawat disediakan sebagai pengganti kabel rantai, maka hal-hal berikut harus dipenuhi:
 - 6.1 Panjang tali kawat harus 1,5 kali panjang kabel rantai yang disyaratkan. Tali kawat harus mempunyai beban putus yang sama dengan yang disyaratkan untuk kabel rantai mutu K1.

6.2 Antara jangkar dan tali kawat harus dipasang kabel rantai dengan panjang 12,5 m atau sama dengan jarak antara jangkar pada posisi tersimpan dan mesin derek jangkar. Diambil nilai yang lebih kecil.

6.3 Harus dipasang sebuah derek yang dirancang sesuai dengan persyaratan untuk mesin derek jangkar (lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.14, D.](#)).

7. Tongkang dorong yang tidak dioperasikan pada ujung haluan atau ujung buritan dari unit dorong atau unit tarik, tidak perlu mempunyai perlengkapan.

8. Perlengkapan jangkar yang dipasang sebagai tambahan dari yang disyaratkan pada Sub-Bab ini (misalnya untuk keperluan mengatur posisi) tidak termasuk bagian klasifikasi.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 32 Kapal Keruk

A.	Umum.....	32-1
B.	Dokumen untuk Persetujuan.....	32-2
C.	Ukuran Utama	32-2
D.	Kekuatan Memanjang.....	32-2
E.	Pelat Kulit.....	32-3
F.	Geladak.....	32-3
G.	Konstruksi Alas.....	32-3
H.	Konstruksi Hopper dan Sumur	32-5
J.	Lunas Kotak.....	32-6
K.	Linggi Buritan dan Kemudi	32-7
L.	Kubu-Kubu, Perencanaan Sistem Limpah	32-7
M.	Tongkang Bongkar Muat Sendiri.....	32-8
N.	Perlengkapan	32-9

A. Umum

Paragraf pada bab ini didasarkan pada konvensi dan/atau kode internasional berikut:

IACS UR A1 Rev.3

Pada akhir setiap paragraf yang relevan, paragraf yang sesuai dengan konvensi dan/ atau kode internasional dicantumkan referensi di dalam tanda kurung.

1. Untuk keperluan Bab ini, "Kapal Keruk" berarti kapal keruk hopper, tongkang, tongkang hopper dan kapal sejenis yang mungkin berpenggerak sendiri dan tanpa penggerak sendiri dan yang dirancang untuk semua metoda keruk yang umum (misalnya kapal keruk timba, kapal keruk isap, kapal keruk cengkeram, dll.).

Kapal keruk yang digunakan untuk metoda keruk dan dengan bentuk yang tidak lazim akan dipertimbangkan secara khusus.

2. Persyaratan yang tercantum dalam [Bab 1 - 21](#) dan persyaratan stabilitas dari [Bab 36](#) berlaku untuk kapal keruk yang tercakup dalam bab ini kecuali bila selanjutnya disebutkan lain.

3. Kapal keruk yang dibangun sesuai persyaratan dalam Bab ini, akan diberi notasi "BUCKET", "SUCTION", "GRAB", atau "HOPPER", yang ditambahkan pada Karakter Klasifikasi.

4. Kapal keruk yang beroperasi dalam pelayanan internasional harus memenuhi persyaratan ICLL.

5. Kapal keruk dengan daerah pelayaran terbatas yang beroperasi secara eksklusif di perairan nasional, sejauh mungkin harus memenuhi persyaratan ICLL. Ketinggian ambang jalan kompanion di atas geladak tidak boleh kurang dari 300 mm.

Catatan :

Untuk kapal keruk dengan daerah pelayaran terbatas sesuai dengan [Bab 1, B.I](#) yang beroperasi secara eksklusif di perairan nasional, "Lambung Timbul Kapal Keruk" khusus ditetapkan oleh beberapa Pemerintah Negara Bendera.

6. Kapal keruk yang ditujukan untuk bekerja sama dengan kapal lain harus dilengkapi dengan dapra yang kuat.

7. Tebal dari bagian struktur utama khususnya yang terkena abrasi oleh campuran lumpur dan air,

misalnya bila menggunakan metoda khusus bongkar muat, harus diperkuat secukupnya. Atas persetujuan BKI, bagian konstruksi tersebut dapat dibuat dari material tahan abrasi khusus.

8. Pada kapal keruk dengan ruang hopper tertutup penguatan struktur yang sesuai harus dilakukan untuk mencegah akumulasi campuran gas-udara yang mudah terbakar dalam ruang uap hopper. Persyaratan [Rules for Electrical Installations \(Pt.1, Vol.IV\)](#) harus ditaati.

B. Dokumen untuk Persetujuan

Untuk memastikan kesesuaian dengan Peraturan, gambar dan dokumen berikut harus dimasukkan dalam format elektronik sebagai tambahan yang tertera dalam [Bab 1, G](#).

1. Gambar Rencana Umum, yang juga menunjukkan perencanaan peralatan keruk.
2. Sekat memanjang dan melintang dari ruang hopper, dilengkapi informasi massa jenis lumpur dan tinggi pipa limpah.
3. Perencanaan dan ukuran konstruksi sub-struktur yang melekat atau diintegrasikan ke bagian struktur utama, seperti gantri, gantungan, dll. atau dudukannya, dudukan dari permesinan keruk dan pompa, pintu hopper dan peralatannya dengan dudukannya, peralatan pengatur posisi dan perlengkapan keruk dan peralatan lainnya serta dudukannya.
4. Perhitungan kekuatan memanjang untuk kapal dengan panjang 100 m atau lebih.

Untuk kapal dengan panjang kurang dari 100 m dengan desain dan distribusi beban yang tidak lazim, perhitungan kekuatan memanjang dapat disyaratkan.

C. Ukuran Utama

1. Struktur lokal dan penyimpangan dari dimensi desain utama yang terkait dengan pemasangan alat penggerukan, harus diabaikan ketika menentukan dimensi utama sesuai dengan [Bab 1, H](#).
2. Jika "Lambung Timbul Kapal Keruk" ditetapkan sesuai dengan [A.5](#), panjang L, sarat T dan koefisien blok C_B sesuai [Bab 1, H](#) harus ditentukan untuk lambung timbul ini.

D. Kekuatan Memanjang

1. Untuk kapal keruk dengan $L \geq 100$ m, persyaratan kekuatan memanjang sesuai [Bab 5](#) berlaku secara umum.

Untuk kapal keruk yang diklasikan untuk daerah pelayaran tertentu, dispensasi dapat disetujui.

2. Untuk kapal keruk hopper dan tongkang hopper dengan panjang kurang dari 100 m, modulus minimum bagian tengah kapal menurut [Bab 5](#) harus dipenuhi dan perhitungan kekuatan memanjang dapat dipersyaratkan dalam kasus khusus.
3. Terlepas dari panjangnya, untuk tongkang split hopper, perhitungan kekuatan memanjang harus dilakukan untuk kondisi pembongkaran menurut [J](#).
4. Pada ujung hopper, bagian kekuatan memanjang harus disambungkan secara hati-hati kedalam kompartemen yang bersebelahan (lihat juga [H.1.3.](#))

E. Pelat Kulit

1. Tebal pelat alas dari kapal keruk yang dimaksudkan atau diharapkan akan beroperasi saat kandas didasar perairan, harus ditambah sebesar 20% diatas nilai yang disyaratkan dalam Bab 6.
2. Bila pintu hopper dipasang pada garis tengah kapal atau bila terdapat sumur pada garis tengah kapal untuk peralatan keruk (tangga timba, pipa isap, dll), sebuah lajur pelat harus dipasang pada setiap sisi sumur atau bukaan pintu hopper yang lebarnya tidak kurang dari 50% dari aturan lebar lunas rata dan tebalnya tidak kurang dari aturan tebal lunas rata.

Hal yang sama berlaku juga bila lunas kotak dipasang diatas garis dasar pada jarak yang sedemikian sehingga lunas kotak tidak dapat digunakan sebagai lunas pengedokan.

Dalam hal ini, pelat lunas dari lunas kotak tidak perlu lebih tebal dari tebal pelat alas kapal sesuai peraturan.

3. Pada kapal tanpa penggerak sendiri dan pada kapal dengan penggerak sendiri dengan notasi daerah pelayaran "L" atau "T" yang ditambahkan pada karakter klasnya, penguatan alas haluan sesuai Bab 6, E. tidak disyaratkan.
4. Pelat alas rata pada ujung haluan dan buritan yang menanjak yang menyimpang dari bentuk kapal yang biasa, harus mempunyai tebal tidak kurang dari tebal kulit alas sesuai peraturan dalam daerah $0,4 L$ bagian tengah kapal, sampai dengan 500 mm diatas garis muat maksimum. Pelat kulit diatasnya harus mempunyai tebal tidak kurang dari tebal pelat kulit sisi sesuai peraturan.

Penguatan tambahan yang disyaratkan pada 1. juga harus ditaati.

5. Sudut bukaan untuk pintu hopper dan untuk sumur peralatan keruk pada umumnya harus memenuhi persyaratan Bab 7, A.3. Desain dari detail struktur dan sambungan las pada daerah ini harus dilaksanakan secara hati-hati.

F. Geladak

1. Tebal pelat geladak harus ditentukan sesuai dengan Bab 7.

Pada kapal dengan panjang kurang dari 100 m, pelat geladak sesuai peraturan harus dipasang paling sedikit pada daerah berikut : diatas kamar mesin dan ruang ketel, di daerah selubung kamar mesin dan selubung ruang ketel, didekat semua bukaan geladak yang lebarnya melebihi $0,4 B$ dan di daerah konstruksi penumpu peralatan keruk, permesinan keruk dan tangga timba, dll.

Bila dipasang lapisan kayu, maka tebal pelat geladak yang disyaratkan sesuai Bab 7, A.7. sudah mencukupi, kecuali bila tebal yang lebih besar disyaratkan berdasarkan perhitungan kekuatan.

2. Pada ujung-ujung ruang hopper kesinambungan kekuatan harus dipertahankan dengan memasang pelat-pelat sudut penguat.

Sudut-sudut ruang hopper harus dibuat sesuai persyaratan Bab 7, A.3.

G. Konstruksi Alas

1. **Alas tunggal dengan sistem konstruksi melintang**

- 1.1 Disebelah sisi hopper dan sumur keruk pada garis tengah kapal, wrang harus berukuran sesuai dengan Bab 8, A.1.2.1. dimana R_{min} tidak boleh diambil lebih kecil dari $0,4 B$. Tinggi wrang tidak boleh kurang dari

$$h = 45 \cdot B - 45 \text{ [mm]}$$

$$h_{\min} = 180 \text{ mm}$$

1.2 Wrang, penumpu memanjang, dll. dibawah permesinan keruk dan dudukan pompa harus didesain secara memadai untuk beban tambahan.

1.3 Bila wrang mengalami tegangan tambahan akibat tekanan yang dipersyaratkan untuk menutup pintu hopper, maka modulus penampang dan tinggi wrang harus ditambah.

1.4 Bila jarak yang tidak ditumpu dari wrang lebih dari 3 m, maka satu penumpu samping harus dipasang sesuai [Bab 8, A.2.2.2](#).

1.5 Wrang yang segaris dengan bagian konstruksi melintang dari hopper bagian bawah yang dipasang diantara pintu-pintu hopper harus dihubungkan pada dinding sisi hopper dengan braket yang panjang kakinya hampir sama. Braket harus diberi flens atau dipasang pelat hadap dan diteruskan ke tepi atas dari bagian konstruksi melintang.

1.6 Wrang dari kapal keruk yang dimaksudkan atau diharapkan akan beroperasi saat kandas di perairan harus diperkuat dengan penegar bukling vertikal dengan jarak sedemikian rupa sehingga menjamin acuan derajat kelangsungan λ untuk bidang pelat kurang dari 1,0. Untuk λ lihat [Bab 3, F.1](#).

2. Alas tunggal dengan sistem konstruksi memanjang

2.1 Jarak antara pelintang alas pada umumnya tidak boleh melebihi 3,6 m. Modulus penampang dan luas penampang bilah tidak boleh kurang dari :

$$W = k \cdot c \cdot e \cdot \ell^2 \cdot p \quad [\text{cm}^3]$$

$$A_w = k \cdot 0,061 \cdot e \cdot \ell \cdot p \quad [\text{cm}^2]$$

k = faktor material sesuai [Bab 2, B](#)

c = $0,9 - 0,002 L$ Untuk $L \leq 100 \text{ m}$

= $0,7$ Untuk $L > 100 \text{ m}$

e = jarak antara pelintang-pelintang alas satu sama lain atau dari sekat [m]

ℓ = jarak tidak ditumpu [m], penumpu memanjang tidak diperhitungkan [m]

p = beban p_B atau p_1 sesuai [Bab 4, B.3](#). atau [D.1](#); diambil nilai yang lebih besar.

Tinggi bilah tidak boleh kurang dari tinggi wrang sesuai [1.1](#).

2.2 Pembujur alas ditentukan sesuai dengan [Bab 9, B](#).

2.3 Bila lunas kotak garis ditengah kapal tidak dapat digunakan sebagai lunas pengedokan, maka braket harus dipasang pada salah satu sisi dari penumpu tengah atau pada sekat memanjang dari sumur keruk dan ruang hopper. Braket harus diteruskan sampai ke pembujur dan penegar memanjang yang berdekatan. Bila jarak antara pelintang alas kurang dari 2,5 m harus dipasang sebuah braket, untuk jarak yang lebih besar harus dipasang dua buah braket.

Tebal braket setidaknya sama dengan tebal bilah dari pelintang alas yang berdekatan. Braket harus diberi flens atau dipasang pelat hadap.

2.4 Bila sekat memanjang dan kulit sisi menggunakan sistem konstruksi melintang, maka braket sesuai [2.3](#). harus dipasang pada setiap gading dan harus diteruskan sampai ke bilga.

2.5 Pelintang alas harus diperkuat dengan flat bar pada setiap pembujur. Tingginya kira-kira sama dengan tinggi pembujur alas, bagaimanapun, tidak perlu lebih dari 150 mm.

2.6 Struktur alas kapal keruk yang dimaksudkan atau diharapkan akan beroperasi saat kandas didasar perairan harus diberi ukuran sebagai berikut :

2.6.1 Jarak antara pelintang alas sesuai [2.1](#) tidak boleh lebih dari 1,8 m. Bilah harus diberi penegar sesuai [1.6](#).

2.6.2 Modulus penampang pembujur alas sesuai [2.2](#) harus ditambah sebesar 50%.

2.7 Persyaratan [1.2](#), [1.3](#), [1.4](#) dan [1.5](#) harus diberlakukan dengan cara yang sama.

3. Alas ganda

3.1 Alas ganda tidak perlu dipasang disebelah ruang hopper.

3.2 Sebagai tambahan terhadap persyaratan dalam [Bab 8](#), [B.6](#)., wrang pelat harus dipasang didalam ruang hopper yang akan digunakan untuk bongkar muat dengan menggunakan cengkeram.

3.3 Bila braket dipasang sesuai [Bab 8](#), [B.7.4](#)., maka persyaratan sesuai [2.3](#) dan [2.4](#), harus dipenuhi jika dapat diterapkan

3.4 Konstruksi alas kapal keruk yang dimaksudkan atau diharapkan akan beroperasi saat kandas didasar perairan harus diperkuat sesuai [Bab 8](#), [B.1.7](#). Bila mungkin, [2.6](#) harus diterapkan dengan cara yang sama.

H. Konstruksi Hopper dan Sumur

1. Ukuran konstruksi dari dinding ruang hopper dan sumur ditentukan sebagai berikut :

1.1 Pelat

$$t = 1,21 \cdot a \cdot \sqrt{p \cdot k} + t_k \text{ [mm]}$$

t_{min} = sesuai [Bab 24](#), [A.12](#).

k = lihat [G.2.1](#)

a, a_l = jarak antar penegar [m]

p = [kN/m^2]

h = jarak tepi bawah pelat atau pusat beban dari masing-masing bagian konstruksi sampai ke tepi atas dari pipa limpah [m]

a_v = lihat [Bab 4,C1.1](#)

D = massa jenis lumpur [t/m^3]

D_{min} = 1,2 t/m^3

t_k = penambahan korosi sesuai [Bab 3](#), [K](#).

1.2 Penegar

1.2.1 penegar melintang sekat memanjang dan penegar sekat melintang :

$$W_y = k \cdot 0,6 \cdot a \cdot \ell^2 \cdot p \text{ [cm}^3\text{]}$$

1.2.2 penegar memanjang :

$$W_x = W_\ell$$

W_ℓ lihat Bab 9, B.3, tetapi tidak boleh kurang dari W_y .

1.3 Kekuatan penegar tidak boleh kurang dari kekuatan penegar sisi kapal. Perhatian khusus harus diberikan pada skarping yang cukup pada ujung sekat memanjang dari ruang hopper dan sumur.

Lajur atas dan lajur bawah dari sekat memanjang harus diteruskan melewati sekat ujung, atau braket skarping harus dipasang segaris dengan dinding sekat dan dihubungkan dengan penguatan di geladak dan alas.

Bila panjang sumur tidak lebih dari $0,1L$ dan jika sumur dan/atau ujung dari ruang hopper terletak diluar $0,6L$ bagian tengah kapal, maka skarping khusus, pada umumnya tidak disyaratkan.

2. Pada hopper yang dilengkapi dengan pintu hopper, penumpu melintang harus dipasang diantara pintu-pintu yang jaraknya secara normal tidak boleh melebihi 3,6 m.

3. Tinggi penumpu melintang yang jarak antaranya sesuai 2. tidak boleh kurang dari 2,5 kali tinggi wrang sesuai Bab 8, A.1.2.1. Tebal pelat bilah tidak boleh kurang dari tebal pelat sisi. Tepi atas dan bawah dari penumpu melintang harus diberi pelat hadap. Tebal pelat hadap setidaknya 50% lebih tebal dari tebal bilah sesuai peraturan.

Bila penumpu melintang dibangun sebagai penumpu kotak kedap air, maka ukuran konstruksinya harus tidak boleh kurang dari yang disyaratkan sesuai 1. Pada tepi atas, harus dipasang pelat yang dipertebal minimal 50% .

4. Penegar vertikal dengan jarak tidak lebih dari 900 mm harus dipasang pada penumpu melintang.

5. Sekat melintang pada ujung-ujung hopper harus menerus dari sisi kiri ke sisi kanan kapal.

6. Tanpa memperhatikan apakah sistem konstruksi memanjang atau melintang yang digunakan, gading-gading besar sesuai Bab 12, B.3. harus dipasang segaris dengan penumpu melintang sesuai 2.

Berat jenis lumpur harus dipertimbangkan ketika menentukan ukuran konstruksi.

7. Balok besar harus dipasang secara melintang pada ketinggian geladak segaris dengan gading besar sesuai 6. Ukuran konstruksi harus ditetapkan, untuk pembebanan aktual sesuai dengan tegangan ekuivalen $\sigma_v = 150/k$ (N/mm^2). Reaksi maksimum dari ram yang dioperasikan secara hidraulik misalnya untuk pengoperasian pintu hopper, harus diambil sebagai beban aktual.

Balok besar harus ditumpu oleh pilar sesuai dengan Bab 10, C. pada lunas kotak, jika terpasang.

8. Pada kapal keruk timba, sumur tangga harus dipisahkan oleh koferdam melintang dan memanjang pada bagian alas dengan ukuran yang sedemikian rupa sehingga dapat mencegah kompartemen yang berdekatan tergenang air bila terjadi kerusakan pada pelat kulit oleh peralatan keruk dan bahan hasil obyek pengeringan. Koferdam harus dapat diakses.

J. Lunas Kotak

1. Ukuran konstruksi lunas kotak ditentukan sebagai berikut:

1.1 Pelat

1.1.1. Pelat alas

- bila lunas kotak dapat berfungsi sebagai lunas pengedokan, maka berlaku persyaratan untuk lunas pelat rata sesuai [Bab 6, B.5.](#),
- bila lunas kotak tidak dapat berfungsi sebagai lunas pengedokan (lihat juga [E.2.](#)), maka berlaku persyaratan untuk pelat alas sesuai [Bab 6, B.1.–3.](#)

1.1.2. Pelat lainnya

- di luar ruang hopper berlaku persyaratan untuk pelat alas sesuai [Bab 6, B.1.–3.](#)
- di dalam ruang hopper berlaku persyaratan untuk ruang hopper sesuai [H.1.1.](#) Tebal bagian atas khususnya yang mungkin mengalami kerusakan harus ditambah minimal 50%.

1.2 Wrang

Persyaratan sesuai [G.1.](#) dan [G.2.](#) berlaku

1.3 Penegar

Persyaratan untuk penegar hopper sesuai [H.1.2.](#) berlaku.

2. Bilah besar dari wrang pelat harus dipasang di dalam lunas kotak segaris dengan gading-gading besar sesuai [H.6.](#) untuk menjamin kesinambungan kekuatan melintang kapal.
3. Mengenai skarping yang cukup pada ujung-ujung lunas kotak, [H.1.3.](#) harus ditaati.

K. Linggi Buritan dan Kemudi

1. Bila kapal keruk dengan sumur buritan untuk tangga timba dan pipa isap dilengkapi dengan dua kemudi, maka ukuran konstruksi linggi buritan harus ditentukan sesuai dengan [Bab 13, C.1.](#)
2. Bila kapal keruk dilengkapi dengan penggerak bantu dan kecepatannya pada sarat maksimum tidak lebih dari 5 knot, maka nilai $v_0 = 7$ knot harus diambil untuk menentukan diameter tongkat kemudi.

L. Kubu-Kubu, Perencanaan Sistem Limpah

1. Kubu-kubu tidak boleh dipasang di daerah hopper bila hopper membendung pembuangan ke geladak sebagai ganti pembuangan ke bubungan pipa limpah tertutup. Walaupun bubungan pipa limpah terpasang, dianjurkan untuk tidak memasang kubu-kubu.

Namun bila kubu-kubu dipasang, maka lubang pembebasan harus dibuat sepanjang kubu-kubu dengan ukuran lebar yang cukup guna memungkinkan pembuangan keluar kapal yang tidak terhalang dari lumpur yang melimpah dari hopper pada waktu kapal oleng.

2. Kapal keruk dengan notasi tanpa daerah pelayaran terbatas harus dilengkapi dengan bubungan pipa limpah di kedua sisi yang diatur dengan tepat dan dengan ukuran yang cukup untuk memungkinkan pembuangan air berlebih yang aman ke laut selama operasi pengeringan.

Konstruksi harus sedemikian rupa sehingga tidak memerlukan potongan lubang di tepi atas lajur sisi atas. Dimana bubungan pipa limpah dibawa melalui kompartemen samping, bubungan pipa limpah harus diatur sedemikian rupa untuk menembus lajur sisi atas pada jarak yang memadai dari geladak.

3. Kapal keruk dengan notasi daerah pelayaran terbatas dapat memiliki perencanaan sistem limpah yang memungkinkan pembuangan air berlebih selama operasi pengeringan ke geladak.

M. Tongkang Bongkar Muat Sendiri

1. Tongkang bongkar muat sendiri yang dicakup oleh Sub Bab ini adalah tongkang split hopper yang bagian sisi kiri dan kanannya dilengkapi engsel pada sekat ujung hopper agar dapat berputar di sekeliling sumbu memanjang ketika alas akan dibuka.
2. Perhitungan kekuatan memanjang harus dibuat untuk tongkang bongkar muat sendiri, tanpa mempertimbangkan panjangnya pada kondisi bongkar muat. Momen bending dan tegangan terhadap sumbu inersia $y' - y'$ dan $z' - z'$ harus ditentukan sesuai dengan formula berikut:

$$\sigma = \frac{M_y' \cdot e_z'}{I_y} + \frac{M_z' \cdot e_y'}{I_z} \quad [\text{kN/mm}^2]$$

M_y', M_z' = momen bending terhadap masing-masing sumbu inersia $y' - y'$ dan $z' - z'$.

I_y, I_z = momen inersia dari penampang melintang seperti terlihat pada [Gambar 32.1](#). terhadap masing-masing sumbu inersia.

e_y, e_z = jarak yang lebih besar dari masing-masing sumbu netral $y' - y'$ dan $z' - z'$.

Momen bending air tenang harus ditentukan untuk kondisi distribusi muatan dan bahan habis pakai yang paling tidak menguntungkan. Momen bending air tenang vertikal dan momen bending gelombang harus ditentukan sesuai [Bab 5, B.2](#). dan [Bab 5, B.3](#).

Momen bending air tenang horizontal sepanjang ruang muat harus dihitung atas dasar perbedaan tekanan horizontal antara tekanan hidrostatis eksternal dan tekanan muatan pada air tenang.

Bagian dari momen dinamis berikut harus ditambahkan pada momen bending air tenang horizontal:

$$M_z = \frac{\ell^2}{24} \cdot \left[10 \cdot T^2 - \frac{(10 \cdot T - p_0)^2}{10 \cdot T + p_0} \cdot T \right] \quad [\text{kN.m}]$$

p_0 = lihat [Bab 4, A.2](#), dengan $f = 1,0$

ℓ = jarak antar engsel [m]

Tegangan tidak boleh melebihi nilai berikut :

– pada air tenang :

$$\sigma_{sw} = 15 \cdot \frac{\sqrt{L}}{k} \leq \frac{150}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

– di laut :

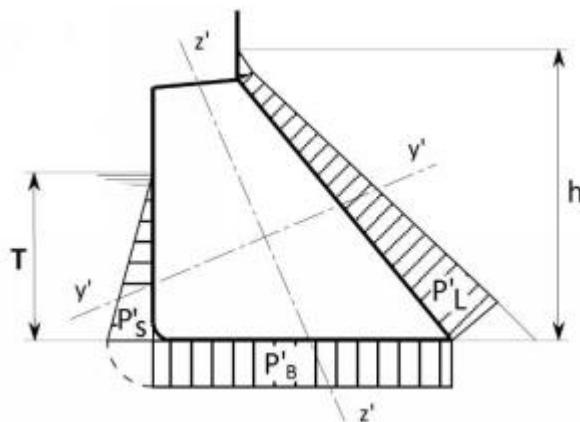
$$\sigma_p \leq \frac{175}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

BKI dapat menyetujui momen bending gelombang vertikal yang direduksi jika kapal hanya digunakan untuk bongkar muat dalam daerah pelayaran tertentu atau hanya di perairan terlindung.

3. Dudukan bantalan dan bagian konstruksi lainnya dari engsel harus didesain sedemikian rupa sehingga tidak melebihi nilai tegangan yang diijinkan berikut saat dimuat sesuai [Gambar 32.1](#):

$$\sigma_b \leq \frac{90}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\tau \leq \frac{55}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$



Gambar 32.1 Beban statis pada tongkang bongkar muat sendiri, dimuat

P'_S dan P'_B = tekanan air $[\text{kN/m}^2]$ pada sarat T

P'_L = tekanan muatan $[\text{kN/m}^2]$ sesuai formula di bawah ini :

$$= 10 \cdot \rho \cdot h \quad [\text{kN/m}^2]$$

ρ dan h = lihat [H.1.1](#).

N. Perlengkapan

1. Perlengkapan jangkar, kabel rantai, kawat baja dan tali temali yang direkomendasikan untuk kapal keruk dengan daerah pelayaran tak-terbatas dengan bentuk bagian lambung bawah air yang normal, harus ditentukan sesuai [Bab 18](#).

Ketika menghitung Angka Perlengkapan sesuai [Bab 18](#), B. tangga timba dan gantungan tidak perlu diperhitungkan. Untuk kapal keruk dengan desain bagian lambung bawah garis air yang tidak lazim, penentuan perlengkapan memerlukan pertimbangan khusus.

Perlengkapan untuk kapal keruk dengan daerah pelayaran terbatas ditentukan sama dengan kapal dengan notasi L (Pelayaran Pantai).

