



Peraturan Klasifikasi dan Konstruksi
Bagian 3 Kapal Khusus

PERATURAN KAPAL KAYU

Volume VI

Edisi 2023



**Peraturan Klasifikasi dan Konstruksi
Bagian 3 Kapal Khusus**

PERATURAN KAPAL KAYU

Volume VI

Edisi 2023

Perubahan terhadap Edisi sebelumnya ditandai dengan warna merah dan teks yang diperluas. Namun, jika perubahan melibatkan keseluruhan bab atau sub bab biasanya hanya judulnya yang berwarna merah.

Menggandakan seluruh atau sebagian isi dari Peraturan ini dengan cara apapun, harus mendapatkan izin tertulis dari Kantor Pusat Biro Klasifikasi Indonesia.

Kata Pengantar

Peraturan ini menggantikan Peraturan Kapal Kayu (Bag.3, Vol.VI) edisi 1996. Pada edisi kali ini terdapat beberapa tambahan dan perubahan baru dari Edisi sebelumnya. Perubahan tersebut meliputi aplikasi peraturan, persyaratan galangan, persyaratan material kayu, daerah pelayaran, pencegahan kebakaran, penyimpanan lem, dan perlengkapan jangkar. Perubahan terhadap Edisi sebelumnya ditandai dengan warna merah dan teks yang diperluas.

Peraturan ini menyediakan persyaratan konstruksi yang berlaku untuk kapal kayu yang diklasifikasikan oleh Biro Klasifikasi Indonesia selanjutnya disebut BKI. Kapal kayu yang dimaksud adalah kapal yang berlayar di area domestik perairan Indonesia atau perairan yang setara dengan perairan Indonesia.

Versi elektronik 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

Pemberitahuan Perubahan Peraturan –2023

Tabel 1 – Perubahan yang Termasuk dalam Pemberitahuan ini

Halaman-halaman ini berisi perubahan dalam bagian-bagian berikut dari Peraturan Kapal Kayu (Bag.3, Vol.VI) Edisi 2023.

Perubahan ini akan mulai berlaku pada 1 Juli 2023.

Paragraf	Judul/Subjek	Status/Keterangan
Semua	Tabel-tabel	Perubahan nomor tabel (menyesuaikan Bab yang terkait)
Bab 1 – Umum		
1.A.	Aplikasi	
1.A.1	–	Menambahkan persyaratan panjang kapal yang terkena aturan ini
1.A.2	–	Menambahkan persyaratan daerah operasi pelayaran
1.A.3	–	Menambahkan informasi terkait notasi klas dan tambahan
1.A.7	–	Menambahkan persyaratan penilaian risiko untuk kapal dengan konstruksi yang berbeda
1.A.8	–	Menambahkan referensi peraturan terkait statutoria
1.A.9	–	Menambahkan informasi referensi peraturan lainnya
1.B.	Dokumen Persetujuan	
1.B.3	–	Menambahkan persyaratan dokumen dan gambar utama yang harus dikirim untuk pemeriksaan
1.C.	Ukuran Utama	
1.C.	Ukuran Utama	Perubahan Sub Bab (sebelumnya di Bab 3)
1.C.1	–	Menambahkan keterangan ukuran utama dalam satuan meter dan keterangan Gambar 1.1 Panjang kapal
1.C.2	–	Menambahkan keterangan Gambar 1.1 Panjang kapal
1.C.3	–	
1.C.4	–	
1.C.5	Lebar kapal B	Menambahkan definisi Lebar B' dan keterangan Gambar 1.1 Panjang kapal
1.C.6	–	Menambahkan keterangan Gambar 1.1 Panjang kapal
1.C.7	–	
1.D.	Kemahiran (Workmanship)	
1.D.1	Persyaratan galangan	Menambahkan persyaratan untuk galangan kapal
1.D.2	Kendali mutu	Menambahkan pesryaratan untuk kendali mutu galangan kapal
Bab 2 – Material		
Semua	–	Korigenda menyeluruh untuk kata Bahan menjadi Material
2.A.	Kayu	

2.A.1.1	–	Menambahkan persyaratan untuk material kayu yang bersumber dari Rekomendasi Teknis Tim Riset kapal kayu BKI
2.A.1.3	–	
2.A.2.1		Menambahkan informasi keterangan untuk Tabel 2.1 (Kelas Kuat Kayu) dan 2.2 (Kelas Awet Kayu)
2.A.2.2	–	Menambahkan referensi untuk nama-nama kayu yang dapat digunakan
2.A.2.3	–	
2.B.	Kayu Lapis	
2.B.	Kayu Lapis	Menambahkan persyaratan marine grade untuk kayu lapis yang digunakan
2.C.	Logam	
2.C.1		Menambahkan informasi untuk material
Bab 3 – Ukuran Bagian Konstruksi		
Bab 3	Ukuran Bagian Konstruksi	Perubahan nomor Bab (sebelumnya Bab 4 – Ukuran Bagian Konstruksi)
Semua	–	Mengganti kata lutut menjadi braket
3.A.	Umum	
3.A.1	–	Perubahan nomor Bab dan menambahkan persyaratan daerah pelayaran kapal kayu yang terkena aturan ini
3.B.	Lunas	
Gambar 3.1	Jenis sambungan skarp	Menambahkan gambar untuk jenis-jenis sambungan skarp
Gambar 3.2	Penahan air (<i>stopwater</i>)	Menambahkan gambar untuk penahan air (<i>stopwater</i>)
3.C.	Linggi Haluan dan Linggi Buritan	
Gambar 3.4	Gading-gading tunggal lengkung	Perubahan nomor Gambar
Gambar 3.5	Gading-gading berganda lengkung	Perubahan nomor Gambar
3.D.	Gading-Gading	
3.D.1.3	–	Menambahkan persyaratan untuk perhitungan modulus penampang
3.H	Balok Geladak dan Braketnya	
3.H.1.2	–	Menambahkan persyaratan modulus penampang balok geladak
3.H.1.3	–	
3.I	Kulit Luar	
3.I.11	–	Menambahkan keterangan untuk rumus lebar papan kulit luar (W)
3.K	Pagar	
3.K.1	–	Menambahkan persyaratan tinggi pagar
Bab 4 – Ruang Mesin		
Bab 4	Ruang Mesin	Perubahan nomor Bab (sebelumnya Bab 5 – Ruang Mesin)
Semua	–	Perubahan kata isolasi menjadi insulasi
4.A.	Pondasi Mesin	
4.A.1.4	–	Menambahkan keterangan batas tenaga mesin
4.B	Pencegahan Kebakaran	
4.B	Pencegahan Kebakaran	Perubahan redaksi
4.B.3	–	Menambahkan persyaratan untuk sistem pemadam kebakaran

Bab 5 – Pembautan dan Pemakuan		
Bab 5	Pembautan dan Pemakuan	Perubahan nomor Bab (sebelumnya Bab 6- Pembautan dan Pemakuan)
5.A	Umum	Menambahkan informasi terkait aplikasi Bab ini
Bab 6 – Pengeleman		
Bab 6	Pengeleman	Perubahan nomor Bab (sebelumnya Bab 7 - Pengeleman)
6.A.	Umum	
6.A.	Umum	Menambahkan judul Sub Bab
6.B.	Persyaratan Galangan dan Personil	
6.B	Persyaratan Galangan dan Personil	Menambahkan judul Sub Bab
6.B.1	Tempat penyimpanan lem	Menambahkan persyaratan untuk lem dan tempat penyimpanannya
6.B.1	–	Menambahkan persyaratan untuk tempat penyimpanan lem
6.B.1	–	Menambahkan persyaratan untuk penyimpanan lem
6.B.2	Fasilitas produksi	Perubahan judul Sub Bab
6.B.2.1	–	Menambahkan persyaratan terkait kelembapan ruangan
6.A.2.2	–	Perubahan redaksi
6.A.2.3	–	Menambahkan persyaratan fasilitas produksi
6.A.2.4	–	Menambahkan persyaratan fasilitas ventilasi
6.A.2.5	–	Menambahkan persyaratan terkait penerangan
6.A.3	Personil	Menambahkan persyaratan terkait personil
6.D	Sambungan Lem	
6.D.2	–	Menambahkan persyaratan lem sintetik yang dapat digunakan
Bab 7 – Pemakalan dan Pelapisan Kulit Luar		
Bab 7	Pemakalan dan Pelapisan Kulit Luar	Perubahan nomor Bab (sebelumnya Bab 8 - Pemakalan dan Pelapisan Kulit Luar)
Semua	–	Perubahan kata yang sebelumnya kampuh menjadi sambungan
Semua	–	Menambahkan penomoran untuk setiap paragraf
Bab 8 – Tangki		
Bab 8	Tangki	Perubahan nomor Bab (sebelumnya Bab 9 - Tangki)
8.A	Umum	
8.A.2	Pipa udara, pipa limpah, dan pipa duga	Perubahan judul Sub Sub Bab
8.B	Tangki Air Minum	
8.B.3	–	Menambahkan persyaratan untuk lubang orang
8.B.3	–	Menambahkan persyaratan untuk pipa
8.B.3	–	
8.C	Tangki Minyak Bahan Bakar	
Semua	–	Perubahan redaksi yang sebelumnya Tangki Minyak menjadi Tangki minyak bahan bakar
8.C	Tangki Minyak Bahan Bakar	Perubahan judul Sub Bab

8.C.1	–	Menambahkan persyaratan untuk material tangki minyak bahan bakar
8.D	Konstruksi Tangki	
8.D	Konstruksi Tangki	Perubahan judul Sub Bab
8.E	Pengujian Kekedapan	
8.E.1	–	Menambahkan persyaratan pengujian kekedapan tangki minyak bahan bakar
8.E.2	–	Menambahkan persyaratan pengujian kekedapan tangki air minum
Bab 9 – Kemudi dan Instalasi Kemudi		
Bab 9	Kemudi dan Instalasi Kemudi	Perubahan nomor Bab (sebelumnya Bab 10 - Kemudi dan Instalasi Kemudi)
9.A.	Umum	
9.A.1.3	–	Menambahkan persyaratan untuk ruang instalasi kemudi
9.A.2	Detail struktur	Menambahkan judul Sub Sub Bab
9.A.2.1	–	Menambahkan persyaratan untuk detail struktur
9.A.2.2	–	
9.A.3	Material dan pengelasan	Menambahkan judul Sub Sub Bab
9.A.3.1	–	Menambahkan persyaratan terkait material
9.A.3.2	–	Menambahkan persyaratan nilai nominal tegangan luluh
9.A.3.3	–	
9.A.3.4	–	Menambahkan persyaratan terkait material
9.A.3.5	–	
9.A.3.6	–	Menambahkan persyaratan terkait pengelasan
9.A.3.7	–	
9.A.4	Definisi	Menambahkan judul Sub Sub Bab dan informasi definisi-definisi yang digunakan dalam Bab ini
Gambar 9.1	Geometri area kemudi	Menambahkan gambar geometri area kemudi
9.B.	Gaya Kemudi dan Momen Torsi	
9.B.1	–	Menambahkan rumus gaya kemudi (C_R)
Tabel 9.1	Koefisien κ_2	Menambahkan tipe profil kemudi dan koefisien κ_2
9.B.2	–	Menambahkan perhitungan momen torsi kemudi
9.C	Ukuran Konstruksi Tongkat Kemudi	
9.C.1.1	–	Menambahkan perhitungan tegangan torsi
9.C.1.2	–	Menambahkan persyaratan instalasi penggerak kemudi
9.C.1.3	–	Menambahkan persyaratan instalasi penggerak kemudi mekanis
9.C.2.1	–	Menambahkan perhitungan diameter tongkat kemudi
9.C.3.1	–	Menambahkan persyaratan untuk tabung poros kemudi
9.C.3.2	–	Menambahkan persyaratan pengelasan sambungan
9.C.3.3	–	Menambahkan persyaratan tebal minimum pelat kulit dan alas skeg, dan jari-jari las fillet

9.C.3.4	–	Menambahkan persyaratan perhitungan tambahan
9.C.3.4.1	–	Menambahkan persyaratan tabung poros kemudi
9.C.3.4.2	–	
9.C.3.4.3	–	
9.D	Kopling Kemudi	
9.D.1.4	–	Menambahkan persyaratan kopling konis
9.D.2	Kopling horisontal	Menambahkan judul Sub Sub Bab
9.D.2.1	–	Menambahkan perhitungan diameter baut kopling
9.D.2.2	–	Menambahkan perhitungan tebal flens kopling
9.D.2.3	–	Menambahkan persyaratan pasak pada flens kopling
9.D.2.4	–	Menambahkan persyaratan untuk flens kopling horisontal
9.D.2.5	–	Menambahkan persyaratan sambungan flens kopling dengan badan kemudi
9.D.3	Kopling vertikal	Menambahkan judul Sub Sub Bab
9.D.3.1	–	Menambahkan perhitungan diameter baut kopling
9.D.3.2	–	Menambahkan perhitungan momen pertama luas baut
9.D.3.3	–	Menambahkan perhitungan tebal flens kopling
9.D.3.4	–	Menambahkan persyaratan baut pas
9.E.	Badan Kemudi, Bantalan Kemudi	
9.E.	Badan Kemudi, Bantalan Kemudi	Perubahan judul Sub Bab
9.E.1	Kekuatan badan kemudi	Menambahkan judul Sub Sub Bab
9.E.1.1	–	Menambahkan persyaratan penguatan badan kemudi
9.E.1.2	–	
9.E.1.3	–	Menambahkan perhitungan tegangan untuk badan kemudi tanpa potongan
9.E.2	Pelat kemudi	Menambahkan judul Sub Sub Bab
9.E.2.1	Kemudi pelat ganda	Menambahkan judul Sub Sub Sub Bab
9.E.2.1.1	–	Menambahkan persyaratan dan perhitungan tebal pelat kemudi
9.E.2.1.2	–	Menambahkan persyaratan pengelasan
9.E.2.1.3	–	Menambahkan persyaratan tebal bilah
9.E.2.2	Kemudi pelat tunggal	Menambahkan judul Sub Sub Bab
9.E.2.2.1	Diameter poros utama	Menambahkan persyaratan diameter poros utama
9.E.2.2.2	Tebal daun kemudi	Menambahkan judul Sub Sub Sub Bab
9.E.2.2.2.1	–	Menambahkan perhitungan tebal daun kemudi
9.E.2.2.2.2	–	Menambahkan persyaratan untuk tepi belakang pelat kemudi
9.E.2.2.3	Lengan	Menambahkan judul Sub Sub Sub Bab
9.E.3	Penyaluran torsi kemudi	Menambahkan judul Sub Sub Bab
9.E.3.1	–	Menambahkan persyaratan untuk penyaluran torsi kemudi
9.E.3.2	–	

9.E.4.1	–	Menambahkan persyaratan bantalan kemudi
9.E.4.2	–	Menambahkan persyaratan untuk pelumasan
9.E.4.3	–	Menambahkan persyaratan untuk gaya bantalan
9.E.4.4	–	Menambahkan perhitungan proyeksi permukaan bantalan
Tabel 9.2	Tekanan permukaan yang diizinkan (q)	Menambahkan tabel tekanan permukaan yang diizinkan (q)
9.E.4.5	–	Menambahkan persyaratan untuk material baja
9.E.4.6	–	Menambahkan persyaratan tinggi bantalan
9.E.4.7	–	Menambahkan persyaratan tebal dinding bantalan kemudi
9.E.4.8	–	Menambahkan persyaratan panjang rumah kemudi
9.E.5	Pena kemudi	Menambahkan judul Sub Sub Bab
9.E.5.1	–	Menambahkan perhitungan diameter pena kemudi
9.E.5.2	–	Menambahkan perhitungan tebal lapisan pena kemudi
9.E.5.3	–	Menambahkan persyaratan untuk pena kemudi berbentuk konis
9.E.5.4	–	Menambahkan persyaratan untuk pena kemudi
9.E.6	Nilai acuan untuk ruang main bantalan	Menambahkan judul Sub Sub Bab
9.E.6.1	–	Menambahkan perhitungan ruang main bantalan
9.E.6.2	–	Menambahkan persyaratan untuk ruang main bantalan
9.E.6.3	–	
9.E.7	Sambungan struktur daun kemudi dengan bagian pejal	Menambahkan judul Sub Sub Bab
9.E.7.1	–	Menambahkan persyaratan untuk bagian pejal pada baja tempa atau baja tuang
9.E.7.2	–	
9.E.7.3	Modulus penampang minimal dari sambungan dengan rumah tongkat kemudi	Menambahkan judul Sub Sub Bab, dan persyaratan serta perhitungan modulus penampang minimal dari sambungan dengan rumah tongkat kemudi
Gambar 9.3	Potongan melintang dari sambungan antara struktur daun kemudi dan rumah tongkat kemudi, contoh bukaan hanya terlihat pada satu sisi	Menambahkan potongan melintang dari sambungan antara
9.E.7.4	–	Menambahkan persyaratan dan perhitungan tebal pelat bilah horizontal
9.E.7.5	–	Menambahkan persyaratan pengelasan tebal pelat bilah vertikal
Tabel 9.3	Tebal pelat sisi dan pelat bilah vertikal	Menambahkan tebal pelat sisi dan pelat bilah vertikal
9.F	Desain Momen Luluh Tongkat Kemudi	
9.F	Desain Momen Luluh Tongkat Kemudi	Menambahkan judul Sub Bab dan perhitungan desain momen luluh tongkat kemudi
9.G	Penahan, Alat Pengunci	
9.G	Penahan, Alat Pengunci	Perubahan judul Sub Bab

9.G.3	–	Menambahkan informasi referensi untuk penahan dan alat pengunci
Bab 10 – Perlengkapan		
Bab 10	Perlengkapan	Perubahan nomor Bab (sebelumnya Bab 11 - Perlengkapan)
Semua	–	Perubahan redaksi dari yang sebelumnya peralatan menjadi perlengkapan
10.A Umum		
10.A.1	–	Menambahkan persyaratan untuk perlengkapan jangkar
10.A.2	–	
10.B	Angka Perlengkapan	
10.B	Angka Perlengkapan	Perubahan judul Sub Sub Bab
10.B.1	–	Menambahkan persyaratan angka perlengkapan jangkar
10.C Jangkar		
10.C.2	–	Menambahkan persyaratan berat kepala jangkar
10.C.4	–	Menambahkan persyaratan berat jangkar dengan tongkat
10.C.6	–	Menambahkan persyaratan material dan berat jangkar
10.D Rantai Jangkar		
Semua	–	Perubahan redaksi dari yang sebelumnya Mutu menjadi Grade
10.D.1	–	Perubahan redaksi
10.D.4	–	Menambahkan persyaratan untuk sambungan kili-kili
10.D.5	–	Menambahkan persyaratan untuk pengikatan jangkar
10.D.7	–	Menambahkan persyaratan untuk kawat baja
10.E Bak Rantai		
10.E.2	–	Perubahan redaksi
10.E.3	Persyaratan khusus untuk meminimalkan masuknya air	Menambahkan persyaratan khusus untuk meminimalkan masuknya air
10.E.4	–	Perubahan redaksi
10.F Peralatan Tambat		
10.F.1	–	Menambahkan persyaratan untuk peralatan tambat
10.F.2	–	Menambahkan persyaratan untuk tiang tambat
10.F.3	–	Menambahkan persyaratan untuk tali tambat
10.F.4	–	
Tabel 10.1	Jangkar, rantai dan tali tambat	Menambahkan keterangan dalam tabel
Lampiran 1 – Modulus Penampang Aktual Penegar Kayu		
Lampiran 1	Modulus Penampang Aktual Penegar Kayu	Menambahkan persyaratan untuk perhitungan modulus penampang aktual penegar kayu