2. Untuk kapal keruk dengan notasi "T", lihat [Bab 30, E](#).
3. Perlengkapan dari kapal keruk tanpa penggerak sendiri harus ditentukan sama seperti untuk tongkang, sesuai dengan [Bab 31, G](#).
4. Dengan mempertimbangkan keausan dan kerusakan yang cepat, maka dianjurkan untuk memperkuat kabel rantai jangkar yang juga digunakan untuk pengaturan posisi kapal selama operasi keruk berlangsung.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 33 Peraturan Khusus Dok Terapung

Persyaratan untuk konstruksi Dok Terapung, lihat [Rules for Floating Docks \(Pt.3, Vol.II\)](#).

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 34 Kapal Suplai

A.	Umum.....	34-1
B.	Pelat Kulit, Gading-Gading	34-1
C.	Geladak Cuaca	34-2
D.	Bangunan Atas dan Rumah Geladak.....	34-2
E.	Akses ke Ruangan	34-3
F.	Perlengkapan	34-3

A. Umum

1. Pemberlakuan, karakter klasifikasi

1.1 Kapal suplai untuk mendapatkan Notasi "SUPPLY VESSEL" atau "WORK SHIP" harus memenuhi persyaratan Bab ini.

SUPPLY VESSEL adalah kapal yang ditujukan untuk mensuplai/memasok kembali pulau-pulau dan kapal-kapal untuk keperluan yang serupa.

WORK SHIP adalah kapal yang ditujukan untuk kapal kerja khusus (misalnya: buoy tender, dll)

1.2 Persyaratan Bab 1-22 dan persyaratan stabilitas Bab 36 berlaku untuk kapal suplai kecuali disebutkan lain dalam Bab ini.

1.3 Untuk kapal suplai yang harus mengangkut jumlah terbatas zat cair berbahaya dan/atau berasam dalam bentuk curah, Resolusi IMO A.673 (16), harus ditaati (lihat juga [Rules for Ship Carrying Dangerous Chemical in Bulks \(Pt.1, Vol.X\) Sec.20](#)).

2. Dokumen untuk persetujuan

Berikut adalah dokumen-dokumen yang harus diserahkan dalam bentuk format elektronik selain yang ditentukan dalam Bab 1, G:

- 2.1 gambar yang menunjukkan bukaan luar dan alat penutupnya.
- 2.2 gambar yang menunjukkan subdivisi kedap air serta bukaan dalam dan alat penutupnya.
- 2.3 perhitungan stabilitas kebocoran sesuai dengan Resolusi IMO A.469 atau A.673.
- 2.4 rencana pengendalian kerusakan yang berisi semua data penting untuk mempertahankan kemampuan keberlangsungan kapal berlayar.
- 2.5 informasi stabilitas.

B. Pelat Kulit, Gading-Gading

1. Pelat kulit

1.1 Tebal pelat kulit sisi kapal termasuk lajur bilga tidak boleh kurang dari :

$$t = 7,0 + 0,04 \cdot L \quad [\text{mm}]$$

1.2 Bagian datar dari alas kapal di daerah buritan harus diperkuat secara efisien.

1.3 Bila daerah buritan terkena pembebanan akibat muatan berat, maka penguatan yang cukup harus disediakan.

2. Gading-gading

Modulus penampang gading utama dan gading-gading geladak antara harus ditambah sebesar 25% diatas nilai yang disyaratkan oleh Bab 9.

C. Geladak Cuaca

1. Ukuran konstruksi geladak cuaca didasarkan pada beban desain berikut :

$$p = p_L + c \cdot p_D \quad [\text{kN/m}^2]$$

p_L = beban muatan seperti ditentukan dalam Bab 4, C.1.

$p_{L\min}$ = 15 kN/m²

p_D = beban geladak sesuai Bab 4, B.1.

$c = 1,28 - 0,032 \cdot p_L$ untuk $p_L < 40 \text{ kN/m}^2$

= 0 untuk $p_L \geq 40 \text{ kN/m}^2$

2. Tebal pelat geladak tidak boleh kurang dari 8,0 mm. Di daerah penyimpanan muatan berat, tebal pelat geladak harus ditambah secukupnya.

3. Diatas geladak muatan harus dipasang rak penyimpanan muatan yang terpasang secara efektif di atas geladak. Rak penyimpanan muatan harus didesain untuk muatan dengan sudut kemiringan 30°. Pada pembebanan tersebut nilai tegangan berikut tidak boleh dilampaui:

$$\text{tegangan bending} : \sigma_b \leq \frac{120}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\text{tegangan geser} : \tau \leq \frac{80}{k} \quad [\text{N/mm}^2]$$

k = faktor material menurut Bab 2. B.

4. Tebal pelat kubu-kubu tidak boleh kurang dari 7,5 mm.

5. Pipa udara dan ventilasi harus dipasang pada posisi yang terlindung untuk menghindari kerusakan oleh muatan dan meminimalkan kemungkinan kebocoran terhadap ruangan lainnya.

6. Perhatian harus diberikan pada perencanaan lubang pembebasan untuk memastikan drainase yang paling efektif dari air yang terperangkap dalam pipa geladak muatan. Kapal yang beroperasi di daerah di mana pembekuan es mungkin terjadi, tidak ada jendela (shutters) yang dapat dipasang di lubang pembebasan.

D. Bangunan Atas dan Rumah Geladak

1. Tebal pelat dinding luar bangunan atas dan rumah geladak harus ditambah sebesar 1 mm diatas tebal yang disyaratkan pada Bab 16, C.3.2.

2. Modulus penampang penegar harus ditambah sebesar 50% diatas nilai yang disyaratkan pada Bab 16, C.3.1.

E. Akses ke Ruangan

1. Akses ke ruang permesinan

1.1 Akses ke ruang permesinan, bila mungkin, harus direncakan didalam ruang akil. Setiap akses ke ruang permesinan dari geladak muatan terbuka harus dilengkapi dengan dua penutup kedap cuaca.

1.2 Perhatian yang cukup harus diberikan pada penempatan ventilator ruang permesinan. Disarankan agar ventilator tersebut ditempatkan diatas geladak bangunan atas atau diatas geladak dengan ketinggian yang sama.

2. Akses ke ruangan dibawah geladak muatan terbuka

Akses ke ruangan dibawah geladak muatan terbuka disarankan dari posisi didalam atau diatas geladak bangunan atas.

F. Perlengkapan

Tergantung pada daerah operasi dan kondisi pelayanan, mungkin perlu untuk memilih kabel rantai jangkar dengan diameter dan panjang yang lebih besar daripada yang disyaratkan pada Bab 18, D.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 35 Penguatan Terhadap Tubrukan

A.	Umum.....	35-1
B.	Perhitungan Energi Deformasi.....	35-2
C.	Perhitungan Kecepatan Kritis.....	35-4

A. Umum

1. Aplikasi

1.1 Kapal-kapal, yang struktur sampingnya diperkuat secara khusus untuk menahan dampak tubrukan, dapat disematkan notasi tambahan "COLL", dengan angka indeks 1–6, mis. "COLL 2", yang disematkan pada Karakter Klasifikasi.

Angka indeks 1 sampai 6 dihasilkan dari rasio energi deformasi kritis yang dihitung baik untuk struktur samping yang diperkuat dan kapal lambung tunggal tanpa penguatan dan tanpa penguatan es. Energi deformasi kritis didefinisikan sebagai jumlah energi terlampaui pada kasus tubrukan, yang situasi kritis diharapkan terjadi.

Angka indeks akan disematkan menurut [Tabel 35.1](#) berdasarkan rasio karakteristik C* dari energi deformasi kritis seperti yang didefinisikan dalam [B.8](#). Dalam kasus khusus Notasi "COLL" yang lebih tinggi dari "COLL 6" dapat disematkan jika telah dijustifikasi dengan desain dan konstruksi kapal.

Tabel 35.1 Notasi COLL

C*	Notasi "COLL"
2	COLL 1
3	COLL 2
4	COLL 3
6	COLL 4
10	COLL 5
20	COLL 6

1.2 Situasi kritis adalah, misalnya :

- sobeknya tangki muat diikuti dengan kebocoran, misalnya minyak, bahan kimia dll,
- masuknya air ke ruang muatan kering saat mengangkut muatan berharga atau muatan berbahaya,
- sobeknya tangki bahan bakar yang diikuti dengan bocornya bahan bakar.

Kecepatan kritis v_{cr} didefinisikan sebagai kecepatan dari kapal yang menabrak; jika kecepatan ini terlampaui, maka situasi kritis dapat terjadi.

1.3 Definisi dari situasi kritis harus dicantumkan didalam Sertifikat.

Untuk kapal barang dan kapal tangki, Notasi "COLL" dengan catatan pembatasan tertentu pada Sertifikat dapat juga disematkan kepada satu kompartemen tertentu saja.

1.4 Jika tangki sayap ditempatkan pada daerah yang harus diperiksa dan diasumsikan tergenang sedangkan sekat memanjang tetap utuh, kemampuan mengapung dan stabilitas yang cukup dalam kondisi kerusakan tersebut harus dibuktikan.

Sekat memanjang yang dipasang di luar kurva selubung dari kedalaman penetrasi yang ditentukan untuk kasus tubrukan sebagaimana ditentukan dalam [B.5](#) harus dianggap utuh.

1.5 Notasi "COLL" akan disematkan dengan syarat bahwa kapal mempunyai kekuatan memanjang sisa yang cukup dalam kondisi kerusakan.

B. Perhitungan Energi Deformasi

1. Energi deformasi harus dihitung dengan prosedur yang diakui BKI. Dalam kasus tubrukan berenergi tinggi, metode Minorsky dapat disetujui, jika struktur haluan dan struktur sisi sesuai untuk metode tersebut.

Catatan:

Atas permintaan, perhitungan energi deformasi yang dipersyatakan dapat dilakukan oleh BKI.

2. Untuk tubrukan dengan energi rendah, metode Minorsky tidak memberikan hasil yang cukup tepat. Analisa tubrukan tersebut harus didasarkan pada asumsi yang memperhitungkan beban tertinggi dari struktur haluan dan struktur sisi yang saling menabrak satu terhadap lainnya pada daerah yang sedang dihitung, dan interaksinya. Perhitungan beban tertinggi harus didasarkan pada asumsi sifat elastis-plastis material yang ideal. Tegangan batas perhitungan R_{UC} yang diasumsikan adalah nilai rata-rata dari batas luluh atas nominal minimum dan kuat tarik, sebagai berikut:

$$R_{UC} = \frac{1}{2} \cdot (R_{eH} + R_m)$$

R_{eH} = titik luluh atas nominal minimum baja struktur lambung yang diterapkan sesuai [Bab 2](#), B.

R_m = kuat tarik dari baja kapal yang digunakan.

Perpanjangan pada saat patahnya pelat kulit harus diambil sebesar 5%.

3. Kapal dengan displasemen yang sama dan sarat desain yang hampir identik dengan kapal yang ditabrak, harus diperiksa dengan diasumsikan sebagai kapal yang menabrak.

Dua (2) bentuk haluan harus diperiksa:

- bentuk haluan 1 : bentuk haluan miring tanpa gelembung haluan
- bentuk haluan 2 : bentuk haluan miring dengan gelembung haluan

Bentuk haluan yang sangat gemuk tidak boleh digunakan untuk perhitungan.

4. Perhitungan harus dilaksanakan sebagai beban tumbukan terpusat persegi panjang, dengan melakukan asumsi berikut:

- haluan dari kapal yang menabrak mengenai sisi dari kapal yang ditabrak secara vertikal,
- kapal yang ditabrak mengambang bebas dan tidak memiliki kecepatan.

5. Berbagai kasus tubrukan harus diperiksa untuk bentuk haluan 1 dan 2, untuk struktur sisi yang diperkuat dan yang tidak diperkuat, meliputi desain dan sarat balas kapal yang terlibat dalam tubrukan.

Faktor penting untuk menentukan energi deformasi adalah perbedaan sarat ΔT dari kapal yang terlibat dalam tubrukan, lihat [Gambar 35.1](#).

Perbedaan sarat berikut ini harus dipertimbangkan:

Kasus tubrukan 1:

$$\Delta T_1 = T_{2\max} - \frac{3 \cdot T_{1\min} + T_{1\max}}{4}$$

Kasus tubrukan 2:

$$\Delta T_2 = T_{2\max} - \frac{T_{1\min} + 3 \cdot T_{1\max}}{4}$$

Kasus tubrukan 3:

$$\Delta T_3 = \frac{T_{2\min} + 3 \cdot T_{2\max}}{4} - T_{1\min}$$

Kasus tubrukan 4:

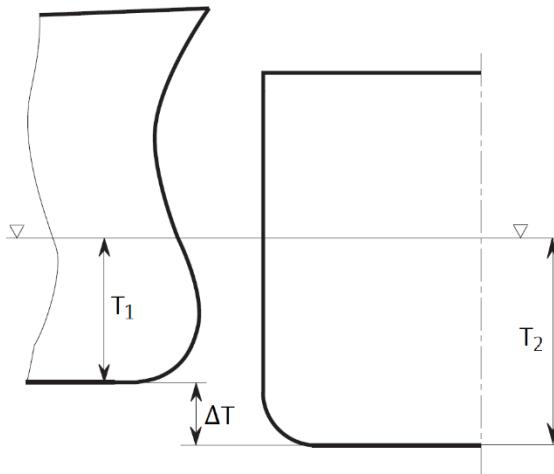
$$\Delta T_4 = \frac{3 \cdot T_{2\min} + T_{2\max}}{4} - T_{1\min}$$

$T_{1\max}$ = desain sarat kapal penubruk

$T_{1\min}$ = sarat ballast kapal penubruk

$T_{2\max}$ = desain sarat kapal yang ditubruk

$T_{2\min}$ = sarat ballast kapal yang ditubruk



Gambar 35.1 Perbedaan sarat ΔT dari kapal yang terlibat dalam tubrukan

6. Berdasarkan energi deformasi yang dihitung untuk struktur sisi yang diperkuat dan yang tidak diperkuat untuk berbagai kasus tubrukan seperti yang ditentukan dalam 5. diatas, nilai rata-rata dari energi deformasi kritis harus dievaluasi dengan menggunakan faktor pembobotan.

7. Energi deformasi kritis rata-rata harus dihitung untuk kasus tubrukan 1 sampai 4 dan untuk kedua bentuk haluan, sesuai formula dibawah ini:

untuk bentuk haluan 1:

$$\overline{E_{01}} = \frac{1}{8} [E_{01,1} + 3 \cdot E_{01,2} + 3 \cdot E_{01,3} + E_{01,4}]$$

$$\overline{E_{11}} = \frac{1}{8} [E_{11,1} + 3 \cdot E_{11,2} + 3 \cdot E_{11,3} + E_{11,4}]$$

untuk bentuk haluan 2:

$$\overline{E_{02}} = \frac{1}{8} [E_{02,1} + 3 \cdot E_{02,2} + 3 \cdot E_{02,3} + E_{02,4}]$$

$$\overline{E_{22}} = \frac{1}{8} [E_{22,1} + 3 \cdot E_{22,2} + 3 \cdot E_{22,3} + E_{22,4}]$$

dimana:

$E_{01,i}$ = energi deformasi untuk kapal yang tidak diperkuat, bentuk haluan 1, kasus tubrukan i, $i = 1 \sim 4$

$E_{11,i}$ = energi deformasi untuk kapal yang diperkuat, bentuk haluan 1, kasus tubrukan i, $i = 1 \sim 4$

$E_{02,i}$ = energi deformasi untuk kapal yang tidak diperkuat, bentuk haluan 2, kasus tubrukan i, $i = 1 \sim 4$

$E_{22,i}$ = energi deformasi untuk kapal yang diperkuat, bentuk haluan 2, kasus tubrukan i, $i = 1 \sim 4$

8. Rasio energi deformasi kritis rata-rata harus dihitung dengan formula berikut:

untuk bentuk haluan 1:

$$\overline{C_1} = \frac{\overline{E_{11}}}{\overline{E_{01}}}$$

untuk bentuk haluan 2:

$$\overline{C_2} = \frac{\overline{E_{22}}}{\overline{E_{02}}}$$

Rasio karakteristik untuk kapal adalah nilai rata-rata dari hasil dua rasio pembobotan $\overline{C_1}$ dan $\overline{C_2}$ sesuai formula dibawah ini :

$$C^* = \frac{1}{2} \cdot (\overline{C_1} + \overline{C_2})$$

9. Indeks seperti didefinisikan dalam A.1. akan ditetapkan berdasarkan rasio karakteristik C^* dan nilai minimum untuk kecepatan kritis $v_{cr,min}^*$ sesuai C.3.

C. Perhitungan Kecepatan Kritis

1. Kecepatan tubrukan kritis ditentukan sesuai formula berikut:

$$v_{cr} = 2,75 \sqrt{\frac{E_{cr}}{m_2} \left[1 + \frac{m_2}{m_1} \right]} \quad [\text{kn}]$$

E_{cr} = energi deformasi, setelah kecepatan kritis tercapai [kJ]

- m_1 = massa kapal yang menubruk, termasuk massa tambah hidrodinamis 10% [t]
 m_2 = massa dari kapal yang ditubruk, termasuk massa tambah hidrodinamis 40% [t].

2. Ketika menghitung kecepatan kritis untuk kasus tubrukan sesuai [B.5](#), sarat berikut harus diasumsikan:

Kasus tubrukan 1:

$$T_1 = \frac{3 \cdot T_{1\min} + T_{1\max}}{4}$$

$$T_2 = T_{2\max}$$

Kasus tubrukan 2:

$$T_1 = \frac{T_{1\min} + 3 \cdot T_{1\max}}{4}$$

$$T_2 = T_{2\max}$$

Kasus tubrukan 3:

$$T_1 = T_{1\max}$$

$$T_2 = \frac{3 \cdot T_{2\max} + T_{2\min}}{4}$$

Kasus tubrukan 4:

$$T_1 = T_{1\max}$$

$$T_2 = \frac{T_{2\max} + 3 \cdot T_{2\min}}{4}$$

3. Untuk pemberian Notasi "COLL", sebagai tambahan terhadap rasio karakteristik C^* sesuai [A.1](#) ([Tabel 35.1](#)), nilai minimum untuk kecepatan kritis rata-rata v_{cr}^* sebagaimana tercantum dalam [Tabel 35.2](#) harus dipenuhi.

Tabel 35.2 Nilai minimum untuk kecepatan kritis rata rata v_{cr}^*

Notasi "COLL"	v_{min}^* [kn]
COLL 1	1,0
COLL 2	1,5
COLL 3	2,5
COLL 4	4,0
COLL 5	5,5
COLL 6	7,0
v_{cr}^* lihat juga 4	

4. Kecepatan kritis rata-rata $\overline{v_{cr}}$ hasil dari kecepatan kritis pada kondisi tabrakan 1~4 untuk kedua bentuk haluan, sesuai rumus berikut:

untuk bentuk haluan 1:

$$\overline{v_{cr1}} = \frac{1}{8} [v_{1cr1} + 3 \cdot v_{1cr2} + 3 \cdot v_{1cr3} + v_{1cr4}]$$

v_{1cri} = kecepatan kritis untuk bentuk haluan 1, kasus tabrakan i, $i = 1 \sim 4$

untuk bentuk haluan 2:

$$\overline{v_{cr2}} = \frac{1}{8} [v_{2cr1} + 3 \cdot v_{2cr2} + 3 \cdot v_{2cr3} + v_{2cr4}]$$

v_{2cri} = kecepatan kritis untuk bentuk haluan 2, kasus tabrakan i, $i = 1 \sim 4$

Karakteristik kecepatan kritis untuk kapal adalah hasil nilai rata-rata dari dua pembobotan kecepatan $\overline{v_{cr1}}$ dan $\overline{v_{cr2}}$, sesuai formula berikut:

$$v_{cr}^* = \frac{1}{2} (\overline{v_{cr1}} + \overline{v_{cr2}}) \quad [\text{kn}]$$

Bab 36 Subdivisi dan Stabilitas

A.	Umum.....	36–1
B.	Stabilitas Utuh.....	36–4
C.	Stabilitas Bocor	36–5
D.	Alas Ganda	36–8
F.	Bukaan Eksternal	36–10
G.	Bukaan pada pelat kulit dibawah geladak sekat kapal penumpang dan geladak lambung timbul kapal barang.....	36–11
H.	Perencanaan Kebocoran-Silang	36–13

A. Umum

1. Aplikasi

1.1 Semua kapal dalam ruang lingkup [Tabel 36.1](#) dan [Tabel 36.2](#) harus memenuhi kriteria stabilitas dan subdivisi yang ditentukan dalam sub bab berikut, sebagaimana berlaku. Pada kasus kriteria yang tercantum dalam Bab ini tidak berlaku untuk kapal tertentu, stabilitas utuh dan kebocoran harus ditinjau oleh BKI sesuai dengan kriteria lain yang diakui sesuai dengan jenis kapal, ukuran dan pelayaran yang dimaksudkan.

1.2 Perhitungan atau perencanaan alternatif akan diterima untuk kapal-kapal tertentu atau kelompok, jika telah diakui oleh Pemerintah Negara Bendera yang berwenang untuk memberikan tingkat keselamatan yang sama.

1.3 Jika tinjauan stabilitas dilakukan dan ditemukan memuaskan pihak Pemerintah Negara Bendera, informasi dan perhitungan stabilitas yang ditentukan dalam sub bab berikut tidak perlu dikirimkan.

2. Karakter Klasifikasi

Kapal dengan panjang 24 m ke atas akan disematkan tanda klas hanya setelah dibuktikan bahwa stabilitas utuhnya memenuhi untuk pelayaran yang dimaksud.

(IACS UR L2)

Kapal yang memenuhi persyaratan di [C](#). akan disematkan simbol untuk karakterisasi pembuktian stabilitas kebocoran.

Indeks subdivisi yang telah dicapai “A” yang dihitung oleh BKI sesuai dengan Regulasi SOLAS 1974, II-1/7 sebagaimana telah diubah harus dicantumkan dalam buku register (Lampiran sertifikat).

3. Dokumen untuk persetujuan

Dokumen-dokumen berikut harus dikirimkan untuk pemeriksaan dalam bentuk format elektronik selain yang ditentukan dalam [Bab 1 G](#).

- 1) Gambar yang menunjukkan bukaan eksternal dan perangkat penutupnya.
- 2) Gambar yang menunjukkan subdivisi kedap air serta bukaan internal dan perangkat penutupannya.
- 3) Perhitungan stabilitas kebocoran sesuai dengan SOLAS sebagaimana telah diubah dan Catatan Penjelasan yang terkait.
- 4) Rencana pengendalian kebocoran dan bulet pengendalian kebocoran yang berisi semua data penting untuk menjaga kemampuan bertahan kapal.

- 5) Informasi stabilitas sesuai dengan B.

4. Referensi

Paragraf pada Bab ini didasarkan pada konvensi dan/atau kode internasional berikut:

IACS UR L2 Rev.2

IACS UR S23 Rev.4

ICLL yang berisi semua amandemen hingga 1 Juli 2010

SOLAS termasuk semua amandemen hingga 1 Juli 2012

IBC Code sebagaimana diubah

IGC Code sebagaimana diubah

Pada akhir setiap paragraf yang relevan, paragraf yang sesuai dengan konvensi dan/atau kode internasional dicantumkan referensi di dalam tanda kurung.

5. Definisi

Terminal buritan dan haluan

Terminal buritan adalah batas buritan dari panjang subdivisi dan terminal haluan adalah batas haluan dari panjang subdivisi.

Sarat (d)

Sarat adalah jarak vertikal [m] dari garis dasar tanpa kulit pada pertengahan panjang ke garis air yang bersangkutan.

Sarat subdivisi terdalam (d_s)

Sarat subdivisi terdalam [m] sesuai dengan sarat garis muat musim panas dari kapal.

Sarat layanan ringan (d_L)

Sarat layanan kosong [m] sesuai dengan antisipasi untuk pemuatan teringan dan isi tangki terkait, termasuk, namun, balas seperti itu mungkin diperlukan untuk stabilitas dan/atau terbenam. Kapal penumpang harus mencakup penumpang dan awak beserta barang bawaannya diatas kapal.

Sarat subdivisi parsial (d_p)

Sarat subdivisi parsial adalah sarat layanan ringan ditambah 60% dari perbedaan antara sarat layanan ringan dan sarat subdivisi terdalam.

$$d_p = d_L + 0,6(|d_s - d_L|)$$

Uji kemiringan

Uji kemiringan adalah uji untuk menentukan berat kapal kosong dan posisi vertikal dari titik berat (VCG) dari kapal.

Uji kemiringan melibatkan penggerakan serangkaian berat yang diketahui, biasanya dalam arah melintang, dan kemudian mengukur perubahan yang dihasilkan di sudut miring keseimbangan kapal. Dengan menggunakan informasi ini dan menerapkan prinsip-prinsip teknik perkapanan dasar, titik berat vertikal kapal (VCG) ditentukan.

Kapal kosong

Kondisi kapal kosong adalah kapal lengkap terhadap semua aspek, tapi tanpa bahan habis pakai, gudang, muatan, awak beserta yang mempengaruhinya, dan tanpa cairan di atas kapal kecuali permesinan dan cairan perpipaan, seperti pelumas dan hidrolis, pada pada tingkat operasi.

Survei berat kosong

Survei berat kosong adalah prosedur untuk menentukan berat kapal kosong dan posisi titik berat memanjang (LCG) dari kapal.

Sebuah survei berat kosong melibatkan pelaksanaan sebuah audit dari semua item yang harus ditambahkan, dikurangi atau direlokasi di kapal pada saat uji kemiringan sehingga kondisi yang diamati dari kapal dapat disesuaikan dengan kondisi kapal kosong. Massa, pembujur, pelintang dan lokasi vertikal setiap item harus secara akurat ditentukan dan dicatat. Dengan menggunakan informasi ini, garis air statis kapal pada saat uji kemiringan yang ditentukan dari pengukuran lambung timbul atau tanda sarat terverifikasi pada kapal, data hidrostatik kapal, dan densitas air laut, displasemen kapal kosong dan titik berat memanjang (LCG) dapat diperoleh. Titik berat melintang (TCG) dapat juga ditentukan untuk mobile offshore drilling units (MODUs) dan kapal lainnya yang tidak simetris terhadap garis tengah kapal atau yang memiliki pengaturan internal atau perlengkapan sedemikian sehingga kemiringan kapal inheren dapat terjadi dari luar pusat massa.

Ruang permesinan

Ruang permesinan adalah ruangan antara dinding-dinding kedap air dari ruang yang berisi mesin penggerak utama dan bantu, termasuk boiler, generator dan motor listrik terutama yang ditujukan untuk propulsi. Dalam kasus perencanaan yang tidak biasa, BKI dapat menentukan batas-batas ruang permesinan.

Pertengahan Panjang

Pertengahan Panjang adalah titik pertengahan dari panjang subdivisi kapal.

Kayu

Kayu berarti kayu gergaji atau kayu tebang, *cants*, batang kayu, tiang, pulp dan semua jenis lain dari kayu dalam bentuk lepas atau dikemas. Istilah ini tidak termasuk pulp kayu atau muatan serupa.

Muatan kayu di geladak

Muatan kayu di geladak berarti muatan kayu yang dibawa pada bagian tak tertutup dari lambung timbul atau geladak bangunan atas. Istilah ini tidak termasuk pulp kayu atau muatan serupa.

Garis muat muatan kayu

Garis muat muatan kayu berarti garis muat khusus yang diberikan ke kapal sesuai dengan kondisi tertentu yang terkait dengan konstruksi mereka yang ditetapkan dalam International Convention on Load Lines 1966, sebagaimana telah diubah, dan digunakan ketika muatan sesuai dengan persyaratan penyimpanan dan pengamanan dari Code of Safe Practice for Ships Carrying Timber Deck Cargoes , 1991 (Resolusi A.715 (17)).

Trim

Trim adalah perbedaan antara sarat haluan dan buritan, di mana sarat diukur masing-masing pada akhir haluan dan buritan dengan mengabaikan setiap kemiringan dari lunas.

B. Stabilitas Utuh

1. Umum

Kapal dengan ukuran, tipe, dan layanan yang berlaku harus memenuhi kriteria stabilitas utuh seperti yang ditunjukkan pada [Tabel 36.1](#)

Tabel 36.1 Kriteria Stabilitas utuh

Tipe Kapal	Persyaratan Stabilitas Utuh
Semua kapal dengan ukuran, tipe dan layanan.	Regulasi 10 pada International Convention on Load Lines (ICLL), panduan stabilitas utuh IMO Code on Intact Stability 2008, Part A, sebagaimana berlaku atau Guidelines on Intact Stability (Pt.6, Vol.3)
Kapal Muatan kering ^(1,2)	IMO Code pada Intact Stability 2008, Part A, sebagaimana berlaku atau Guidelines on Intact Stability (Pt.6, Vol.3) Sec. 2
Kapal tangki minyak ^(1,3)	Regulasi 27 di Annex I pada International Convention for Prevention of Pollution from ships, 1973/1978, sebagaimana diubah. atau Guidelines on Intact Stability (Pt.6, Vol.3) Sec. 3, B
Kapal layanan lepas pantai ⁽¹⁾ : - Kapal supplai atau kapal kerja	IMO Code pada Intact Stability 2008, Part A, sebagaimana berlaku atau Guidelines on Intact Stability (Pt.6, Vol.3) Sec. 3, I

Catatan:

1. Kapal yang garis muatnya tidak dipersyaratkan; namun stabilitas utuh dihitung untuk tujuan klasifikasi.
2. Kapal barang dengan panjang 24 meter keatas dengan atau tanpa muatan geladak
3. Kapal tangki minyak berbobot mati 5000 ton keatas yang diserahterimakan pada atau setelah 1 Februari 2002 atau yang kontrak pembangunan dilakukan pada atau setelah 1 Februari 1999 atau jika tidak ada kontrak pembangunan, peletakan lunas atau yang berada di tahap pembangunan serupa pada atau setelah 1 Agustus 1999.

2. Informasi Stabilitas diatas Kapal

2.1 Nakhoda harus disuplai dengan informasi stabilitas kapal yang memuaskan Pemerintah Negara Bendera sebagaimana diperlukan untuk memungkinkannya dengan proses yang cepat dan sederhana mendapatkan panduan yang tepat terkait stabilitas kapal dalam berbagai kondisi layanan. Salinan informasi stabilitas harus diserahkan ke pihak Pemerintah Negara Bendera.

(SOLAS II-1, B-1, 5-1.1)

2.2 Informasi harus mencakup:

- 1) Kurva-kurva atau tabel-tabel dari minimum ketinggian metasentrik operasional GM terhadap sarat yang memastikan pemenuhan terhadap persyaratan stabilitas utuh dan bocor yang relevan, sebagai alternatif dari kurva atau tabel yang sesuai dari maksimum titik berat vertikal yang diijinkan KG' terhadap sarat, atau dengan yang setara dari salah satu dari kurva-kurva ini.
- 2) Instruksi mengenai operasi perencanaan kebocoran-silang.
- 3) Semua data lain dan pendukung yang mungkin diperlukan untuk menjaga stabilitas utuh yang dipersyaratkan dan stabilitas setelah bocor.

(SOLAS II-1, B-1, 5-1.2)

2.3 Informasi stabilitas harus menunjukkan pengaruh berbagai trim dalam kasus di mana rentang trim operasional melebihi $\pm 0,5\%$ dari L_s .

(SOLAS II-1, B-1, 5-1.3)

2.4 Untuk kapal yang harus memenuhi persyaratan stabilitas SOLAS, Part B-1 sebagaimana telah diubah, informasi sebagaimana dimaksud dalam paragraf 1 ditentukan dari pertimbangan terkait dengan indeks subdivisi, dengan cara sebagai berikut: nilai-nilai GM' minimum yang dipersyaratkan (atau maksimum posisi titik berat vertikal KG' yang dizinkan) untuk tiga sarat d_S , d_P dan d_L setara dengan GM' (atau nilai KG') dari kasus pembedahan yang sesuai yang digunakan untuk perhitungan faktor kelangsungan kapal berlayar s_i .

Untuk sarat antara, nilai yang akan digunakan harus diperoleh dengan interpolasi linier yang diterapkan hanya untuk nilai GM' masing-masing antara sarat subdivisi terdalam dan sarat subdivisi parsial dan antara garis muat parsial dan sarat layanan ringan.

Kriteria stabilitas utuh juga akan diperhitungkan dengan mempertahankan untuk setiap sarat maksimum diantara nilai-nilai GM' minimum yang dipersyaratkan atau minimum dari nilai-nilai maksimum KG' yang diizinkan untuk kedua kriteria. Jika indeks subdivisi dihitung untuk trim yang berbeda, beberapa kurva GM' yang dipersyaratkan akan ditentukan dengan cara yang sama.

(SOLAS II-1, B-1, 5-1.4)

2.5 Ketika kurva atau tabel dari minimum ketinggian metasentrik operasional GM' terhadap sarat tidak sesuai, nakhoda harus memastikan bahwa kondisi operasi tidak menyimpang dari kondisi pemuatan yang telah dikaji, atau memverifikasi dengan perhitungan bahwa kriteria stabilitas memuaskan untuk kondisi pemuatan ini.

(SOLAS II-1, B-1, 5-1.5)

2.6 Istilah-istilah yang digunakan dalam Bab ini adalah sama dengan **SOLAS** sebagaimana telah diubah.

C. Stabilitas Bocor

1. Umum

Perhitungan stabilitas bocor dipersyaratkan untuk kapal dengan ukuran, tipe dan layanan yang berlaku seperti yang ditunjukkan pada [Tabel 36.2](#). Kapal dengan pembuktian stabilitas bocor akan disematkan simbol

Tabel 36.2 Kriteria Stabilitas Bocor

Tipe Kapal	Kriteria Stabilitas Bocor
Kapal Penumpang ^(1,2)	SOLAS Regulation II-1 Parts B, B-1, and B-2, sebagaimana telah diubah
Kapal Barang Kering ⁽¹⁾	SOLAS Regulation II-1 Parts B, B-1, and B-2, sebagaimana telah diubah
Kapal Tangki Minyak ⁽¹⁾	MARPOL 73/78, Annex I, Regulation 28, sebagaimana telah diubah
Kapal Gas ⁽¹⁾	IGC Code 2014, Ch. 2, sebagaimana telah diubah atau Rules for Ship Carrying Liquefied Gas in Bulk (Pt. 1, Vol. IX) Section 2
Kapal Kimia ⁽¹⁾	IBC Code, Ch. 2, sebagaimana telah diubah dengan resolusi MEPC.225(64) atau Rules for Ship Carrying Dangerous Chemical in Bulk (Pt. 1, Vol. X) Section 2
Kapal Curah ⁽³⁾	Regulasi 27 sesuai Protocol 1988 dengan ILLC, 1966, sebagaimana telah diubah Asumsi kebocoran perlu memperhitungkan kebocoran ruang muat, permeabilitas ruang muat yang dibebani diasumsikan 0,9 dan permeabilitas ruang muat kosong diasumsikan 0,95, kecuali permeabilitas yang relevan dengan muatan tertentu diasumsikan untuk volume ruang muat bocor yang ditempati oleh muatan dan permeabilitas 0,95 diasumsikan untuk volume kosong yang tersisa dari ruang muat.
Kapal kontainer tanpa tutup palka	MSC/Circ.608/Rev.1
- Kapal layanan lepas pantai ^(1,4) :	- Panjang $L \leq 100$ m - IMO Guidelines for the Design and Construction of Offshore Supply Vessels 2008, sebagaimana telah diubah - Panjang $L > 100$ m - SOLAS Chapter II-1, Parts B, B-1, and B-2, sebagaimana telah diubah.
Kapal Penggunaan Khusus ⁽⁵⁾	- Stabilitas bocor: IMO 2008 SPS Code, Ch.2, sebagaimana telah diubah dengan resolusi MSC.408(96)

Catatan:

1. Kapal dengan ukuran, tipe dan layanan harus memiliki subdivisi dan stabilitas bocor seperti yang dipersyaratkan oleh konvensi internasional SOLAS, 1974, sebagaimana telah diubah.
2. Definisi Kapal Penumpang, mengacu pada Bab 29, I
3. Kapal Curah yang meminta klas untuk bangunan baru dan diterima pada atau setelah 1 Juli 1998.
4. Kapal layanan lepas pantai dengan panjang subdivisi 80 meter atau lebih
5. Kapal Penggunaan Khusus yang mengangkut lebih dari dua belas personel khusus atau untuk tujuan khusus.

2. Persyaratan stabilitas bocor berlaku untuk kapal curah

Catatan:

Persyaratan ini dikembangkan berdasarkan regulasi SOLAS 1974 XII/4 yang baru, sebagaimana telah diubah, Persyaratan stabilitas bocor yang berlaku untuk kapal curah, yaitu berlaku pada kapal curah dengan panjang 150 meter keatas yang mengangkut muatan curah padat yang dijelaskan dibawah ini :

Tanggal pembangunan	Tipe kulit Kulit Tunggal atau Ganda	Densitas spesifik $\geq t/m^3$	Ruang muat bocor
Pada atau setelah 1 Juli 1999	Tunggal	1,0	Salah satu ruang muat
Pada atau 1 setelah Juli 2006	Ganda dengan sekat memanjang. Terletak dalam nilai terkecil $B/5$ atau $11,5m$	1,0	Salah satu ruang muat
sebelum 1 Juli 1999	Tunggal	1,78	Ruang muat terdepan
<i>catatan:</i>			
B adalah lebar kapal curah sebagaimana didefinisikan dalam konvensi internasional garis muat yang berlaku			

Penerapan persyaratan dari regulasi diperluas sebagai syarat klasifikasi untuk konsistensi dengan persyaratan kekuatan/struktur baru dibawah kondisi kebocoran yang ditentukan dalam Bab 23, B.2.2.3 (kekuatan memanjang), Bab 23, E (sekat kedap melintang bergelombang) dan Bab 23, D (Beban muatan yang dijinkan dalam ruang muat)

2.1 Umum

Kapal curah kulit tunggal dengan panjang 150 meter atau lebih, didesain untuk mengangkut muatan curah padat dengan densitas $1,78 \text{ t/m}^3$ dan lebih, yang dibangun sebelum 1 juli 1999, saat dimuati sampai garis muat musim panas, harus mampu menahan kebocoran di ruang muat bagian terdepan disemua kondisi pemuatan dan tetap mengapung dalam kondisi keseimbangan yang memuaskan, seperti ditentukan dalam [Tabel 36.2](#).

Kapal curah kulit tunggal dengan panjang 150 meter atau lebih, didesain untuk mengangkut curah padat dengan densitas 1 t/m^3 dan lebih, saat dimuati sampai garis muat musim panas, harus mampu menahan kebocoran di ruang muat bagian terdepan disemua kondisi pemuatan dan tetap mengapung dalam kondisi keseimbangan yang memuaskan, seperti ditentukan dalam [Tabel 36.2](#).

Kapal curah kulit ganda dengan panjang 150 meter atau lebih dimana setiap bagian dari sekat memanjang terletak dalam $B/5$ atau 11,5 meter, mana yang lebih kecil, dari sudut sisi kanan kapal ke garis tengah kapal pada garis muat musim panas yang ditetapkan. Di desain untuk mengangkut muatan curah padat memiliki densitas 1000 kg/m^3 dan lebih, dibangun pada atau setelah 1 Juli 2006, saat dimuati sampai garis muat musim panas, harus mampu menahan kebocoran di ruang muat bagian terdepan disemua kondisi pemuatan dan tetap mengapung dalam kondisi keseimbangan yang memuaskan, seperti ditentukan dalam [Tabel 36.2](#).

2.2 Kapal curah yang telah disematkan pengurangan lambung timbul.

Sebagai alternatif, Kapal curah yang telah ditetapkan pengurangan lambung timbul sesuai dengan ketentuan paragraph (8) dari regulasi yang setara dengan International Convention on Load Lines, 1966, Reg. 27, diadopsi oleh resolusi A.320(IX), sebagaimana diubah dengan resolusi A.514(13), dapat dianggap memenuhi [2.1](#)

Pada kapal curah yang telah ditetapkan pengurangan lambung timbul sesuai dengan ketentuan regulasi 27(8) yang ditetapkan dalam Annex B dari protokol 1988 yang berkaitan dengan International Convention on Load Lines, 1966, kondisi keseimbangan setelah kebocoran harus memenuhi ketentuan-ketentuan yang relevan dari protokol tersebut.

Kapal yang telah ditetapkan pengurangan lambung timbul yang dimaksudkan untuk membawa muatan geladak harus dilengkapi dengan pembatasan kurva GM atau KG yang dipersyaratkan oleh SOLAS Chapter II-1, Reg. 5-1.4, berdasarkan pemenuhan terhadap analisis stabilitas kebocoran probabilistik pada bagian B-1 (lihat IACS Unified Interpretation LL 65)

2.3 Kapal Curah bangunan sudah jadi¹

2.3.1 Kapal curah harus tunduk pada pemenuhan pada [Bab 23, J](#) dan [K](#), pada saat dimuati sampai garis muat musim panas, harus mampu menahan kebocoran pada ruang muat terdepan dalam semua kondisi pemuatan dan tetap mengapung dalam kondisi keseimbangan yang memuaskan, sebagaimana ditentukan dalam SOLAS Reg. XII/4.3 - 4.7.

2.3.2 Kapal yang telah dibangun dengan jumlah sekat kedap air yang tidak mencukupi untuk memenuhi [2.3.1](#) dapat dikecualikan asalkan kapal tersebut memenuhi persyaratan dalam SOLAS Reg. XII/9.

(IACS UR S23.2)

¹ Aplikasi dan implementasi terhadap persyaratan ini harus memenuhi dengan [Rules for Classification and Surveys \(Pt.1, Vol.I\) Sec.4-I.E.1.2.2](#)

D. Alas Ganda

1. Untuk semua kapal penumpang dan semua kapal barang 500 GT atau lebih tidak termasuk kapal tangki pengaturan harus memenuhi SOLAS, Chapter II-1 sebagaimana telah diubah.

2. Alas ganda harus dipasang memanjang dari sekat tubrukan sampai dengan sekat buritan, sejauh dapat diperlakukan dan sesuai dengan desain dan fungsi kerja kapal yang tepat.

(SOLAS II-1, 9.1)

3. Bila alas ganda dipersyaratkan untuk dipasang alas dalam menerus ke sisi kapal sedemikian rupa untuk melindungi bagian alas sampai lengkung bilga. Perlindungan tersebut akan dianggap memuaskan jika alas dalam tidak lebih rendah pada setiap bagian dari sebuah bidang sejajar dengan garis lunas dan terletak tidak kurang dari jarak vertikal h yang diukur dari garis lunas, yang dihitung dengan formula:

$$h = B/20$$

Namun, dalam kasus apapun nilai h tidak boleh kurang dari 760 mm, dan tidak perlu diambil lebih dari 2000 mm.

(SOLAS II-1, 9.2)

4. Sumur kecil yang dibangun di alas ganda sehubungan dengan pengaturan drainase ruang muat, dll, harus tidak boleh menerus kebawah lebih dari yang diperlukan. Dalam kasus apapun jarak vertikal dari alas sumur tersebut ke sebuah bidang yang bertepatan dengan garis lunas tidak boleh kurang dari 500 mm. Sumur lainnya (misalnya untuk minyak pelumas di bawah mesin utama) dapat diizinkan oleh Pemerintah Negara Bendera jika memuaskan bahwa pengaturan memberikan perlindungan yang setara dengan yang diberikan oleh alas ganda yang mematuhi peraturan ini.

Sumur yang diperluas ke bagian luar alas, bagaimanapun dapat diizinkan setelah ujung terowongan poros.

(SOLAS II-1, 9.3)

5. Alas ganda tidak perlu untuk dipasang disekitar tangki kedap air, termasuk tangki kering ukuran sedang, asalkan keselamatan kapal tidak terganggu dalam hal kerusakan alas atau sisi.

(SOLAS II-1, 9.4)

6. Setiap bagian dari kapal penumpang atau kapal barang yang tidak dilengkapi dengan alas ganda sesuai dengan 1, 4 atau 5 harus mampu menahan kebocoran alas sebagaimana ditentukan dalam 8 sebagaimana telah diubah, di bagian kapal tersebut.

(SOLAS II-1, 9.6)7. Dalam kasus pengaturan alas yang tidak biasa di sebuah kapal penumpang atau kapal barang, harus ditunjukkan bahwa kapal ini mampu menahan kebocoran alas sebagaimana ditentukan dalam SOLAS Chapter II-1, sebagaimana telah diubah.

(SOLAS II-1, 9.7)

8. Kepatuhan dengan paragraf 6 atau 7 harus dicapai dengan menunjukkan bahwa si , ketika dihitung sesuai dengan SOLAS Chapter II-1, Part. B.1 tidak kurang dari 1 untuk semua kondisi layanan ketika dikenakan kebocoran alas yang diasumsikan pada setiap posisi di sepanjang bagian alas kapal dan dengan batas yang ditentukan dalam 2) dibawah bagian kapal yang terpengaruh:

- 1) Kebocoran ruangan tersebut tidak membuat daya darurat dan pencahayaan, sinyal komunikasi internal atau perangkat darurat lainnya tidak bisa dioperasikan di bagian lain dari kapal.
- 2) Asumsi perluasan kebocoran harus sesuai dengan Tabel 36.3.
- 3) Jika ada kebocoran pada tingkat lebih rendah daripada kebocoran maksimum yang ditentukan dalam 2) akan menghasilkan kondisi yang lebih parah, kebocoran tersebut harus dipertimbangkan.

Tabel 36.3 Asumsi perluasan kebocoran

	Untuk 0,3 L dari garis tegak haluan kapal	Tiap bagian lain dari kapal
Perluasan memanjang	$1/3 \cdot L^{2/3}$ atau 14,5 m, mana yang lebih kecil	$1/3 \cdot L^{2/3}$ atau 14,5 m, mana yang lebih kecil
Perluasan melintang	$B/6$ atau 10 m, mana yang lebih kecil	$B/6$ atau 5,0 m, mana yang lebih kecil
Perluasan vertikal, diukur dari garis lunas	$B/20$ atau 2,0 m, mana yang lebih kecil	$B/20$ atau 2,0 m, mana yang lebih kecil

(SOLAS II-1, 9.8)

9. Dalam kasus ruang muat besar yang lebih rendah di kapal penumpang, Pemerintah Negara Bendera dapat mensyaratkan tinggi alas ganda tidak lebih dari $B/10$ atau 3,0 m, mana yang lebih kecil, diukur dari garis lunas. Atau kebocoran alas dapat dihitung untuk daerah-daerah ini, sesuai dengan 8, tapi dengan asumsi kenaikan perluasan vertikal.

(SOLAS II-1, 9.9)

E. Sekat Kedap Air dan Geladak

1. Untuk sekat kedap air Bab 11 dan untuk geladak Bab 7 harus diperhatikan.
2. Ukuran konstruksi dari sekat kedap air dan geladak, yang membentuk batas-batas kompartemen kedap air yang diasumsikan bocor dalam analisis stabilitas bocor, harus didasarkan pada ketinggian tekanan yang sesuai dengan 1,0 m di atas permukaan air akhir terdalam dari kasus kebocoran yang berkontribusi terhadap indeks subdivisi A yang dicapai.
3. Bukaan

3.1 Bukaan pada sekat kedap air dan geladak internal pada kapal barang

- 3.1.1 Jumlah buaan di subdivisi kedap air harus tetap dijaga minimum sesuai dengan desain dan fungsi kerja kapal yang tepat.

Bila penembusan sekat kedap air dan geladak internal diperlukan untuk akses, ventilasi pipa, kabel listrik, dll, pengaturan harus dibuat untuk menjaga integritas kedap air.

Pemerintah Negara Bendera dapat mengizinkan relaksasi terhadap buaan kedap air di atas geladak lambung timbul, asalkan hal tersebut dibuktikan bahwa setiap kebocoran progresif dapat dengan mudah dikontrol dan keselamatan kapal tidak terganggu.

(SOLAS II-1, 13-1.1)

- 3.1.2 Pintu yang disediakan untuk memastikan integritas kedap air dari buaan internal yang digunakan saat berlayar harus dari pintu geser kedap air (lihat Rules for Machinery Installations (Pt.1, Vol.III) Sec.14) mampu ditutup secara jarak jauh dari anjungan dan juga harus dapat beroperasi secara lokal dari setiap sisi sekat. Indikator harus diberikan pada posisi kontrol yang menunjukkan apakah pintu terbuka atau tertutup, dan alarm bunyi harus disediakan di penutupan pintu. Daya, kontrol dan indikator untuk dapat beroperasi dalam hal kegagalan daya utama. Perhatian khusus harus diberikan untuk meminimalkan efek dari kegagalan sistem kontrol. Setiap pintu geser kedap air yang dioperasikan dengan listrik harus dilengkapi dengan mekanisme yang dioperasikan dengan tangan ABK. Harus dimungkinkan untuk membuka dan menutup pintu dengan tangan di pintu itu dari kedua belah sisi.

(SOLAS II-1, 13-1.2)

3.1.3 Pintu akses dan akses tutup palka biasanya tertutup waktu berlayar, yang dimaksudkan untuk menjamin integritas kedap air bukaan internal, harus dilengkapi dengan sarana indikasi lokal dan di anjungan yang menunjukkan apakah pintu-pintu atau tutup palka ini terbuka atau tertutup. Pemberitahuan harus ditempelkan di setiap pintu atau penutup palka tersebut yang menyatakan bahwa pintu dan tutup palka tidak boleh dibiarkan terbuka.

(SOLAS II-1, 13-1.3)

3.1.4 Pintu atau rampa kedap air dengan konstruksi yang memuaskan dapat dipasang untuk membagi ruang muat besar secara internal asalkan Pemerintah Negara Bendera puas bahwa pintu atau rampa tersebut penting. Pintu atau rampa ini dapat berupa pintu atau rampa berengsel rol atau geser, tetapi tidak dapat dikendalikan dari jarak jauh, lihat interpretasi peraturan SOLAS Chapter II-1, Part B-1, (MSC / Circ. 651). Jika salah satu pintu atau rampa dapat diakses selama berlayar, pintu atau rampa kedap air harus dilengkapi dengan perangkat yang mencegah pembukaan tanpa izin.

(SOLAS II-1, 13-1.4)

3.1.5 Peralatan penutupan lainnya yang tetap secara permanen ditutup saat berlayar untuk memastikan integritas kedap air dari bukaan internal harus dilengkapi dengan pemberitahuan yang ditempelkan di setiap peralatan penutupan tersebut yang menyatakan bahwa peralatan penutup harus tetap tertutup. Lubang orang yang dilengkapi dengan tutup baut tidak perlu ditandai.

(SOLAS II-1, 13-1.5)

4. Untuk buaan di sekat kedap air di bawah geladak sekat di kapal penumpang merujuk SOLAS Chapter II-1, sebagaimana telah diubah.

F. Bukaan Eksternal

1. Semua buaan eksternal yang mengarah ke kompartemen yang diasumsikan utuh dalam analisa kebocoran, yang berada di bawah garis air kebocoran akhir, dipersyaratkan harus kedap air.

(SOLAS II-1, 15-1.1)

Kecuali untuk penutup palka muatan, buaan tersebut harus dilengkapi dengan indikator di anjungan.

(SOLAS II-1, 15-1.2)

2. Buaan di pelat kulit dibawah geladak yang membatasi perluasan kebocoran vertikal harus dilengkapi dengan perangkat yang mencegah pembukaan tanpa izin, jika buaan tersebut dapat diakses selama berlayar.

(SOLAS II-1, 15-1.3)

3. Peralatan penutupan lainnya yang tetap secara permanen ditutup berlayar untuk memastikan integritas kedap air dari buaan eksternal harus dilengkapi dengan pemberitahuan yang ditempelkan setiap perangkat yang menyatakan bahwa peralatan penutup harus tetap tertutup. Lubang orang yang dilengkapi dengan tutup baut tidak perlu ditandai.

(SOLAS II-1, 15-1.4)

4. Buaan di pelat kulit kapal penumpang lihat Bab 29, F.

G. Bukaan pada pelat kulit dibawah geladak sekat kapal penumpang dan geladak lambung timbul kapal barang

1. Jumlah bukaan di pelat kulit harus dikurangi seminimum mungkin sesuai dengan desain dan fungsi kerja kapal yang tepat.

(SOLAS II-1, 15.1)

2. Pengaturan dan efisiensi sarana untuk menutup setiap bukaan di pelat kulit harus konsisten dengan tujuan yang telah ditetapkan dan posisi ketika mereka dipasang dan umumnya untuk kepuasan Pemerintah Negara Bendera.

(SOLAS II-1, 15.2)

3. Tunduk pada persyaratan dari ICLL yang berlaku, jendela bundar tidak boleh dipasang dalam posisi sedemikian sehingga ambangnya di bawah sebuah garis yang ditarik sejajar dengan geladak sekat di sisi dan memiliki titik terendah 2,5% dari lebar kapal di atas sarat subdivisi terdalam, atau 500 mm, mana yang lebih besar.

(SOLAS II-1, 15.3.1)

4. Semua jendela bundar yang berada di bawah geladak sekat kapal penumpang dan geladak lambung timbul kapal barang, yang diizinkan dalam 3, harus dari konstruksi sedemikian sehingga akan efektif mencegah orang membuka jendela bundar tanpa persetujuan dari nakhoda kapal.

(SOLAS II-1, 15.3.2)

5. Engsel efisien di dalam penutup cahaya diatur sedemikian sehingga mereka dapat dengan mudah dan efektif ditutup dan diamankan kedap air, harus dipasang untuk semua jendela bundar kecuali bahwa dibelakang seperdelapan panjang kapal dari garis tegak lurus haluan keatas garis yang ditarik sejajar dengan geladak sekat pada sisi dan memiliki titik terendahnya pada ketinggian 3,7 m ditambah 2,5% dari lebar kapal di atas sarat subdivisi terdalam, tutup cahaya dapat portabel di akomodasi penumpang selain yang untuk penumpang kelas geladak, kecuali deadlight diperlukan oleh ICLL yang berlaku harus permanen terpasang dalam posisi yang tepat. Tutup cahaya portabel semacam itu harus disimpan berdekatan dengan jendela bundar yang mereka layani.

(SOLAS II-1, 15.4)

6. Tidak diperbolehkan jendela bundar dipasang di setiap ruang yang disesuaikan secara eksklusif untuk pengangkutan barang atau batubara.

(SOLAS II-1, 15.5.1)

7. Namun, jendela bundar dapat dipasang di ruang alternatif disesuaikan untuk pengangkutan barang atau penumpang, tetapi jendela bundar menjadi konstruksi seperti efektif akan mencegah orang membuka jendela bundar atau penutup cahaya jendela bundar tanpa persetujuan dari nakhoda.

(SOLAS II-1, 15.5.2)

8. Jendela bundar dengan ventilasi otomatis tidak boleh dipasang di pelat kulit dibawah geladak sekat kapal penumpang dan geladak lambung timbul kapal barang tanpa persetujuan khusus dari Pemerintah Negara Bendera.

(SOLAS II-1, 15.6)

9. Jumlah lubang pembuangan, pembuangan sanitasi dan bukaan lain yang sejenis di pelat kulit harus dikurangi seminimal mungkin dengan membuat setiap pembuangan melayani sebanyak mungkin untuk pipa sanitasi dan pipa lainnya, atau dengan cara lain yang memuaskan.