Halaman ini sengaja dikosongkan

Daftar Isi

Kata Pengantar	iii
Pemberitahuan Perubahan Peraturan	v
Daftar Isi	xiii
Bab 1 Umum	1–1
A. Aplikasi.....	1–1
B. Dokumen Persetujuan	1–1
C. Ukuran Utama	1–2
D. Kemahiran (<i>Workmanship</i>).....	1–4
Bab 2 Material	2–1
A. Kayu	2–1
B. Kayu Lapis	2–3
C. Logam	2–3
Bab 3 Ukuran Bagian Konstruksi.....	3–1
A. Umum	3–1
B. Lunas	3–1
C. Linggi Haluan dan Linggi Buritan	3–4
D. Gading-Gading	3–6
E. Wrang	3–13
F. Galar Kim	3–14
G. Galar Balok.....	3–15
H. Balok Geladak dan Braketnya	3–16
I. Kulit Luar.....	3–21
J. Geladak	3–22
K. Pagar.....	3–23
L. Sekat Kedap Air.....	3–23
M. Ruang Ikan Kapal Ikan Jenis Kuter.....	3–26
Bab 4 Ruang Mesin	4–1
A. Pondasi Mesin	4–1
B. Pencegahan Kebakaran	4–2
C. Insulasi Pipa Gas Buang	4–2
D. Ventilasi	4–3
Bab 5 Pembautan dan Pemakuan.....	5–1
A. Umum	5–1
B. Gading-Gading dan Wrang	5–1
C. Lunas dan Linggi	5–2
D. Kulit Luar dan Gading-Gading	5–2
E. Galar, Balok Geladak dan Braket	5–4
F. Geladak	5–4
Bab 6 Pengeleman	6–1
A. Umum.....	6–1
B. Persyaratan Galangan dan Personil	6–2

C.	Kayu untuk Konstruksi Lem	6–2
D.	Sambungan Lem	6–2
E.	Pengujian Sambungan Lem	6–3
Bab 7	Pemakalan dan Pelapisan Kulit Luar.....	7–1
A.	Pemakalan	7–1
B.	Pelapisan Kulit Luar	7–1
Bab 8	Tangki.....	8–1
A.	Umum	8–1
B.	Tangki Air Minum	8–1
C.	Tangki Minyak Bahan Bakar	8–1
D.	Konstruksi Tangki	8–1
E.	Pengujian Kekedapan	8–2
Bab 9	Kemudi dan Instalasi Kemudi	9–1
A.	Umum	9–1
B.	Gaya Kemudi dan Momen Torsi.....	9–4
C.	Ukuran Konstruksi Tongkat Kemudi	9–6
D.	Kopling Kemudi.....	9–8
E.	Badan Kemudi, Bantalan Kemudi.....	9–10
F.	Desain Momen Luluh Tongkat Kemudi	9–16
G.	Penahan, Alat Pengunci	9–16
Bab 10	Perlengkapan	10–1
A.	Umum	10–1
B.	Angka Perlengkapan	10–1
C.	Jangkar	10–2
D.	Rantai Jangkar.....	10–2
E.	Bak Rantai	10–3
F.	Peralatan Tambat.....	10–3
Lampiran 1	Modulus Penampang Aktual Penegar Kayu.....	1–1
A.	Perhitungan modulus penampang aktual penegar kayu.....	1–1

Bab 1 Umum

A.	Aplikasi.....	1-1
B.	Dokumen Persetujuan	1-1
C.	Ukuran Utama	1-2
D.	Kemahiran (Workmanship)	1-4

A. Aplikasi

1. Peraturan ini berlaku untuk kapal dengan panjang hingga 36 m yang konstruksi lambungnya terbuat dari material kayu. Untuk kapal dengan panjang lebih dari 36 m akan dipertimbangkan secara khusus. Untuk kapal kayu yang beroperasi di sungai dan danau persyaratannya dapat merujuk pada Pedoman Kapal Sungai dan Danau (Bag.8 Vol.1).
2. Kapal-kapal yang memenuhi Peraturan ini akan diberikan penandaan klas sesuai dengan Guidance for Class Notations (Pt.0, Vol. B) dengan notasi tambahan WOOD.
3. Persyaratan terkait survey, instalasi mesin dan listrik, stabilitas dan perlindungan kebakaran, pada umumnya, harus memenuhi ketentuan yang diatur pada Peraturan Kapal Domestik (Bag.8 Vol.I).
4. Penguatan khusus dapat disyaratkan untuk kapal yang menahan tegangan tinggi, seperti menghadapi kemungkinan sering kandas, dan juga bagi kapal-kapal yang memiliki ukuran atau bentuk tidak normal, seperti gading-gading tekuk.
5. Kapal dengan konstruksi yang berbeda dengan Peraturan ini, tetapi terbukti mempunyai kekuatan dan tingkat keselamatan yang sama dapat diklasikan. Pembuktian dapat dilakukan melalui penilaian risiko, perhitungan langsung, dan metode lain yang diakui oleh BKI.
6. Peraturan statutoria (misalnya garis muat, perlengkapan keselamatan dan navigasi, dll.) untuk kapal kayu yang berlayar di area domestik perairan Indonesia mengacu pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia.
7. Jika terdapat persyaratan dalam Peraturan ini yang tidak dapat dipenuhi maka peraturan lainnya yang diakui dan setara dapat diterima, misalkan NCVS untuk kasus per kasus.

B. Dokumen Persetujuan

1. Untuk menjamin kesesuaian dengan Peraturan ini, maka dokumen seperti tersebut pada 3. harus dikirim ke BKI dalam format elektronik untuk proses persetujuan.
2. Didalam dokumen dan gambar harus tercantum susunan, ukuran-ukuran dan jenis kayu dari bagian-bagian konstruksi serta detail pembautan dan penyelepasan.
3. Dokumen dan gambar yang harus dikirim adalah:
 - a) Rencana umum meliputi informasi umum mengenai ukuran utama dan susunan ruangan.
 - b) Konstruksi memanjang meliputi gading-gading utama, penampang bujur dan lintang yang menunjukkan semua ukuran konstruksi membujur dan melintang, panjang dan susunan bangunan atas/rumah geladak, letak sekat kedap air. Pada gambar gading-gading utama harus tercantum

ukuran-ukuran utama dari badan kapal, panjang pada garis muat, panjang di geladak, lebar terbesar dan tinggi; selain itu harus dicantumkan pula sarat air maksimum.

- c) Penampang melintang meliputi semua data yang diperlukan untuk perhitungan konstruksi lambung memanjang dan melintang.
 - d) Geladak meliputi konstruksi geladak yang mencakup ukuran konstruksi geladak, panjang dan lebar lubang palka muatan, bukaan di atas kamar mesin dan bukaan geladak lainnya. Dalam gambar harus tercantum pula ukuran-ukuran dari ambang dan penutupan palka.
 - e) Bangunan atas meliputi informasi ukuran konstruksi bangunan atas, buaan-bukaan dan penutupannya.
 - f) Sekat kedap air yang mencakup detail penembusan sekat seperti penutup tabung poros, pipa-pipa dan lain sebagainya.
 - g) Tangki air dan minyak dengan ukuran tinggi dari pipa limpah.
 - h) Insulasi ruang mesin dan dudukan mesin dengan perincian mengenai pemasangan pada badan kapal, juga tipe dan daya dari mesin.
 - i) Linggi haluan dan buritan.
 - j) Kemudi dan sistem kemudi. Dalam gambar kemudi harus dinyatakan kecepatan maksimal kapal yang direncanakan.
 - k) Gambar dewi-dewi dan pemasangannya pada kapal.
 - l) Untuk kapal layar, gambar layar dan pemasangannya di kapal.
 - m) Berat jangkar serta ukuran rantai jangkar dan tali temali (jika dipersyaratkan)
4. BKI berhak meminta tambahan gambar-gambar dan data lainnya yang dianggap perlu.
5. Setiap penyimpangan dari gambar yang telah disetujui harus mendapat persetujuan sebelum pekerjaan dilaksanakan.

C. Ukuran Utama

1. Kecuali jika disebutkan lain, ukuran-ukuran utama dibawah ini harus dimasukkan dalam satuan meter [m] dalam rumus yang tentukan pada Bab-Bab berikut.

2. Panjang pada garis muat L₁

Panjang L₁ adalah jarak antara sisi belakang linggi buritan dan sisi depan linggi haluan. [Lihat Gambar 1.1](#).

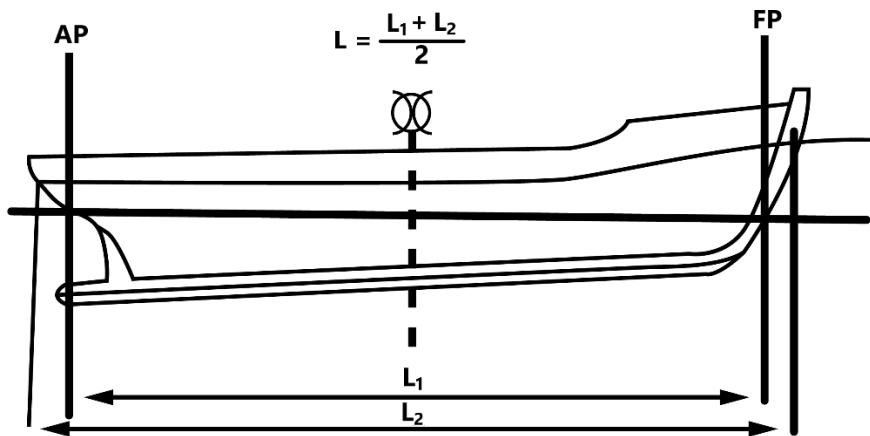
3. Panjang di geladak L₂

Panjang L₂ adalah jarak antara sisi belakang linggi buritan atau sisi belakang buritan datar dan sisi depan linggi haluan pada geladak. [Lihat Gambar 1.1](#).

4. Panjang kapal L

Panjang L ditentukan melalui: $L = \frac{L_1 + L_2}{2}$

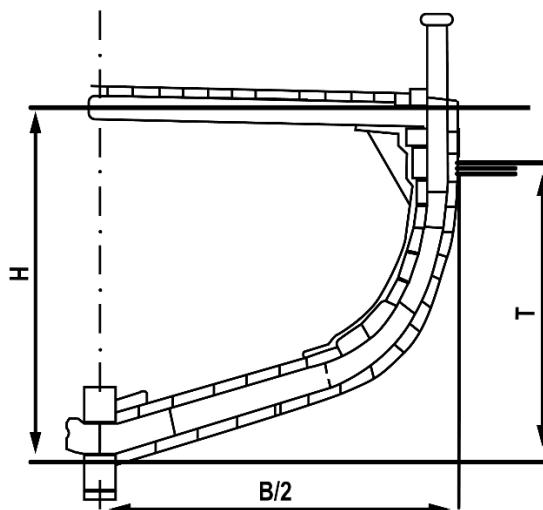
[Lihat Gambar 1.1](#).



Gambar 1.1 Panjang kapal

5. Lebar kapal B

Lebar B adalah lebar maksimum kapal diukur pada sisi luar kulit luar. Lihat Gambar 1.2. Lebar B' adalah lebar kapal setempat diukur pada sisi luar kulit luar.



Gambar 1.2 Lebar, tinggi, dan sarat kapal

6. Tinggi H

Tinggi H adalah jarak vertikal antara sisi bawah sponeng lunas dan sisi atas papan geladak pada sisi kapal diukur pada pertengahan panjang L_1 . Lihat Gambar 1.2.

7. Sarat air T

Sarat air T adalah jarak vertikal antara sisi bawah sponeng lunas dan tanda lambung timbul garis muat musim panas diukur pada pertengahan panjang L_1 . Lihat Gambar 1.2.

D. Kemahiran (Workmanship)

1. Persyaratan galangan

Galangan kapal yang memproduksi kapal kayu harus memiliki kualifikasi untuk pekerjaan yang akan dilakukan dalam hal peralatan bengkelnya, pengendalian mutu internal, proses manufaktur serta pelatihan dan kualifikasi personel yang melaksanakan dan mengawasi pekerjaan. Asalkan prasyarat untuk persetujuan telah dipenuhi, kesesuaian akan diberikan kepada galangan berdasarkan pada permohonan persetujuan bengkel.

2. Kendali mutu

2.1 Sejauh diperlukan dan berguna, personel galangan harus memeriksa semua komponen struktural baik selama pembuatan maupun penyelesaian, untuk memastikan bahwa semuanya lengkap, dimensinya benar dan pengrajaannya memuaskan dan memenuhi standar praktik pembuatan kapal yang baik.

2.2 Setelah inspeksi dan perbaikan oleh galangan, komponen struktural harus ditunjukkan kepada Surveyor BKI untuk diperiksa, pada bagian yang sesuai, biasanya dalam kondisi tidak dicat dan memungkinkan akses yang layak untuk inspeksi.

2.3 Surveyor dapat menolak komponen yang belum diperiksa secara memadai oleh galangan dan dapat meminta penyerahan kembali komponen tersebut setelah pemeriksaan dan perbaikan yang berhasil oleh galangan.

Bab 2 Material

A.	Kayu	2–1
B.	Kayu Lapis	2–3
C.	Logam	2–3

A. Kayu

1. Umum

1.1 Ukuran dari bagian konstruksi kayu yang didapat dari Tabel-Tabel dan Bab-Bab dalam Peraturan ini didasarkan atas jenis kayu sebagai berikut:

- Untuk lunas, linggi haluan dan linggi buritan, wrang, gading-gading, balok buritan, tutup sisi geladak: kayu dengan berat jenis minimum 700 kg/m^3 atau **kukuh lentur mutlak (MOR) minimum 856 kg/cm^2** .
Pada gading-gading yang berlapis (laminat), lapisan tengah boleh dibuat dari kayu yang lebih ringan (minimum 450 kg/m^3), dengan ketentuan tebal seluruhnya dari lapisan tengah tidak boleh melebihi 30% tebal gading-gading.
- Untuk kulit luar, balok geladak, galar balok, lutut balok, penumpu geladak, dudukan mesin, kayu mati dan lain lain: kayu dengan berat jenis minimum 560 kg/m^3 atau **kukuh lentur mutlak (MOR) minimum 685 kg/cm^2** .
- Untuk geladak dan galar bilga: kayu dengan berat jenis minimum 450 kg/m^3 atau **kukuh lentur mutlak (MOR) minimum 550 kg/cm^2** .

1.2 Berat jenis kayu tersebut diatas berlaku untuk kayu dengan kelembapan sebesar 15%.

1.3 Bila dipergunakan kayu dengan berat jenis yang berbeda dari yang tertera dalam **1.1** maka ukuran konstruksi masing-masing dapat diperbesar atau diperkecil secara proporsional (untuk papan tebalnya; untuk gading-gading, balok geladak dan penegar sekat modulus penampangnya; untuk lunas luas penampangnya) **sesuai dengan perbandingan berat jenis minimum kayu (ρ_{standard}) menurut Peraturan ini terhadap berat jenis kayu sebenarnya $\rho_{\text{standard}} / \rho_{\text{aktual}}$** .

2. Mutu Kayu

2.1 Untuk bagian konstruksi yang penting harus dipergunakan kayu dengan mutu minimum Kelas Kuat III dan Kelas Awet III **sesuai Tabel 2.1 dan Tabel 2.2**.

Tabel 2.1 Kelas kuat kayu

Kelas kuat	Berat jenis kering udara	Kukuh lentur mutlak (MOR) [kg/cm ²]	Kukuh tekanan mutlak (F _c) [kg/cm ²]
I	$\rho \geq 0,90$	$\text{MOR} \geq 1100$	$F_c \geq 650$
II	$0,60 \leq \rho < 0,90$	$725 \leq \text{MOR} < 1100$	$425 \leq F_c < 650$
III	$0,60 > \rho \geq 0,40$	$500 \leq \text{MOR} < 725$	$300 \leq F_c < 425$
IV	$0,40 > \rho > 0,30$	$360 < \text{MOR} < 500$	$215 < F_c < 300$
V	$\rho \leq 0,30$	$\text{MOR} \leq 360$	$F_c \leq 215$

Tabel 2.2 Kelas awet kayu

Kelas awet	I	II	III	IV	V
a. Selalu berhubungan dengan tanah lembab	8 tahun	5 tahun	3 Tahun	Sangat pendek	Sangat pendek
b. Hanya terbuka terhadap angin dan iklim tetapi dilindungi terhadap pemasukan air dan kelemasan	20 Tahun	15 tahun	10 tahun	Beberapa tahun	Sangat pendek
c. Dibawah atap tidak berhubungan dengan tanah lembab dan dilindungi terhadap kelemasan	Tak Terbatas	Tak Terbatas	Sangat lama	Beberapa tahun	Pendek
d. Seperti pada c., tetapi dipelihara yang baik, selalu dicat dsb	Tak Terbatas	Tak Terbatas	Tak Terbatas	20 tahun	20 tahun
e. Serangan oleh rayap	Tidak	Jarang	Agak cepat	Sangat cepat	Sangat cepat
f. Serangan oleh bubuk kayu kering	Tidak	Tidak	Hampir tidak	Tak seberapa	Sangat cepat

2.2 Nama-nama kayu yang memenuhi ketentuan [2.1](#) dapat ditemukan dalam SNI 7210:2017.

2.3 Kayu-kayu lain yang tidak tercantum di dalam [standard diatas](#) boleh dipergunakan atas persetujuan BKI.

2.4 Kayu yang dipergunakan untuk bagian konstruksi yang penting harus baik, sehat, tidak ada celah dan tidak ada cacat-cacat yang dapat membahayakan dan harus mempunyai sifat mudah dikerjakan. Kayu-kayu yang diawetkan dapat dipergunakan atas persetujuan BKI. Kayu yang tidak tahan terhadap air, cuaca, jamur dan serangga tidak boleh dipergunakan. Kayu yang kurang tahan terhadap perubahan kering-basah yang permanen hanya boleh digunakan untuk bagian-bagian di bawah garis air, seperti papan alas.

2.5 Bagian-bagian konstruksi diatas garis air, seperti papan samping (dari kulit), geladak, bangunan atas, ambang palka dan lain lain, dan juga bagian konstruksi di dalam badan kapal harus dibuat dari kayu yang telah kering udara. Untuk bagian-bagian konstruksi di bawah garis air boleh digunakan kayu yang tidak begitu kering. Geladak ruang ikan harus dibuat dari kayu yang agak besar kelembapannya.

2.6 Untuk bagian konstruksi yang tidak penting, misalnya interior tidak perlu digunakan kayu seperti terdapat dalam [2.1](#).

3. Pengeringan dan pengawetan

3.1 Material kayu harus dikeringkan langsung sesudah pemotongan (sampai kelembapan kurang dari 20%) dan harus dijaga supaya tetap kering selama pengangkutan dan penyimpanan.

3.2 Bahan untuk pengawetan kayu harus yang disetujui BKI. Bahan tersebut tidak boleh menyebabkan korosi pada baja atau logam lain yang digunakan dan tidak boleh memberikan pengaruh buruk pada lem atau proses pengeleman dalam hal penggunaan bahan laminat. Untuk bahan laminat proses pengawetan harus dilakukan sebelum pengeleman. Keterangan yang menunjukkan media dan cara pengawetan, harus dimasukkan ke BKI bersama bahan laminat yang dipakai.

B. Kayu Lapis

Kayu lapis harus direkat dengan lem yang disetujui, tahan air serta telah diuji dan distempel oleh BKI, atau dibuat sesuai standar yang diakui dan harus mampunyai kuat tarik minimum 430 kg/cm^2 pada arah memanjang dan 320 kg/cm^2 pada arah melintang. Kayu lapis dapat digunakan untuk sekat dan bagian konstruksi lainnya. Untuk bagian yang tidak penting misalkan interior, perabotan boleh digunakan kayu lapis yang tidak diuji BKI, asalkan tahan air dan tahan cuaca *yang dibuktikan dengan sertifikat marine grade*.