(SOLAS II-1, 15.7)

10. Semua saluran masuk dan pembuangan pada pelat kulit harus dilengkapi dengan pengaturan yang efisien untuk mencegah masuknya air secara tidak sengaja ke dalam kapal.

(SOLAS II-1, 15.8.1)

11. Tunduk pada persyaratan International Convention on Load Line yang berlaku, setiap pembuangan terpisah yang dialirkan melalui pelat kulit dari ruang di bawah geladak lambung timbul kapal barang harus dilengkapi dengan salah satu katup satu arah otomatis yang dilengkapi dengan sarana penutupan positif pembuangan dari atas geladak sekat atau dengan dua katup satu arah otomatis tanpa sarana penutupan positif, asalkan katup di dalam kapal terletak di atas sarat subdivisi terdalam dan selalu dapat diakses untuk pemeriksaan dalam kondisi layanan. Jika katup dengan sarana penutupan positif dipasang, posisi operasi di atas geladak sekat selalu mudah dijangkau dan sarana harus disediakan untuk indikasi apakah katup terbuka atau tertutup.

(SOLAS II-1, 15.8.2.1)

12. Persyaratan ICLL yang berlaku harus diterapkan pada pembuangan yang diarahkan melalui pelat kulit dari ruang di atas geladak lambung timbul kapal barang.

(SOLAS II-1, 15.8.2.2)

13. Ruang mesin, saluran masuk mesin utama dan bantu dan pembuangan ke laut terhubung dengan pengoperasian mesin harus dilengkapi dengan katup yang mudah dijangkau antara pipa dan pelat kulit atau antara pipa dan kotak fabrikasi yang terpasang pada pelat kulit. Di ruang mesin berawak, katup dapat dikontrol secara lokal dan harus dilengkapi dengan indikator yang menunjukkan apakah katup terbuka atau tertutup.

(SOLAS II-1, 15.8.3)

14. Bagian bergerak yang menembus pelat kulit di bawah sarat subdivisi terdalam harus dipasang dengan pengaturan perapat kedap air yang dapat diterima oleh Pemerintah Negara Bendera. Paket kapal harus ditempatkan di dalam ruang kedap air dengan volume sedemikian rupa sehingga, jika kebocoran, geladak sekat tidak akan terendam. Pemerintah Negara Bendera dapat mensyaratkan bahwa jika kompartemen tersebut bocor, perangkat ensensial atau daya darurat dan penerangan, komunikasi internal, sinyal, atau perangkat darurat lainnya harus tetap tersedia di bagian lain kapal.

(SOLAS II-1, 15.8.4)

15. Semua perlengkapan kulit dan katup yang dipersyaratkan oleh regulasi ini harus dari baja, perunggu atau material ulet lainnya yang disetujui. Katup dari besi tuang biasa atau material serupa tidak dapat diterima. Semua pipa yang mengacu pada regulasi ini harus dari baja atau material lain yang setara dengan persetujuan BKI.

(SOLAS II-1, 15.8.5)

16. Jalan atau lorong, muatan dan tempat pengisian bahan bakar yang dipasang di bawah geladak lambung timbul dari kapal barang harus kedap air dan jika dipasang sedemikian rupa sehingga memiliki titik terendah di bawah sarat subdivisi terdalam.

(SOLAS II-1, 15.9)

17. Bukaan kapal dari masing-masing saluran abu, saluran sampah, dll, harus dilengkapi dengan penutup yang efisien.

(SOLAS II-1, 15.10.1)

18. Jika buakan di dalam kapal yang terletak di bawah geladak lambung timbul kapal barang, penutup harus kedap air dan sebagai tambahan, katup satu arah otomatis harus dipasang saluran dalam posisi yang mudah dijangkau di atas sarat subdivisi terdalam.

(SOLAS II-1, 15.10.2)

H. Perencanaan Kebocoran-Silang

1. Ketika perhitungan stabilitas bocor mensyaratkan instalasi pengaturan kebocoran-silang untuk menghindari kebocoran asimetris tinggi, pengaturan ini harus bekerja secara otomatis sejauh mungkin. Kontrol tak-otomatis untuk peralatan kebocoran-silang harus mampu dioperasikan dari anjungan atau lokasi pusat lain. Posisi masing-masing perangkat penutupan harus ditunjukkan di anjungan dan di lokasi pusat operasi (lihat juga [Rules for Machinery Installations \(Pt.1, Vol.III\) Sec.11.P](#) dan [Rules for Electrical Installations \(Pt.1, Vol.IV\) Sec.7.H](#)). Luas penampang dari perlengkapan kebocoran-silang harus ditentukan² sedemikian rupa sehingga waktu untuk penyetaraan tidak melebihi 10 menit. Perhatian khusus harus diberikan untuk efek dari pengaturan kebocoran-silang pada stabilitas di tahap-tahap peralihan dari kebocoran.
2. Informasi yang sesuai mengenai penggunaan perangkat penutupan yang dipasang di perencanaan kebocoran-silang harus diberikan kepada nakhoda kapal.
3. Saat menentukan ukuran konstruksi sekat tangki, yang dihubungkan dengan pengaturan kebocoran-silang, peningkatan tinggi tekanan pada sisi yang terendam yang mungkin terjadi pada oleng maksimum dalam kondisi kebocoran harus diperhitungkan.

² Mengikuti Res. MSC.245 (83)

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 37 Persyaratan Khusus Survei Bawah Air

A.	Umum.....	37-1
B.	Pengaturan Khusus untuk Survei Bawah Air	37-1
C.	Dokumen untuk Persetujuan, Percobaan	37-2

A. Umum

Kapal yang akan disematkan Notasi Kelas IW (In-Water Survey) harus memenuhi persyaratan bab ini agar dapat menjalani survei bawah air.

B. Pengaturan Khusus untuk Survei Bawah Air

1. Badan kapal dibawah garis air harus dilindungi terhadap korosi oleh sistem perlindungan korosi yang sesuai yang terdiri dari sistem pengecatan dan dikombinasikan dengan perlindungan katodik.

Sistem pengecatan tanpa anti teritip harus mempunyai tebal lapisan minimum 250 µm, harus dapat digabungkan dengan sistem perlindungan katodik dan harus sesuai untuk pembersihan mekanis dibawah air. Sistem perlindungan katodik harus dirancang paling sedikit untuk satu periode pengedokan.

2. Alas kapal harus dilengkapi dengan penandaan tetap dan penulisan yang tidak menimbulkan kekeliruan sehingga memungkinkan penyelam untuk menentukan posisinya. Lokasi sekat melintang harus diberi tanda secara permanen pada alas dan sisi kapal dibawah garis air terdalam sejauh 3 - 4 m.

3. Bila perlu kotak laut harus dapat dibersihkan didalam air. Untuk keperluan tersebut penutup saringan harus dirancang sedemikian rupa sehingga dapat dibuka dan ditutup dengan cara pengoperasian yang aman oleh penyelam. Umumnya ruang main untuk bukaan jalan masuk tidak boleh kurang dari 900 x 600 mm.

4. Semua bukaan masuk dan keluar dibawah garis air terdalam harus dapat ditutup kedap untuk pelaksanaan pekerjaan perbaikan dan perawatan.

5. Ruang main kemudi dan bantalan poros harus dapat diukur pada saat kapal terapung disetiap kondisi trim. Jika lingkup survei pengedokan berkala yang terjadwal dilaksanakan dalam selang waktu 2,5 tahun atau kurang, maka pemasangan peralatan pengukuran khusus bawah air dapat ditiadakan. Ruang pemeriksaan harus memiliki ruang main sekurang-kurangnya 200 mm dengan pertimbangan kemudahan akses titik-titik pengukuran.

6. Dalam hal pelumasan dengan minyak, harus dimungkinkan untuk dapat membuktikan kekedapan tabung poros baling-baling dengan beban tekan statis.

7. Selubung tongkat kemudi dan pena kemudi serta bush pada kemudi harus diberi penandaan sedemikian rupa sehingga penyelam dapat mengetahui adanya pergeseran atau perputaran.

8. Untuk perlengkapan lain, misalnya pendorong haluan, persyaratannya akan ditentukan secara khusus dengan mempertimbangkan desainnya.

9. Untuk kapal bangunan lama dengan panjang kurang dari 100 m, persyaratan yang ditentukan dalam paragraf 3., 5. dan 7. dapat ditiadakan.

C. Dokumen untuk Persetujuan, Percobaan

1. Selain dokumen persetujuan yang tercantum dalam [Bab 1, G.](#), gambar-gambar dan bila perlu buku petunjuk pemakaian yang mendokumentasikan perencanaan yang ditentukan dalam [B.](#), harus dikirimkan dalam format elektronik.
2. Sebelum kapal dioperasikan, perlengkapan harus di survei dan dilaksanakan percobaan sesuai dengan kebijaksanaan Surveyor.
3. Untuk memfasilitasi pelaksanaan survei, detail instruksi harus tersedia diatas kapal sebagai petunjuk untuk penyelam.

Instruksi tersebut harus meliputi rincian-rincian seperti:

- dokumentasi foto berwarna lengkap untuk semua bagian penting dari lambung kapal dibawah air, dimulai dari kondisi kapal baru dibangun,
 - gambar lambung kapal bawah air yang menunjukkan lokasi dan jenis penulisan yang digunakan,
 - instruksi perihal langkah-langkah yang harus diambil oleh awak kapal untuk menjamin operasi penyelaman tanpa resiko,
 - uraian tentang metode pengukuran untuk penentuan ukuran ruang main kemudi dan poros,
 - instruksi untuk penanganan alat penutup saringan kotak laut, pendorong haluan dan bukaan keluar/masuk lainnya,
 - instruksi tambahan, bila diperlukan, tergantung pada karakteristik struktur,
 - spesifikasi cat, perlindungan katodik, lihat [Bab 38, H.2](#).
4. Catatan dalam Buku Petunjuk Pemakaian **IW** harus diterapkan bahwa penyelam atau perusahaan yang melakukan perbaikan harus menyediakan alat yang relevan untuk memberikan kondisi kerja yang aman di kapal mirip dengan kondisi pengedokan.

Bab 38 Perlindungan Korosi

A.	Umum.....	38-1
B.	Cat Dasar.....	38-1
C.	Ruang Berongga.....	38-2
D.	Kombinasi Material.....	38-2
E.	Periode Pelepasan Perlengkapan dan Sandar.....	38-2
F.	Perlindungan Korosi Tangki Air Balas.....	38-2
G.	Perlindungan Korosi Ruang Muat	38-3
H.	Perlindungan Korosi Lambung Kapal Dibawah Air	38-3
J.	Perlindungan Korosi Tangki Muat Minyak pada Kapal Tangki Minyak Mentah	38-4

A. Umum

1. Lingkup Pemberlakuan

1.1 Bab ini berhubungan dengan langkah-langkah perlindungan korosi yang ditentukan oleh BKI untuk kapal baja dengan pelayaran samudera. Rincian dokumentasi yang diperlukan untuk menyiapkan sistem perlindungan korosi ditetapkan disini (perencanaan, pelaksanaan, pengawasan).

1.2 Perlindungan korosi untuk kapal tipe lain maupun material jenis lain, misalnya aluminium, harus disetujui secara terpisah berdasarkan konsultasi dengan BKI.

1.3 Persyaratan yang menyangkut kontraktor yang melaksanakan pekerjaan dan kontrol mutu harus sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan dalam [Bab 1, N.1.1.](#) dan [1.2.](#)

1.4 Setiap pembatasan yang mungkin diterapkan dalam pemberlakuan sistem perlindungan korosi tertentu untuk kapal tipe khusus (misalnya kapal tangki dan kapal curah) harus diperhatikan. BKI harus dihubungi ketika akan mengklarifikasi hal-hal tersebut.

Catatan:

Selain itu, BKI juga menawarkan layanan konsultasi untuk pertanyaan umum tentang korosi dan perlindungan korosi.

1.5 Sebagai tambahan untuk Bab ini, [Guidance for the Corrosion Protection \(Pt.1, Vol.G\)](#) berisi keterangan dan rekomendasi lebih lanjut untuk pemilihan sistem perlindungan korosi yang sesuai, serta perencanaan dan pelaksanaannya yang profesional.

B. Cat Dasar

1. Umum

1.1 Cat dasar digunakan untuk memberikan perlindungan pada struktur baja selama penyimpanan, pengangkutan dan proses penggerjaan di perusahaan pabrikan sampai dengan persiapan permukaan lanjutan dilakukan dan pengecatan berikutnya untuk perlindungan korosi diterapkan.

1.2 Biasanya, pengecatan dilakukan dengan tebal 15 µm sampai dengan 20 µm.

1.3 Cat harus mempunyai ketahanan yang baik untuk menahan tegangan mekanis yang timbul selama penggerjaan baja lanjutan dalam proses pembangunan kapal.

1.4 Pemotongan dengan nyala api dan kecepatan pengelasan tidak boleh terganggu oleh cat dasar.

Harus dipastikan bahwa pengelasan dengan semua proses las yang umum dalam pembangunan kapal dapat dilaksanakan tanpa mengurangi kualitas kampuh las, lihat [Rules for Welding \(Pt.1, Vol. VI\) Sec.6](#).

1.5 Karena perlindungan katodik, air laut dan zat kimia dapat menimbulkan regangan pada sistem, maka hanya cat dasar yang sifatnya alkali-kuat dan tidak mudah terurai yang digunakan.

1.6 Kesesuaian dan kompatibilitas cat dasar untuk digunakan pada sistem perlindungan korosi harus dijamin oleh pabrik pembuat material cat.

2. Persetujuan

2.1 Hanya cat dasar yang dapat ditimpak oleh las yang boleh digunakan yang mana Badan Klasifikasi telah menerbitkan sertifikat persetujuan berdasarkan uji porositas sesuai dengan [Rules for Welding \(Pt.1, Vol. VI\) Sec.6](#).

C. Ruang Berongga

Ruang berongga, seperti pada penumpu kotak tertutup, pipa penumpu dan sejenisnya, yang dapat ditunjukkan kedap udara atau disetujui seperti itu dari pengalaman pembangunan kapal yang normal, permukaan dalamnya tidak perlu dilindungi. Namun demikian, selama perakitan ruang berongga tersebut harus dijaga agar tetap bersih dan kering.

D. Kombinasi Material

1. Langkah pencegahan harus dilakukan untuk mencegah korosi kontak yang terkait dengan kombinasi dari logam-logam yang berlainan dengan potensial yang berbeda-beda dalam larutan elektrolit, seperti air laut.

2. Selain pemilihan material yang tepat, langkah-langkah seperti isolasi yang sesuai, cat yang efektif dan penggunaan perlindungan katodik dapat dilakukan untuk mencegah korosi kontak.

E. Periode Pelepasan Perlengkapan dan Sandar

1. Untuk perlindungan terhadap korosi yang timbul dari arus bocor seperti yang terjadi karena pasokan arus searah yang tidak tepat ke kapal untuk keperluan pengelasan atau penerangan utama, serta arus bocor yang timbul dari pasokan arus searah ke fasilitas lainnya (seperti kran darat) dan kapal-kapal yang berdekatan, ketentuan perlindungan katodik (walaupun tambahan) dengan menggunakan anoda yang dikorbankan tidak sesuai.

2. Langkah-langkah harus diambil untuk mencegah pembentukan arus bocor, dan penyaluran listrik yang sesuai harus disediakan.

3. Khususnya pada periode pelepasan perlengkapan yang lama, penyebarluasan arus las harus diatur sedemikian rupa sehingga arus bocor dapat dihilangkan.

F. Perlindungan Korosi Tangki Air Balas

[Guidance for the Corrosion Protection \(Pt.1, Vol.G\)](#) berlaku.

G. Perlindungan Korosi Ruang Muat

1. Umum

1.1 Pada kapal curah, semua permukaan bagian dalam dan bagian luar dari ambang palka dan tutup palka, dan semua permukaan dalam dari ruang muat, kecuali daerah pelat alas ganda yang rata dan pelat miring tangki hoper sekitar 300 mm dibawah gading pelat sisi dan braket, harus diberi cat pelindung yang efektif (cat epoksi atau yang setara), diterapkan sesuai dengan rekomendasi pabrik pembuat. Dalam pemilihan cat, perhatian khusus harus diberikan dengan berkonsultasi dengan pemilik kapal perihal muatan yang akan dimuat dan kondisi yang diperkirakan dalam operasi.

Untuk kapal curah bangunan lama, dimana Pemilik dapat memilih untuk melapisi atau melapisi ulang ruang muat seperti disebutkan di atas, pertimbangan dapat diberikan sejauh survei jarak dekat dan pengukuran ketebalan. Sebelum pengecatan ruang muat pada kapal bangunan lama, ukuran konstruksi harus dipastikan di hadapan Surveyor.

1.2 Cat yang digunakan harus mendapat persetujuan dari pabrik pembuat untuk diterapkan didalam ruang muat.

1.3 Petunjuk pabrik pembuat cat tentang persiapan permukaan maupun kondisi dan proses penggerjaan pengecatan harus diperhatikan.

1.4 Tebal minimum cat harus 250 µm, untuk keseluruhan daerah didefinisikan pada [1.1](#).

2. Dokumentasi

2.1 Rencana pengecatan harus dikirimkan untuk pemeriksaan. Uraian dari pekerjaan yang diperlukan untuk menyiapkan sistem pengecatan dan material cat yang akan digunakan harus tercantum dalam rencana pengecatan.

2.2 Laporan pengecatan harus disusun sedemikian rupa sehingga detail dari semua proses pekerjaan yang dilaksanakan, termasuk persiapan permukaan dan material cat yang digunakan, tercatat.

2.3 Dokumentasi ini harus disusun oleh pabrik pembuat cat dan/atau kontraktor pelaksana pekerjaan dan/atau galangan. Rencana inspeksi harus disetujui bersama oleh pihak-pihak terkait. Laporan yang terkait dengan dokumentasi ini harus ditandatangani oleh pihak-pihak tersebut diatas. Pada akhir pelaksanaan sistem pengecatan, laporan yang telah ditandatangani yang menjadi berkas dokumentasi harus diserahkan kepada surveyor untuk persetujuan (lihat juga [F.2.6.4](#)).

H. Perlindungan Korosi Lambung Kapal Dibawah Air

1. Umum

1.1 Kapal yang akan disematkan notasi kelas IW (In-Water Survey) harus mempunyai sistem perlindungan korosi yang sesuai untuk lambung kapal dibawah air, yang terdiri dari cat dan perlindungan katodik.

1.2 Cat dengan bahan dasar epoksi, polyuretan dan polyvinyl klorida dapat dianggap sesuai.

1.3 Petunjuk pabrik pembuat cat tentang persiapan permukaan maupun kondisi dan proses penggerjaan harus diperhatikan.

1.4 Sistem pengecatan tanpa anti teritip harus mempunyai ketebalan minimum 250 µm, harus sesuai dengan perlindungan katodik sesuai dengan standar yang diakui dan harus dapat dibersihkan dibawah air dengan peralatan mekanis.

1.5 Perlindungan katodik dapat dilakukan dengan menggunakan anoda korban atau dengan sistem arus tanding. Pada kondisi normal untuk baja, harus dijamin bahwa kerapatan arus perlindungan sekurang-kurangnya 10 mA/m^2 .

1.6 Dalam hal sistem arus tanding, perlindungan berlebihan karena potensial yang tidak cukup rendah harus dihindari. Sebuah saringan (pelindung dielektrik) harus disediakan disekitar anoda arus tanding.

1.7 Perlindungan katodik dengan menggunakan anoda korban harus di desain untuk satu periode pengedokan.

1.8 Untuk instruksi lebih lanjut lihat [Guidance for the Corrosion Protection \(Pt.1, Vol.G\) Ch.1.Sec.8](#).

1.9 Untuk material lain, misalnya aluminium, pada kondisi khusus harus disepakati dengan BKI.

2. Dokumentasi

2.1 Rencana pengecatan dan data desain untuk perlindungan katodik harus dikirimkan untuk pemeriksaan.

2.2 Dalam hal sistem arus tanding, rincian-rincian berikut juga harus dikirimkan:

- perencanaan sistem ICCP
- lokasi dan integritas konstruksi (misalnya dengan koferdam) dari anoda pada pelat kulit kapal,
- uraian tentang bagaimana semua bagian tambahan kapal, misalnya daun kemudi, baling-baling dan poros, digabungkan ke dalam perlindungan katodik.
- pasokan tenaga listrik dan sistem distribusi tenaga listrik
- desain pelindung dielektrik

2.3 Proses kerja yang terlibat dalam menyiapkan sistem pengecatan maupun material cat yang akan digunakan harus diuraikan dalam rencana pengecatan.

2.4 Laporan pengecatan harus disusun sedemikian rupa sehingga detail tentang seluruh proses kerja yang dilaksanakan, termasuk persiapan permukaan maupun material cat yang akan digunakan, tercatat.

2.5 Dokumentasi ini harus disusun oleh pabrik pembuat cat dan/atau kontraktor pelaksana pengecatan dan/atau galangan. Rencana inspeksi harus disetujui bersama antara pihak-pihak tersebut diatas. Pada akhir pelaksanaan sistem pengecatan, laporan yang telah ditandatangani yang menjadi berkas dokumentasi harus dikirimkan kepada surveyor untuk persetujuan.

2.6 Dalam hal sistem arus tanding, kemampuan fungsi perlindungan katodik korosi harus diuji pada saat pelayaran percobaan. Nilai yang didapatkan untuk arus dan tegangan perlindungan harus dicatat.

J. Perlindungan Korosi Tangki Muat Minyak pada Kapal Tangki Minyak Mentah

[Guidance for the Corrosion Protection \(Pt.1, Vol.G\)](#) berlaku.

Bab 39 Persyaratan untuk Penggunaan Pelat Baja yang Sangat Tebal di Kapal Kontainer

A.	Umum.....	39–1
B.	Uji Tidak Merusak (NDT) selama pembangunan (Langkah No.1 dari Tabel 39.2)	39–2
C.	NDT berkala setelah penyerahan (Langkah No.2 dari Tabel 39.2)	39–3
D.	Desain penahan retak getas (Langkah No 3, 4 dan 5 dari Tabel 39.2)	39–4
E.	Langkah-langkah untuk Pelat Baja Sangat Tebal	39–6

A. Umum

Paragraf Bab ini didasarkan pada konvensi dan/atau kode internasional berikut:

IACS UR S33 Rev.3¹

Pada akhir setiap paragraf yang relevan, paragraf yang sesuai dengan konvensi dan/ atau kode internasional dicantumkan referensi di dalam tanda kurung.

1. Ruang Lingkup

1.1 Bab ini harus dipatuhi oleh kapal kontainer yang menggunakan pelat baja sangat tebal yang memiliki kelas mutu baja dan ketebalan masing-masing sesuai dengan [3.](#) dan [4.](#)

1.2 Bab ini mengidentifikasi kapan langkah-langkah untuk pencegahan patah getas dari pelat baja sangat tebal dipersyaratkan untuk bagian struktur memanjang.

1.3 Bab ini menentukan metode-metode berikut untuk diterapkan pada kapal kontainer dengan pelat sangat tebal untuk mencegah permulaan dan perambatan retak:

- Uji tidak merusak (NDT) selama pembangunan didetailkan dalam [B](#).
- NDT berkala setelah penyerahan kapal didetailkan dalam [C](#).
- Desain penahan retak getas didetailkan dalam [D](#).

(IACS UR S33.1.1.3)

2. Aplikasi

2.1 Penerapan langkah-langkah yang ditentukan dalam [B](#), [C](#) dan [D](#) harus sesuai dengan [E](#).

2.2 Persyaratan ini memberikan konsep dasar untuk pemakaian pelat baja yang sangat tebal pada bagian struktur memanjang di daerah geladak atas.

(IACS UR S33.1.1.4)

2.3 Untuk penerapan pada Bab ini, daerah geladak atas berarti pelat geladak atas, pelat ambang sisi palka, pelat atas ambang palka dan sambungannya dengan pembujur.

(IACS UR S33.1.1.5)

2.4 Selanjutnya dan terutama jika tidak ada persyaratan tambahan yang dinyatakan dalam peraturan ini, maka harus sesuai dengan [Rules for Materials \(Pt.1, Vol.V\)](#) dan [Rules for Welding \(Pt.1, Vol.VI\)](#).

¹ Perubahan yang ditetapkan dalam Rev.3 harus diterapkan secara seragam oleh BKI untuk kapal dengan kontrak pembangunan pada atau setelah 1 Juli 2021.

3. Tingkat Mutu Baja

3.1 Bab ini harus diterapkan bila salah satu pelat baja YP36, YP40 dan YP47 digunakan untuk bagian struktur memanjang di daerah geladak atas.

(IACS UR S33.1.2.1)

Catatan:

YP36, YP40 dan YP47 mengacu pada ketentuan kekuatan luluh minimum masing-masing dari baja 355, 390 dan 460 N/mm². Kelas mutu YP36 dan YP40 dari pelat baja KI-E36 dan KI-E40 sebagaimana ditentukan dalam Rules for Materials (Pt.1, Vol.V) Sec.4.L.

(IACS UR S33.1.2 Note)

3.2 Dalam hal pelat baja YP47 yang digunakan untuk komponen struktur memanjang di wilayah geladak atas, maka pelat baja harus dari kelas mutu KI-E47 seperti yang ditentukan dalam Rules for Materials (Pt.1, Vol.V) Sec.4.L.

(IACS UR S33.1.2.2)

4. Tebal

4.1 Untuk pelat baja dengan tebal lebih dari 50 mm dan tidak lebih besar dari 100 mm, langkah-langkah untuk pencegahan permulaan dan perambatan retak getas yang ditentukan dalam B, C dan D harus dilaksanakan.

4.2 Untuk pelat baja dengan tebal melebihi 100 mm, langkah-langkah yang tepat untuk pencegahan permulaan dan perambatan retak getas harus diambil sesuai dengan prosedur BKI.

4.3 Prosedur pengelasan (WPS) harus dikualifikasi melalui uji kualifikasi prosedur pengelasan (WPQT) sesuai dengan Rules for Welding (Pt.1, Vol.VI) Sec.12.

5. Struktur lambung (untuk tujuan desain)

5.1 Faktor material k

Faktor material baja KI-E36 dan KI-E40 didefinisikan dalam Rules for Materials (Pt.1, Vol.V) Sec.4.B. Faktor material k dari baja YP47 untuk penilaian kekuatan lambung global diambil 0,62.

(IACS UR S33.1.4.1)

5.2 Penilaian kelelahan

Penilaian kelelahan pada bagian struktur memanjang harus dilakukan sesuai Bab 20.

(IACS UR S33.1.4.2)

5.3 Detail desain konstruksi

Pertimbangan khusus harus diberikan untuk detail konstruksi dimana pelat baja sangat tebal diterapkan sebagai bagian struktur seperti sambungan antara perlengkapan dan struktur lambung. Detail sambungan harus sesuai dengan persyaratan BKI.

(IACS UR S33.1.4)

B. Uji Tidak Merusak (NDT) selama pembangunan (Langkah No.1 dari Tabel 39.2)

Jika uji tidak merusak (NDT) selama pembangunan dipersyaratkan di E, maka NDT harus sesuai dengan 1 dan 2. NDT yang disempurnakan sebagaimana ditentukan dalam D.3.2.e) harus dilakukan sesuai dengan

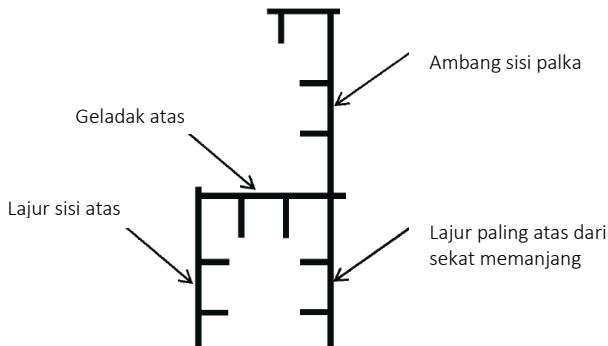
standar yang tepat.