C. Logam

1. Seluruh bagian konstruksi dari logam antara lain lapisan kulit kapal, paku, sekrup, mur, baut, paku keling dan lain lain harus tahan air laut atau bila terbuat dari baja *tidak tahan karat*, harus disepuh seng atau *dilapis* dengan cara lain yang memadai. Material dari bagian-bagian konstruksi dari logam ini harus memenuhi *Rules for Materials (Pt.1, Vol.V)*.
2. Dalam memilih material untuk bagian-bagian konstruksi dari logam yang mungkin terkena air laut atau cuaca harus diperhatikan agar korosi karena pengaruh elektro kimia bisa dihindarkan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 3 Ukuran Bagian Konstruksi

A.	Umum.....	3-1
B.	Lunas.....	3-1
C.	Linggi Haluan dan Linggi Buritan.....	3-4
D.	Gading-Gading	3-6
E.	Wrang	3-13
F.	Galar Kim	3-14
G.	Galar Balok.....	3-16
H.	Balok Geladak dan Braketnya	3-16
I.	Kulit Luar.....	3-21
J.	Geladak.....	3-22
K.	Pagar.....	3-22
L.	Sekat Kedap Air.....	3-23
M.	Ruang Ikan Kapal Ikan Jenis Kuter.....	3-26

A. Umum

1. Ukuran bagian konstruksi memanjang yang terdapat dalam tabel pada Bab ini berlaku untuk kapal-kapal dengan perbandingan $L/H \leq 8$ dan untuk kapal dengan daerah pelayaran samudera terbatas P(ID) dan pantai L(ID) sesuai Guidance for Class Notations (Pt.0 Vol.B). Untuk kapal dengan perbandingan L/H yang lebih besar, maka luas penampang lunas-luar dan lunas-dalam, galar balok, tutup sisi geladak dan juga tebal papan kulit luar harus diperbesar menurut Tabel 3.1. Ukuran konstruksi untuk kapal daerah pelayaran tenang T(ID) akan ditentukan secara khusus oleh BKI.

2. Apabila angka penunjuk berada di antara dua nilai yang tertera di dalam tabel-tabel pada Bab ini, maka ukuran-ukuran dapat ditentukan melalui interpolasi.

Tabel 3.1 Penambahan luas penampang atau tebal untuk $L/H > 8$

L/H	Penambahan luas penampang atau tebal dalam %
8,2	2
8,4	4
8,6	7
8,8	11
9,0	16

B. Lunas

1. Lunas kayu balok

1.1 Tinggi dan lebar lunas dalam dan lunas luar terdapat dalam Tabel 3.2 dan 3.3 dan tergantung dari angka penunjuk L ($B/3 + H$).

1.2 Kapal yang mempunyai angka penunjuk L ($B/3 + H$) lebih kecil dari 140, tidak perlu dipasang lunas dalam (lihat kolom 3 dari Tabel 3.2 dan 3.3), sedangkan yang lebih besar dari 140 harus dipasang lunas dalam (dari linggi buritan sampai linggi haluan) dan lunas luar.

1.3 Lebar dan tinggi dari lunas dalam dan lunas luar dapat diubah dengan persetujuan BKI dengan syarat luas penampang seluruhnya seperti tertera dalam kolom 2 [Tabel 3.2](#) dan [3.3](#) dipertahankan. Perbandingan antara luas penampang lunas dalam dan lunas luar juga boleh diubah, tetapi luas penampang lunas dalam bagaimanapun tidak boleh kurang dari setengah luas penampang lunas luar.

1.4 Jika lunas dalam dan lunas luar terbuat dari satu balok maka luas penampang keseluruhannya boleh dikurangi 10% dari angka yang terdapat dalam [Table 3.2](#) dan [3.3](#).

1.5 Jumlah maksimum potongan kayu balok (**n**) dari lunas luar/lunas dalam ditentukan berdasarkan panjang kapal (**L**) sesuai [Tabel 3.4](#).

1.6 Bagian yang terpendek dari lunas luar dan lunas dalam yang disambung, paling sedikit panjangnya harus 6 m.

1.7 Sambungan antara lunas dengan lunas dibagian belakang kapal pada kapal bermotor harus dihindarkan.

1.8 Sambungan lunas tidak boleh berada di bawah lubang palka atau bukaan geladak yang besar. Letak sambungan ini terhadap sekat yang terdekat, topang atau tiang (*mast*) paling sedikit harus satu jarak gading-gading sedangkan terhadap penumpu membujur mesin paling sedikit harus dua jarak gading-gading.

Tabel 3.2 Lunas dan linggi haluan untuk kapal pelayaran samudera terbatas

L (B/3 + H)	Lunas				Linggi haluan ^{1) 2)} (Lebar x Tinggi) [mm]
	Penampang ²⁾ [cm ²]	Hanya lunas luar (Lebar x Tinggi) [mm]	Lunas luar dan lunas dalam ³⁾ (Lebar x Tinggi) [mm]		
1	2	3	4	5	6
20	320	150 x 215	125 x 140	130 x 115	125 x 180
25	375	160 x 235	130 x 160	135 x 125	135 x 195
30	430	170 x 255	140 x 170	140 x 140	145 x 210
35	485	180 x 275	145 x 185	150 x 145	150 x 225
40	540	190 x 285	150 x 200	155 x 155	160 x 240
50	650	205 x 310	165 x 220	175 x 165	175 x 260
60	750	210 x 340	175 x 235	190 x 175	190 x 280
70	855	235 x 650	190 x 240	205 x 195	200 x 300
80	955	250 x 380	205 x 255	215 x 200	215 x 315
90	1060	265 x 400	215 x 275	225 x 210	225 x 335
100	1160	275 x 420	225 x 280	235 x 225	235 x 355
120	1370	305 x 450	250 x 300	260 x 240	255 x 385
140	1570		270 x 320	280 x 255	275 x 415
160	1775		280 x 350	295 x 270	295 x 440
180	1985		290 x 370	310 x 290	310 x 460
200	2190		310 x 390	325 x 300	325 x 480
220	2400		330 x 400	340 x 320	340 x 510
240	2600		340 x 415	360 x 330	355 x 530
260	2800		350 x 435	375 x 340	370 x 550

¹⁾ Tinggi linggi buritan harus sekurang-kurangnya 5% lebih besar dari pada tinggi linggi haluan, dan lebarnya boleh sama. (lihat juga [C.](#))

²⁾ Berlaku untuk $L/H \leq 8$. Untuk $L/H > 8$ luas penampang harus diperbesar sesuai dengan [Tabel 3.1](#).

³⁾ Kolom 4 adalah ukuran lunas luar dan kolom 5 adalah ukuran lunas dalam.

Tabel 3.3 Lunas dan linggi haluan untuk kapal pelayaran pantai

L (B/3 + H) 1	Penampang ²⁾ [cm ²] 2	Lunas		Linggi haluan ^{1) 2)} (Lebar x Tinggi) [mm] 6
		Hanya lunas luar (Lebar x Tinggi) [mm] 3	Lunas luar dan lunas dalam ³⁾ (Lebar x Tinggi) [mm] 4	
1	2	3	4	5
20	290	140 x 200	115 x 135	120 x 110
25	340	150 x 230	125 x 150	130 x 120
30	390	160 x 245	135 x 160	140 x 125
35	440	170 x 260	140 x 175	145 x 140
40	490	180 x 270	145 x 185	150 x 145
50	585	200 x 295	160 x 205	165 x 160
60	675	210 x 320	175 x 220	175 x 175
70	765	225 x 340	180 x 230	190 x 185
80	860	235 x 365	190 x 235	200 x 195
90	955	250 x 380	205 x 260	210 x 205
100	1045	260 x 400	215 x 265	220 x 215
120	1235	285 x 435	225 x 290	245 x 230
140	1410		250 x 305	270 x 240
160	1600		270 x 325	285 x 255
180	1785		280 x 350	295 x 270
200	1970		290 x 365	305 x 290
220	2160		310 x 375	325 x 300
240	2340		330 x 385	340 x 310
260	2520		345 x 400	360 x 320
				350 x 550

¹⁾ Tinggi linggi buritan harus sekurang-kurangnya 5% lebih besar dari pada tinggi linggi haluan, dan lebarnya boleh sarna. (lihat juga C.)

²⁾ Berlaku untuk $L/H \leq 8$. Untuk $L/H > 8$ luas penampang harus diperbesar sesuai dengan [Tabel 3.1](#).

³⁾ Kolom 4 adalah ukuran lunas luar dan kolom 5 adalah ukuran lunas dalam.

Tabel 3.4 Jumlah potongan kayu balok lunas luar atau dalam

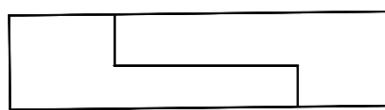
Panjang kapal L [m]	Jumlah potongan kayu (n)
$L \leq 14$	1
$14 < L \leq 25$	2
$25 < L \leq 35$	3
$L > 35$	4

1.9 Jarak antara letak sambungan lunas dalam dengan sambungan lunas luar, paling sedikit harus lima kali jarak gading diukur dari pertengahan masing-masing sambungan.

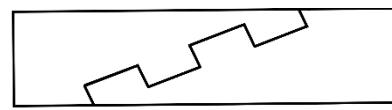
1.10 Pada lunas luar tidak boleh ada sambungan skarp tumpul. Sambungan pada kapal yang panjangnya sampai 15 m harus dengan skarp miring, sedangkan pada kapal yang lebih besar harus dengan skarp miring berkait ganda, lihat [Gambar 3.1](#). Panjang dari sambungan paling sedikit harus 5 kali tinggi lunas, tetapi tidak perlu lebih dari 2 m.



A. Skarp miring



B. Skarp tumpul

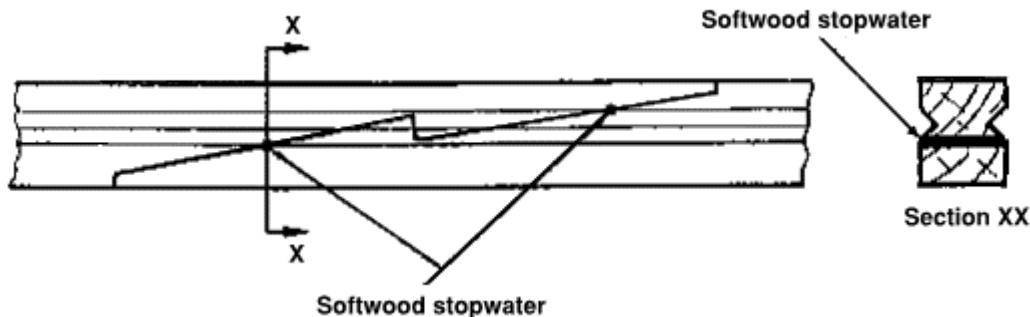


C. Skarp berkait ganda

Gambar 3.1 Jenis sambungan skarp

1.11 Pada sambungan lunas harus dipasang penahan air (*stop water*) yang dibuat dari kayu lunak atau material sejenis di titik-titik pertemuan antara sponeng dengan sambungan. Lihat [Gambar 3.2](#).

1.12 Lebar dari sponeng lunas harus sama dengan 1 sampai 1,5 kali tebal papan kulit luar (lajur lunas).



Gambar 3.2 Penahan air (stopwater)

2. Lunas kayu balok yang terdiri dari lapisan-lapisan (*laminated keel*)

2.1 Luas penampang lunas luar yang terdiri dari lapisan-lapisan kayu yang dilem, boleh dikurangi sebesar 15% dari angka yang didapat menurut [Tabel 3.2](#) dan [3.3](#). Tebal masing-masing lapisan lunas tidak boleh melebihi 20 mm.

2.2 Perbandingan antara tinggi dan lebar dari lunas tidak boleh lebih besar dari 3.

2.3 Struktur dan cara pengeleman lapisan-lapisan kayu, lihat [Bab 6](#).

3. Lunas baja

3.1 Lunas luar dan lunas dalam dapat dibuat dari baja yang kekuatannya sebanding dengan kekuatan lunas balok kayu yang terdapat dalam [Tabel 3.2](#) dan [3.3](#).

3.2 Lunas dalam dari baja harus disambung pada linggi haluan dan linggi buritan dengan menggunakan profil siku atau material lain yang memadai.

C. Linggi Haluan dan Linggi Buritan

1. Linggi kayu balok

1.1 Lebar dan tinggi balok linggi haluan dan linggi buritan diatur di dalam [Tabel 3.2](#) dan [3.3](#). Lebar dan tinggi kayu linggi boleh diubah asalkan luas penampang yang disyaratkan sesuai [Tabel 3.2](#) dan [3.3](#) tetap dipertahankan.

1.2 Lebar balok linggi diantara sponeng paling sedikit harus 3 kali tebal papan kulit luar. Lebar sponeng paling sedikit harus 1,5 kali tebal papan kulit luar. Lihat [Gambar 3.3](#).

1.3 Diatas garis muat, tinggi balok linggi haluan boleh dikurangi hingga menjadi 80% dari tinggi balok linggi menurut [Tabel 3.2](#) dan [3.3](#).

1.4 Sambungan pada linggi haluan sedapat mungkin harus dihindari. Jika terdapat sambungan pada linggi haluan, maka letak sambungan tersebut harus di atas garis muat. Panjang sambungan lebih kurang 5 kali tinggi balok linggi haluan. **Jika panjang sambungan kurang dari ketentuan tersebut diatas, maka daerah sambungan harus diberi penguatan.**

1.5 Lebar balok linggi baling-baling harus sedemikian rupa sehingga pada samping lubang untuk tabung poros baling-baling masih ada tebal kayu paling sedikit 0,25 kali lebar linggi pada setiap sisi dan sekurang-kurangnya sama dengan tebal papan kulit.

Tebal tersebut harus diukur antara sisi lubang tabung poros baling-baling dan sisi bagian dalam dari sponeng. Linggi baling-baling diteruskan sampai ke geladak dan diikatkan dengan baut pada balok geladak.

1.6 Sisi depan linggi haluan dan sisi belakang linggi buritan boleh ditajamkan asalkan luas penampang yang disyaratkan sesuai [Tabel 3.2](#) dan [3.3](#) tetap dipertahankan.

1.7 Braket linggi harus dipasang untuk penguatan sambungan linggi dengan lunas. Braket linggi tersebut harus berhimpitan dengan lunas dan dengan linggi masing-masing sepanjang 3 kali tinggi lunas.

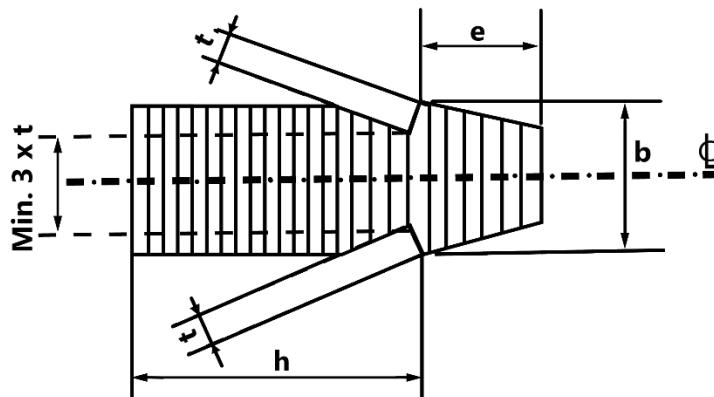
1.8 Pada sambungan antara lunas dengan linggi haluan dan linggi buritan harus dipasang penahan air (*stop water*) dari kayu lunak pada titik-titik dimana sponeng memotong sambungan tersebut.

2. Linggi kayu balok yang terdiri dari lapisan-lapisan (laminasi)

2.1 Linggi haluan dan linggi buritan harus mempunyai lebar dan tinggi tidak kurang dari lebar lunas dari kayu balok yang terdiri dari lapisan-lapisan sesuai [B.2](#). Tebal dari masing-masing lapisan linggi tidak boleh lebih dari 20 mm.

2.2 Di depan sponeng dari linggi haluan, tinggi dapat dikurangi guna membuat bentuk tajam sisi depan linggi haluan.

2.3 Tinggi dan lebar linggi haluan kayu balok yang terdiri dari lapisan-lapisan diukur sesuai dengan [Gambar 3.3](#).



b = lebar linggi

h = tinggi linggi

t = lebar sponeng (minimal 1,5 kali tebal papan kulit luar)

e = bagian linggi di depan sponeng

Gambar 3.3 Tinggi dan lebar linggi haluan balok kayu

3. Linggi baja

3.1 Linggi haluan dan linggi buritan dapat juga dibuat dari material baja bangunan kapal sesuai [Rules for Materials \(Pt.1, Vol. V\)](#).

3.2 Linggi dari baja harus mempunyai ukuran yang cukup dan disambung dengan baik ke bagian-bagian lambung dan harus dibuat sponeng untuk tempat pemasangan papan kulit.

4. Pengikat linggi

4.1 Galar balok dan galar balok kim harus disambung pada linggi dengan pengikat linggi dari baja atau dengan braket linggi dari kayu.

4.2 Pengikat atau braket itu harus mencapai gading-gading yang letaknya di belakang linggi haluan atau gading-gading yang letaknya di muka linggi buritan, tetapi panjang lengan pengikat tersebut sekurang-kurangnya harus 600 mm.

4.3 Pengikat dari baja harus mempunyai luas penampang sesuai Tabel 3.5 dan mempunyai ketebalan minimum 6 mm.

4.4 Lengan braket kayu harus mempunyai luas penampang yang sama dengan luas penampang gading-gading tunggal.

4.5 Pengikat linggi dapat juga disambungkan pada wrang di ujung-ujung haluan dan buritan.

Tabel 3.5 Luas penampang pengikat linggi dari baja

$L (B/3+H)$	Luas penampang pengikat linggi [cm ²]
$L (B/3+H) \leq 20$	15
$20 < L (B/3+H) \leq 60$	20
$60 < L (B/3+H) \leq 100$	24
$100 < L (B/3+H) \leq 150$	27
$L (B/3+H) > 150$	30

5. Sepatu kemudi dari baja

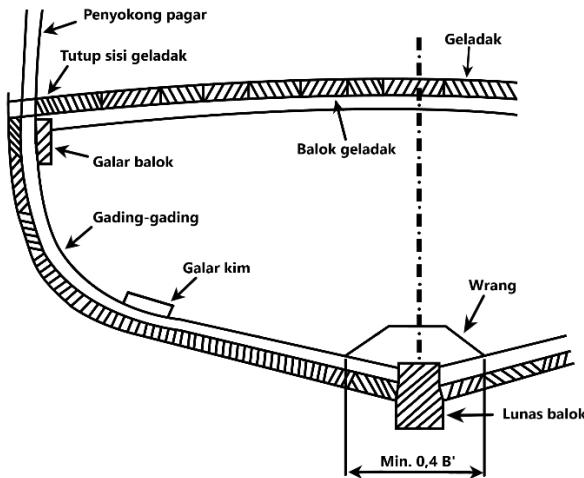
5.1 Sepatu kemudi yang dibuat dari baja harus mempunyai modulus penampang terhadap sumbu tegak tidak boleh kurang dari perhitungan yang terdapat dalam [Peraturan Lambung \(Bag.1 Vol. II\) Bab. 13, C.3](#).

5.2 Sepatu kemudi harus disambung pada lunas luar dan harus diteruskan ke depan paling kurang 0,03L, diukur dari sisi depan linggi baling-baling (*propeller post*).

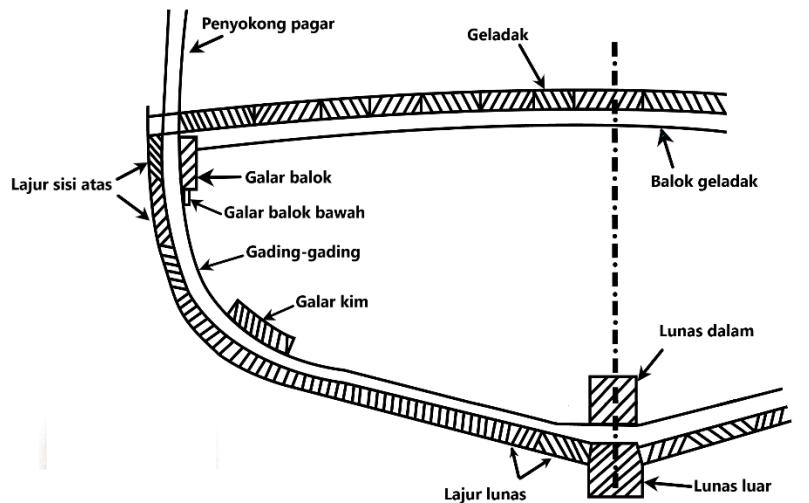
D. Gading-Gading

1. Gading-gading kayu balok

1.1 Gading-gading kayu balok dapat dibuat berupa kayu balok tunggal atau kayu balok berganda, lihat [Gambar 3.4](#) dan [3.5](#).



Gambar 3.4 Galing-galing tunggal lengkung



Gambar 3.5 Galing-galing berganda lengkung

1.2 Jarak galing-galing diukur dari tengah gading satu ke tengah gading lainnya dan dapat dihitung menurut [Tabel 3.6](#) hingga [3.9](#).

Tabel 3.6. Jarak galing-galing dan tebal kulit luar untuk kapal pelayaran **samudera terbatas**

L (B/3 + H)	Jarak galing-galing [mm]		Tebal kulit luar ^{1) 2)} [mm]
	Gading tunggal	Gading berganda	
1	2	3	4
20	280	310	30
25	300	335	32
30	320	355	34
35	335	370	36
40	350	390	38
45	360	400	39
50	375	415	41

¹⁾ Untuk kapal kecil tebal papan kulit luar keseluruhannya boleh sama. Untuk kapal yang besar papan lajur sisi atas dan papan lunas harus diperkuat (lihat [Tabel 3.7](#)).

²⁾ Berlaku untuk $L/H \leq 8$. Untuk $L/H > 8$, maka tebal kulit luar harus diperbesar sesuai [Tabel 3.1](#).

Tabel 3.7 Jarak gading-gading dan tebal kulit luar untuk kapal pelayaran **samudera terbatas**

L (B/3 + H)	Jarak gading-gading [mm]		Tebal kulit sisi dan alas [mm]	Kulit luar ^{1) 2)}		
	Gading tunggal	Gading berganda		Papan lajur sisi atas dan lunas		
				Lebar [mm]	Tebal [mm]	
1	2	3	4	5	6	
35	315	350	34	400	39	
40	330	365	36	410	41	
45	340	380	37	420	43	
50	355	395	39	430	45	
60	380	425	42	460	49	
70	405	450	45	490	52	
80	425	475	48	530	56	
90	440	490	51	570	60	
100	455	505	53	600	63	
120	485	540	57	680	67	
140	515	570	61	760	72	
160	530	590	65	830	76	
180	545	605	68	900	80	
200	560	620	71	970	83	
220	570	630	74	1050	87	
240	575	640	77	1120	90	
260	585	650	80	1200	94	

¹⁾ Lebar keseluruhan papan lajur sisi atas dan papan lunas untuk tiap sisi kapal yang terdiri dari beberapa papan.
²⁾ Berlaku untuk $L/H \leq 8$. Untuk $L/H > 8$, maka tebal kulit luar harus diperbesar sesuai [Tabel 3.1](#).

Tabel 3.8 Jarak gading-gading dan tebal kulit luar untuk kapal pelayaran **pantai**

L (B/3 + H)	Jarak gading-gading [mm]		Tebal kulit luar ^{1) 2)} [mm]
	Gading tunggal	Gading berganda	
1	2	3	4
20	265	295	24
25	275	305	26
30	285	315	28
35	300	330	30
40	315	350	32
45	330	370	34
50	350	390	36

¹⁾ Untuk kapal kecil tebal papan lajur sisi atas dan papan lunas harus diperkuat (lihat [Tabel 3.8](#)).
²⁾ Berlaku untuk $L/H \leq 8$. Untuk $L/H > 8$, maka tebal kulit luar harus diperbesar sesuai [Tabel 3.1](#).

Tabel 3.9 Jarak gading-gading dan tebal kulit luar untuk kapal pelayaran pantai

L (B/3 + H)	Jarak gading-gading [mm]		Tebal kulit sisi dan alas [mm]	Kulit luar ²⁾		
	Gading tunggal	Gading berganda		Papan lajur sisi atas dan lunas		
				Lebar ¹⁾ [mm]	Tebal [mm]	
1	2	3	4	5	6	
35	280	310	28	380	35	
40	300	330	30	400	37	
45	315	350	32	420	40	
50	330	365	34	430	42	
60	340	380	38	450	45	
70	370	410	41	490	48	
80	390	435	44	530	52	
90	405	450	47	570	55	
100	420	465	49	600	57	
120	445	495	53	680	62	
140	470	520	56	760	65	
160	490	545	60	830	70	
180	505	560	63	900	74	
200	515	575	66	970	77	
220	525	585	69	1050	81	
240	540	600	72	1120	84	
260	550	610	79	1200	88	

¹⁾ Lebar keseluruhan papan lajur sisi atas dan papan lunas untuk tiap sisi kapal yang terdiri dari beberapa papan.

²⁾ Berlaku untuk $L/H \leq 8$. Untuk $L/H > 8$, maka tebal kulit luar harus diperbesar sesuai Tabel 3.1.

1.3 Ukuran gading-gading kayu balok ditentukan menurut Tabel 3.10 s/d 3.13. Jika ukuran gading-gading yang digunakan kurang dari yang ditentukan dalam Tabel 3.12 dan 3.13, maka modulus penampang aktual harus dihitung menurut Lampiran 1. Apabila hasilnya lebih besar dibandingkan dengan modulus penampang yang didapat dari Tabel 3.10 dan 3.11, maka ukuran gading-gading tersebut dapat diterima namun jika sebaliknya maka ukuran gading-gading harus disesuaikan hingga didapatkan modulus penampang yang sama atau lebih besar.

Tabel 3.10 Modulus penampang gading-gading untuk kapal pelayaran samudera terbatas

B/3 + H	Modulus penampang gading-gading ¹⁾ [cm ³]				
	Gading tunggal	Gading berganda	Gading berlapis	Gading dari baja	
1	2	3	4	5	
2,4	24,5	20,5	12,25	1,53	
2,6	29,0	24,0	1450	1,81	
2,8	35,0	29,0	17,50	2,19	
3,2	49,0	41,0	24,00	3,06	
3,6	68,0	57,0	34,00	4,25	
4,0	90,0	75,0	45,00	5,63	
4,4	117,0	97,0	58,50	7,30	
4,8	146,0	122,0	73,00	9,10	
5,2	182,0	152,0	91,00	11,40	
5,6	223,0	186,0	111,50	13,90	
6,0	266,0	222,0	133,00	16,60	
6,4	312,0	260,0	156,00	19,50	
6,8	353,0	294,0	176,50	22,00	
7,2	400,0	334,0	200,00	25,00	
7,6	455,0	378,0	227,50	28,40	
8,0	505,0	520,0	252,50	31,60	

Tabel 3.10 Modulus penampang gading-gading untuk kapal pelayaran samudera terbatas (lanjutan)

- ¹⁾ Modulus penampang berlaku untuk jarak gading sama dengan atau kurang dari 100 mm (W100). Jika jarak gading > 100mm maka modulus penampang harus diperbesar menurut perbandingan antara jarak gading-gading yang dipilih dengan jarak dasar. Gading-gading dari baja ditentukan sebagai fungsi dari modulus penampang yang dihitung menurut tabel profil dari pabrik baja.

Contoh:

$$B/3 + H = 4,0$$

Jarak gading-gading menurut [Tabel 3.7](#) untuk gading-gading tunggal yang dilengkung adalah 350 mm

$$\left. \begin{array}{l} W100 = 90 \text{ cm}^3 \\ W350 = 90 \times \frac{350}{100} = 315 \text{ cm}^3 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Maka menurut Tabel 3.12} \\ \text{Tinggi gading} = 143/107 \text{ mm} \\ \text{Tebal gading} = 92 \text{ mm} \end{array}$$

Catatan:

Ukuran penampang dari gading-gading yang dilengkung dan gading-gading berlapis dapat ditentukan menurut [Tabel 3.12](#) dan [3.13](#) berdasarkan modulus penampang yang ditetapkan.

Tabel 3.11 Modulus penampang gading-gading untuk kapal pelayaran pantai

B/3 + H	Modulus penampang gading-gading ¹⁾ [cm ³]				
	Gading tunggal	Gading berganda	Gading berlapis	Gading dari baja	
1	2	3	4	5	
2,4	21,5	18,5	10,75	1,34	
2,6	25,5	21,5	12,75	1,59	
2,8	31,0	26,0	15,50	1,94	
3,2	43,0	36,5	21,75	2,72	
3,6	61,0	50,0	30,50	3,81	
4,0	80,0	66,0	40,00	5,00	
4,4	104,0	86,0	52,00	6,50	
4,8	130,0	108,0	65,00	8,10	
5,2	162,0	135,0	81,00	10,10	
5,6	198,0	165,0	99,00	12,40	
6,0	236,0	197,0	118,00	14,75	
6,4	278,0	231,0	139,00	17,40	
6,8	314,0	261,0	157,50	19,60	
7,2	356,0	296,0	178,00	22,30	
7,6	405,0	336,0	203,50	25,40	
8,0	450,0	373,0	250,50	28,12	

- ¹⁾ Modulus penampang berlaku untuk jarak gading sama dengan atau kurang dari 100 mm (W100). Jika jarak gading > 100mm maka modulus penampang harus diperbesar menurut perbandingan antara jarak gading-gading yang dipilih dengan jarak dasar. Gading-gading dari baja ditentukan sebagai fungsi dari modulus penampang yang dihitung menurut tabel profil dari pabrik baja.

Contoh:

$$B/3 + H = 3,80 \text{ m}$$

Jarak gading-gading menurut [Tabel 3.7](#) untuk gading-gading tunggal yang dilengkung adalah 330 mm

$$\left. \begin{array}{l} W100 = 79 \text{ cm}^3 \\ W330 = 79 \times \frac{330}{100} = 260 \text{ cm}^3 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Maka menurut Tabel 3.12} \\ \text{Tinggi gading} = 134/101 \text{ mm} \\ \text{Tebal gading} = 87 \text{ mm} \end{array}$$

Catatan:

Ukuran penampang dari gading-gading yang dilengkung dan gading-gading berlapis dapat ditentukan menurut [Tabel 3.12](#) dan [3.13](#) berdasarkan modulus penampang yang ditetapkan.

Tabel 3.12 Penampang gading-gading tunggal yang dilengkung

Modulus penampang [cm ³]	Penampang gading-gading [mm]				Modulus penampang [cm ³]	Penampang gading-gading [mm]			
	Tebal	Tinggi ¹⁾		Tebal		Tinggi ¹⁾			
1	2	3	4	1	2	3	4		
59	53	82	62	1095	140	217	163		
72	56	88	66	1220	145	225	169		
87	60	93	70	1350	150	233	175		
110	65	101	76	1485	155	240	180		
136	70	108	81	1640	160	248	186		
168	75	116	87	1790	165	255	191		
202	80	123	97	1980	170	265	198		
243	85	131	99	2130	175	270	203		
294	90	140	105	2355	180	280	210		
342	95	147	110	2530	185	287	215		
400	100	155	116	2760	190	295	221		
442	105	163	122	2920	195	300	225		
530	110	170	128	3200	200	310	232		
604	115	178	136	3690	210	325	2240		
685	120	185	139	4240	220	340	255		
782	125	194	145	4840	230	355	266		
860	130	200	150	5450	240	370	277		
990	135	210	157	6170	250	385	289		

¹⁾ Tinggi pertama yang terdapat dikolom 3 adalah tinggi gading-gading pada alas sampai bilga, yang seterusnya menuju ke geladak dapat diperkecil sampai tercapai tinggi gading-gading yang terdapat pada kolom 4.

Tabel 3.13 Penampang gading-gading berganda dan berlapis

Modulus penampang [cm ³]	Penampang gading-gading berganda yang dilengkung [mm]				Modulus penampang [cm ³]	Penampang gading-gading berlapis [mm]	
	Tebal	Tinggi ¹⁾		Tebal dan tinggi			
1	2	3	4	5	6		
61	45	90	68	21		50	
82	50	100	75	28		55	
111	55	110	83	36		60	
144	60	120	90	45		65	
183	65	130	98	57		70	
229	70	140	105	68		75	
281	75	150	113	85		80	
340	80	160	120	102		85	
410	85	170	128	121		90	
486	90	180	135	141		95	
572	95	190	143	166		100	
666	100	200	150	222		110	
770	105	210	157	287		120	
890	110	220	165	367		130	
1015	115	230	173	456		140	
1150	120	240	180	560		150	
1300	125	250	188	682		160	
1465	130	260	195	815		170	
1640	135	270	203	987		180	
1830	140	280	210	1130		190	
2030	145	290	218	1330		200	
2250	150	300	225	1530		210	
2480	155	310	233	1720		220	
2720	160	320	240	2030		230	
3000	165	330	248	2300		240	

Tabel 3.13 Penampang gading-gading berganda dan berlapis (lanjutan)

Modulus penampang [cm ³]	Penampang gading-gading berganda yang dilengkung [mm]			Modulus penampang [cm ³]	Penampang gading-gading berlapis [mm]
	Tebal	Tinggi ¹⁾			
1	2	3	4	5	6
3280	170	340	255		
3570	175	350	263		
3880	180	360	270		
4220	185	370	278		
4570	190	380	285		
4940	195	390	293		
5340	200	400	300		

¹⁾ Tinggi pertama yang terdapat dikolom 3 adalah tinggi gading-gading pada alas sampai bilga, yang seterusnya menuju ke geladak dapat diperkecil sampai tercapai tinggi gading-gading yang terdapat pada kolom 4.

1.4 Untuk gading-gading lengkung dapat dipergunakan kayu yang seratnya searah dengan bentuk gading-gading. Jika kayu tersebut tidak cukup panjang, maka gading-gading dapat disambung.

1.5 Penyambungan gading-gading tunggal dapat dilakukan dengan 2 cara:

- 1) Sambungan berhimpit dengan panjang himpitan sekurang-kurangnya 3 kali tebal gading-gading.
- 2) Sambungan tumpul balok kayu yang ukurannya sama dengan ukuran gading-gading, dan panjangnya paling kurang 6 kali tebal gading-gading.

1.6 Penyambungan gading-gading berganda tidak perlu memakai kayu penyambung. Bagian gading-gading tersebut dilekatkan tumpul satu dengan yang lain, dengan panjang kira-kira 6 kali tebal gading-gading, tetapi panjang sambungan tidak perlu lebih dari 700 mm.

1.7 Gading-gading sisi kiri dan sisi kanan dari gading-gading lengkung harus dihubungkan satu dengan yang lain dengan wrang (*floor*) sesuai E.1.

1.8 Penyambungan gading-gading berganda ada dua cara yang dapat digunakan:

- 1) Gading-gading diteruskan sepanjang lunas luar. Letak sambungan gading-gading, disatu sisi dari lunas, harus 0,10 B' sampai 0,15 B' dan di sisi lainnya 0,4 B' sampai 0,35 B' diukur dari bidang simetri kapal ke sisi luar gading-gading (*moulded*).
- 2) Panjang keseluruhan dari kedua lengan gading-gading harus sekurang-kurangnya sama dengan 0,5 B'. Sambungan di gading-gading yang kedua letaknya harus paling kurang 0,25 B' diukur dari tengah lunas. Bila titik pertemuan gading-gading pertama letaknya di tengah lunas, maka titik pertemuan gading-gading kedua letaknya paling kurang 0,25 B' diukur dari tengah lunas. Tinggi gading-gading dari sisi atas lunas luar harus sama dengan tinggi wrang menurut Tabel 3.14.

2. Gading-gading kayu berlapis (*laminated frame*)

2.1 Ukuran gading-gading yang terbuat dari kayu berlapis ditentukan menurut Tabel 3.10, 3.11 dan 3.13.

2.2 Gading-gading kayu berlapis harus dibuat dalam satu ukuran panjang. Tebal tiap lapisan kurang lebih 0,125 kali tinggi gading-gading tetapi tidak perlu melebihi 20 mm. Bagi gading-gading yang sangat lengkung dianjurkan agar tebal lapisan tersebut diperkecil, supaya pada waktu dilengkungkan tidak patah.

2.3 Pada gading-gading berlapis, lapisan tengah boleh dibuat dari kayu yang lebih ringan dengan berat jenis minimal 450 kg/m³. Tebal seluruhnya dari lapisan tengah tidak boleh melebihi 30% dari tebal/tinggi gading-gading (lihat juga Bab 2, A.1.1).

3. Gading-gading baja atau logam lainnya

- 3.1** Gading-gading dapat juga dibuat dari baja dan logam lainnya.
- 3.2** Ukuran gading-gading dari baja ditentukan menurut [Tabel 3.10 dan 3.11](#).
- 3.3** Ukuran gading-gading dari material logam lainnya akan dipertimbangkan secara khusus.

E. Wrang

- 1.** Gading-gading yang terputus pada lunas luar harus dihubungkan satu dengan yang lain dengan wrang. Wrang tersebut dibuat melewati sisi atas lunas luar, di mana tinggi di atas lunas luar dapat dihitung menurut [Tabel 3.14](#) dan tebal harus sama dengan tebal gading-gading. Panjang wrang agar diusahakan dibuat sepanjang mungkin dan sekurang-kurangnya sama dengan $0,4 B'$ (B' = lebar kapal setempat).
- 2.** Jika di atas sambungan wrang akan dipasang lunas samping atau galar kim sehingga konstruksinya tidak memenuhi syarat yang ditetapkan (terutama sistem penyambungan dan sistem pembautan), maka dapat dipasang dan ditambahkan balok penghubung lintang yang lebih efisien sebagai pengganti wrang.

Tabel 3.14 Tinggi wrang

Kapal pelayaran samudera terbatas			Kapal pelayaran pantai	
B/3 + H	Tinggi wrang ¹⁾ [mm]		Tinggi wrang [mm]	
	Hanya lunas luar	Lunas luar dan lunas dalam	Hanya lunas luar	Lunas luar dan lunas dalam
1	2	3	5	6
2,4	170	140	150	140
2,6	180	150	160	145
2,8	190	160	170	150
3,0	200	170	180	160
3,4	220	190	200	175
3,8	240	210	220	195
4,2	260	225	240	210
4,6	280	250	260	230
5,0		270		250
5,4		285		265
5,8		305		285
6,2		325		305
6,6		345		325

¹⁾ Tinggi wrang adalah ukuran tinggi diatas lunas luar.

- 3.** Wrang di bawah pondasi mesin harus diperkuat secukupnya.
- 4.** Pada wrang atau gading-gading di sebelah kiri dan kanan lunas harus dibuat lubang-lubang air agar supaya air dapat mengalir dengan baik ke pompa bilga.
- 5.** Wrang dapat juga dibuat dari kayu lapis dengan ukuran yang mempunyai modulus penampang 1,5 kali lebih besar dari pada ukuran gading-gading tunggal yang diperoleh pada [D.1](#).
- 6.** Apabila wrang dibuat dari baja, maka modulus penampangnya minimal 15% dari modulus penampang yang diperoleh pada [1](#).
- 7.** Apabila wrang dibuat dari material lain (alumunium, serat gelas), maka modulus penampangnya akan dipertimbangkan secara khusus.

F. Galar Kim

1. Galar kim dari kayu balok

1.1 Pada tiap sisi kapal di daerah lajur bilga harus dipasang sebuah galar kim yang dapat terdiri dari beberapa kayu balok yang letaknya bersisian.

1.2 Ukuran galar kim dapat diambil dari [Tabel 3.15](#) dan [3.16](#). Pada daerah $0,25 L_1$ dari ujung-ujung kapal, luas penampang galar dapat dikurangi secara berangsur-angsur sampai menjadi 75% dari luas menurut tabel.