(IACS UR S33.2)

1. Umum

1.1 Pengujian ultrasonik (UT) sesuai dengan persyaratan [Rules for Welding \(Pt.1, Vol.VI\) Sec.10](#) harus dilakukan pada semua sambungan las tumpul blok-ke-blok dari semua bagian struktur memanjang pada flens atas lambung di wilayah ruang muat. Bagian struktur memanjang pada flens atas lambung meliputi lajur paling atas dari lambung bagian dalam /sekat, lajur sisi atas, geladak utama, pelat ambang, pelat atas ambang, dan semua pembujur yang terpasang. Bagian-bagian ini didefinisikan dalam [Gambar 39.1](#).

(IACS UR S33.2.1)



Gambar 39.1 Bagian struktur memanjang pada flens atas konstruksi lambung kapal

2. Kriteria penerimaan UT

2.1 Kriteria penerimaan UT harus sesuai dengan [Rules for Welding \(Pt.1, Vol.VI\) Sec.10, G](#).

2.2 Kriteria penerimaan dapat disesuaikan dengan dasar pertimbangan berhubungan dengan prosedur pencegahan permulaan retak getas dan jika retak ditemukan lebih parah dari [Rules for Welding \(Pt.1, Vol.VI\) Sec.10, G](#), prosedur UT harus diubah sesuai dengan sensitivitas yang lebih parah.

(IACS UR S33.2.2)

C. NDT berkala setelah penyerahan (Langkah No.2 dari [Tabel 39.2](#))

Jika NDT berkala setelah penyerahan dipersyaratkan, NDT harus sesuai dengan [1, 2](#) dan [3](#).

1. Umum

1.1 Prosedur NDT harus sesuai dengan [Rules for Welding \(Pt.1, Vol.VI\) Sec.10 and Table 10.5](#).

1.2 Waktu UT

Jika UT dilaksanakan, maka frekuensi survei harus sesuai dengan [Rules for Welding \(Pt.1, Vol.VI\) Sec.10.E](#).

1.3 Kriteria penerimaan UT

Jika UT dilaksanakan, kriteria penerimaan UT harus sesuai dengan [Rules for Welding \(Pt.1, Vol.VI\) Sec.10, G](#).

(IACS UR S33.3)

D. Desain penahan retak getas (Langkah No 3, 4 dan 5 dari Tabel 39.2)

1. Umum

1.1 Metode baja penahan retak dapat digunakan bila langkah-langkah No. 3, 4 dan 5 dari [Tabel 39.2](#) diterapkan dan material kelas mutu baja geladak atas tidak lebih tinggi dari KI-E40. Jika tidak, cara lain untuk mencegah permulaan dan perambatan retak harus disepakati dengan BKI.

(IACS UR S33.4.1)

1.2 Langkah-langkah pencegahan perambatan retak getas harus diambil didalam daerah ruang muat. Desain penahan retak berarti desain yang menggunakan langkah-langkah ini.

(IACS UR S33.4.1.2)

1.3 Langkah-langkah yang diberikan dalam sub-bab ini umumnya berlaku untuk sambungan blok-ke-blok tetapi harus dicatat bahwa retak dapat dimulai dan merambat menjauh dari sambungan tersebut. Oleh karena itu, tindakan yang tepat juga harus dipertimbangkan untuk kasus yang ditentukan dalam [2.1.b.ii](#).

(IACS UR S33.4.1.3)

1.4 Baja penahan retak getas didefinisikan dalam [Rules For Materials \(Pt.1, Vol.V\) Sec.4.L](#).

(IACS UR S33.4.1.4)

2. Persyaratan fungsional desain penahan retak getas

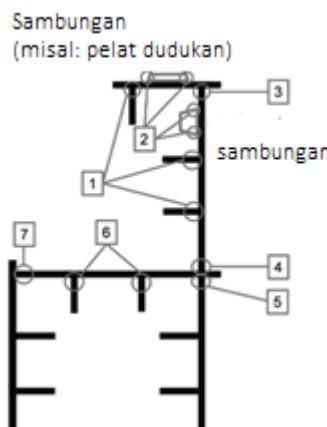
2.1 Tujuan dari desain penahan retak getas adalah untuk menahan perambatan retak pada posisi yang tepat dan untuk mencegah patahan skala besar pada lambung global kapal.

- Lokasi yang paling diperhatikan untuk permulaan dan perambatan retak getas adalah sambungan las tumpul blok-ke-blok baik pada ambang sisi palka atau pada pelat geladak atas. Lokasi lain dalam fabrikasi blok dimana sambungan disejajarkan juga dapat memberikan peluang yang lebih tinggi untuk permulaan dan perambatan retak sepanjang sambungan las tumpul.

(IACS UR S33.4.2.1)

- Kedua hal berikut harus dipertimbangkan:

- jika retak getas merambat lurus sepanjang sambungan las tumpul, dan
- jika retak getas mulai pada sambungan las tumpul tapi menyimpang jauh dari las dan ke pelat, atau jika retak getas mulai dari setiap las lainnya (lihat gambar di bawah ini untuk definisi pengelasan lainnya) dan merambat ke pelat.



Gambar 39.2 Daerah las lainnya

***“Las lainnya” meliputi berikut ini (lihat [Gambar 39.2](#)):

- 1) Pengelasan fillet antara pelat ambang sisi palka, termasuk pelat atas, dan pembujur;
- 2) Pengelasan fillet antara pelat ambang sisi palka, termasuk pelat atas dan pembujur, dan pengikatan. (misalnya, pengelasan fillet dimana pelat atas sisi palka dan pelat dudukan penutup palka.);
- 3) Pengelasan fillet antara pelat atas ambang sisi palka dan pelat ambang sisi palka;
- 4) Pengelasan fillet antara pelat ambang sisi palka dan pelat geladak atas;
- 5) Pengelasan fillet antara pelat geladak atas dan lambung bagian dalam/sekat;
- 6) Pengelasan fillet antara pelat geladak atas dan pembujur; dan
- 7) Pengelasan fillet antara lajur sisi atas dan pelat geladak atas.

(IACS UR S33.4.2.1)

3. Contoh konsep desain penahan retak getas

Berikut ini adalah contoh langkah-langkah yang dapat diterima dan dapat digunakan pada desain penahan retak getas untuk mencegah perambatan retak getas. Pengaturan detail desain harus dikirimkan ke BKI untuk disetujui. Langkah-langkah lain dapat dipertimbangkan dan disetujui untuk ditinjau oleh BKI.

3.1 Desain penahan retak getas untuk [2.1.b.ii](#)):

- a. Baja penahan retak getas harus digunakan untuk pelat geladak atas sepanjang daerah ruang muat dengan cara yang sesuai untuk menahan retak getas yang dimulai dari ambang dan merambat ke struktur di bawahnya.

3.2 Desain penahan retak getas untuk [2.1.b.i](#)):

- a. Jika sambungan las tumpul blok-ke-blok pada ambang sisi palka dan geladak atas bergeser, maka pergeseran ini harus lebih besar dari atau sama dengan 300 mm. Baja penahan retak getas harus disediakan untuk pelat ambang sisi palka.
- b. Jika lubang penahan retak disediakan disepanjang las tumpul blok-ke-blok di daerah dimana ambang sisi palka di las dengan geladak, maka kekuatan kelelahan ujung bawah las tumpul harus dinilai. Tindakan pencegahan tambahan harus diambil untuk kemungkinan bahwa rambatan retak getas dapat menyimpang dari garis las ke geladak atas atau ambang sisi palka. Tindakan pencegahan ini harus menyertakan aplikasi baja penahan retak getas di pelat ambang sisi palka.
- c. Jika pelat baja sisipan penahan retak getas atau Sisipan Logam Las dengan sifat ketangguhan penahan retak yang tinggi disediakan disepanjang las tumpul blok-ke-blok di daerah dimana ambang sisi palka di las dengan geladak, maka tindakan pencegahan tambahan harus diambil untuk kemungkinan bahwa rambatan retak getas dapat menyimpang dari garis las ke geladak atas atau ambang sisi palka. Tindakan pencegahan ini harus menyertakan aplikasi baja penahan retak getas di pelat ambang sisi palka.
- d. Penerapan NDT yang disempurnakan terutama teknik time of flight diffraction (TOFD) menggunakan penerimaan cacat yang lebih ketat sebagai pengganti standar teknik UT yang ditentukan dalam [B](#) dapat menjadi alternatif untuk [b](#), [c](#) dan [d](#).

4. Pemilihan baja penahan retak getas

4.1 Baja penahan retak getas yang dipasang di daerah geladak atas kapal kontainer harus memenuhi [Tabel 39.1](#) dimana akhiran BCA1 dan BCA2 didefinisikan dalam [Rules For Materials \(Pt.1, Vol.V\) Sec.4.L](#).

4.2 Sifat baja penahan retak getas harus dipilih untuk masing-masing bagian struktur dengan tebal di atas 50 mm sesuai [Tabel 39.1](#).

Tabel 39.1 Persyaratan baja penahan retak getas sebagai fungsi dari bagian-bagian struktur dan tebal

Bagian Struktur Pelat (*)	Tebal (mm)	Persyaratan baja penahan retak getas
Geladak atas	$50 < t < 100$	Tingkat mutu baja Kl_E36 atau 40 dengan akhiran BCA1
Ambang sisi palka	$50 < t < 80$	Tingkat mutu baja Kl_E40 atau 47 dengan akhiran BCA1
	$80 < t < 100$	Tingkat mutu baja Kl_E40 atau 47 dengan akhiran BCA2
(*) Tidak termasuk pembujur terkait		

4.3 Jika baja penahan retak getas seperti yang ditentukan dalam [Tabel 39.1](#) digunakan, maka sambungan las antara ambang sisi palka dan geladak atas harus merupakan las penetrasi parsial yang disetujui oleh BKI.

Di sekitar sambungan blok kapal, detail las alternatif dapat digunakan untuk sambungan geladak dan ambang sisi palka, asalkan sarana tambahan untuk mencegah perambatan retak diterapkan dan disetujui oleh BKI di daerah sambungan ini.

(IACS UR S33.4.4)

E. Langkah-langkah untuk Pelat Baja Sangat Tebal

Ketebalan dan kekuatan luluhan yang ditunjukkan dalam [Tabel 39.2](#) berikut ini berlaku untuk pelat atas ambang palka dan pelat sisi, dan merupakan parameter pengendali untuk penerapan tindakan pencegahan yang diberikan dalam [D.3.1](#). Parameter pengendali ini tidak berlaku untuk geladak atas.

Jika tebal pelat yang terpasang pada pelat atas ambang palka dan pelat sisi di bawah nilai-nilai yang ada dalam [Tabel 39.2](#), maka tindakan pencegahan tidak diperlukan terlepas dari ketebalan dan kekuatan luluhan dari pelat geladak atas.

(IACS UR S33 Annex 1)

Tabel 39.2 Langkah-langkah yang tergantung pada ketebalan dan kekuatan luluh struktur ambang palka.

Kekuatan Luluh (N/mm ²)	Tebal (mm)	Pilihan	Langkah-langkah			
			1	2	3+4	5
360	50 < t ≤ 85	-	N.A	N.A	N.A	N.A
	85 < t ≤ 100	-	X	N.A	N.A	N.A
400	50 < t ≤ 85	-	X	N.A	N.A	N.A
	85 < t ≤ 100	A	X	N.A	X	X
		B	X*	N.A**	N.A	X
470 (FCAW)	50 < t ≤ 100	A	X	N.A	X	X
		B	X*	N.A**	N.A	X
470 (EGW)	50 < t ≤ 100	-	X	N.A	X	X

Simbol-simbol:

- (a) "X" berarti "Untuk diterapkan".
- (b) "N.A" berarti "tidak Perlu untuk diterapkan".
- (c) Dapat dipilih dari opsi "A" dan "B".

Langkah-langkah:

1. NDT selain inspeksi visual pada semua target sambungan blok (selama pembangunan) Lihat [B](#).
2. NDT berkala selain inspeksi visual pada semua target sambungan blok (setelah penyerahan) Lihat [C](#).
3. Desain penahan retak getas terhadap perambatan langsung retak getas di sepanjang garis las harus diambil (selama pembangunan) Lihat [D.3.2.b](#), [c](#) atau [d](#).
4. Desain penahan retak getas terhadap penyimpangan retak getas dari garis las (selama pembangunan) Lihat [D.3.1.a](#).
5. Desain penahan retak getas terhadap perambatan retak dari daerah las lainnya (lihat [Gambar 2](#)) seperti fillet dan las pengikat. (selama pembangunan) Lihat [D.3.1.a](#).

Catatan:

- * : Lihat [D.3.2.e](#).
- ** : dapat dipersyaratkan atas kebijakan BKI

(IACS UR S33 Annex 1)

Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran 1 Pedoman kondisi pemuatan balas kapal barang terkait tangki balas yang terisi sebagian

- A. Umum.....A1-1
- B. Kasus A dan B.....A1-1
- C. Kasus C – Kapal pembawa bijih tambang konvensional (dengan pengaturan TAB biasa) dengan dua pasang tangki air balas yang terisi sebagianA1-7

A. Umum

1. Lampiran ini diperuntukkan sebagai panduan dan interpretasi dari “Tangki balas yang terisi sebagian pada kondisi pemuatan balas”.
2. Kasus A dan B umumnya berlaku untuk kondisi pemuatan balas pada tiap kapal barang yang mungkin mempunyai satu Tangki Air Balas (TAB) (atau satu pasang tangki balas (TB)) yang terisi sebagian.
3. Kasus C menunjukkan kondisi-kondisi yang diperlukan untuk memeriksa kekuatan memanjang pada kapal bijih tambang dengan dua pasang tangki sayap air balas besar yang terisi sebagian selama pelayaran kondisi pemuatan balas.
4. Bila dapat diterapkan, pertimbangan yang sama harus diberikan terhadap kapal barang yang lain yang tercakup oleh Bab 5 dimana kondisi pemuatan balas melibatkan tangki-tangki yang terisi sebagian mungkin menyebabkan kekhawatiran terhadap kekuatan memanjang kapal tersebut..
5. Lampiran ini tidak berlaku untuk Kapal Curah CSR dan Kapal Tangki Minyak CSR atau Kapal Kontainer yang mengacu [Rules for Container Ships \(Pt.1, Vol.XVIII\), Sec. 5](#) dapat diterapkan.
6. Pada Gambar, kondisi-kondisi yang hanya diperuntukkan untuk verifikasi kekuatan (bukan operasional) ditandai dengan bintang (*).

B. Kasus A dan B

1. Kasus A

[Gambar A1.1](#) menunjukkan Kasus A, dengan kapal barang yang pengisian sebagian pada TAB no. 6 (P/S) diperbolehkan dan dapat terjadi setiap saat selama pelayaran kondisi pemuatan balas. Kondisi antara harus ditentukan seperti yang ditunjukkan pada Gambar, namun pengisian/pengisian sebagian TAB no. 6 (P/S) dapat dilakukan secara bertahap untuk menjaga keseimbangan trim dan terendamnya baling-baling yang dapat diterima selama pelayaran kondisi pemuatan balas.

Untuk mendapatkan fleksibilitas operasional secara penuh terkait tingkat pengisian TAB no. 6 (P/S), kondisi pemuatan A2 (penuh pada saat keberangkatan)* dan A8 (kosong pada saat kedatangan)* harus ditambahkan untuk verifikasi kekuatan. Kondisi tambahan (penuh dan kosong pada TAB no. 6 (P/S)) terkait dengan kondisi antara A3-A6 tidak diperlukan karena A2* dan A8* akan menjadi yang paling kritis.

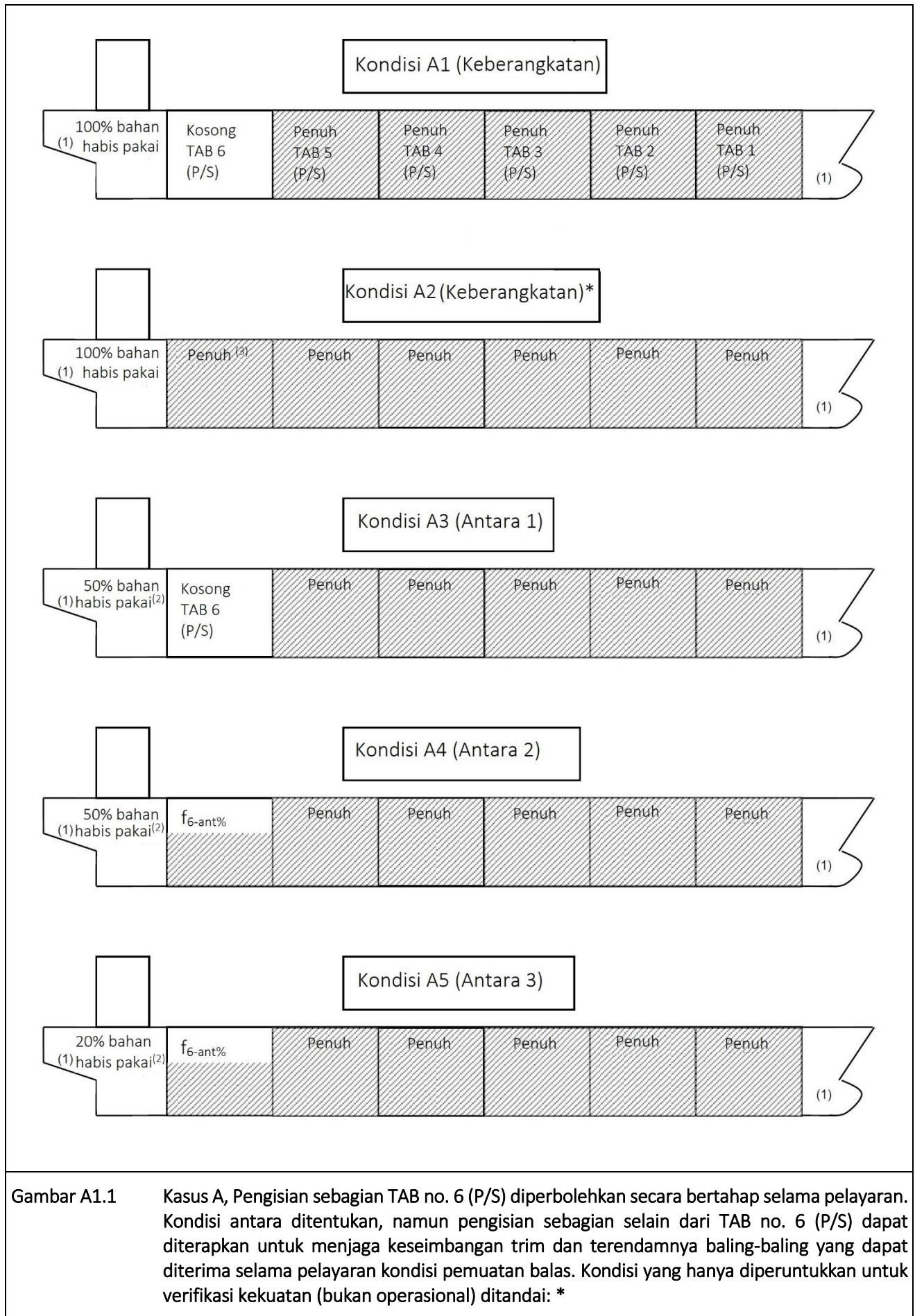
2. Kasus B

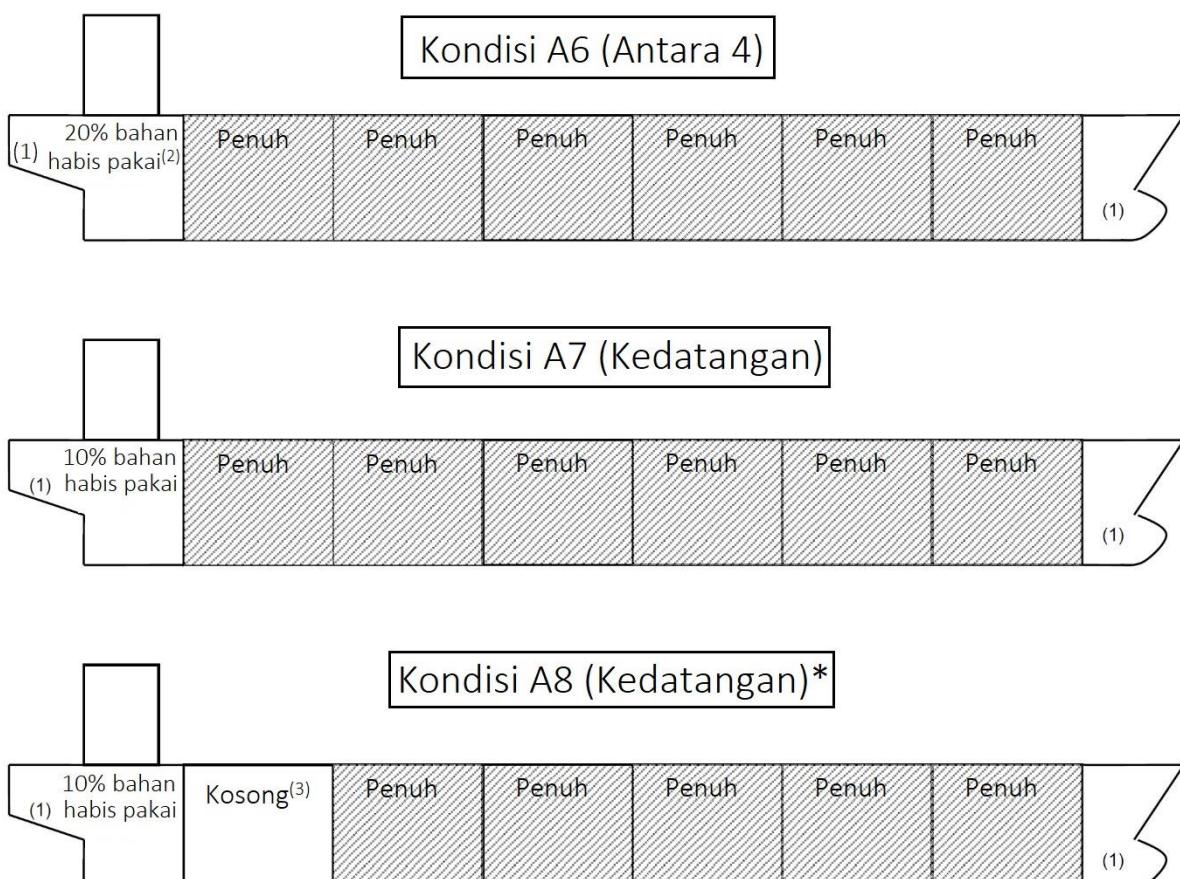
[Gambar A1.2](#) menunjukkan Kasus B, dengan kapal barang yang pengisian sebagian pada TAB no. 6 (P/S) sampai tingkat tertentu ($f_{6-int}\%$) akan dilakukan setelah % bahan habis pakai yang ditentukan tercapai, lihat kondisi B2 dan B3. Sebelum % bahan habis pakai ini tercapai (ditunjukkan sebagai 50% pada Gambar ini), TAB no. 6 (P/S) harus tetap kosong. Saat mencapai tingkat konsumsi tertentu (ditunjukkan sebagai 20%

pada [Gambar A1.2](#)), TAB no. 6 (P/S) harus tetap penuh, lihat kondisi B5 dan B6. Dua kondisi antara tambahan (B4* dan B7*) harus ditambahkan untuk verifikasi kekuatan memanjang.

Untuk mengkategorikan kapal menurut Kasus B, panduan operasional yang jelas untuk pengisian sebagian tangki balas, terkait dengan tingkat konsumsi seperti yang ditunjukkan pada [Gambar A1.2](#), harus diberikan dalam petunjukcon pemuatan. Jika pedoman operasional tersebut tidak diberikan, Kasus A harus diterapkan.