1.3 Galar kim harus sedapat mungkin dipasang mengikuti arah papan kulit luar dari haluan ke buritan secara tidak terputus. Khusus untuk kapal yang mempunyai ruang ikan, galar kim dapat terputus pada sekat ruang ikan dengan syarat galar tersebut disambung pada sekat ruang ikan dengan braket yang kuat. Galar kim boleh disambung dan cara penyambungannya harus baik. Jika ada sambungan galar kim di daerah ujung kapal (haluan dan buritan), maka jarak sambungan tersebut dari linggi sedapat mungkin tidak kurang dari 4 m. Mengenai pengikatan galar kim ke linggi-lingga lihat [C.4](#).

1.4 Pada daerah berjarak 2 kali jarak gading dari linggi haluan dan buritan harus dipasang balok kayu pengisi diantara galar kim dan kulit luar. Balok pengisi ini harus diikat atau dipasang dengan baik.

Tabel 3.15. Galar balok dan galar balok kim kapal pelayaran **samudera terbatas**

L (B/3 + H)	Penampang galar balok [cm ²]	Galar balok tinggi x tebal [mm]	Galar balok sisi tinggi x tebal [mm]	Galar balok bawah tinggi x tebal [mm]	Galar balok kim tinggi x tebal [mm]
1	2	3	4	5	6
20	55	155 x 36			190 x 47
25	883	180 x 46			195 x 49
30	111	200 x 55	-	-	205 x 50
35	138	220 x 62			210 x 52
40	165	240 x 68			220 x 53
45	192	265 x 73			225 x 54
50	219	280 x 79			235 x 55
60	273	295 x 61 275 x 65	96 x 96 -	174 x 53	245 x 57
70	327	325 x 67 305 x 72	105 x 105 -	185 x 59	255 x 58
80	380	350 x 72 320 x 77	113 x 113 -	200 x 63	270 x 59
90	423	370 x 76 345 x 81	119 x 119 -	215 x 66	270 x 60
100	471	390 x 81 365 x 86	125 x 125 -	225 x 70	275 x 61
110	520	410 x 84 385 x 90	132 x 132 -	240 x 73	280 x 62
120	556	430 x 88 395 x 93	136 x 136 -	245 x 76	285 x 63
130	592	490 x 91 410 x 97	140 x 140 -	250 x 79	285 x 64
140	630	450 x 93 425 x 100	145 x 145 -	255 x 82	290 x 65
160	710	255 x 80	134 x 134	2 x 230 x 70	290 x 66
180	785	270 x 83	141 x 141	2 x 245 x 73	300 x 66
200	846	290 x 86	146 x 146	2 x 255 x 77	305 x 67
220	930	300 x 88	152 x 152	2 x 265 x 80	310 x 67
240	980	315 x 90	157 x 157	2 x 275 x 83	310 x 68
260	1040	325 x 92	162 x 162	2 x 285 x 86	315 x 68

Tabel 3.16. Galar balok dan galar balok kim kapal pelayaran pantai

L (B/3 + H) [m ²]	Penampang galar balok ¹⁾ [cm ²]	Galar balok tinggi x tebal [mm]	Galar balok sisi tinggi x tebal [mm]	Galar balok bawah tinggi x tebal [mm]	Galar balok kim tinggi x tebal [mm]
1	2	3	4	5	6
20	50	145 x 35			185 x 43
25	75	165 x 46			190 x 46
30	100	190 x 53			195 x 48
35	125	210 x 59	-	-	200 x 50
40	150	230 x 65			205 x 51
45	175	250 x 70			210 x 52
50	200	260 x 75			220 x 53
60	248	280 x 58 265 x 62	91 x 91 -	- 165 x 50	230 x 55
70	297	310 x 64 290 x 68	100 x 100 -	- 175 x 57	245 x 56
80	345	335 x 69 315 x 74	107 x 107 -	- 190 x 61	255 x 56
90	385	360 x 74 330 x 78	113 x 113 -	- 200 x 64	260 x 57
100	429	370 x 77 350 x 82	120 x 120 -	- 215 x 67	265 x 58
110	473	390 x 81 365 x 86	126 x 126 -	- 225 x 70	270 x 59
120	506	410 x 84 380 x 89	130 x 130 -	- 230 x 74	270 x 60
130	539	420 x 86 390 x 92	134 x 134 -	- 240 x 75	270 x 61
140	572	430 x 89 400 x 95	138 x 138 -	- 245 x 77	275 x 62
160	645	250 x 73	127 x 127	2 x 220 x 67	275 x 63
180	715	270 x 77	134 x 134	2 x 235 x 71	280 x 63
200	770	280 x 80	139 x 139	2 x 245 x 74	290 x 64
220	835	290 x 83	145 x 145	2 x 255 x 77	295 x 64
240	891	300 x 86	150 x 150	2 x 260 x 79	295 x 65
260	945	310 x 88	154 x 154	2 x 270 x 81	300 x 65

¹⁾ Berlaku untuk L/H ≤ 8. Untuk L/H > 8 maka luas penampang harus diperbesar sesuai Tabel 3.1.

2. Galar kim dari kayu berlapis (*Laminated stringer*)

2.1 Ukuran luas penampang lintang galar kim dapat dikurangi sampai 25 % dari ukuran yang diperoleh pada 1.2.

2.2 Jika dipasang beberapa buah galar kim yang bersisian dan semuanya dari kayu berlapis, maka luas penampang lintang galar kim no.2 dan no. 3. (dihitung mulai dari arah sebelah bawah alas kapal), dapat dikurangi masing-masing 10 % dan 20 % dari ukuran yang diperoleh pada 2.1.

2.3 Apabila balok kayu pengisi dilekatkan dengan lem pada setiap jarak antara gading-gading sepanjang galar kim, maka luas penampang lintang dari galar kim dapat dikurangi 15% dari ukuran yang diperoleh pada 2.1.

G. Galar Balok

1. Pada tiap sisi kapal harus dipasang sekurang-kurangnya sebuah galar balok yang tidak terputus. Untuk kapal yang mempunyai angka penunjuk $L (B/3 + H)$ lebih besar dari 55, disamping galar balok utama harus ditambah dengan galar balok bawah atau galar balok sisi. Untuk kapal dengan angka penunjuk $L (B/3 + H)$ diatas 150, disamping galar balok utama harus ditambah dengan satu galar balok sisi dan satu atau dua galar balok bawah.

Untuk kapal yang gading-gadingnya dibuat dari kayu berlapis cukup dipasang satu galar balok.

2. Penyusunan dan ukuran-ukuran dari galar balok dapat dilihat dalam [Tabel 3.15](#) dan [3.16](#). Ukuran galar dapat diubah dengan syarat luas penampang yang sudah dihitung menurut peraturan dipertahankan. Pada daerah $0,25 L_1$ dari ujung-ujung kapal luas penampang galar balok dapat dikurangi secara berangsur-angsur sampai menjadi 75%.

3. Galar balok harus menembus sekat. Galar balok boleh disambung memanjang. Panjang skarp sekurang-kurangnya harus 2 kali jarak gading-gading. Pada sambungan tumpul harus dipasang kayu penyambung yang panjangnya sekurang-kurangnya 3 kali jarak gading-gading.

4. Sambungan memanjang sedapat mungkin tidak boleh ada di sekitar tiang, tambatan tali tiang, sekat-sekat, sambungan dari lajur-lajur papan kulit bagian atas atau tutup sisi geladak.

5. Galar balok dari kayu berlapis ukuran luas penampangnya dapat dikurangi 10% dari ukuran yang diperoleh pada [H.2](#).

H. Balok Geladak dan Braketnya

1. Balok geladak dari kayu balok

1.1 Jarak balok geladak, diukur dari tengah balok ke tengah balok lainnya, dapat dihitung menurut [Tabel 3.17](#) dan [3.18](#). Untuk balok ujung palka dan balok-balok yang berjarak tidak sama dengan balok-balok di kedua sisinya, jarak balok yang berlaku adalah panjang bidang geladak yang dipikul oleh balok-balok bersangkutan. Jarak rata-rata antara balok adalah setengah dari jumlah 2 jarak balok yang bersisian. Jarak balok dapat diperbesar sampai dengan 10% dari jarak rata-rata asalkan jarak balok pada sisi yang lain dikurangi dengan prosentase yang sama.

Tabel 3.17. Jarak balok geladak, geladak, tutup sisi geladak dan braket balok kapal pelayaran samudera terbatas

$L (B/3 + H)$	Jarak balok geladak [mm]	Tebal geladak [mm]	Tutup sisi geladak (lebar x tebal) [mm]	Jumlah braket horizontal	Tebal pagar [mm]
1	2	3	4	5	6
20	450	36	190 x 36	5	23
25	470	39	200 x 39	5	25
30	490	41	210 x 41	5	27
35	515	43	220 x 43	5	30
40	530	45	230 x 44	5	32
50	570	48	250 x 48	6	35
60	600	51	260 x 51	6	37
70	635	53	270 x 54	7	40

Tabel 3.17. Jarak balok geladak, geladak, tutup sisi geladak dan braket balok kapal pelayaran samudera terbatas (lanjutan)

L (B/3 + H)	Jarak balok geladak [mm]	Tebal geladak [mm]	Tutup sisi geladak (lebar x tebal) [mm]	Jumlah braket horizontal	Tebal pagar [mm]
1	2	3	4	5	6
80	660	55	280 x 56	7	42
90	685	57	290 x 58	8	45
100	710	59	300 x 61	8	47
120	745	62	320 x 61	9	50
140	780	66	340 x 61	9	50
160	815	68	350 x 72	10	50
180	840	71	360 x 75	10	50
200	865	73	370 x 77	11	50
220	890	74	380 x 80	12	55
240	910	76	390 x 83	12	55
260	930	78	400 x 86	13	55

Tabel 3.18. Jarak balok geladak, geladak, tutup sisi geladak dan braket balok kapal pelayaran pantai

L (B/3 + H)	Jarak balok geladak [mm]	Tebal geladak [mm]	Tutup sisi geladak (lebar x tebal) [mm]	Jumlah braket horizontal	Tebal pagar [mm]
1	2	3	4	5	6
20	425	33	190 x 33	5	21
25	445	35	200 x 35	5	25
30	465	37	210 x 37	5	27
35	490	39	220 x 39	5	30
40	505	41	230 x 40	5	32
50	540	43	250 x 44	6	35
60	570	46	260 x 46	6	37
70	600	48	270 x 49	7	40
80	625	50	280 x 51	7	42
90	650	51	290 x 53	8	45
100	675	53	300 x 55	8	47
120	710	56	320 x 59	9	50
140	740	59	340 x 62	9	50
160	775	61	350 x 65	10	50
180	795	64	360 x 68	10	50
200	820	66	370 x 70	11	50
220	845	67	380 x 72	12	55
240	865	68	390 x 73	12	55
260	880	70	400 x 75	13	55

1.2 Modulus penampang balok geladak ditentukan berdasarkan jarak dan panjang balok. Panjang balok yang berlaku adalah panjang antara sisi-sisi luar gading-gading, dan untuk balok disisi palka, panjang antara sisi luar gading-gading dan ambang palka atau ambang bangunan atas. **Jika panjang balok kurang dari setengah lebar kapal, maka panjang balok yang berlaku adalah setengah lebar kapal.** Modulus penampang balok geladak dengan jarak balok = 100 mm (W100) dapat ditentukan menurut Tabel 3.19 berdasarkan panjang masing-masing balok.

1.3 Balok geladak dengan modulus penampang yang dihitung sesuai Tabel 3.19 dapat memiliki ukuran penampang seperti yang diberikan pada Tabel 3.20. **Jika ukuran penampang balok yang digunakan kurang dari yang ditentukan dalam Tabel 3.20, maka modulus penampang aktual harus dihitung seperti pada D.1.3. untuk menentukan apakah ukuran penampang balok dapat diterima atau tidak.**

Balok geladak dari baja ditentukan sebagai fungsi dari modulus penampang yang dihitung menurut tabel profil dari pabrik baja.

Tabel 3.19 Modulus penampang balok geladak

Panjang balok [m]	Modulus penampang balok geladak ¹⁾					
	Kapal ikan kuter			Kapal barang		
	Balok kayu [cm ³]	Balok baja [cm ³]	Beban geladak, p [t/cm ²]	Balok kayu [cm ³]	Balok baja [cm ³]	Beban geladak, p [t/cm ²]
1	2	3	4	5	6	7
1,6	3,50	0,65	0,422	4,05	0,75	0,496
1,8	4,65	0,86	0,43	5,35	0,99	0,506
2,0	5,8	1,07	0,438	6,66	1,23	0,515
2,4	8,6	1,57	0,454	9,9	1,81	0,534
2,8	12,0	2,23	0,470	13,8	2,57	0,553
3,2	16,1	2,96	0,486	18,5	3,40	0,572
3,6	21,2	3,93	0,502	24,4	4,52	0,591
4,0	26,9	5,02	0,518	30,9	5,77	0,610
4,4	33,7	6,25	0,534	38,7	7,20	0,629
4,8	41,1	7,65	0,550	47,3	9,80	0,648
5,2	49,7	9,25	0,566	57,1	10,65	0,667
5,6	59,7	11,0	0,583	68,6	12,65	0,686
6,0	70	13,1	0,600	80,5	15,1	0,705
6,4	82	15,2	0,616	94,5	17,5	0,724
6,8	95	17,6	0,632	109	20,3	0,743
7,2	109	20,3	0,648	125	23,4	0,763
7,6	125	23,1	0,664	144	26,6	0,782
8,0	142	26,3	0,680	163	30,6	0,80
8,4	160	29,5	0,696	184	34,0	0,82

¹⁾ Modulus penampang yang tertera di tabel berlaku untuk jarak dasar balok sama dengan 100 mm (W100). Jika jarak balok yang digunakan lebih dari 100 mm, maka modulus penampang balok harus diperbesar menurut perbandingan antara jarak balok yang dipilih dengan jarak dasar. Selain itu untuk balok yang panjangnya lebih pendek dari pada lebar kapal B, modulus penampang harus dikalikan dengan beban geladak p₁ yang didapat dari tabel menurut panjang balok yang sama dengan lebar kapal B, dan kemudian dibagi oleh beban geladak p₂ yang didapat dari tabel menurut panjang balok masing-masing.

Contoh:

panjang balok = 4,4 m → p₂ = 0,534 t/cm², W100 = 33,7 cm³

lebar kapal B = 6,4 m → p₁ = 0,616 t/cm²

jarak balok = 650 mm

maka modulus penampang untuk jarak balok 650 mm (W650) = 33,7 × $\frac{650}{100}$ × $\frac{0,616}{0,534}$ = 252 cm³

Tabel 3.20 Penampang balok geladak

Modulus penampang [cm ³]	Ukuran penampang balok geladak ¹⁾ [mm]		
	Lebar x Tinggi	Lebar x Tinggi	Lebar x Tinggi
1	2	3	4
24	70 x 45	44 x 45	53 x 53
29	75 x 48	47 x 48	56 x 56
33,5	80 x 50	49 x 50	59 x 59
40	85 x 53	52 x 53	62 x 62
45	90 x 55	54 x 55	65 x 65
53	95 x 58	57 x 58	68 x 68
60	100 x 60	59 x 60	71 x 71
70	105 x 65	62 x 65	75 x 75
77	110 x 70	64 x 70	78 x 78

Tabel 3.20 Penampang balok geladak (lanjutan)

Modulus penampang [cm ³]	Ukuran penampang balok geladak ¹⁾ [mm]		
	Lebar x Tinggi	Lebar x Tinggi	Lebar x Tinggi
	1	2	3
98	120 x 75	69 x 75	84 x 84
122	130 x 80	74 x 80	90 x 90
149	140 x 90	80 x 90	96 x 96
180	150 x 95	85 x 95	103 x 103
216	160 x 100	90 x 100	109 x 109
255	170 x 105	95 x 105	115 x 115
300	180 x 110	100 x 110	122 x 122
349	190 x 120	105 x 120	128 x 128
404	200 x 110	111 x 110	134 x 134
528	220 x 120	121 x 120	147 x 147
676	240 x 130	132 x 130	159 x 159
850	260 x 140	142 x 140	172 x 172
1050	280 x 150	152 x 150	185 x 185
1270	300 x 160	162 x 217	197 x 197

¹⁾ Dapat dipergunakan balok geladak dengan penampang yang tertera dalam kolom 2, 3 dan 4 atau juga balok dengan penampang yang lain, tetapi harus mempunyai modulus penampang yang sama.

1.4 Balok yang terdapat pada ujung-ujung lubang geladak yang besar, begitu juga balok di muka atau di belakang tiap tiang muat/layar (*mast*), jika tidak terletak di atas sekat atau pilar geladak harus mempunyai modulus penampang sekurang-kurangnya 2,3 kali dari pada yang telah dihitung untuk balok-balok geladak yang normal.

1.5 Balok geladak yang terdapat di bawah mesin jangkar, mesin derek atau alat-alat berat lainnya, harus diperkuat atau ditumpu dengan pilar sesuai dengan beratnya mesin atau alat-alat tersebut. Bila perlu BKI dapat memintakan perhitungan kekuatan konstruksi untuk setiap kasusnya.

1.6 Tinggi balok geladak yang tidak terputus sampai ke galar balok dapat dikurangi secara berangsur-angsur hingga maksimum 25%. Tinggi balok geladak yang diperkuat dapat dikurangi secara berangsur-angsur sehingga pada ujungnya sama dengan tinggi balok yang berdekatan.

1.7 Penghubung balok geladak (*carling*) yang cukup kuat harus dipasang di samping lubang geladak, di samping tiang muat/layar, di bawah mesin-mesin geladak (mesin jangkar, mesin derek) dan bolder. Penghubung balok juga harus dipasang diantara balok-balok geladak di bawah mata baut jika baut-baut pengikat tidak berada pada balok geladak.

1.8 Balok geladak tidak boleh disambungkan pada galar balok dengan cara membuat takik pada galar balok tersebut apabila luas penampangnya yang tertinggal lebih kecil dari pada yang disyaratkan oleh Peraturan.

1.9 Balok geladak yang disambungkan ke gading-gading berganda harus diatur/dibuat sedemikian rupa sehingga ujung-ujungnya berada (duduk) di atas bagian ujung atas dari gading-gading. Jarak antara balok geladak tidak boleh lebih dari 2 kali jarak gading-gading.

2. Balok geladak dari kayu berlapis (*laminated deck beam*)

2.1 Ukuran balok geladak dari kayu berlapis boleh dikurangi 15% dari ukuran balok geladak yang di peroleh pada [1.2](#) dan [1.3](#).

2.2 Apabila balok geladak dan gading-gading terbuat dari kayu berlapis, maka balok geladak harus dipasang pada setiap gading-gading. Balok geladak dan gading-gading tersebut harus terletak dalam satu bidang dan dihubungkan dengan menggunakan braket gantung.

2.3 Balok geladak pada ujung-ujung ambang palka dan pada ujung-ujung buaan kamar mesin umumnya harus ditumpu pada tengah-tengah balok geladak tersebut. Ukuran balok geladak ini adalah 1,15 kali lebih besar dari pada yang diperoleh pada 2.1. Apabila balok geladak tersebut tidak ditumpu maka modulus penampangnya harus lebih besar 2,3 kali dari ukuran yang diperoleh pada 2.1. Apabila pada setiap sudut ambang palka dan buaan kamar mesin diberikan pilar, maka ukuran balok geladak adalah sama dengan yang diperoleh pada 2.1.

2.4 Penghubung balok geladak (carling) disisi lubang palka dan buaan kamar mesin harus mempunyai luas penampang yang sama dengan balok geladak yang terletak pada ujung palka dan buaan kamar mesin. Penghubung balok geladak harus disambungkan pada balok geladak yang terletak pada ujung palka dan buaan kamar mesin dan juga harus disambungkan dengan balok geladak yang terletak disamping lubang palka atau disamping buaan kamar mesin, dengan menggunakan braket horizontal.

3. Braket balok geladak

3.1 Braket horizontal

3.1.1 Braket horizontal pada umumnya dibuat dari baja yang mempunyai panjang lengan sama dengan 1 (satu) jarak gading-gading dengan ukuran minimal 65 x 19 mm dan dilaskan pada pelat braket setebal 10 mm dan panjang lengan 300 mm (Braket 300 x 300 x 10 mm).

3.1.2 Pada balok geladak yang terletak di ujung lubang geladak dan disamping tiang agung (*mast*) dan pada balok geladak yang diperkuat harus ditempatkan braket horizontal yang harus dihubungkan dengan gading-gading, balok geladak, tutup sisi geladak, kulit luar dan galar masing-masing dengan 2 buah sekrup atau baut tumpul. Jumlah minimum braket yang harus dipasang pada tiap sisi kapal dapat diperoleh dari Tabel 3.17 dan 3.18.

3.1.3 Braket horizontal harus diikat dengan baut yang berdiameter minimal 13 mm.

3.1.4 Braket horizontal pada balok-balok geladak di samping lubang palka harus mempunyai panjang lengan yang berimpit dengan balok geladak minimal 100 mm.

3.2 Braket gantung dan rider (tambahannya)

3.2.1 Braket gantung dan rider (tambahannya) pada gading-gading berganda.

.1 Ukuran braket gantung dan rider (tambahannya) adalah sama dengan ukuran braket horizontal menurut 3.1.1.

.2 Panjang lengan braket yang berimpit dengan balok geladak minimal 500 mm dan yang berimpit dengan gading-gading 1000 mm. Panjang lengan rider yang berimpit dengan balok geladak minimal 600 mm dan dengan gading-gading harus berimpit sepanjang mungkin sehingga ujung paling bawah dari rider dapat diikatkan dengan 1 (satu) baut pada wrang.

.3 Kapal yang mempunyai tinggi sampai dengan 3 meter harus mempunyai braket pada setiap balok geladak. Kapal yang tingginya lebih dari 3 meter harus mempunyai braket dan rider pada setiap balok geladak secara berselang seling.

.4 Braket dan rider harus di pasang secara vertikal di bagian tengah kapal. Pada bagian ujung haluan dipasang miring dengan bagian ujung bawahnya menghadap ke depan. Pada bagian ujung buritan dipasang miring dengan bagian ujung bawahnya menghadap ke belakang.

3.2.2 Braket gantung pada gading-gading kayu berlapis.

.1 Pada tiap-tiap balok geladak harus dipasang braket gantung, sedangkan rider tidak perlu dipasang.

.2 Ukuran **braket** gantung sama dengan ukuran **braket** horizontal menurut 3.1.1. Hubungan pelat **braket** dengan cara yang lain dapat disetujui asalkan mempunyai kekuatan yang sama.

I. Kulit Luar

1. Tebal papan kulit luar dapat dihitung menurut Tabel 3.6 hingga 3.9. Tebal papan yang terdapat dalam tabel hanya berlaku untuk jarak gading-gading yang dimuat pada kolom 2 dan 3.

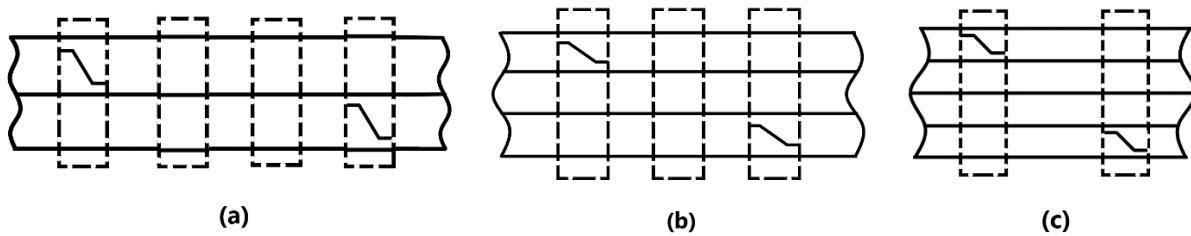
Bila jarak gading-gading diperbesar, maka tebal papan harus ditambah menurut perbandingan yang sama. Untuk jarak gading-gading yang lebih kecil dari jarak menurut tabel, maka pengurangan tebal papan hanya dapat dilakukan atas persetujuan BKI.

2. Kapal yang mempunyai angka penunjuk $L(B/3 + H)$ sampai dengan 50, seluruh lajur dari kulit luar dapat dibuat dari papan dengan tebal yang sama. Untuk kapal yang lebih besar, lajur lunas dan lajur sisi atas dari kulit luar itu harus lebih kuat (tebal) dari pada lajur alas dan lajur sisi lainnya. Diluar 0,5 L tebal papan lajur lunas dan lajur sisi atas secara berangsur-angsur dapat dikurangi sampai mencapai tebal papan lajur sisi dan lajur alas.

3. Pada kapal yang berkulit ganda tebal kulit luar seluruhnya dapat dikurangi sebesar 10%. Lapisan papan luar harus kira-kira 30% lebih tebal dari pada lapisan papan dalam.

4. Papan yang digunakan sedapat mungkin papan yang dipotong secara radial.

5. Papan harus sepanjang mungkin. Sambungan papan harus dibagi secara merata di kulit luar. Jarak antara sambungan dari papan yang bersisian harus sekurang-kurangnya 3 kali jarak gading-gading dan bila ada satu lajur diantaranya, harus sekurang-kurangnya 2 kali jarak gading-gading dan bila ada 2 lajur diantaranya, sekurang-kurangnya harus 1 kali jarak gading-gading, lihat Gambar 3.6. Sambungan tersebut dapat dibuat di tengah gading-gading. Sambungan papan kulit luar yang terletak pada satu gading-gading yang sama, harus dipisahkan minimal 3 lajur papan kulit luar diantaranya.



Gambar 3.6 Jarak sambungan pada papan kulit luar

6. Sambungan papan lajur sisi atas dengan sambungan galar balok dan tutup sisi geladak tidak boleh terletak dalam satu bidang. Sambungan papan lunas/lajur lunas (*garboard strake*) dan sambungan lunas, tidak boleh terletak dalam satu bidang, tetapi harus berjarak satu sama lainnya minimal 3 kali jarak gading-gading.

7. Dibagian ujung-ujung kapal (haluan & buritan) penyimpangan dari ketentuan pada 5. dan 6. dapat dilakukan atas persetujuan BKI.

8. Pemasangan papan kulit harus diperhatikan dengan baik agar bagian dalam dari kayu (hati kayu) menghadap kearah sebelah dalam dan berhimpitan dengan gading-gading.

9. Papan yang akan dipasang pada bagian kapal yang melengkung, sebelum dipasang agar dilengkungkan terlebih dahulu dengan cara menggunakan uap panas.

10. Untuk gading-gading yang lebarnya lebih kecil dari 100 mm, maka sambungan papan kulit yang dipasang diantara gading-gading harus ditempatkan diatas papan pengisi yang dipasang diantara gading-gading dan harus menjamin pengikatan dengan baut yang cukup. Tebal papan pengisi tersebut sama dengan tebal papan kulit luar dan panjangnya sesuai dengan tempat/ruang yang kosong diantara jarak gading-gading yang bersangkutan.

11. Lebar papan kulit luar di atas garis air dapat dibuat selebar mungkin namun pada umumnya tidak boleh lebih dari:

$$W = 15 + \frac{t}{2} \quad [\text{cm}]$$

dimana:

W = Lebar papan kulit luar

t = tebal papan kulit luar [cm]

J. Geladak

1. Tebal papan geladak dapat dihitung menurut [Tabel 3.17](#) dan [3.18](#). Lebar papan geladak untuk kapal dengan angka penunjuk **L** (**B**/3 + **H**) < 55 kurang lebih 75 mm, dan untuk kapal yang lebih besar kurang lebih 100 mm sampai 130 mm.

2. Papan geladak yang digunakan sedapat mungkin papan yang dipotong secara radial.

3. Papan geladak harus sepanjang mungkin. Sambungan papan harus dibagi secara merata di geladak seperti pada papan kulit (lihat [1.5.](#)). Jarak sambungan papan tutup sisi geladak sampai sambungan papan lajur sisi atas harus sekurang-kurangnya 1,50 m dan sampai sambungan galar balok sekurang-kurangnya 1,20 m.

4. Ukuran lajur saluran air atau tutup sisi geladak dapat diambil dari [Tabel 3.17](#) dan [3.18](#). Lebar tutup sisi geladak kurang lebih sama dengan 2 kali lebar penahan pagar atau gading-gading yang diteruskan menembus geladak.

5. Papan tutup sisi geladak pada kapal yang panjangnya lebih dari 14 m harus disambung satu sama lain dengan bibir miring. Untuk kapal yang lebih kecil, sambungan tumpul pada papan tutup sisi geladak dapat diizinkan dengan syarat dibawah sambungan diberi papan penyambung.

6. Tebal papan geladak penggal yang ditinggikan adalah sama dengan tebal papan geladak utama.

7. Tutup sisi geladak (lajur saluran air) dan galar untuk geladak utama harus diteruskan dibawah geladak penggal yang ditinggikan. Galar dan tutup sisi geladak luar harus diteruskan kurang lebih 3 m dari sekat, dan untuk tutup sisi geladak dalam kira-kira 2 m.

K. Pagar

1. Tebal papan pagar harus $0,7 \times$ tebal papan kulit luar. **Tinggi pagar mengikuti ketentuan Peraturan Pemerintah.**

2. Pagar harus diperkuat oleh penyokong pagar; penyokong pagar ini ditempatkan sekurang-kurangnya pada tiap gading-gading yang ketiga, dan sedapat mungkin pada tiap gading-gading yang kedua.

Ukuran penyokong pagar ini dapat dihitung menurut [Tabel 3.10](#) sampai [Tabel 3.13](#). seperti untuk gading-gading pada geladak. Penyokong pagar dari baja harus dengan kekuatan yang sesuai.

L. Sekat Kedap Air

1. Pada tiap kapal, kamar mesin, ruang akomodasi dan ruang muatan atau ruang ikan harus terpisah satu dengan yang lain oleh sekat kedap air.

Pada kapal yang panjangnya lebih dari 18 m disamping sekat tersebut diatas juga harus mempunyai sekat tubrukan kedap air yang letaknya tidak kurang dari 0,05 L dari sisi depan linggi haluan, diukur pada garis muat terdalam.

2. Sekat kedap air harus dibuat dari papan yang dipotong secara radial, kayu lapis khusus untuk bangunan kapal yang tahan air, atau dari pelat baja bangunan kapal.

Sekat yang bagian bawahnya dibuat dari kayu dan bagian atasnya dari pelat baja dapat juga diizinkan. Tetapi dalam hal ini harus dijamin supaya sambungan antara papan kayu dan pelat baja itu harus kedap air.

Sekat kayu dapat juga dibuat dari papan/kayu lapis berganda yang diantara kedua lapisan itu harus disisipkan sebuah sisipan insulasi.

Pinggir potongan dari papan kayu lapis dan juga lubang bor harus dicelup dengan lak yang terbuat dari resin buatan yang diencerkan.

3. Sekat harus diperkuat dengan penegar sekat.

4. Tebal papan atau pelat baja sekat kedap air dan modulus penampang penegar sekat vertikal dapat ditentukan menurut Tabel 3.21 dan 3.22.

5. Ukuran penampang penegar kayu dari sekat kayu padat dan sekat kayu multiplex yang modulus penampangnya diperoleh dari Table 3.22 dapat ditentukan melalui Tabel 3.23.

6. Ukuran penampang penegar sekat dari baja untuk sekat kayu dapat diambil dari tabel profil pabrik baja dan tergantung dari modulus penampang yang sudah dihitung. Ukuran penampang penegar baja untuk sekat baja dapat dihitung menurut Tabel 3.24.

Tabel 3.21 Tebal papan atau tebal pelat sekat kedap air dari kayu atau baja

Jarak penegar ²⁾ [mm]							Tebal papan atau pelat ^{1), 4)} [mm]			
500 (400)	530 (425)	560 (450)	590 (475)	620 (500)	650 (525)	680 (550)	Kayu lapis ³⁾	Kayu padat	Multiplex	Baja
Tinggi tekan p ⁵⁾ [m]							8	9	10	11
1	2	3	4	5	6	7				
1,30							2 x 20	40	10	3,5
2,05	1,83	1,13					2 x 22	45	12	4
	2,60	2,35					2 x 24	55	14	4,5
		3,20	2,90	2,60			2 x 26	65	16	5
			3,77	3,40	3,10		2 x 28	75	18	5,5
				4,30	3,90	3,60	2 x 30	85	20	6
					4,80	4,40	2 x 32	90	20	6,5

¹⁾ Tebal papan atau tebal pelat sekat kedap air dihitung berdasarkan pada tinggi tekan p dan jarak penegar yang dipilih.
²⁾ Angka jarak penegar di dalam kurung yang terdapat dalam kolom 1 sampai 7 berlaku untuk sekat tubrukan.
³⁾ Digunakan untuk sekat papan berganda yang mempunyai isolasi kedap air di antara kedua lapisan itu.
⁴⁾ Lajur pelat terbawah dari sekat baja selebar paling kurang 600 mm harus 1 mm lebih tebal dari pada yang terdapat di tabel.
⁵⁾ Tinggi tekan p adalah jarak dari sisi bawah sekat (untuk sekat baja dari sisi bawah pelat) sampai ke geladak sekat yang diukur di bidang membujur tengah kapal. Untuk sekat tubrukan jarak sampai sisi atas sekat tubrukan.
 Bila tinggi tekan berbeda dengan nilai dalam Tabel maka tebal papan sekat harus ditentukan secara interpolasi:

$$t_1 = \frac{p_1}{p_t} \times t_t$$

$$p_1 = \text{tinggi tekan kapal}$$

$$p_t = \text{tinggi tekan dalam tabel}$$

$$t_1 = \text{tebal sekat yang disyaratkan}$$

$$t_t = \text{tebal sekat dalam tabel}$$

Tabel 3.22 Modulus penampang penegar sekat kayu

Panjang penegar ²⁾ [m]	Modulus penampang penegar sekat kayu ¹⁾ [cm ³]			
	Penegar baja		Penegar kayu	
	Sekat biasa	Sekat tubrukan	Sekat biasa	Sekat tubrukan
1	2	3	4	5
1,25	0,88	1,10	12,3	15,3
1,50	1,37	1,70	19,3	24,0
1,75	2,00	2,49	28,0	34,8
2,00	2,80	3,48	39,2	48,7
2,25	3,80	4,72	53,2	66,2
2,50	4,92	6,10	69,0	85,8
2,75	6,26	7,80	87,5	109
3,00	7,90	9,83	111	138
3,25	9,50	11,80	133	165
3,50	11,75	14,60	164	204
3,75	14,10	17,50	197	245
4,00	16,80	20,90	235	292
4,25	19,70	24,50	276	330
4,50	23,00	28,60	322	400

¹⁾ Modulus penampang yang tertera di tabel berlaku untuk jarak dasar penegar sekat sama dengan 100 mm. Jika jarak penegar sekat yang digunakan lebih dari 100 mm, maka modulus penampangnya harus diperbesar menurut perbandingan antara jarak penegar yang digunakan dengan jarak dasar tersebut.
²⁾ Untuk sekat ruang muat kapal ikan, ukuran panjang penegar adalah ukuran panjang dari sisi bawah sekat sampai geladak ruang ikan.

Tabel 3.23 Ukuran penampang penegar sekat dari kayu

Sekat kayu padat		Sekat kayu multiplek		
Modulus penampang [cm ³]	Penampang penegar (Lebar x Tinggi) [mm]	Modulus penampang [cm ³]	Penampang penegar (Lebar x Tinggi) [mm]	Tebal sekat multiplek [mm]
59	55 x 80	82	50 x 75	10
81	60 x 90	105	50 x 83	10
98	65 x 90	129	60 x 90	10
117	70 x 100	150	65 x 95	10
151	75 x 110	190	70 x 105	10
191	80 x 120	215	75 x 112	10
240	85 x 130	265	80 x 120	10
324	90 x 140	350	90 x 135	10
375	100 x 150	390	90 x 135	12
500	110 x 165	520	100 x 150	12
650	120 x 180	665	110 x 165	12
825	130 x 195	690	110 x 165	14
1030	140 x 210	870	120 x 180	14
1270	150 x 225	1090	130 x 195	14
1530	160 x 240	1135	130 x 195	16
1840	170 x 255	1365	140 x 210	16
2190	180 x 270	1410	140 x 210	18
		1670	150 x 225	18
		1735	150 x 225	20
		2080	160 x 240	20
		2400	170 x 255	20

Tabel 3.24 Penampang penegar sekat dari baja untuk sekat baja

Modulus penampang [cm ³]	Penampang penegar sekat (Profil siku) [mm]	Tebal pelat baja [mm]		
		1	2	3
3,84	40 x 20 x 4	3,5		
5,50	40 x 20 x 4	3,5		
7,3	40 x 20 x 4	4		
8,3	40 x 20 x 4	4		
9,8	40 x 20 x 4	4		
10,6	40 x 20 x 4	4		
12,3	40 x 20 x 4	4		
12,7	40 x 20 x 4	4		
14,2	40 x 20 x 4	4		
21,8	40 x 20 x 4	4,5		
23,6	40 x 20 x 4	4,5		
41	40 x 20 x 4	4,5		
43	40 x 20 x 4	4,5		
72	40 x 20 x 4	5		
72	40 x 20 x 4	5		
79	40 x 20 x 4	5,5		
93	40 x 20 x 4	5,5		
91	40 x 20 x 4	5,5		
104	40 x 20 x 4	6,0		
128	40 x 20 x 4	6,5		
126	40 x 20 x 4	6,5		
142	40 x 20 x 4	6,5		
167	40 x 20 x 4	6,5		
186	40 x 20 x 4	7		

M. Ruang Ikan Kapal Ikan Jenis Kuter

Jika didalam kapal ikan dibuat ruang ikan kuter (ikan hidup), maka ketentuan berikut harus diperhatikan:

1. Tebal sekat ruang ikan dan sekat dalam ruang ikan, geladak ruang ikan, dinding selubung ruang ikan dan ukuran dari galar balok ruang ikan dapat ditentukan dari [Tabel 3.25](#).

Sekat ruang ikan dan geladak ruang ikan harus dibuat dari papan yang dipotong secara radial.

2. Tebal papan geladak ruang ikan berlaku untuk geladak, dimana bagian atasnya terletak kurang lebih 0,2 m untuk kapal kecil, untuk kapal lebih besar, sampai 0,5 m dibawah garis muat dari kapal ikan.

Jika geladak ruang ikan ditempatkan lebih rendah lagi, maka papan harus dipertebal. Tutup sisi geladak harus terbuat dari kayu keras.

3. Selubung ruang ikan pada umumnya harus diteruskan sampai pada lubang ruang ikan di geladak utama dan sambungannya harus kedap air.

Jika selubung ruang ikan tidak diteruskan sampai pada geladak utama, maka bagian atas dari selubung ruang ikan sekurang-kurangnya harus terletak 550 mm diatas garis muat kapal ikan. Pada lubang di geladak utama harus dibuat ambang palka yang tingginya sama dengan 450 mm yang diberi penutup palka yang kedap air.

4. Papan sekat ruang ikan harus disusun secara horizontal. Papan sekat ini dihubungkan ke kulit luar dengan gading-gading yang ukurannya terdapat dalam [Tabel 3.10](#) dan [Tabel 3.13](#).

5. Penegar sekat ruang ikan harus mempunyai modulus penampang 30% lebih besar dari modulus penampang yang dihitung menurut [Tabel 3.22](#). Penegar harus dipasang di bagian luar ruang ikan.

6. Gading-gading yang terdapat di dalam ruang ikan dapat ditentukan menurut [Tabel 3.26](#) dan [3.27](#).

7. Jarak dan ukuran dari gading-gading yang terdapat di atas geladak ruang ikan sama dengan gading-gading yang terdapat di muka dan di belakang ruang ikan.