3. Kasus A tidak membatasi barang habis pakai, sedangkan Kasus B membatasi barang habis pakai.

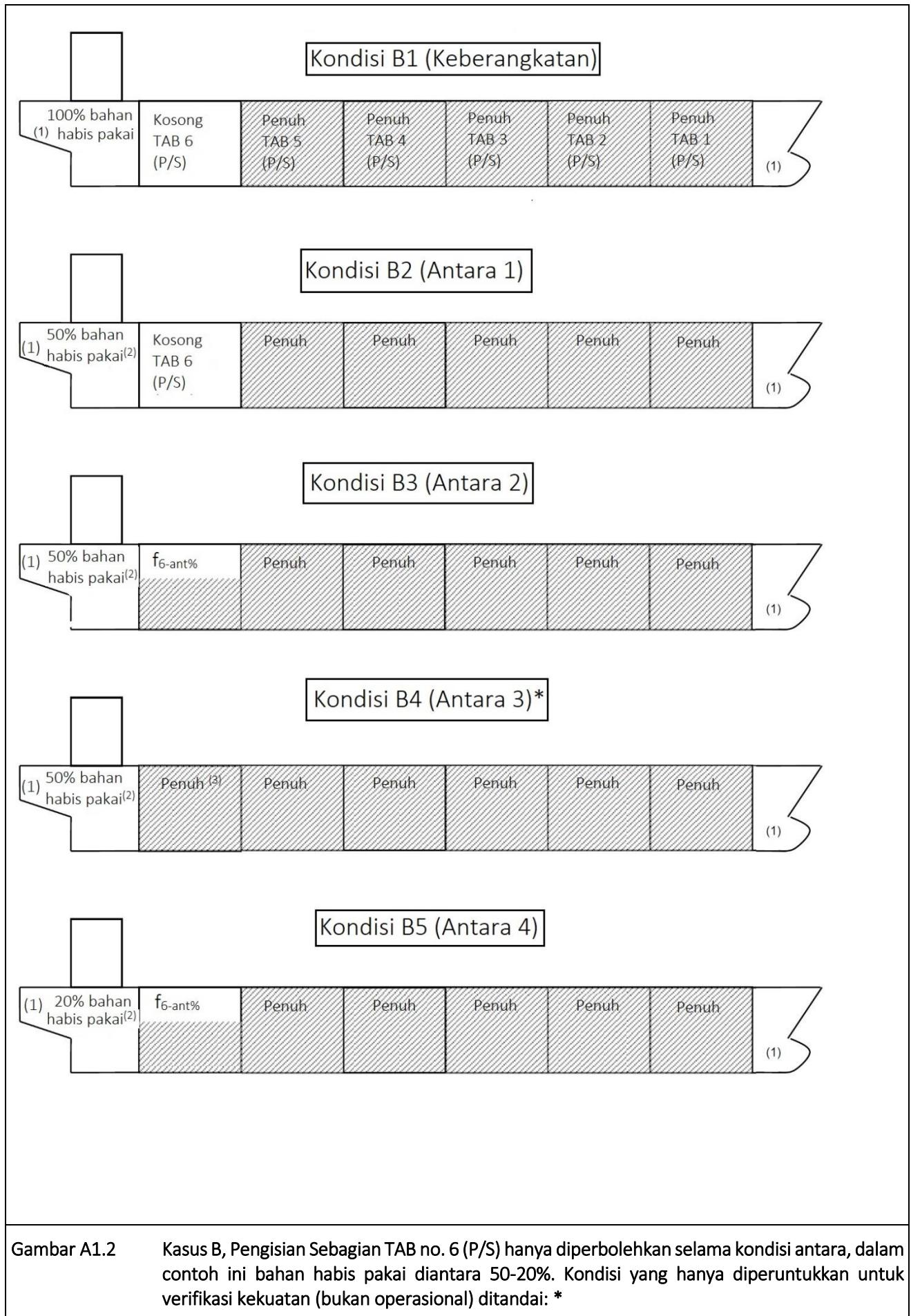


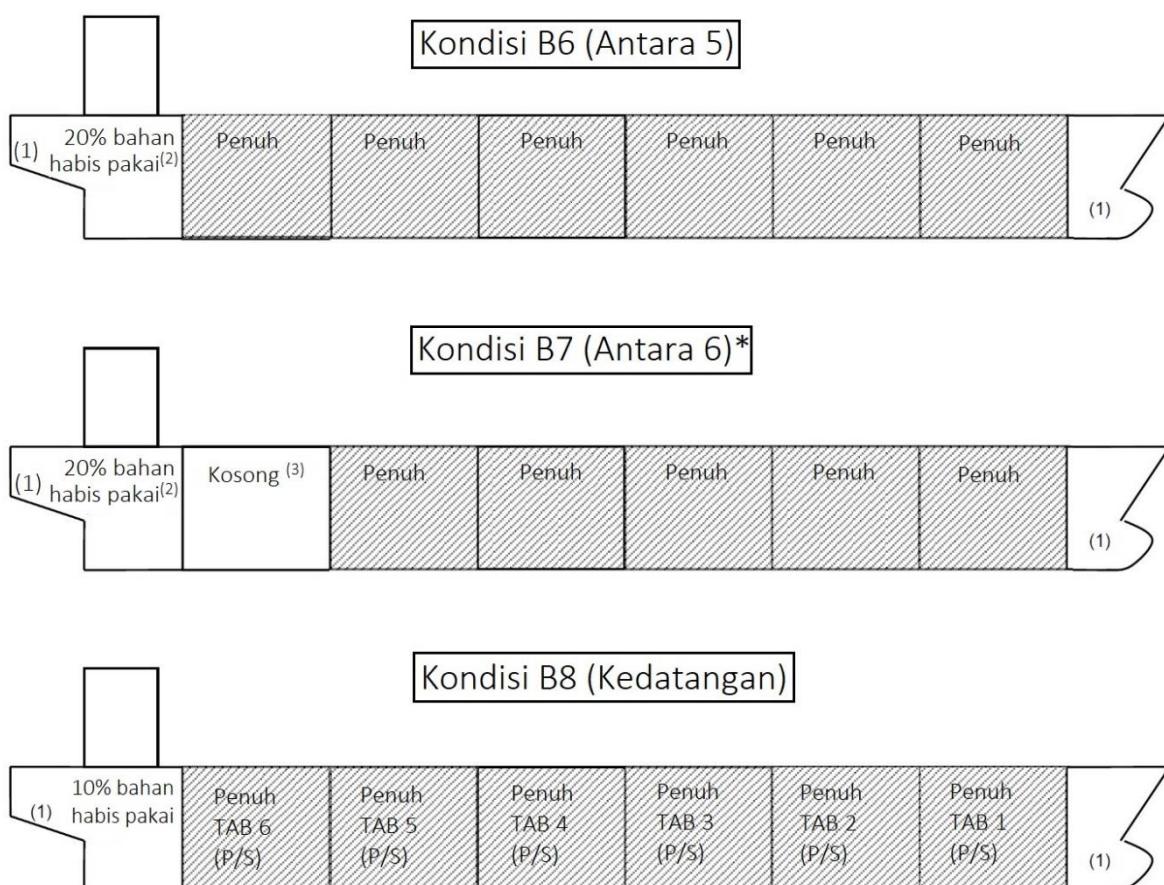


Catatan

- (1) Untuk tangki ceruk yang diperuntukkan untuk diisi sebagian, semua kombinasi dari pengisian penuh atau sebagian pada tingkat yang diinginkan untuk tangki-tangki tersebut harus diinvestigasi.
- (2) Kondisi-kondisi antara harus ditentukan termasuk % bahan habis pakai.
- (3) Untuk kapal curah yang membawa bijih tambang dan dengan tangki air balas sayap yang besar penuh/kosong dapat diganti dengan tingkat pengisian maksimum/minimum sesuai dengan batasan trim yang diberikan dalam Bab 5, A.4.4.1.1.

Gambar A1.1 Kasus A, Pengisian sebagian TAB no. 6 (P/S) diperbolehkan secara bertahap selama pelayaran. Kondisi antara ditentukan, namun pengisian sebagian selain dari TAB no. 6 (P/S) dapat diterapkan untuk menjaga keseimbangan trim dan terendamnya baling-baling yang dapat diterima selama pelayaran kondisi pemuatan balas. Kondisi yang hanya diperuntukkan untuk verifikasi kekuatan (bukan operasional) ditandai: * (*lanjutan*)





Catatan

- (1) Untuk tangki ceruk yang diperuntukkan untuk diisi sebagian, semua kombinasi dari pengisian penuh atau sebagian pada tingkat yang diinginkan untuk tangki-tangki tersebut harus diinvestigasi.
- (2) Kondisi-kondisi antara harus ditentukan termasuk % bahan habis pakai.
- (3) Untuk kapal curah yang membawa bijih tambang dan dengan tangki balas air sayap besar penuh/kosong dapat diganti dengan tingkat pengisian maksimum/minimum sesuai dengan batasan trim yang diberikan dalam Bab 5, A.4.4.1.1.

Gambar A1.2 Kasus B, Pengisian Sebagian TAB no. 6 (P/S) hanya diperbolehkan selama kondisi antara, dalam contoh ini bahan habis pakai diantara 50-20%. Kondisi yang hanya diperuntukkan untuk verifikasi kekuatan (bukan operasional) ditandai: * (*lanjutan*)

C. Kasus C – Kapal pembawa bijih tambang konvensional (dengan pengaturan TAB biasa) dengan dua pasang tangki air balas yang terisi sebagian

Gambar A1.3(a) menunjukkan kondisi pemuatan operasional, kondisi keberangkatan (C1), empat kondisi antara (C2-C5) dan kondisi kedatangan (C6), untuk kapal pembawa bijih tambang konvensional (dengan pengaturan TAB biasa) dengan pengisian sebagian baik pada tangki TB no.1 (P/S) dan 7 (P/S) selama pelayaran.

Tabel A1.1 Tingkat pengisian pada tangki TB yang terisi sebagian no.1 (P/S) dan 7 (P/S) untuk kondisi operasional selama pelayaran kondisi pemuatan balas.

Kondisi Pemuatan	Bahan habis pakai	Tingkat pengisian, TAB 1(P/S)	Tingkat pengisian, TAB 7(P/S)
C1 - Keberangkatan	100%	f1 keberangkatan%	f7 keberangkatan%
C2 – Antara 1	50% (i)	f1 keberangkatan%	f7 keberangkatan%
C3 – Antara 2	50% (i)	f1 antara%	f7 antara%
C4 – Antara 3	20% (i)	f1 antara%	f7 antara%
C5 – Antara 4	20% (i)	f1 kedatangan%	f7 kedatangan%
C6 - Kedatangan	10%	f1 kedatangan%	f7 kedatangan%

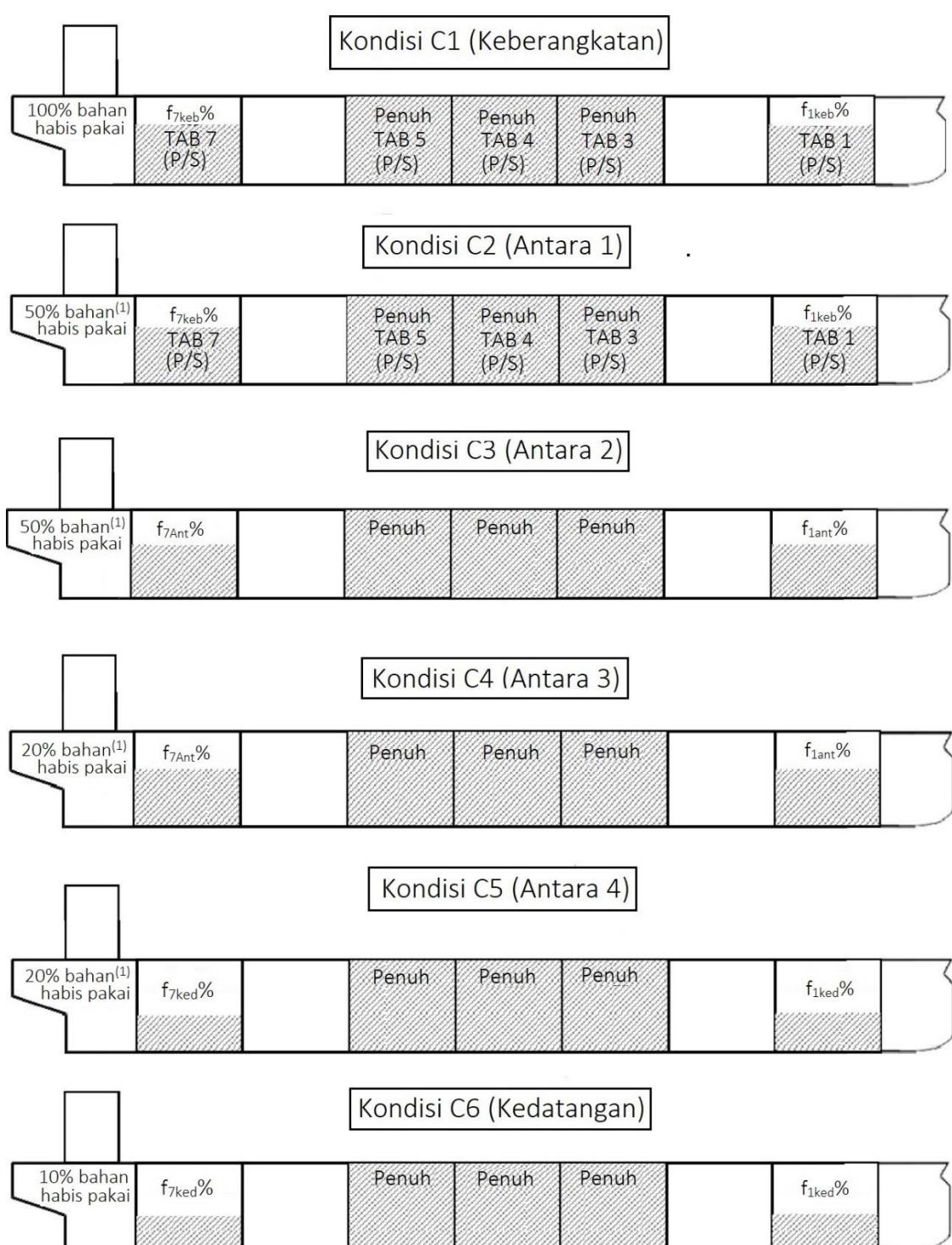
Catatan:
(i) % bahan habis pakai yang ditentukan, ditunjukkan pada 50% dan 20%

Gambar A1.3(b) dan Gambar A1.3(c) menunjukkan dua belas kondisi pemuatan tambahan (C1-1~C1-12) yang harus ditambahkan untuk verifikasi kekuatan memanjang pada kondisi keberangkatan (C1).

Gambar A1.3(d) dan Gambar A1.3(i) menunjukkan 32 kondisi pemuatan tambahan (C2-1~C2-12, C3-1~C3-4, C4-1~C4-12 dan C5-1~C5-4) yang harus ditambahkan untuk verifikasi kekuatan memanjang pada kondisi antara (C2~C5).

Gambar A1.3(j) dan Gambar A1.3(k) menunjukkan dua belas kondisi pemuatan tambahan (C6-1~C6-12) yang harus ditambahkan untuk verifikasi kekuatan memanjang pada kondisi kedatangan (C6).

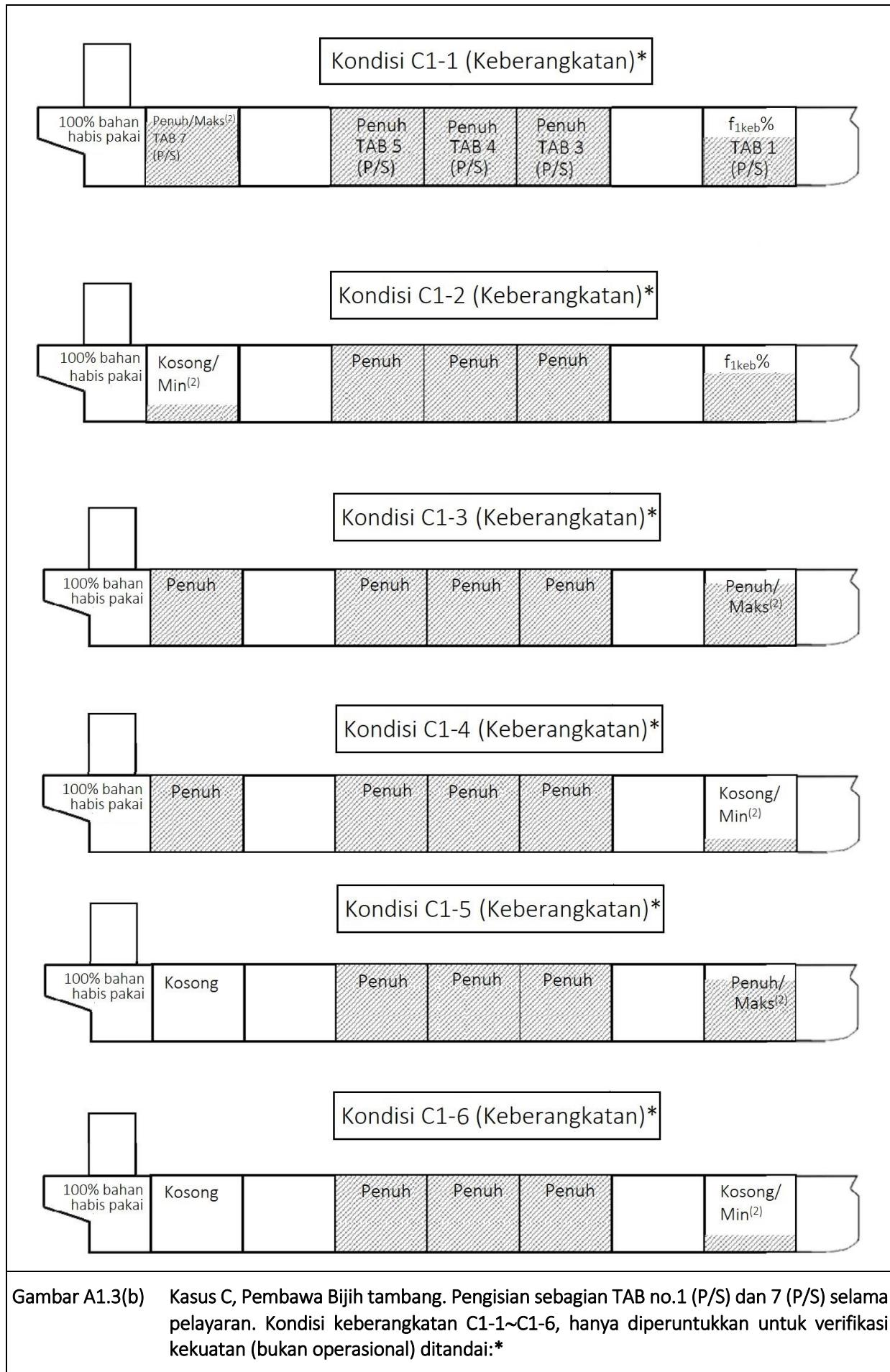
Untuk kondisi pemuatan tambahan, tingkat pengisian maksimum dan minimum TAB sesuai dengan batasan trim dan terendamnya baling-baling diberikan pada Bab 5, A.4.4.1.1.



Catatan:

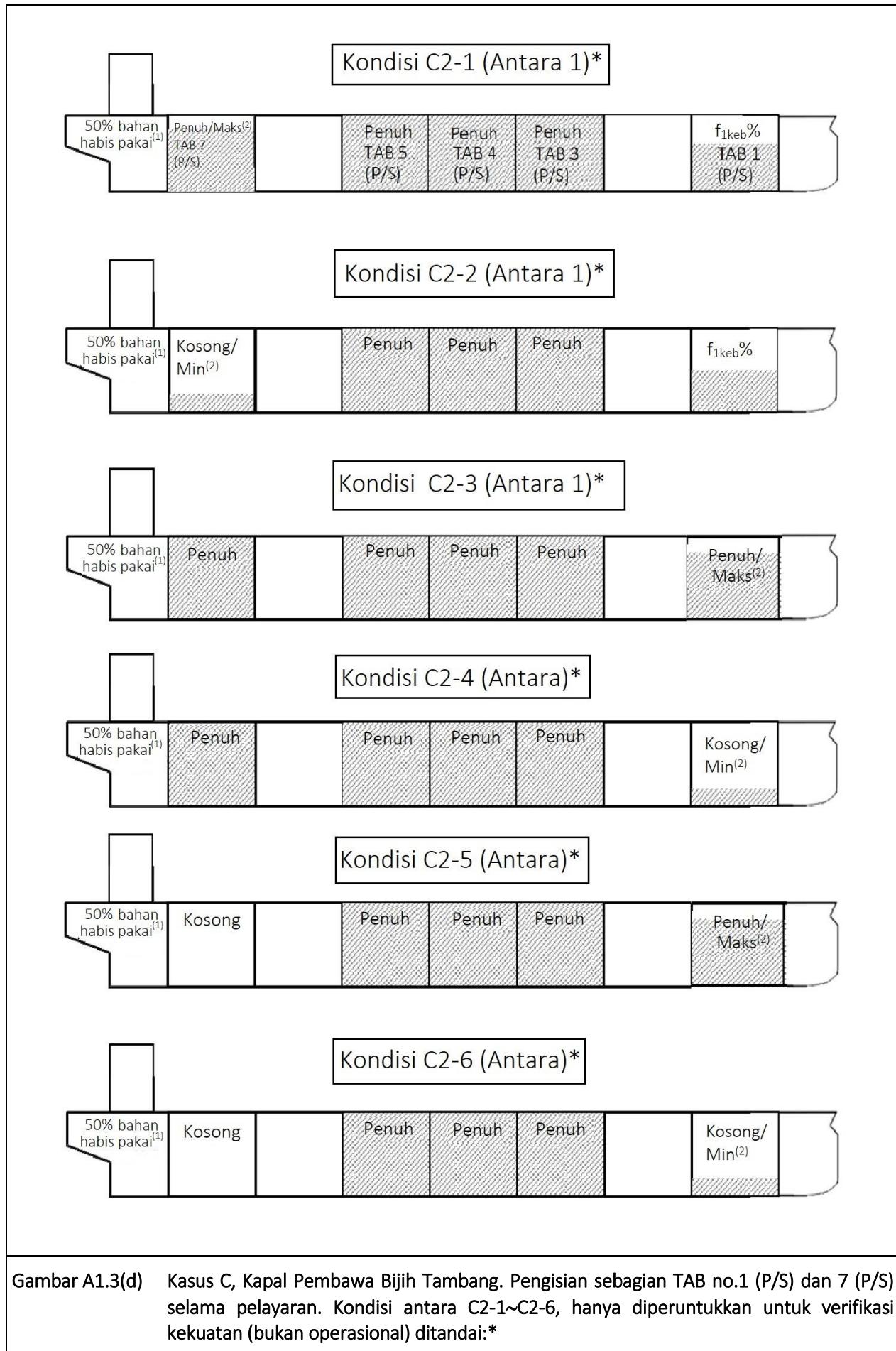
- (1) Kondisi-kondisi antara harus ditentukan termasuk. % bahan habis pakai.
- (2) *Gambar A3(b)-A3(k)*: Tingkat pengisian maksimum dan minimum TAB sesuai dengan batasan trim dan terendamnya baling-baling diberikan pada *Bab 5, A.4.4.1.1*.

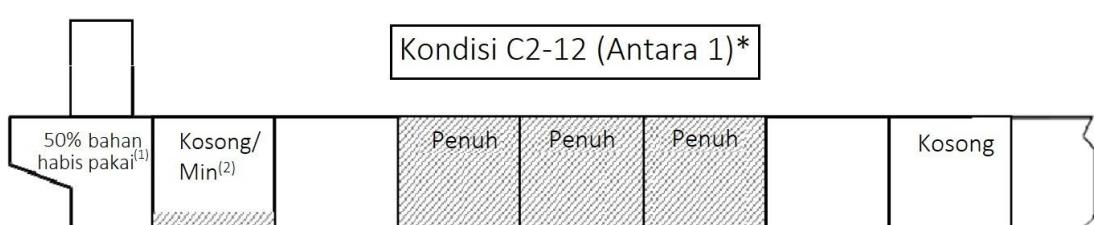
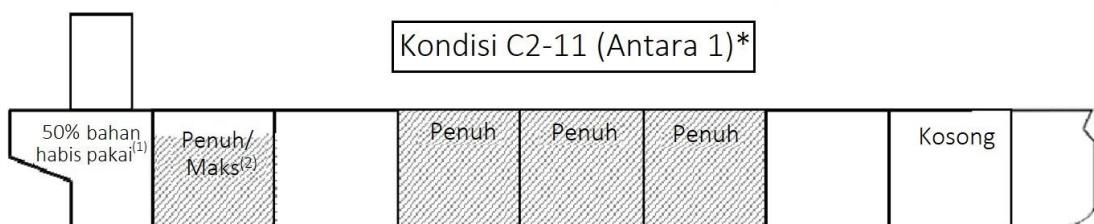
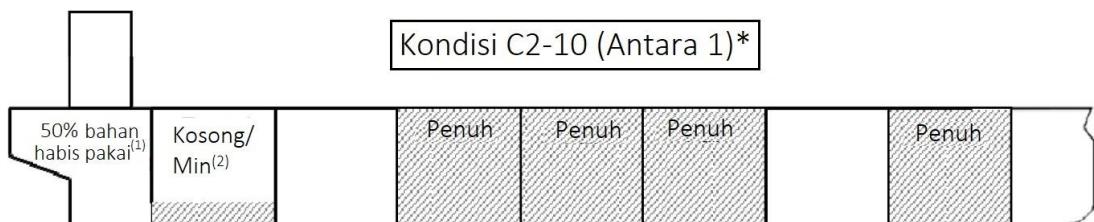
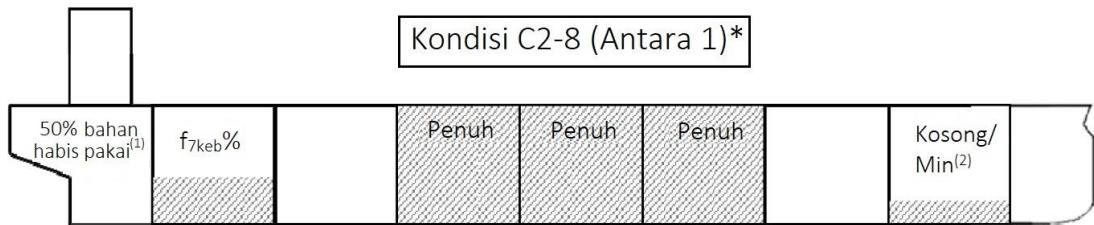
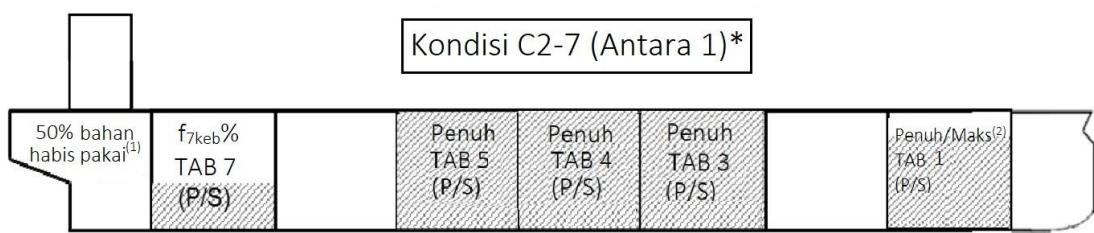
Gambar A1.3(a) Kasus C, Kapal Pembawa Bijih Tambang. Pengisian sebagian TAB no.1 (P/S) dan 7 (P/S) selama pelayaran kondisi pemuatan balas, kondisi operasional C1-C6.



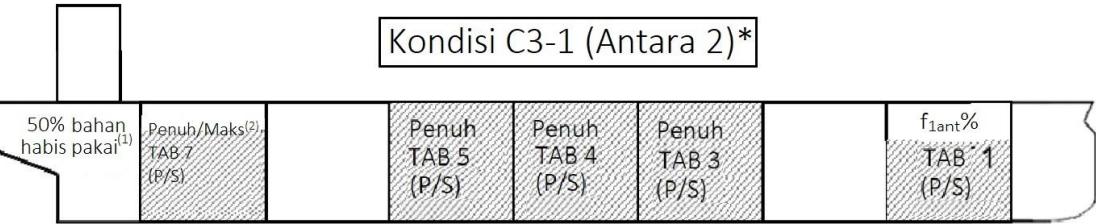
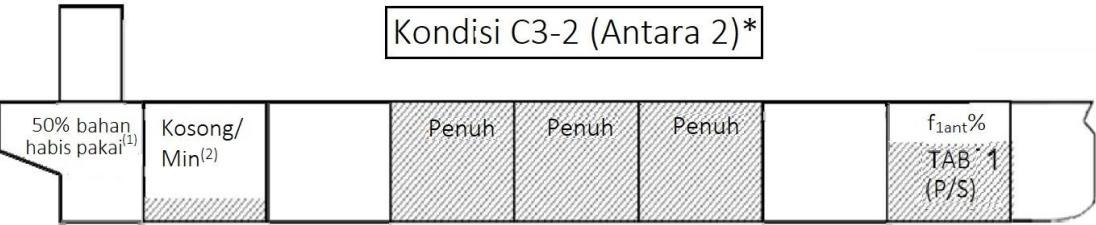
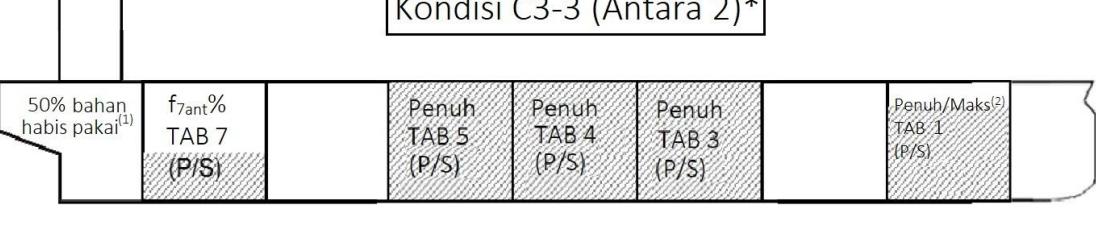
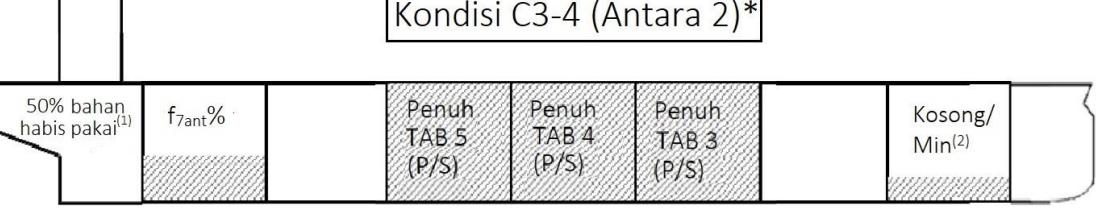


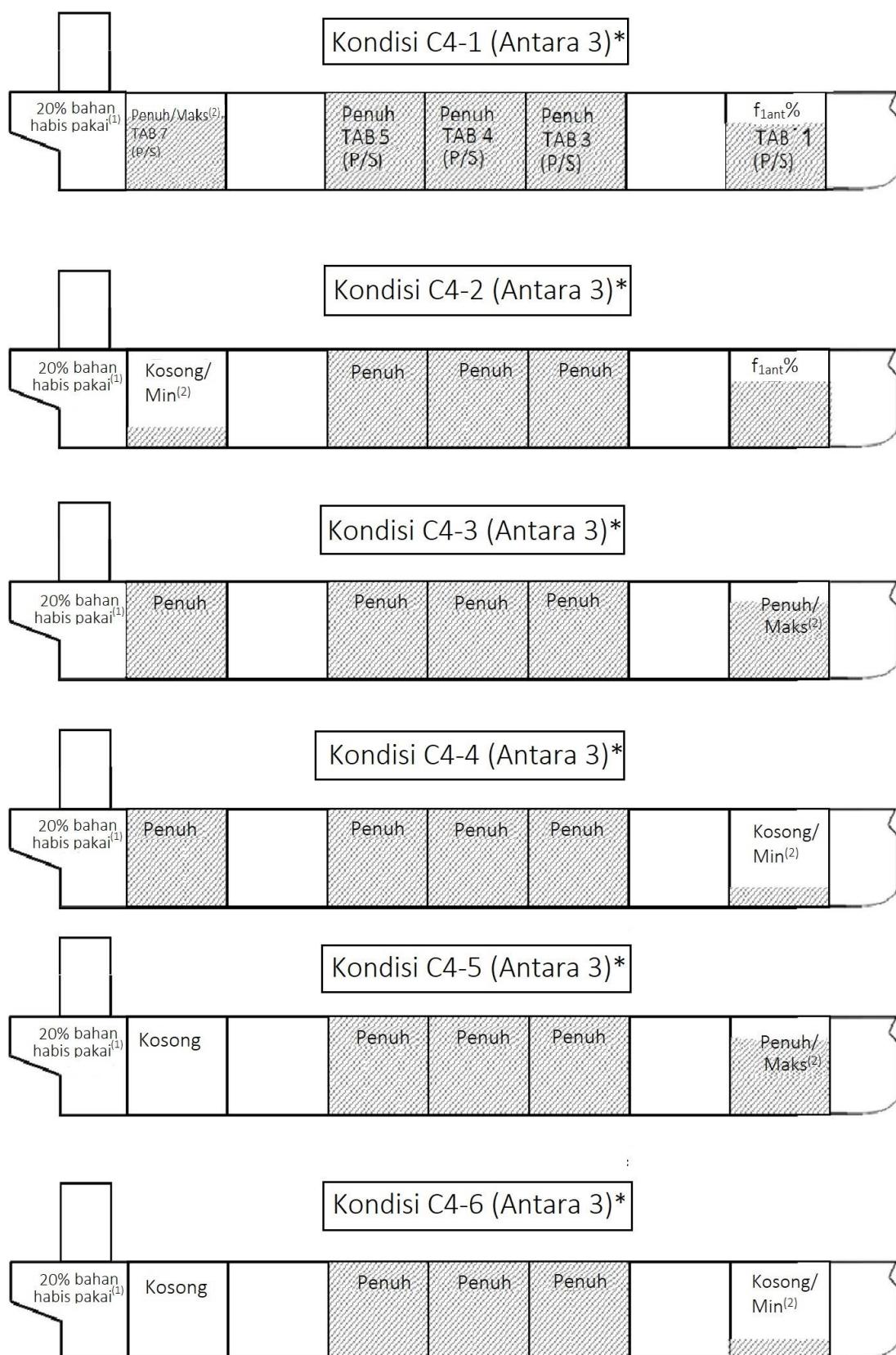
Gambar A1.3(c) Kasus C, Kapal Pembawa Bijih tambang. Pengisian sebagian TAB no.1 (P/S) dan 7 (P/S) selama pelayaran. Kondisi keberangkatan C1-7~C1-12, hanya diperuntukkan untuk verifikasi kekuatan (bukan operasional) ditandai:*





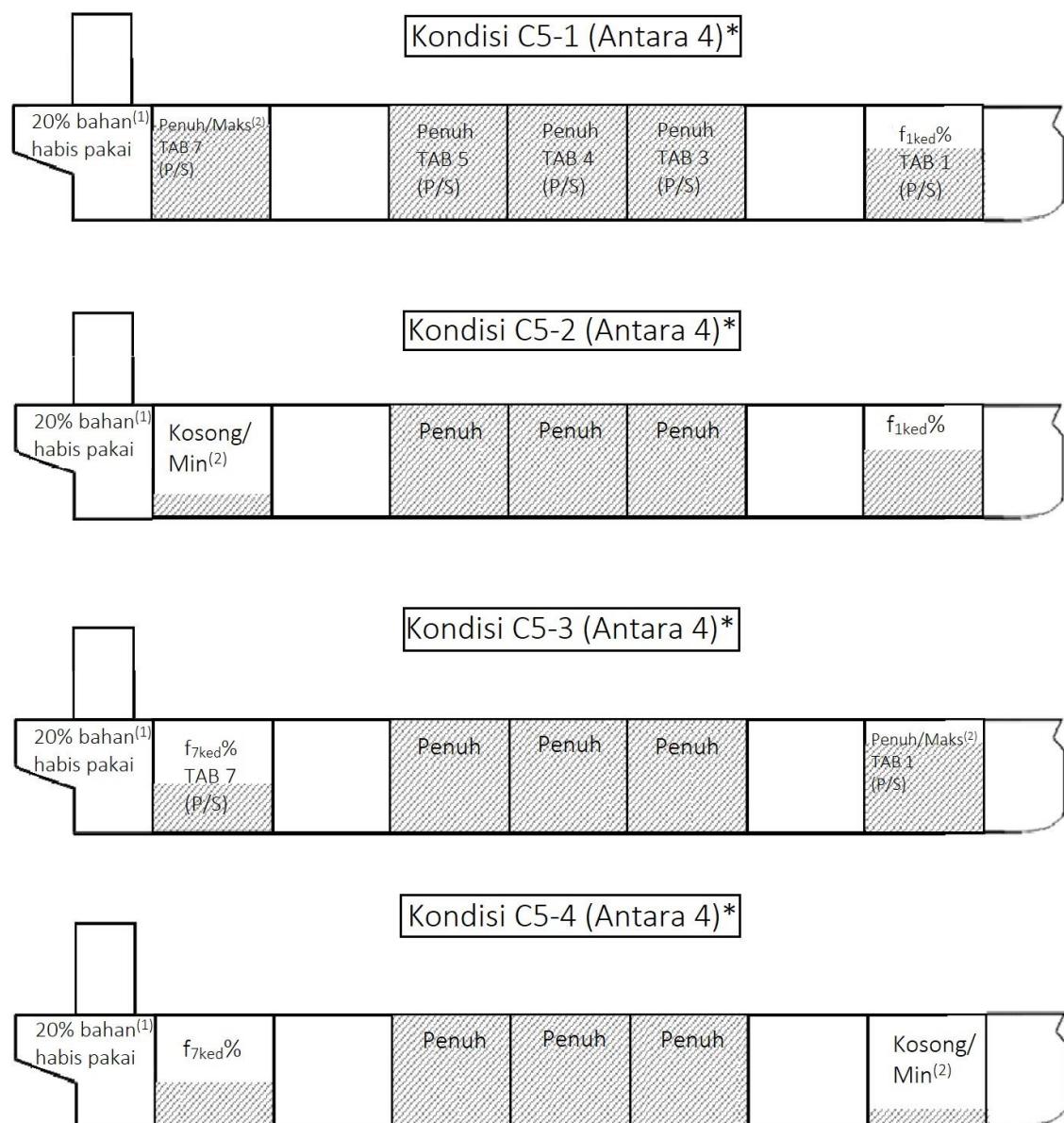
Gambar A1.3(e) Kasus C, Kapal Pembawa Bijih Tambang. Pengisian sebagian TAB no.1 (P/S) dan 7 (P/S) selama pelayaran. Kondisi antara C2-7~C2-12, hanya diperuntukkan untuk verifikasi kekuatan (bukan operasional) ditandai:*

	Kondisi C3-1 (Antara 2)*
	Kondisi C3-2 (Antara 2)*
	Kondisi C3-3 (Antara 2)*
	Kondisi C3-4 (Antara 2)*
Gambar A1.3(f) Kasus C, Kapal Pembawa Bijih Tambang. Pengisian sebagian TAB no.1 (P/S) dan 7 (P/S) selama pelayaran. Kondisi antara C3-1~C3-4, hanya diperuntukkan untuk verifikasi kekuatan (bukan operasional) ditandai:*	



Gambar A1.3(g) Kasus C, Kapal Pembawa Bijih Tambang. Pengisian sebagian TAB no.1 (P/S) dan 7 (P/S) selama pelayaran. Kondisi antara C4-1~C4-6, hanya diperuntukkan untuk verifikasi kekuatan (bukan operasional) ditandai:*

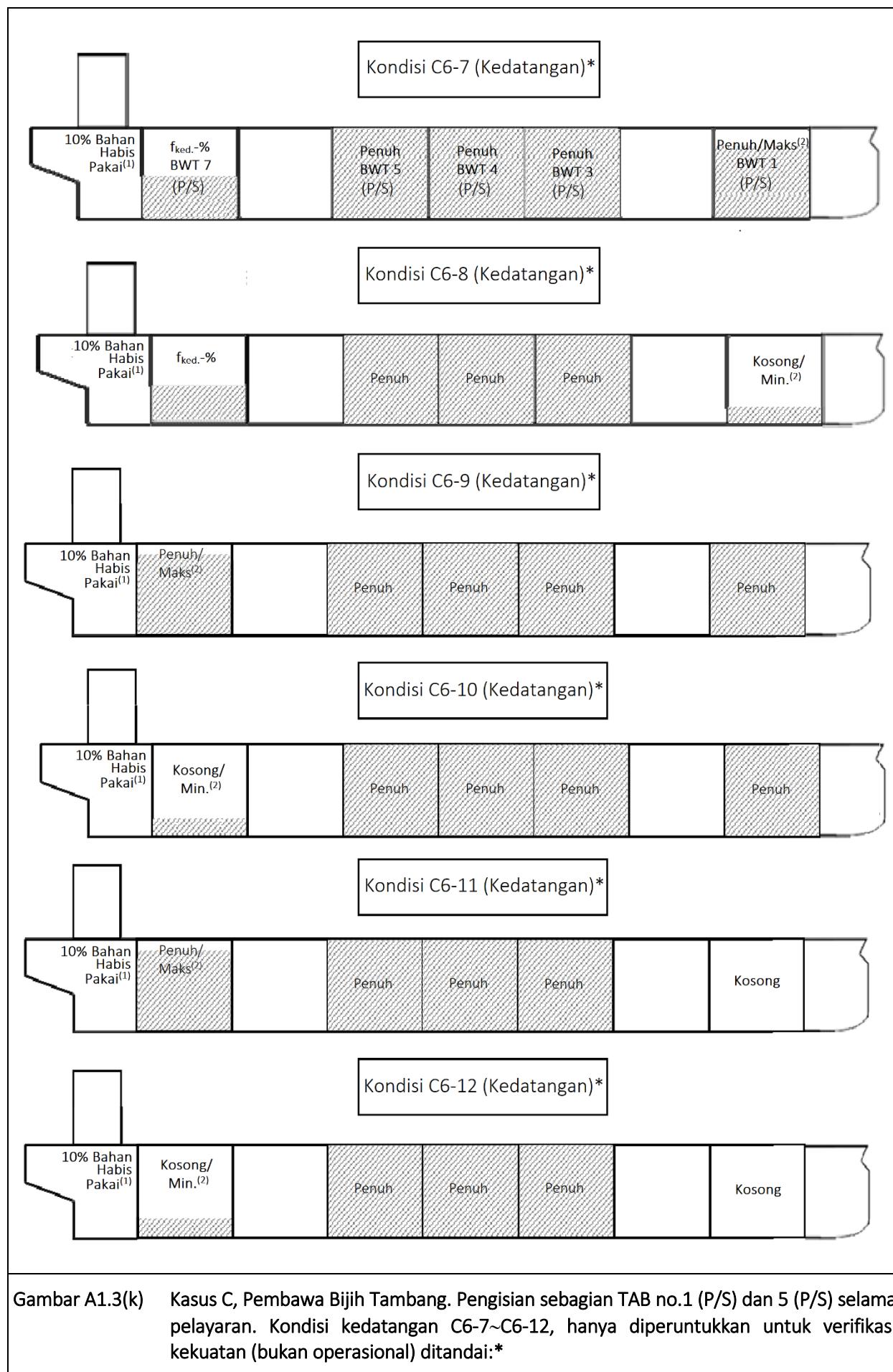
Kondisi C4-7 (Antara 3)*							
20% bahan habis pakai ⁽¹⁾	f ₇ ant% TAB 7 (P/S)		Penuh TAB 5 (P/S)	Penuh TAB 4 (P/S)	Penuh TAB 3 (P/S)		Penuh/Maks ⁽²⁾ TAB 1 (P/S)
Kondisi C4-8 (Antara 3)*							
20% bahan habis pakai ⁽¹⁾	f ₇ ant%		Penuh	Penuh	Penuh		Kosong/ Min ⁽²⁾
Kondisi C4-9 (Antara 3)*							
20% bahan habis pakai ⁽¹⁾	Penuh/ Maks ⁽²⁾		Penuh	Penuh	Penuh		Penuh
Kondisi C4-10 (Antara 3)*							
20% bahan habis pakai ⁽¹⁾	Kosong/ Min ⁽²⁾		Penuh	Penuh	Penuh		Penuh
Kondisi C4-11 (Antara 3)*							
20% bahan habis pakai ⁽¹⁾	Penuh/ Maks ⁽²⁾		Penuh	Penuh	Penuh		Kosong
Kondisi C4-12 (Antara 3)*							
20% bahan habis pakai ⁽¹⁾	Kosong/ Min ⁽²⁾		Penuh	Penuh	Penuh		Kosong
Gambar A1.3(h) Kasus C, Kapal Pembawa Bijih Tambang. Pengisian sebagian TAB no.1 (P/S) dan 7 (P/S) selama pelayaran. Kondisi antara C4-7~C4-12, hanya diperuntukkan untuk verifikasi kekuatan (bukan operasional) ditandai:*							



Gambar A1.3(i) Kasus C, Kapal Pembawa Bijih Tambang. Pengisian sebagian TAB no.1 (P/S) dan 7 (P/S) selama pelayaran. Kondisi antara C5-1~C5-4, hanya diperuntukkan untuk verifikasi kekuatan (bukan operasional) ditandai:*

Kondisi C6-1 (Kedatangan)*							
10% bahan ⁽¹⁾ habis pakai	Penuh/Maks ⁽²⁾ TAB 7 (P/S)		Penuh TAB 5 (P/S)	Penuh TAB 4 (P/S)	Penuh TAB 3 (P/S)		f _{1ked%} TAB 1 (P/S)
Kondisi C6-2 (Kedatangan)*							
10% bahan ⁽¹⁾ habis pakai	Kosong/ Min ⁽²⁾		Penuh	Penuh	Penuh		f _{1ked%}
Kondisi C6-3 (Kedatangan)*							
10% bahan ⁽¹⁾ habis pakai	Penuh		Penuh	Penuh	Penuh		Penuh/ Maks ⁽²⁾
Kondisi C6-4 (Kedatangan)*							
10% bahan ⁽¹⁾ habis pakai	Penuh		Penuh	Penuh	Penuh		Kosong/ Min ⁽²⁾
Kondisi C6-5 (Kedatangan)*							
10% bahan ⁽¹⁾ habis pakai	Kosong		Penuh	Penuh	Penuh		Penuh/ Maks ⁽²⁾
Kondisi C6-6 (Kedatangan)*							
10% bahan ⁽¹⁾ habis pakai	Kosong		Penuh	Penuh	Penuh		Kosong/ Min ⁽²⁾

Gambar A1.3(j) Kasus C, Pembawa Bijih Tambang. Pengisian sebagian TAB no.1 (P/S) dan 7 (P/S) selama pelayaran. Kondisi kedatangan C6-1~C6-6, hanya diperuntukkan untuk verifikasi kekuatan (bukan operasional) ditandai:*



Lampiran 2 Definisi dan Istilah

- A. Definisi A2-1
B. Istilah A2-1

A. Definisi

<i>buckling</i> (bukling)	: tenomena tekuk pada sebuah struktur (pelat, penegar, penumpu, dll) akibat beban tekan	<i>cladding plate</i> (pelat clad)	: sedemikian rupa yang menonjol ke dalam menuju pusat tangki untuk mengurangi efek sloshing
<i>bow flare</i> (flare haluan)	: pelebaran keluar dari lambung haluan terhadap bidang vertikal pada garis tengah kapal yang berubah secara cepat dari garis air ke atas sampai di sisi atas kapal.	<i>hull girder bending</i> (bending lambung global)	: pelat pelapis pada kapal tangki minyak, kapal gas cair dll yang terbuat dari bahan yang sesuai dengan peruntukannya
<i>buttock lines</i> (garis buttock)	: garis penampang vertikal memanjang dari badan kapal	"	: merupakan istilah respon momen bending pada kapal secara global yang mengasumsikan kapal sebagai sebuah balok sederhana (<i>beam theory</i>)
<i>fatigue</i> (kelelahan)	: fenomena kelelahan pada struktur akibat beban siklis yang berulang-ulang	"	
<i>baffle plate</i> (pelat bafel)	: pelat datar panjang yang dipasang sebagai interior tangki campuran	"	

B. Istilah

A

<i>acceptance criterion</i>	: kriteria penerimaan
<i>accidental force</i>	: gaya aksidental
<i>active Escort Tugs</i>	: kapal tunda pengiring aktif
<i>administration</i>	: Pemerintah negara bendera
<i>aft body</i>	: lambung belakang/buritan
<i>ahead</i>	: maju
<i>air condition</i>	: penyejuk udara
<i>air lock</i>	: ruang kedap udara
<i>alignment</i>	: kesegaranan
<i>ambient</i>	: suhu sekitar/lingkungan
<i>appliances</i>	: peralatan
<i>approved type</i>	: persetujuan tipe
<i>arrangement</i>	: perencanaan

as built

: seperti yang terpasang

assigned

: disematkan

astern

: mundur

athwartship

: melintang kapal

attached plate

: pelat ikut

audible alarm

: alarm suara

austenitic

: austenitik

auxiliary tiller

: celaga bantu

axle load

: Beban poros

B

back welding

: las balik

backing bar

: batang penahan

baffles

: bafel

ballast voyage

: pelayaran kondisi pemuatan balas

ballast water

: rencana pengelolaan air

management plan

: balas

<i>bar keel</i>	: lunas batang	<i>buckling</i>	: tekuk, bukling
<i>barge</i>	: tongkang	<i>build-up weld</i>	: las build-up
<i>base line</i>	: garis dasar	<i>bulb</i>	: bulb
<i>base material</i>	: material induk	<i>bulbous bow</i>	: haluan gembung
<i>bay</i>	: deret	<i>bulk carrier</i>	: kapal curah
<i>bending</i>	: bending	<i>bushes</i>	: bush (lapisan yang terbuat dari kuningan/tembaga)
<i>bending moment</i>	: momen bending	<i>butt weld</i>	: las tumpul
<i>berthing impact</i>	: dampak berlabuh	<i>butterfly nuts</i>	: mur kupu-kupu
<i>berthing operations</i>	: operasi sandar	<i>butterworth</i>	: butterworth
<i>bevel</i>	: tirus	<i>buttock lines</i>	: garis buttock
<i>biaxially</i>	: biaksial	C	
<i>bilge keel</i>	: lunas bilga	<i>cable glands</i>	: paking kabel
<i>bilge straise</i>	: lajur bilga	<i>camber</i>	: lengkung melintang kapal
<i>bilge suction</i>	: bilge hisap	<i>canal</i>	: kanal
<i>bitt</i>	: tiang	<i>cantilever</i>	: kantilever
<i>blow up pressure</i>	: tekanan tiup	<i>capstan</i>	: kapstan
<i>blowing-out pressure</i>	: tekanan hembus	<i>cargo hold</i>	: ruang muat
<i>blue print test</i>	: uji cetak biru	<i>cargo oil tank</i>	: tangki muatan minyak
<i>blunt bow</i>	: haluan yang tumpul	<i>cargo port</i>	: lubang/pintu muatan
<i>boat davits</i>	: dewi-dewi sekoci	<i>carling</i>	: karling
<i>boiler</i>	: ketel	<i>casing</i>	: selubung
<i>bollard</i>	: bolder	<i>cast steel</i>	: baja tuang
<i>bollard pull</i>	: gaya tambat	<i>ceiling</i>	: langit langit, papan pelapis (pada Kapal Barang)
<i>boss propeller</i>	: bos baling-baling	<i>cell guide systems</i>	: sistem penyekat sel
<i>bottom</i>	: alas	<i>center line</i>	: garis tengah kapal
<i>bow chain fairlead</i>	: pengarah tali haluan	<i>central power pack</i>	: unit tenaga terpusat
<i>bow chain stopper</i>	: penahan rantai haluan	<i>ceramic backing bars</i>	: batang/strip penahan dari keramik
<i>bow door</i>	: pintu haluan	<i>chafing</i>	: gesekan
<i>bow flare</i>	: Flare haluan	<i>chafing gear</i>	: rantai gesek
<i>bow height</i>	: tinggi bow	<i>chain cables</i>	: kabel rantai
<i>bow loading</i>	: perencanaan pemuatan haluan	<i>chain locker</i>	: bak rantai
<i>arrangement</i>	: pemuatan haluan	<i>chain stopper</i>	: penahan rantai
<i>bow loading arrangement</i>	: perencanaan pemuatan haluan	<i>chamfered</i>	: tirus
<i>bow structure</i>	: struktur haluan	<i>cheats cooler</i>	: kotak pendingin
<i>box girders</i>	: penumpu kotak	<i>chock</i>	: chock
<i>break</i>	: terputus	<i>clad</i>	: clad
<i>breaking link</i>	: mata rantai putus	<i>clamping</i>	: penjepit
<i>breaking load</i>	: beban putus		
<i>breakwater</i>	: pemecah ombak		
<i>breast line</i>	: tali breast		
<i>bridge deck</i>	: geladak anjungan		
<i>brittle crack arrest</i>	: penahan retak getas		
<i>broken lines</i>	: garis putus-putus		
<i>bucket ladder</i>	: tangga timba		

<i>class material</i>	:	kelas bahan	<i>cross tie</i>	:	balok palang pengikat
<i>clear opening</i>	:	bukaan bebas	<i>cruiser stern</i>	:	buritan cruiser (jenis bentuk buritan)
<i>clear profile</i>	:	penampang yang jelas	<i>curved bilge strake</i>	:	lengkungan lajur bilga
<i>clearance</i>	:	ruang main	<i>cut-out</i>	:	potongan lubang
<i>cleats</i>	:	penjepit	D		
<i>closed cup test</i>	:	uji cangkir tertutup	<i>damage stability</i>	:	stabilitas bocor
<i>coaming</i>	:	ambang	<i>deadlight</i>	:	tutup cahaya
<i>coasting service</i>	:	pelayaran pantai	<i>deck line at side</i>	:	garis geladak pada sisi kapal
<i>cofferdam</i>	:	koferdam	<i>deck strip</i>	:	potongan geladak
<i>collar</i>	:	kerah, kolar	<i>deck stringer plate</i>	:	pelat lajur sisi geladak
<i>collar plate</i>	:	pelat kolar	<i>deepest subdivision</i>	:	sarat subdivisi
<i>combination carrier</i>	:	kapal muatan kombinasi	<i>draught</i>	:	tertinggi
<i>commissioning</i>	:	komisioning	<i>degree of slenderness</i>	:	derajat kelangsingan
<i>common boundary</i>	:	diding bersama	<i>density</i>	:	massa jenis, densitas
<i>communicating openings</i>	:	bukaan lalu lintas	<i>depth</i>	:	tinggi
<i>companionway</i>	:	jalan kompanion	<i>design</i>	:	desain
<i>compound</i>	:	material kompon	<i>design force</i>	:	desain gaya
<i>compressed</i>	:	tekan	<i>detached tank</i>	:	tangki lepas
<i>cone couplings</i>	:	kopling konis	<i>deviate</i>	:	menyimpang, deviasi
<i>conecave</i>	:	cekung	<i>devices</i>	:	peralatan, perangkat, sarana
<i>constrained mast</i>	:	tiang jepit	<i>devil's claw</i>	:	devil's claw
<i>constraint</i>	:	jepit	<i>dislodged</i>	:	lepas
<i>construction</i>	:	konstruksi, pembangunan	<i>dispensed</i>	:	dispensasi
<i>constructional measure</i>	:	tindakan konstruktif	<i>distillate</i>	:	air suling
<i>container lashing</i>	:	pengikatan kontainer	<i>division</i>	:	pemisah
<i>containers stowage and lashing plans</i>	:	rencana pemuatan dan pengikatan kontainer	<i>docking condition</i>	:	kondisi pengedokan
<i>corrosion addition</i>	:	penambahan korosi	<i>afloat</i>	:	apung
<i>corrugated bulkhead elements</i>	:	elemen-elemen sekat bergelombang	<i>double bevel</i>	:	tirus ganda
<i>corrugation</i>	:	elemen bergelombang	<i>double bottom</i>	:	alas ganda
<i>coupling bolt</i>	:	baut kopling	<i>double side skin bulk carrier</i>	:	kapal curah kulit sisi ganda
<i>crane boom</i>	:	lengan crane	<i>double skin cover</i>	:	tutup pelat ganda
<i>crank case</i>	:	poros engkol	<i>downflooding arrangement</i>	:	perencanaan pemberanaman
<i>crank handle</i>	:	tuas engkol	<i>downflooding angle</i>	:	sudut pemberanaman
<i>cross deck strips</i>	:	potongan geladak melintang	<i>draught-tight fire damper</i>	:	peredam api kedap angin
<i>cross flooding arrangement</i>	:	perencanaan kebocoran silang	<i>dredger</i>	:	kapal keruk
			<i>dredger gear</i>	:	alat pengeringan