8. Jarak antara gading-gading ruang ikan satu sama lain atau sekat ruang ikan satu sama lain boleh 60% lebih besar dari jarak gading-gading untuk gading-gading lainnya yang tertera dalam [Tabel 3.6 s/d 3.9](#).

9. Pada kapal-kapal ikan jenis kuter dengan angka penunjuk $L (B/3 + H)$ 100 atau lebih, tepat di bawah geladak ruang ikan harus ditempatkan galar balok menurut [Tabel 3.25](#).

10. Jarak balok dan ukurannya dapat dihitung menurut [Tabel 3.17](#) s/d [3.20](#).

Tabel 3.25 Ruang ikan dari kapal ikan kuter

L (B/3 + H)	Ruang ikan				Galar balok (Lebar x Tinggi) [mm]
	Tebal sekat ujung [mm]	Tebal sekat dalam [mm]	Tebal geladak [mm]	Tebal dinding selubung [mm]	
1	2	3	4	5	6
20	55	40	60	40	—
25	60	45	60	40	—
30	65	45	60	45	—
35	70	50	60	45	—
40	75	55	65	45	—
50	80	55	65	50	—
60	90	60	70	50	—
70	95	65	75	55	—
80	100	70	75	55	—
90	110	75	80	60	—
100	120	80	80	60	163 x 108
120	130	90	90	65	175 x 118
140	140	105	95	70	189 x 127
160	155	115	100	80	201 x 135
180	170	125	105	85	213 x 142
200	180	135	110	90	224 x 149

Tabel 3.26 Modulus penampang gading-gading ruang ikan

B/3 + H	Modulus penampang untuk jarak dasar gading-gading = 100 mm ¹⁾		
	Gading-gading yang terdapat didalam ruang ikan, yang tidak terbagi oleh sekat dalam [cm ³]	Gading-gading ruang ikan dimana pada tiap gading-gading kedua terdapat sekat dalam ruang ikan [cm ³]	
1	2	3	
2,4	10,2		5,1
2,6	14,5		7,2
2,8	17,5		8,7
3,0	21,0		10,5
3,2	24,5		12,2
3,4	28,7		14,3
3,6	34,0		17,0
3,8	39,0		19,5
4,0	44,7		22,3
4,2	51,0		26,5
4,4	58,5		29,2
4,6	65,5		32,7
4,8	73,5		36,7
5,0	82,5		41,3
5,2	91,0		45,5
5,4	101,0		50,5

¹⁾ Modulus penampang yang tertera di tabel berlaku untuk jarak dasar gading-gading sama dengan 100 mm. Jika jarak gading-gading yang digunakan lebih dari 100 mm, maka modulus penampang ini harus diperbesar menurut perbandingan antara jarak gading-gading yang digunakan dengan jarak dasar tersebut.

Tabel 3.27 Ukuran penampang gading-gading ruang ikan

Modulus penampang ¹⁾ [cm ³]	Ukuran penampang (Lebar x Tinggi) [mm]
1	2
19	90 x 36
26	100 x 40
35	110 x 44
46	120 x 48
58	130 x 52
73	140 x 56
90	150 x 60
109	160 x 64
131	170 x 68
156	180 x 72
183	190 x 76
203	200 x 80
247	210 x 84
283	220 x 88
325	230 x 92
368	240 x 96
416	250 x 100
468	260 x 104
523	270 x 108
595	280 x 113
635	290 x 117
730	300 x 121
806	310 x 125
888	320 x 129

¹⁾ Dapat juga digunakan gading-gading dengan penampang lain dengan syarat modulus penampangnya sama.

Bab 4 Ruang Mesin

A.	Pondasi Mesin.....	4-1
B.	Pencegahan Kebakaran	4-2
C.	Insulasi Pipa Gas Buang.....	4-2
D.	Ventilasi	4-3

A. Pondasi Mesin

1. Umum

1.1 Ukuran pondasi mesin penggerak hanya diberikan secara garis besar, karena ukuran tersebut tidak hanya tergantung pada tenaga mesin, tetapi juga pada berat dan ukuran mesin serta roda gigi, bantalan dorong, putaran mesin, getaran mesin dan sebagainya.

Disamping itu tergantung juga pada bentuk konstruksi dari pondasi misalnya sambungan antara pembujur pondasi dengan wrang.

1.2 Pondasi mesin **dapat terbuat dari** pemikul bujur kayu tunggal, konstruksi baja atau kombinasi dari pemikul kayu bujur dengan penegar baja yang dihubungkan pada wrang dan gading-gading.

1.3 Pemikul bujur tersebut harus dibuat sepanjang mungkin sehingga dapat memikul mesin, roda gigi dan bantalan dorong. Pemikul bujur harus dipasang mulai dari sekat ruang mesin bagian muka sampai dengan sekat ruang mesin bagian belakang. Jika mesin terletak di bagian belakang kapal, maka pemikul bujur harus di pasang mulai dari sekat ruang mesin bagian muka terus sampai sejauh mungkin ke buritan kapal.

1.4 Jika mesin, roda gigi, dan bantalan dorong terletak pada rangka alas dan keseluruhannya diletakkan di atas pemikul bujur kayu, maka penegar untuk pemikul tersebut, yang dihubungkan ke konstruksi melintang, tidak diperlukan asalkan tenaga mesin **tidak digunakan melampaui batas daya keluaran maksimum saat mesin beroperasi terus menerus (maximum continuous rating/MCR)**. Ukuran penampang pemikul bujur kurang lebih sesuai dengan yang terdapat di [Tabel 4.1](#).

Tabel 4.1 Ukuran pemikul bujur untuk pondasi mesin

L (B/3+H)	Pemikul bujur untuk pondasi mesin	
	Luas penampang [cm ²]	Lebar x Tinggi [mm]
20	250	135 x 185
25	290	145 x 200
35	370	175 x 210
45	430	195 x 220
55	500	220 x 230
65	550	230 x 240
75	600	245 x 245
90	650	260 x 250
105	700	275 x 255
120	750	290 x 260
140	800	300 x 265
160	850	315 x 270
185	900	325 x 275
215	950	330 x 280
250	1000	335 x 280

Diantara pemikul bujur dan rangka dasar mesin harus ditempatkan pelat atas (*top plate*) yang tebalnya dapat dihitung menurut [Tabel 4.2](#).

Rangka dasar mesin harus disambung pada pemikul bujur dengan baut dan mur, yang menembus wrang.

1.5 Pemikul bujur dan pelat atas pondasi mesin dari baja harus sesuai dengan [Tabel 4.2](#). Pemikul bujur dan pelat atas harus disambung pada gading-gading dengan **braket** baja dan kedua pemikul bujur dihubungkan satu sama lain dengan pemikul lintang dari baja. Pemikul bujur tersebut harus dihubungkan pula dengan wrang. Pada **braket** dan pemikul lintang harus dibuat pelat hadap dari besi siku atau bilah rata (*flat bar*) baja.

Tabel 4.2 Pondasi mesin dari baja

Tenaga mesin ²⁾ [PK]	Pelat atas (tebal x lebar) [mm]		Tebal pemikul membujur [mm]	
	Mesin putaran tinggi ^{1) 3)}	Mesin putaran rendah ³⁾	Mesin putaran tinggi ³⁾	Mesin putaran rendah ³⁾
50	8 x 125	9 x 135	5,5	6
70	10 x 120	10 x 140	6	6
100	10 x 145	11 x 160	6	6,5
130	11 x 155	11 x 180	7	7
160	11 x 175	12 x 190	7	7,5
190	12 x 180	13 x 200	7,5	8
230	13 x 190	14 x 215	8	8,5
280	14 x 200	16 x 215	8,5	9
340	15 x 210	18 x 210	9	9,5
400	16 x 215	20 x 210	9,5	10
475	18 x 215	22 x 210	10	10,5

¹⁾ Ukuran pelat atas untuk mesin putaran tinggi dapat juga digunakan untuk pelat atas pondasi kayu.
²⁾ Jika tenaga mesin yang dipasang melebihi 475 PK, maka ukuran pelat atas dan tebal pemikul membujur akan dipertimbangkan secara kasus per kasus.
³⁾ Definisi mesin putaran tinggi dan rendah merujuk pada [Peraturan Instalasi Mesin \(Bag.1 Vol.III\), Bab 2, B.3.2](#).

B. Pencegahan Kebakaran

1. Sisi kapal bagian dalam, sekat dan bagian bawah geladak di ruang mesin sedapat mungkin harus dilapisi dengan material yang tidak dapat terbakar, lihat [Guidance for The Approval and Type Approval of Materials and Equipment for Marine Use \(Pt.1, Vol.W\) Table 3.43 Non-combustible material](#).
2. Gading-gading dan kulit luar di daerah ruang mesin harus dilapisi dengan cat dari material yang tidak mudah terbakar yang telah disetujui oleh BKI. Jika dipasang kulit dalam di ruang mesin, maka cukup kulit dalam yang harus dicat.
3. **Sistem pemadam kebakaran yang memadai harus disediakan di dalam ruang mesin.**

C. Insulasi Pipa Gas Buang

1. **Insulasi** pipa gas buang yang menembus geladak atau atap rumah geladak yang dapat terbakar harus dilaksanakan dengan salah satu dari kedua cara berikut:
 - 1.1 **Insulasi** dari material *rock wool* dengan tebal sekurang-kurangnya 6 cm harus dipasang antara cerobong asap dan material yang dapat terbakar. Demikian pula antara pelat penutup cerobong dengan material kayu yang berdekatan harus diberi insulasi dari *rock wool* atau material insulasi lainnya yang tidak dapat terbakar.

1.2 Pipa dengan diameter 6 cm lebih besar dari pipa cerobong harus dipasang di luar cerobong sehingga arus udara yang vertikal dapat lewat diantara cerobong dengan pipa tersebut. Antara pipa luar dan material yang mudah terbakar, harus diberi **insulasi** dengan *rock wool* atau material sejenis dengan tebal minimal 2 cm. Pipa luar harus diteruskan minimal 100 cm di atas geladak dan bukaan harus dilindungi dengan penutup.

2. Jika pipa cerobong diteruskan keatas sejajar dengan sekat, maka sekat harus **diinsulasi** dengan pelat besi yang digalvanis atau pelat aluminium. Jarak cerobong dari sekat yang berinsulasi tidak boleh kurang dari 10 cm. Pipa gas buang yang **diinsulasi** dengan *rock wool* yang tebalnya minimal 1 cm, atau **insulasi** lain yang sejenis, boleh diletakkan dengan jarak sampai 5 cm dari sekat yang diinsulasi.

3. Pipa dan manifold gas buang harus didinginkan dengan air atau **diinsulasi** dan harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga tidak langsung mengenai minyak apabila terdapat kebocoran pada pipa bahan bakar atau adanya tumpahan bahan bakar dari tangki.

Jika **insulasi** dilakukan dengan material yang dapat menyerap minyak, maka **insulasi** tersebut harus ditutup dengan material yang kedap minyak dan tidak mudah rusak karena pengaruh luar. Insulasi dari flensa harus ditutup dengan material lempengan logam.

D. Ventilasi

Ruang mesin dan ruang untuk tangki bahan bakar harus diberi ventilasi yang cukup **dengan mempertimbangkan kebutuhan udara untuk pembakaran dan pendinginan**.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 5 Pembautan dan Pemakuan

A.	Umum.....	5-1
B.	Gading-Gading dan Wrang.....	5-1
C.	Lunas dan Linggi.....	5-2
D.	Kulit Luar dan Gading-Gading	5-2
E.	Galar, Balok Geladak dan Braket.....	5-4
F.	Geladak.....	5-4

A. Umum A-B

Bab berikut mengatur persyaratan mengenai pembautan dan pemakuan pada sambungan kontruksi kapal kayu. Deviasi terhadap persyaratan pada Bab ini atau penggunaan metode lain sebagai alternatif dapat disetujui kasus per kasus oleh BKI.

1. Ukuran baut, paku dan pemasangannya

1.1 Ukuran baut dan paku yang diperlukan untuk sambungan bagian konstruksi ditentukan sesuai [Tabel 5.1](#) sampai dengan [Tabel 5.4](#). Ukuran dalam Tabel tersebut berlaku untuk baut baja tumpul, paku keling, sekrup, spiker dan paku baja.

1.2 Baut harus digalvani panas. Baut jenis lain dengan kekuatan yang sama dan terbuat dari logam tahan air laut juga dapat digunakan.

1.3 Baut tumpul dan paku keling adalah baut silindris yang berkepala. Diameter kepala baut sekurang-kurangnya 2 kali diameter baut. Ujung baut tumpul dapat dibentuk konis.

Paku keling harus dikeling diatas cincin. Mur dari baut mur harus diletakkan di atas cincin alas. Spiker adalah paku berpenampang empat persegi, 2/3 dari panjangnya ditajamkan secara mendatar. Diameter kepala baut kurang lebih 2 kali lebar sisi.

Sebagai pengganti baut tumpul, spiker dan paku baja, dapat juga dipakai sekrup kayu (*wood screw*) dengan diameter 2 mm lebih besar dari pada diameter baut yang tertera dalam Tabel.

1.4 Baut yang dipergunakan harus diusahakan menembus sambungan bagian konstruksi.

1.5 Panjang paku sekurang-kurangnya dua kali tebal papan yang digunakan.

1.6 Cincin alas atau cincin keling dan mur harus dibuat dari material yang sama dengan material baut dan sekrup. Diameter luar cincin harus sekurang-kurangnya 3 kali diameter baut dan tebalnya 25 % dari diameter baut.

1.7 Lubang bor harus lebih kecil dari diameter baut, sedemikian sehingga baut yang dipasangkan menjadi kokoh dan kedap air.

1.8 Baut atau paku yang dipasang dari sisi luar kapal, bagian kepala baut atau paku harus dililit dengan serat pakal.

B. Gading-Gading dan Wrang

1. Pada kapal kecil gading-gading tunggal harus dihubungkan pada penyambung gading – gading dengan sekurang-kurangnya 2 baut; untuk kapal yang lebih besar dengan sekurang-kurangnya 3 baut.

Hal yang sama berlaku juga untuk gading-gading yang disambung secara berhimpit.

2. Untuk gading-gading berganda jarak antara baut penyambung satu sama lain tidak boleh melebihi 4 kali tebal gading gading.

3. Gading-gading tunggal harus disambung pada tiap lengan wrang dengan sekurang – kurangnya 3 baut. Untuk gading-gading berganda menurut [Bab 3, D.1.8.](#) sekurang-kurangnya diperlukan 4 baut.

4. Diameter baut dapat dihitung menurut [Tabel 5.3.](#)

5. Untuk sambungan gading – gading satu sama lain atau gading-gading dengan wrang dengan tebal gading-gading sampai 70 mm harus dipakai paku keling atau sekrup, untuk gading – gading yang tebalnya melebihi 70 mm harus dipakai baut tumpul.

C. Lunas dan Linggi

1. Diameter baut penyambung lunas dan linggi dengan wrang dapat dihitung menurut [Tabel 5.1.](#)

Untuk kapal dengan angka penunjuk $L \cdot (B/3 + H)$ melebihi 130, pada tiap wrang harus dipakai sekurang-kurangnya 2 baut. Untuk kapal yang lebih kecil, dibagian tengah kapal harus dipakai 2 baut atau 1 baut yang mempunyai diameter 20% lebih besar, sedangkan pada ujung-ujung kapal (diluar $0,25 \cdot L$ s/d $0,75 \cdot L$) cukup 1 baut. Baut tersebut harus terdiri dari baut mur atau paku keling, kecuali untuk kapal kecil dengan angka penunjuk $L \cdot (B/3 + H)$ sampai dengan 60 dapat digunakan 2 baut tumpul disetiap wrang dengan catatan penempatannya tidak boleh sejajar melainkan agak miring dan panjangnya harus sedemikian sehingga baut masuk ke dalam kulit luar kurang lebih 0,8 s/d 0,9 kali tebal kulit luar.

2. Setiap lengan dari braket linggi harus disambung dengan sekurang – kurangnya 3 baut.

3. Diameter dan jumlah baut penyambung pada sambungan yang terdapat pada lunas dan yang terdapat pada lunas dalam tengah dapat dihitung menurut [Tabel 5.1](#) kolom 2 atau kolom 4 dan [Tabel 5.2.](#)

D. Kulit Luar dan Gading-Gading

1. Papan kulit luar harus disambung pada gading-gading dengan sekurang – kurangnya 2 baut tumpul, paku keling atau spiker. Pemakaian paku sekrup harus dihindari.

Untuk papan yang tebalnya sampai 40 mm cukup dipakai spiker, untuk papan yang tebalnya 40 sampai 52 mm dapat digunakan bergantian antara spiker dan baut, sedangkan untuk papan yang lebih tebal hanya boleh dengan baut.

Untuk papan yang lebarnya lebih dari 225 mm harus digunakan 3 baut atau spiker dan untuk papan yang lebarnya lebih dari 325 mm harus dipakai 4 baut.

Untuk gading-gading berganda, baut dan spiker itu harus dibagi rata pada kedua gading-gading tersebut. Papan lajur lunas harus disambung pada wrang dengan sekurang-kurangnya 1 baut atau spiker.

2. Diameter baut atau lebar sisi dari spiker dapat ditentukan menurut [Tabel 5.4.](#) Panjang baut tumpul dan spiker harus kira-kira 10 sampai 12 kali diameter baut, tetapi baut tumpul atau spiker tidak boleh masuk ke dalam gading – gading lebih dari 0,9 kali tinggi gading – gading.

3. Sambungan papan kulit luar pada lunas dan linggi dapat dilakukan dengan sekrup kayu atau spiker yang ukurannya dapat dihitung menurut [Tabel 5.4.](#) Jarak antara sekrup kayu atau spiker satu sama lain kurang lebih sama dengan 10 sampai 12 kali diameter atau lebar sisi spiker itu.

Tabel 5.1 Diameter baut, sekrup, paku keling untuk lunas, linggi, wrang dan galar

L (B/3+H)	Diameter baut, sekrup dan paku keling [mm]		
	Lunas, linggi dan braket linggi dengan wrang	Lajur lunas dengan wrang, galar balok dengan gading dan balok geladak, tutup sisi geladak dengan balok geladak, sambungan lunas	Sambungan lunas dalam, galar kim dengan gading-gading
1	2	3	4
20	13	11	11
25	14	12	12
30	14	12	12
37	15	13	12
45	16	14	13
55	17	15	13
65	18	16	14
72	19	17	14
80	20	18	15
90	21	19	15
100	22	19	16
115	23	20	17
130	24	21	17
145	25	21	18
160	26	22	19
175	27	23	19
195	28	24	20
215	29	24	21
240	30	25	22
270	31	26	23

Tabel 5.2 Jumlah baut pada sambungan lunas luar dan lunas dalam

Tinggi lunas [mm]	Jumlah baut
1	2
sampai 240	4
240 sampai 290	5
290 sampai 340	6
340 sampai 390	7
390 sampai 440	8
440 sampai 490	9

Tabel 5.3 Pembautan gading dengan wrang, gading dengan penyambung gading, gading berganda satu sama lain, braket balok dengan balok geladak, galar balok, kulit luar dan tutup sisi geladak.