<i>dredger hopper</i>	:	kapal keruk hoper	<i>failsafe</i>	:	konsep gagal aman
<i>dry cargo hold</i>	:	ruang muatan kering	<i>fairleads</i>	:	pengarah tali
<i>duct</i>	:	saluran	<i>fall arrester</i>	:	alat penahan jatuh
<i>ductile material</i>	:	material ulet	<i>FAT class</i>	:	kelas FAT
<i>dummy</i>	:	dumy	<i>fatigue strength</i>	:	kekuatan lelah
<i>dunnage</i>	:	ganjal	<i>feed water</i>	:	air ketel
E			<i>fender</i>	:	dapra
<i>earth failure alarm</i>	:	alarm kegagalan tanah	<i>fibre ropes</i>	:	tali serat
<i>edge function</i>	:	fungsi batas	<i>figure-of-eight</i>	:	angka delapan
<i>edge girder</i>	:	penumpu tepi	<i>fin Stabilizers</i>	:	sirip penstabil
<i>eductor</i>	:	alat pembuangan	<i>fire-fighting arrangement</i>	:	perencanaan pemadam kebakaran
<i>effective</i>	:	bangunan atas yang efektif	<i>fire safety</i>	:	keselamatan kebakaran
<i>superstructure</i>	:	pengelasan elektrogas	<i>fitted bolts</i>	:	baul pas
<i>electrogas welding</i>	:	perpanjangan	<i>fitted key</i>	:	pasak pas
<i>elongation</i>	:	jalur pintu keluar darurat	<i>fitting-out</i>	:	pelepasan perlengkapan
<i>emergency escape</i>	:	sistem pelepasan cepat darurat	<i>fixed nozzle</i>	:	tabung permanen
<i>emergency quick release system</i>	:	sistem pelepas darurat	<i>fixed water spray system</i>	:	sistem pemercik air permanen
<i>emergency release systems</i>	:	sambungan ujung	<i>fixing point</i>	:	titik penjepitan
<i>end attachments</i>	:	braket ujung	<i>flange</i>	:	flens
<i>end bracket</i>	:	dinding	<i>flank weld</i>	:	las sisi
<i>end bulkhead</i>	:	depan/belakang bangunan atas	<i>flare angle</i>	:	sudut pelebaran
<i>superstructure</i>	:	entrainmen	<i>flat</i>	:	bilah rata
<i>entrainment</i>	:	sudut masuk	<i>flat bars</i>	:	flat bar
<i>entry angle</i>	:	envelope	<i>flat bottom</i>	:	alas datar
<i>envelope</i>	:	perlengkapan	<i>flat keel</i>	:	lunas rata
<i>equipment</i>	:	angka perlengkapan	<i>flexural</i>	:	lentur
<i>equipment number</i>	:	ekuivalen	<i>floodable hold</i>	:	
<i>equivalent</i>	:	bukaan bangunan atas	<i>flush scuttles</i>	:	flush scuttles
<i>erection openings</i>	:	rute penyelamatan darurat	<i>footstop</i>	:	penahan kaki
<i>escape routes</i>	:	tekanan ujung yang berlebihan	<i>forecastle deck</i>	:	geladak akil
<i>excessive edge pressure</i>	:	pembuangan	<i>fore-hooks</i>	:	pengait haluan
<i>exhaust</i>	:	dinding luar	<i>forklift</i>	:	forklif
<i>exterior wall</i>	:	bangunan atas	<i>fork towing</i>	:	garpu penarik
<i>superstructure</i>	:	sambungan mata	<i>formula</i>	:	formula
<i>eye splice</i>	:		<i>forward</i>	:	garis tegak haluan
F			<i>perpendicular</i>	:	
<i>face bar</i>	:	pelat hadap	<i>free deck</i>	:	geladak terbuka
<i>face plates</i>	:	pelat hadap	<i>friction band brake</i>	:	kampas rem
			<i>frontal weld</i>	:	las depan
			<i>frost</i>	:	musim dingin yang beku
			<i>funnel</i>	:	cerobong asap
			<i>furnishing</i>	:	perabotan

<i>furniture</i>	: mebel	<i>heavy pieces</i>	: bagian yang padat
G		<i>heeling angle</i>	: sudut oleng
<i>gallow</i>	: gantungan	<i>heel stiffener</i>	: Penegar tumit
<i>gangways</i>	: jalan (lorong)	<i>heeling</i>	: oleng
<i>gantry</i>	: gantri	<i>helideck</i>	: helidek
<i>garboard</i>	: pelat pengapit	<i>high lift rudder</i>	: daya angkat tinggi
<i>gas carrier</i>	: Kapal pengakut gas	<i>higher strength</i>	: kekuatan lebih tinggi
<i>gasket</i>	: paking	<i>hold back</i>	: penahan balik
<i>gear</i>	: roda gigi	<i>hold flooding</i>	: ruang muat bocor
<i>generic section</i>	: secara umum	<i>holding capacity</i>	: kapasitas penahan
<i>glands</i>	: paking	<i>hollow profiles</i>	: profil cekung
<i>glazing</i>	: mengkilap	<i>horizontal bending</i>	: momen bending horisontal
<i>grab</i>	: keruk	<i>moments</i>	
<i>grab dredger</i>	: kapal keruk cengkeram	<i>horizontal flat keel</i>	: lunas datar horizontal
<i>grade</i>	: tingkat mutu	<i>horizontal shear forces</i>	: gaya geser horisontal
<i>grillage</i>	: grillage	<i>hose coupling</i>	: selang kopling
<i>gross</i>	: kotor	<i>hot spot stress</i>	: tegangan hot spot
<i>gross scantling</i>	: ukuran konstruksi kotor	<i>hound</i>	: hound
<i>guard rail</i>	: rel pengaman, pagar pelindung	<i>hull girder bending</i>	: bending lambung global
<i>gudgeon</i>	: mangkok kemudi	I	
<i>gunwales</i>	: pinggir atas lambung	<i>ice belt</i>	: sabuk es
<i>gusset</i>	: gusset	<i>ice strengthening</i>	: penguatan untuk pelayaran di es
<i>gutter bar</i>	: talang got	<i>impact</i>	: impak
<i>gutter way</i>	: saluran buangan	<i>impact force</i>	: gaya kejut
H		<i>Impressed current</i>	: arus tanding
<i>half-round bar</i>	: batang setengah bulat	<i>Impressed current systems</i>	: sistem arus tanding
<i>handhold</i>	: sandaran tangan	<i>inclining test</i>	: Uji kemiringan
<i>handrail</i>	: pegangan tangan	<i>Increased freeboard</i>	: kenaikan lambung timbul
<i>hard corners</i>	: pojok kaku	<i>inert gas</i>	: gas inert
<i>hard eye-formed termination</i>	: ujung keras berbentuk seperti mata	<i>inner bottom</i>	: alas dalam
<i>hasp</i>	: penahan	<i>Inner door</i>	: pintu dalam
<i>hatch cover skirt plate</i>	: pelat tepi tutup palka	<i>inner-skin bulkhead</i>	: sekat sisi dalam
<i>hatchways</i>	: lubang palka	<i>insert plate</i>	: pelat sisipan
<i>hauling tension</i>	: tegangan angkut	<i>install</i>	: pemasangan
<i>hawse pipe</i>	: urlup jangkar, pipa lubang jangkar	<i>insulation</i>	: insulasi
<i>head</i>	: tekanan	<i>intact stability</i>	: stabilitas utuh
<i>heading</i>	: maju	<i>interlocked</i>	: bertautan, saling mengunci
<i>heat input</i>	: masukkan panas	<i>Internal combustion machinery</i>	: mesin pembakaran dalam
<i>heave</i>	: heave	J	
		-	

K			
<i>knuckles</i>	: tekukan	<i>loosened</i>	: longgar
L		<i>lower deck</i>	: geladak bawah
<i>Labyrinths</i>	: labirin	<i>lower explosive limit</i>	: batas ledak bawah
<i>ladder well</i>	: sumur tangga	<i>lug joint</i>	: sambungan lug
<i>lapped joint</i>	: sambungan tumpang	<i>lug plate</i>	: pelat lug
<i>large deck opening</i>	: bukaan geladak besar	M	
<i>lashing</i>	: pengikatan	<i>machinery space</i>	: ruang permesinan
<i>latch</i>	: gredel	<i>mail</i>	: ruang dokumen surat
<i>lateral</i>	: lateral	<i>main engine</i>	: mesin induk
<i>lay</i>	: pilinan	<i>main frame</i>	: gading utama
<i>length of the chord</i>	: panjang tali busur	<i>main piece diameter</i>	: diameter poros utama
<i>lever</i>	: lengan	<i>maker</i>	: pabrik pembuat
<i>lifeboat</i>	: sekoci penolong	<i>manholes</i>	: lubang orang
<i>liferaft</i>	: rakit penolong	<i>manifold</i>	: manipol
<i>lifting eye</i>	: pelat mata angkat	<i>manoeuvring</i>	: instalasi olah gerak
<i>light service draught</i>	: sarat layanan ringan	<i>arrangement</i>	
<i>light service draught</i>	: sarat layanan ringan	<i>manufacturer</i>	: pabrik, manufaktur
<i>lightweight survey</i>	: survei berat kapal kosong	<i>manufacturing</i>	: pengerajan
<i>lignum</i>	: kayu pok	<i>master</i>	: nakhoda
<i>limber</i>	: Lubang air	<i>mating platform</i>	: platform mating
<i>limiting fleet angles</i>	: batasan sudut fleet	<i>mating recess</i>	: reses sambungan
<i>liner</i>	: lapisan poros	<i>mating ring lock</i>	: alat pengunci
<i>list angle</i>	: sudut kemiringan	<i>device</i>	: cincin sambungan
<i>living area</i>	: area akomodasi	<i>mating surfaces</i>	: permukaan berhimpit
<i>load-bearing</i>	: penahan beban	<i>mean</i>	: nilai tengah
<i>loading computer</i>	: komputer pemuatan	<i>means of escape</i>	: sarana
<i>loading computer system</i>	: sistem pemuatan komputer	<i>membrane stress</i>	: penyelamatan diri
<i>loading condition</i>	: kondisi pemuatan	<i>mid-length</i>	: tegangan membran
<i>loading guidance</i>	: petunjuk pemuatan	<i>minimum nominal</i>	: pertengahan
<i>locker</i>	: loker	<i>upper yield point</i>	: nilai minimum
<i>longitudinal</i>	: memanjang, pembujur (sebagai objek struktur)	<i>modulus of elasticity</i>	: tegangan luluh atas nominal
<i>longitudinal framing</i>	: konstruksi memanjang	<i>mooring and towing arrangement</i>	: modulus elastisitas
<i>longitudinal stiffening system</i>	: sistem kontruksi memanjang	<i>mooring bitts</i>	: pengaturan
<i>longitudinal strength</i>	: kekuatan memanjang	<i>mooring chain</i>	: tambat dan tarik
<i>loose component</i>	: komponen lepas	<i>traction control</i>	: tiang tambat
		<i>mooring winches</i>	: kontrol traksi
		<i>moulded</i>	: rantai tambat
		<i>moulding</i>	: derek tambat
		<i>mounting</i>	: tanpa kulit
		<i>moveable grain</i>	: ornamen ukir
		<i>bulkhead</i>	: dudukan
			: sekat bulir bergerak

<i>multi hatchway</i>	: banyak lubang palka	<i>photo luminescent</i>	: berpendar
<i>multiport</i>	: multiport	<i>pick-up gear</i>	: alat ambil/ tali lempar
<i>multi-purpose dry cargo ships</i>	: kapal barang kering serbaguna	<i>pick-up rope</i>	: penyimpangan tali lempar
<i>muster station</i>	: titik kumpul	<i>pilot card</i>	: kartu mualim, kartu pilot
N			
<i>natural frequency</i>	: frekuensi natural	<i>pintle housing</i>	: rumah pena
<i>natural hard wood decking</i>	: sistem lapisan geladak dengan kayu keras alami	<i>pintles</i>	: kemudi
<i>nett</i>	: bersih	<i>pipe stanchion</i>	: pena
<i>net scantling</i>	: ukuran konstruksi bersih	<i>pitch</i>	: pitch
<i>non-effective superstructure</i>	: bangunan atas yang tidak efektif	<i>pitch propeller</i>	: pitch baling baling
<i>normalized</i>	: normalisasi	<i>plane stress</i>	: tegangan bidang
<i>noses radius</i>	: jari-jari hidung	<i>plant</i>	: pabrik
<i>notch stresses</i>	: tegangan takik	<i>plug welding</i>	: las sumbat
<i>nozzle rudder</i>	: kemudi tabung	<i>plywood</i>	: kayu lapis
O		<i>pontoon</i>	: ponton
<i>ocean towages</i>	: penarikan samudera	<i>poop deck</i>	: geladak kimbul
<i>oil tanker</i>	: kapal tangki	<i>portable</i>	: portabel
<i>oil-filled electrical transformers</i>	: transformator listrik berpendingin minyak	<i>post weld treatment</i>	: perlakuan pasca pengelasan
<i>ore carriers</i>	: kapal bijih tambang	<i>potable water tanks</i>	: tangki air minum
<i>overflow</i>	: limpah	<i>power installation</i>	: instalasi listrik
<i>overhang</i>	: menggantung	<i>power operated watertight doors</i>	: pintu kedap air yang dioperasikan dengan tenaga listrik
P		<i>power supply</i>	: sumber tenaga
<i>parallel midship body</i>	: bentuk lambung tengah kapal yang sama	<i>power ventilation</i>	: ventilasi listrik
<i>parent metal</i>	: logam induk	<i>power-operated closing arrangement</i>	: rencana pengoperasian penutupan dengan tenaga listrik
<i>partial</i>	: parsial	<i>pre-rigged</i>	: dipasang tali terlebih dulu
<i>passageway</i>	: lorong, jalan lintas	<i>pressure-vacuum relief valves</i>	: katup pelepas tekanan hampa
<i>patch load</i>	: bidang beban	<i>primary</i>	: primer
<i>pawl</i>	: pawl	<i>principal dimensions</i>	: ukuran utama
<i>peak</i>	: ceruk	<i>promenade</i>	: temat untuk berjalan-jalan
<i>pedestal lead</i>	: alas pedestal	<i>proof load</i>	: beban uji
<i>pedestal roller</i>	: roda penyangga	<i>proof stress</i>	: tegangan uji
<i>permissible</i>	: tegangan bending	<i>propeller brackets</i>	: braket baling baling
<i>longitudinal bending stress</i>	: memanjang ijin	<i>propeller jet</i>	: baling-baling jet
<i>permissible fatigue stress range</i>	: rentang tegangan ijin kelelahan	<i>Propeller nozzles</i>	: tabung baling-baling
<i>permissible stress</i>	: tegangan izin	<i>propeller post</i>	: linggi baling-baling

<i>propeller well</i>	:	rongga baling-baling, sumur poros baling-baling	<i>roll angle</i>	:	sudut roll
<i>protrusion</i>	:	tonjolan	<i>rolled</i>	:	canai
<i>push link barge</i>	:	tongkang terhubung dengan pendorong	<i>rolled angel</i>	:	siku canai
<i>pusher tug</i>	:	kapal tunda pendorong	<i>root gap</i>	:	jarak kaki lasan
Q			<i>rounded</i>	:	dibundarkan
<i>quadrangle</i>	:	kuadran	<i>rounded nose</i>	:	haluan bundar
<i>quarter deck</i>	:	geladak penggal	<i>rudder bearing</i>	:	bantalan kemudi
<i>quasi static</i>	:	kuasi statik	<i>rudder blade</i>	:	daun kemudi
<i>quenched</i>	:	di quench	<i>rudder body</i>	:	badan kemudi
R			<i>rudder carrier</i>	:	penyangga kemudi
<i>rake end</i>	:	ujung haluan dan buritan yang menanjak	<i>rudder coupling</i>	:	kopling kemudi
<i>rake of keel</i>	:	lunas miring	<i>rudder horn</i>	:	tanduk kemudi
<i>ramp</i>	:	rampa	<i>rudder post</i>	:	tiang kemudi
<i>range</i>	:	rentang	<i>rudder sole</i>	:	kavitas sepatu kemudi
<i>rated load</i>	:	beban nominal	<i>cavitation</i>		
<i>recess</i>	:	Lekukan, menjorok	<i>rudder stock</i>	:	tongkat kemudi
<i>recurrent test</i>	:	pengujian ulang	<i>rudders outside the propeller jet</i>	:	kemudi diluar baling-baling jet
<i>reduced freeboard</i>	:	pengurangan lambung timbul	<i>rule</i>	:	peraturan
<i>reduksi</i>	:	pengurangan	S	:	
<i>regulation</i>	:	regulasi	<i>safe space</i>	:	ruang aman
<i>removable deck</i>	:	geladak yang bergerak	<i>safe towing load</i>	:	beban tarik aman
<i>repose angle</i>	:	sudut muatan diam	<i>safe working load</i>	:	beban kerja aman
<i>restricted ocean service</i>	:	pelayaran samudra terbatas	<i>safety factor</i>	:	faktor keamanan
<i>restricted output</i>	:	daya keluaran yang dibatasi	<i>sanitary discharges</i>	:	saluran saniter
<i>restrictive</i>	:	restriktif	<i>scallops</i>	:	skallop
<i>retractable</i>	:	dapat ditarik	<i>scantling</i>	:	ukuran konstruksi
<i>return system</i>	:	sistem aliran kembali	<i>scarping, scarphed</i>	:	skarping
<i>reversed frame</i>	:	gading balik	<i>secondary</i>	:	skunder
<i>ribs</i>	:	tulangan	<i>score marks</i>	:	tanda goresan
<i>right angel</i>	:	sudut kanan	<i>scuppers</i>	:	lubang pembuangan
<i>rise of floor</i>	:	alas miring	<i>sea chest</i>	:	kotak katup laut
<i>risk of recoil</i>	:	risiko recoil	<i>sea chests</i>	:	kotak laut
<i>rocker mast</i>	:	penumpu sederhana	<i>sea trial</i>	:	pelayaran percobaan
<i>rod cleats</i>	:	batang tupai-tupai	<i>Seagoing ship</i>	:	Kapal samudra
<i>roll</i>	:	roll	<i>sealing pressure</i>	:	tekanan perapat
			<i>seating</i>	:	dudukan
			<i>securing of stowed anchors</i>	:	pengamanan jangkar yang disimpan
			<i>semi-spade rudder</i>	:	kemudi semi gantung
			<i>sequential</i>	:	berurutan
			<i>service speed</i>	:	kecepatan dinas
			<i>shaft tunnels</i>	:	terowongan poros
			<i>shear</i>	:	lengkung bujur
			<i>shear centre</i>	:	titik pusat geser

<i>shear strake</i>	: pelat sisi lajur atas	<i>slop tank</i>	: tangki minyak
<i>sheaves</i>	: katrol	<i>slot</i>	: kotor
<i>shedders</i>	: shedder	<i>slot welding</i>	: slot
<i>sheer</i>	: lengkung geladak memanjang	<i>slot-welding</i>	: las lubang
<i>shell</i>	: kulit kapal	<i>small flush deck</i>	: las slot
<i>shell door</i>	: pintu lambung	<i>hatch</i>	: palka geladak rata
<i>sheltered water</i>	: pelayaran perairan yang terlindung	<i>smaller openings</i>	: kecil di geladak
<i>service</i>		<i>snip</i>	: bukaan lebih kecil
<i>shipboard fitting</i>	: perlengkapan kapal diatas geladak	<i>sniped stiffener</i>	: snip
<i>shipboard fittings and supporting hull structures</i>	: perlengkapan kapal diatas geladak dan pendukung struktur lambung	<i>socket weld</i>	: penegar yang ditiruskan
<i>ship heading</i>	: arah maju kapal	<i>soft-annealed</i>	: las soket
<i>shore</i>	: shore	<i>sole piece</i>	: anil/ anil
<i>shore based test</i>	: pengujian berbasis darat	<i>solid part</i>	: pelunakan
<i>shrinking stress</i>	: tegangan penyusutan	<i>sounding pipe</i>	: sepatu kemudi
<i>shrouds</i>	: penahan	<i>span</i>	: bagian pejal
<i>shut-off valve</i>	: katup penutup	<i>special mission</i>	: pipa duga
<i>shutter</i>	: jendela	<i>profile applies</i>	: panjang
<i>shuttle service</i>	: operasi penjemputan	<i>split hopper barge</i>	: bentuk dan misi
<i>side-opening door</i>	: pintu bukaan samping	<i>spoil</i>	: khiusus
<i>side scuttle</i>	: jendela bundar	<i>sprinkler</i>	: tongkang split
<i>sighting port</i>	: lubang pengamatan	<i>sprinkler head</i>	: hoper
<i>sills</i>	: ambang	<i>staggered</i>	: lumpur
<i>single point mooring</i>	: penambatan satu titik	<i>stainless</i>	: sprinkler, pompa
<i>single point offshore mooring</i>	: penambatan satu titik bangunan lepas pantai	<i>stairways</i>	: pemercik
<i>single side skin bulk carrier</i>	: kapal curah kulit sisi tunggal	<i>stamping</i>	: teknakan sprinkler
<i>single skin cover</i>	: tutup pelat tunggal	<i>stanchion</i>	: berliku/ zig zag
<i>skeg</i>	: skeg	<i>static torsional moment</i>	: baja tahan karat
<i>skid</i>	: skid	<i>stay</i>	: tangga tapak
<i>skirt plates</i>	: pelat skirt	<i>stayed mast</i>	: stampel
<i>skylight</i>	: jendela cahaya	<i>steam shoe</i>	: tiang pagar
<i>slamming</i>	: slamming	<i>steel coil</i>	: momen torsi statik
<i>sleeve</i>	: tabung	<i>steel grades</i>	: stay, penumpu/ penyangga
<i>sliding bolt</i>	: baut geser	<i>steering</i>	: tiang dengan penyangga
<i>slip device</i>	: alat pelepas	<i>arrangement</i>	: sepatu linggi
		<i>steering force</i>	: gulungan baja
		<i>steering gear</i>	: tingkat mutu baja
		<i>steering gear compartment</i>	: perencanaan
		<i>stem</i>	: kemudi
		<i>stepped</i>	: gaya kemudi
			: instalasi
			: penggerak kemudi
			: kompartemen
			: instalasi
			: penggerak kemudi
			: linggi haluan
			: berundak

<i>stern frames</i>	:	linggi buritan	<i>swash bulkhead</i>	:	sekat berlubang
<i>stern gland</i>	:	paking buritan	<i>sway</i>	:	sway
<i>stern post</i>	:	tiang linggi buritan	<i>switchboard</i>	:	Papan hubung bagi
<i>stern tube</i>	:	tabung buritan	<i>swivel</i>	:	kili-kili
<i>still water bending moments</i>	:	momen bending air tenang	T		
<i>still water shear force</i>	:	gaya geser kondisi air tenang	<i>tank top</i>	:	bagian atas tangki
<i>stool</i>	:	stol	<i>taper</i>	:	bertahap/tirus
<i>stopper</i>	:	penahan	<i>television</i>	:	kamera pengawas
<i>store room</i>	:	ruang penyimpanan	<i>surveillance</i>		
<i>stowage, stow</i>	:	penyimpanan	<i>tenon welding</i>	:	las pasak
<i>stowed position</i>	:	posisi penyimpanan	<i>tension</i>	:	tarik
<i>stowrack</i>	:	rak penyimpanan muatan	<i>terminal</i>	:	pemberhentian
<i>straightening</i>	:	pelurus	<i>thermal stress</i>	:	tegangan termal
<i>stringer</i>	:	senta	<i>throat thickness</i>	:	tebal leher
<i>stringer plate</i>	:	pelat lajur sisi geladak	<i>throat weld</i>	:	leher las
<i>strong beam</i>	:	balok besar	<i>thrust bearing</i>	:	bantalan dorong
<i>strong point</i>	:	titik kekuatan	<i>thruster</i>	:	pendorong
<i>structure</i>	:	stuktur	<i>tier of beam</i>	:	tingkat balok
<i>strut</i>	:	strut, penyangga	<i>tightening</i>	:	pengencangan
<i>strut barrel</i>	:	bos penyangga	<i>timber deck cargo</i>	:	muatan kayu di geladak
<i>stud welding</i>	:	las tiang	<i>timber loadline</i>	:	lambung timbul muatan kayu
<i>stuffing boxes</i>	:	tabung/ kotak paking	<i>toe</i>	:	toe
<i>stud link chain</i>	:	rantai sekang	<i>toggle</i>	:	toggle
<i>subdivision</i>	:	pembagian ruangan	<i>torsional moment</i>	:	momen torsi
<i>submerged arc welding</i>	:	las busur redam	<i>tow tripping arm</i>	:	lengan tarik tripping
<i>submerged turret loading</i>	:	perencanaan pembebangan turet terbenam	<i>towage operation</i>	:	operasi penarikan
<i>substructures</i>	:	substuktur	<i>towards the ends</i>	:	mendekati ujung-ujung kapal
<i>suction tube</i>	:	pipa isap	<i>towing and mooring arrangement</i>	:	pengaturan tambat dan tarik
<i>summer load line</i>	:	garis muat musim panas	<i>towing arrangement</i>	:	perencanaan tarik
<i>sunk superstructure</i>	:	bangunan atas yang tenggelam	<i>towing connection</i>	:	sambungan tarik
<i>superimposed</i>	:	gabungan	<i>towing gear</i>	:	peralatan tarik
<i>supply</i>	:	pasokan	<i>towing hook</i>	:	kait tarik
<i>surge</i>	:	surge	<i>towing winches</i>	:	derek tarik
<i>survival craft</i>	:	kapal penyelamat	<i>towline</i>	:	tali tarik
<i>survival factor</i>	:	faktor keberlangsungan kapal berlayar	<i>towline heeling arm</i>	:	lengan tali tarik oleng
			<i>towrope</i>	:	tali tarik
			<i>transitory</i>	:	sementara
			<i>transmitting</i>	:	penyalur
			<i>transom</i>	:	transom
			<i>transverse frame</i>	:	konstruksi melintang

<i>transverse framing</i>	:	konstruksi melintang	<i>wake</i>	:	arus ikut
<i>transverse stiffening system</i>	:	sistem konstruksi melintang	<i>walkway</i>	:	jalan orang
<i>transverses</i>	:	pelintang	<i>warning triangle</i>	:	segitiga peringatan
<i>trapeze</i>	:	trapesium	<i>warping drum</i>	:	drum warping
<i>trawlers</i>	:	kapal pukat	<i>watertight trunk</i>	:	tabung kedap air
<i>tricing winches</i>	:	derek tricing	<i>wave bending moment</i>	:	momen bending kondisi gelombang
<i>trim</i>	:	trim	<i>wave induced loads</i>	:	beban akibat gelombang
<i>tripping</i>	:	bergelombang/ tertekuk/ terpelintir	<i>wave induced torsional moment</i>	:	momen torsional akibat gelombang
<i>tripping braket</i>	:	braket triping	<i>wave shear force</i>	:	gaya geser kondisi gelombang
<i>trunk</i>	:	bubungan	<i>way of bearings</i>	:	daerah bantalan
<i>trunk shaft</i>	:	tabung poros	<i>weather deck</i>	:	geladak cuaca
<i>truss</i>	:	rangka	<i>web frame</i>	:	gadng besar
<i>tug</i>	:	kapal tunda	<i>web thickness</i>	:	tebal bilah
<i>turnbuckle</i>	:	sekrup penegang span	<i>webs of girder systems</i>	:	bilah dari sistem penegar
<i>turtle deck</i>	:	geladak kura-kura	<i>wedge support</i>	:	tumpuan pasak
<i> tween deck</i>	:	geladak antara	<i>wedges</i>	:	baji
<i>type tested</i>	:	uji tipe	<i>weir</i>	:	bendung
U			<i>weld gap</i>	:	jarak celah las
<i>ullage plug</i>	:	sumbat lubang duga	<i>welding consumable</i>	:	bahan habis
<i>ultimate strength</i>	:	kekuatan ultimatum	<i>welding procedure test</i>	:	pengelasan
<i>ultimate vertical bending moment</i>	:	momen bending vertikal ultimat	<i>whaleback</i>	:	uji prosedur pengelasan
<i>unfavourable</i>	:	paling tidak menguntungkan	<i>whaleback deck</i>	:	whaleback
<i>upper and lower hull flange</i>	:	flens atas dan bawah konstruksi lambung kapal	<i>wheel house</i>	:	geladak punggung paus
<i>upper crown</i>	:	tutup atas	<i>wheel print</i>	:	ruang kemudi
<i>upper edge of sheer strake</i>	:	pelat lajur sisi atas	<i>winch</i>	:	tapak roda
<i>uppermost continuous deck</i>	:	geladak menerus teratas	<i>winch drum</i>	:	derek
V			<i>winch storage drum</i>	:	drum derek
<i>vegetable oil</i>	:	minyak nabati	<i>windlass</i>	:	derek untuk drum penyimpanan
<i>veneer</i>	:	vinir		:	mesin derek jangkar
<i>vertical wave bending moments</i>	:	momen bending gelombang vertikal	<i>wing tank</i>	:	tangki sayap/samping
<i>vertical wave shear forces</i>	:	gaya geser gelombang vertikal	<i>wire rope</i>	:	tali kawat
<i>visor door</i>	:	pintu visor	<i>workmanship</i>	:	kecakapan pengkerjaan
<i>visor pivot</i>	:	titik putar visor	X		
W			-		
			Y		
			<i>yaw</i>	:	yaw
			Z		
			<i>zinc anodes</i>	:	anoda seng

Halaman ini sengaja dikosongkan