Lebar gading atau tebal kayu [mm]	Diameter baut [mm]
1	2
sampai 80	12
80 sampai 90	13
90 sampai 100	14
100 sampai 110	15
110 sampai 120	16
120 sampai 130	17
130 sampai 140	18
140 sampai 150	19
150 sampai 160	20
160 sampai 175	21
175 sampai 185	22
185 sampai 200	23
200 sampai 215	24

Tabel 5.4 Ukuran baut, sekrup dan spiker untuk kulit luar dan paku untuk geladak

Tebal papan [mm]	Kulit luar dengan gading, lunas dan linggi, tutup sisi geladak dengan balok geladak			Geladak dengan balok geladak
	Lebar sisi spiker [mm]	Diameter baut [mm]	Diameter sekrup [mm]	Diameter paku [mm]
1	2	3	4	5
sampai 38	8	9	10	5
38 sampai 45	9	10	11	5
45 sampai 52	10	11	12	5
52 sampai 60	-	12	13	6
60 sampai 67	-	13	14	6
67 sampai 75	-	14	15	7
75 sampai 83	-	15	16	7

E. Galar, Balok Geladak dan Braket

1. Hubungan galar balok bawah dan galar kim pada gading-gading harus dilakukan dengan 2 baut tumpul. Hubungan galar balok utama pada gading – gading harus dilakukan dengan 1 baut tumpul dan 1 sekrup atau 1 paku keling. Untuk gading-gading berganda baut harus dibagi merata pada kedua gading-gading.
2. Galar balok utama dan galar balok samping harus dihubungkan pada balok geladak dengan 1 baut tumpul.
3. Diameter baut dapat dihitung menurut [Tabel 5.1](#) kolom 3 dan 4.
4. Lengan braket horizontal dan braket vertikal yang panjangnya sampai dengan 500 mm harus dihubungkan masing-masing sekurang-kurangnya dengan 2 baut, dan untuk lengan yang panjangnya melebihi 500 mm masing-masing dengan 3 baut.

F. Geladak

1. Tutup sisi geladak harus dihubungkan pada balok geladak sekurang-kurangnya dengan 2 spiker atau baut menurut [Tabel 5.1](#) kolom 3 dan pada pisang-pisang dari kulit luar dengan spiker atau sekrup menurut [Tabel 5.4](#) kolom 2 dan 4.

Jarak antara spiker atau sekrup pada hubungan tutup sisi geladak dengan lajur sisi atas kurang lebih 12 kali diameter sekrup atau lebar sisi spiker.

2. Papan geladak yang lebarnya sampai dengan 10 cm harus dihubungkan pada balok geladak dengan 1 (satu) paku menurut [Tabel 5.4](#), dan untuk lebar papan yang lebih besar dari 10 cm dengan 2 (dua) paku. Panjang paku kurang lebih 18 kali diameter paku.

Bab 6 Pengeleman

A.	Umum	6-1
B.	Persyaratan Galangan dan Personil	6-1
C.	Kayu untuk Konstruksi Lem.....	6-2
D.	Sambungan Lem	6-2
E.	Pengujian Sambungan Lem.....	6-3

A. Umum

1. Bab berikut mengatur persyaratan mengenai pengeleman pada kapal yang dibangun dengan kayu berlapis (laminate).
2. Galangan yang akan membangun kapal yang seluruhnya dilem, prosedur pengelemanya harus mendapat persetujuan dari BKI.
3. Untuk kapal yang seluruhnya dilem, BKI dapat mempertimbangkan pengurangan ukuran konstruksi dan sekrup atau keling.

B. Persyaratan Galangan dan Personil

1. Tempat penyimpanan lem

- 1.1 Lem harus disimpan sesuai dengan petunjuk pabrik lem. Temperatur ruang penyimpanan harus dicatat secara kontinyu dengan termograf.
- 1.2 Penyimpanan harus diatur sedemikian rupa sehingga identifikasi material, kondisi penyimpanan material dan masa penyimpanan maksimum (tanggal kadaluwarsa) yang ditentukan oleh pabrik lem dapat dengan jelas terlihat.

2. Fasilitas produksi

- 2.1 Kapal yang sebagian atau seluruh bagian konstruksinya dilem harus dibangun dalam ruangan tertutup. Suhu rata-rata dalam ruangan minimal 15° C dan kelembapan tidak boleh lebih dari 70%.
- 2.2 Galangan harus memiliki cukup pengalaman dalam pengeleman dan mempunyai peralatan pengeleman yang cukup dan baik (antara lain peralatan tekan, alat pengukur kelembaban dan sebagainya). Galangan disarankan juga memiliki peralatan pengering kayu.
- 2.3 Fasilitas produksi harus diatur sedemikian rupa sehingga persyaratan pemrosesan dan pengeringan pengeleman yang berkaitan dengan lingkungan, kebersihan dan kesehatan kerja dapat dipenuhi.
- 2.4 Fasilitas ventilasi harus diatur sedemikian rupa sehingga asap pelarut (misalnya dari primer) dapat dihilangkan dengan benar dan diarahkan ke luar.
- 2.5 Ruangan kerja harus berikan penerangan secara memadai dan sesuai, tetapi langkah-langkah pencegahan harus diambil untuk memastikan bahwa proses pengeringan tidak terganggu oleh sinar matahari atau peralatan penerangan.

3. Personil

Perlakuan awal permukaan sambungan dan pengeleman komponen struktur hanya boleh dilakukan oleh personil yang memiliki keterampilan dan pengetahuan yang memadai.

C. Kayu untuk Konstruksi Lem

1. Hanya kayu yang cukup kering yang boleh dilem. Nilai kelembapan sesuai [Tabel 6.1](#) tidak boleh dilampaui.

Table 6.1 Batas kelembapan kayu untuk pengeleman

Bagian Konstruksi	Kelembapan max. (%)
Lunas luar dan linggi	18
Lunas dalam dan wrang	14
Kulit alas	15
Kulit sisi	12
Galar Balok	10
Geladak	8
Bangunan dalam	8

2. Kayu yang akan dilem satu sama lain harus mempunyai kelembapan yang kurang lebih sama, perbedaannya tidak boleh melebihi 4%. Kadar air akhir kayu harus selalu dikontrol sebelum pengeleman lebih lanjut.

3. Sebelum dikerjakan kayu harus sudah cukup lama disimpan di dalam ruangan yang kering dan pada waktu pengeleman harus mempunyai suhu yang sama dengan ruangan tempat pengeleman.

D. Sambungan Lem

1. Lem yang digunakan harus mempunyai sifat tahan cuaca, air dan panas dan harus memiliki daya tahan yang lama. Lem yang dapat merusak dan kadaluwarsa tidak boleh digunakan.

2. Untuk pengeleman bagian konstruksi yang memikul pembebanan dan bagian konstruksi yang terus menerus kena air atau cuaca hanya lem kapal kayu yang telah disetujui BKI yang boleh dipergunakan. **Saat ini, lem sintetik berikut disetujui oleh BKI untuk digunakan dalam produksi kayu lapis:**

- Lem fenolik (termasuk pita lem fenolik)
- Lem resin melamin
- Lem resin resorsinol

3. Pengeleman harus dilakukan sesuai [4.](#), [5.](#) dan [6.](#), disamping mengikuti petunjuk yang diberikan oleh pabrik lem.

4. Lem agar dicampur dengan mesin pencampur. Pengeleman harus dilakukan pada tiap sisi lapisan dengan pengaturan yang dapat menjamin kerataan pengolesan. Jumlah lem yang telah dioleskan harus diperiksa secara teratur.

5. Untuk mendapatkan beban tekan yang merata, maka penekanan harus dilakukan dengan papan penekan yang tebalnya paling kurang sama dengan tebal lapisan. Bila tebal tersebut kurang dari 19 mm maka pada tiap sisi lapisan harus dipakai dua buah papan penekan. Papan penekan harus mempunyai lebar minimal selebar lapisan. Cara lain yang dapat memberikan perataan beban yang sama baiknya dapat juga

digunakan. Jika akan melem bagian yang melengkung, maka penekanan harus dimulai dari bagian tengah dan dilakukan secara berangsur angsur kearah ujung.

6. Besarnya tekanan selama pengerasan adalah 8 s/d 10 kg/cm² untuk kayu lunak (kayu dengan kelas kuat IV-V) dan 12 s/d 16 kg/cm² untuk kayu keras (kayu dengan kelas kuat I-III).

Tekanan harus diperiksa dan disesuaikan kembali 30 s/d 45 menit sesudah penekanan permulaan. Waktu penekanan untuk lem yang terbuat dari Fenolresorsinol minimal 16 jam. Temperatur pengerasan minimal harus 40° C.

7. Sambungan yang sudah dilepaskan dari penekan harus disimpan di ruang tertutup selama paling kurang 7 hari pada suhu 15°C.

Waktu pengerasan akhir bisa dikurangi bila suhu dinaikkan. Kombinasi suhu pengerasan dan tekanan pengerasan yang berbeda dari yang disebutkan diatas yang memberikan hasil yang sama baiknya dapat digunakan atas persetujuan BKI.

8. Sambungan memanjang dengan lem dari bagian konstruksi di dalam kapal (misalkan: galar) dapat dilakukan tanpa disekrup atau dikeling bilamana panjang sambungan tersebut kurang lebih sama dengan 8 kali tinggi atau lebar bagian kostruksi yang disambung.

9. Untuk bagian konstruksi yang dilem berlapis seperti lunas, linggi, wrang, gading – gading, balok geladak dan sebagainya tidak diperlukan sekrup atau keling tambahan. Tebal tiap lapisan kurang lebih separsepuluh tinggi, tetapi tidak boleh kurang dari 5 mm dan tidak boleh pula lebih dari 20 mm.

10. Bila bagian konstruksi terdiri dari kayu yang dilem satu sama lain atau dilem dengan bagian konstruksi yang terdiri dari kayu berlapis, maka sambungan harus diperkuat dengan sekrup atau keling guna mencegah pecahnya konstruksi akibat pemuaian atau pengeringan. Bagian pengisi pada konstruksi kayu berlapis harus juga dibuat dari kayu berlapis.

11. Potongan pinggir pelat kayu lapis dan tepi lubang bor harus dicelup dengan cairan lak damar buatan atau lem damar buatan yang diencerkan.

E. Pengujian Sambungan Lem

1. Bagian konstruksi berlapis harus diuji pada instalasi uji dengan diawasi oleh Surveyor BKI.

Untuk pengujian kekuatan sambungan lem, 2 benda uji delaminasi dan 8 benda uji tarik-geser (*tensile-shear*) harus disiapkan. Pengujian kekuatan sambungan lem dilakukan sesuai [Rules for Non-Metallic Materials \(Pt.1 Vol.XIV Chapter 2 Sec.1, C.10.6.1\)](#).

2. Benda uji harus diambil langsung dari bagian yang dilem. Oleh karena itu bagian tersebut harus diberi panjang tambahan yang cukup. Panjang tambahan tersebut harus dilem dengan tekanan yang sama dengan bagian yang lain.

Pengujian harus meliputi seluruh luas penampang dan mempunyai panjang minimal 150 mm ditambah 7 mm untuk tiap lapisan. Benda uji tidak boleh diberi perlakuan akhir melebihi dari yang diberikan pada bagian konstruksi sebenarnya.

3. Pengujian harus dilakukan terhadap minimal 10 % dari gading – gading, balok geladak dan semua unsur kekuatan memanjang yang penting (misalnya lunas, galar).

Bila perlu Surveyor dapat meminta penambahan pengujian untuk gading-gading dan balok geladak.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 7 Pemakalan dan Pelapisan Kulit Luar

A.	Pemakalan	7-1
B.	Pelapisan Kulit Luar.....	7-1

A. Pemakalan

1. Sambungan papan geladak dan papan kulit luar harus dipakal dengan tali henept atau bahan lain yang sesuai.
2. Sambungan papan harus berbentuk seperti pasak, yaitu di luar terbuka, di dalam tertutup. Sambungan papan geladak harus disesuaikan dengan [Gambar 8.1](#).



Gambar 8.1 Sambungan papan geladak

3. Kulit luar kapal yang panjangnya lebih dari 22 m yang terletak di bawah garis muat terdalam, harus dipakal kuat sekali; Kulit luar di atas garis air cukup dengan pemakalan yang ringan. Untuk perlindungan terhadap pengaruh cuaca, sambungan yang dipakal itu harus disiram dengan ter atau didempul dengan dempul yang cocok.

Jika kulit luar dilapis dengan logam, maka sambungan yang dipakal tersebut cukup diberi ter.

B. Pelapisan Kulit Luar

1. Jika kulit luar dilapisi dengan tembaga, logam atau baja bersepuh seng untuk perlindungan terhadap serangan cacing bor (kapang), maka guna mencegah terjadinya korosi akibat pengaruh elektro kimia semua baut yang menembus lunas dan linggi dan baut-baut kulit luar yang terletak sampai 30 cm diatas lapisan tersebut harus dibuat dari material yang sama dengan material pelapis atau dari material lain yang terdapat dalam deret Volta yang memiliki tegangan potensial kurang lebih sama dengan material lapisan.
2. Papan kayu dibawah pelapis harus diberi ter, cat atau bahan insulasi lain yang sesuai.

Dibawah pelapis yang terbuat dari baja bersepuh seng harus diberi lapisan dasar yang terbuat dari karpet bulu (*felt*) yang diberi ter.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 8 Tangki

A.	Umum.....	8-1
B.	Tangki Air Minum.....	8-1
C.	Tangki Minyak Bahan Bakar	8-1
D.	Konstruksi Tangki.....	8-2
E.	Pengujian Kekedapan.....	8-2

A. Umum

1. Tangki air atau tangki minyak harus dilekatkan ke badan kapal sekutu mungkin. Bagian dari tangki ini tidak boleh digunakan sebagai penegar badan kapal dan harus memiliki hubungan yang dapat dilepaskan (independen).

2. **Pipa udara, pipa limpah, dan pipa duga**

2.1 Tiap tangki harus dilengkapi dengan pipa udara, pipa limpah, dan pipa duga. **Pipa udara secara umum harus menerus hingga keatas geladak terbuka. Untuk penempatan, ukuran, dan penutupan pipa lihat Peraturan Instalasi Mesin (Bag.1, Vol. III) Bab 11, R.**

2.2 Sejauh memungkinkan pipa duga harus ditempatkan sedekat mungkin ke dasar tangki. Pelat rangkap dengan garis tengah sekurang-kurangnya sama dengan garis tengah luar pipa duga harus dilaskan pada dasar tangki dibawah pipa duga.

B. Tangki Air Minum

1. Tangki air minum harus dipisahkan dari tangki lain yang tidak berisi air minum.
2. Peralatan saniter dan jaringan pipanya tidak boleh dipasang tepat 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.

C. Tangki Minyak Bahan Bakar

1. Tangki minyak **bahan bakar harus terbuat dari material logam dan** tidak boleh ditempatkan didalam ruang muatan atau ruang muatan ikan. Jika penempatan ini tidak dapat dihindari, maka perlu dibuat pengaturan agar muatan tidak rusak akibat kebocoran minyak.
2. Jika tangki minyak **bahan bakar** ditempatkan di dalam kamar mesin, maka tangki tersebut harus diletakkan sedemikian rupa sehingga tidak dapat menjadi panas melebihi batas oleh mesin-mesin atau sumber panas lainnya.
3. Tangki minyak **bahan bakar** harus dapat diisi dari geladak melalui pipa yang dipasang permanen.

4. Perlengkapan dan instalasi pipa pada tangki minyak bahan bakar harus dilindungi oleh papan pelindung. Alat penampung harus dipasang ditempat-tempat dimana kemungkinan terdapat kebocoran minyak.

D. Konstruksi Tangki

1. Tebal pelat tangki air minum dan tangki minyak bahan bakar tidak boleh kurang dari:

$$t = 4 \cdot a \sqrt{h \cdot k} + 0,5 \quad [\text{mm}]$$

a = jarak antara penegar [m]

h = jarak dari sisi bawah pelat sampai ke titik tertinggi pipa limpah [m]

h_{\min} = 2 m

k = faktor material ($k = 1,0$ untuk baja kapal kekuatan normal)

2. Modulus penampang penegar tangki air minum dan tangki minyak tidak boleh kurang dari:

$$W = c \cdot h \cdot a \cdot \ell^2 \cdot k \quad [\text{cm}^3]$$

h = jarak dari pertengahan panjang ℓ sampai ketitik tertinggi pipa limpah [m]

h_{\min} = 2 m

c = 3,6 jika penegar dijepit pada kedua ujungnya

= 5,4 jika satu atau kedua ujungnya ditumpu bebas

ℓ = panjang penegar yang tidak ditumpu termasuk sambungan ujung [m]

E. Pengujian Kekedapan

1. Pengujian kekedapan tangki minyak bahan bakar harus dilakukan dengan tinggi tekanan air sebagai berikut, diambil yang terbesar:

- Titik tertinggi dari pipa limpah
- 2,4 m diatas puncak dari tangki, atau
- Sampai geladak sekat

2. Pengujian kekedapan tangki air minum harus dilakukan dengan tinggi tekanan air sebagai berikut, diambil yang terbesar:

- Titik tertinggi dari pipa limpah, atau
- 0,9 m diatas puncak dari tangki, atau

3. Pengujian umumnya dilaksanakan sebelum pengecatan kecuali untuk sambungan las yang dibuat dengan proses pengelasan otomatis.

Bab 9 Kemudi dan Instalasi Olah Gerak

A.	Umum.....	9–1
B.	Gaya Kemudi dan Momen Torsi.....	9–4
C.	Ukuran Konstruksi Tongkat Kemudi.....	9–6
D.	Kopling Kemudi.....	9–8
E.	Badan Kemudi, Bantalan Kemudi.....	9–10
F.	Desain Momen Luluh Tongkat Kemudi.....	9–16
G.	Penahan, Alat Pengunci	9–16

A. Umum

1. Instalasi olah gerak

1.1 Tiap kapal harus dilengkapi dengan sistem kemudi yang akan menjamin kemampuan olah gerak yang cukup.

1.2 Sistem kemudi mencakup seluruh bagian peralatan yang diperlukan untuk mengemudikan kapal mulai dari kemudi dan instalasi kemudi sampai ke tempat pengemudian.

1.3 Ruang instalasi kemudi harus bebas dari peralatan yang dapat menghalangi kerja instalasi penggerak utama dan penggerak bantu kemudi. **Ruang instalasi kemudi harus dapat diakses dengan mudah, dan sejauh memungkinkan dipisahkan dari ruang mesin.**

1.4 Mesin kemudi harus memenuhi ketentuan [Peraturan Instalasi Mesin \(Pt.1, Vol.III\)](#).

2. Detail struktur

2.1 Sarana yang efektif harus disediakan untuk menyangga berat dari badan kemudi tanpa menyebabkan tekanan berlebihan pada bantalan misalnya dengan penyangga kemudi yang dilekatkan ke bagian atas tongkat kemudi. Struktur lambung di daerah penyangga kemudi harus diperkuat dengan cara yang sesuai.

2.2 Pengaturan yang sesuai harus disediakan untuk mencegah kemudi terangkat. Sambungan struktur daun kemudi dengan bagian solid pada baja cor atau baja tempa, yang digunakan sebagai rumah tongkat kemudi, harus di desain dengan cara yang sesuai untuk menghindari konsentrasi tegangan berlebihan pada area tersebut.

2.3 Tongkat kemudi harus dipasang menembus lambung baik di dalam tabung kedap air (*watertight trunk*), atau paking (*gland*) harus dipasang diatas garis air muat terdalam untuk mencegah air masuk ke ruang kemudi, dan mencegah pelumas di penyangga kemudi tersapu air.

3. Material dan pengelasan

3.1 Material untuk tongkat kemudi, pena, baut kopling dan bagian kemudi yang di cor harus terbuat dari baja canai, tempa atau baja tuang karbon mangan sesuai dengan [Rules for Materials \(Pt.1, Vol.V\)](#), dan [Peraturan Pengelasan \(Bag.1, Vol.VI\)](#).

3.2 Pada umumnya material yang memiliki nilai nominal tegangan luluh atas minimum R_{eH} kurang dari 200 N/mm^2 dan kuat tarik minimum kurang dari 400 N/mm^2 atau lebih dari 900 N/mm^2 tidak boleh digunakan untuk tongkat, pena, pasak dan baut kemudi.

Persyaratan Bab ini didasarkan pada material dengan nilai nominal tegangan luluh atas minimum R_{eH} sebesar 235 N/mm^2 . Jika material yang digunakan memiliki nilai R_{eH} yang berbeda dari 235 N/mm^2 , maka faktor material k_r harus ditentukan sebagai berikut:

$$k_r = \left(\frac{235}{R_{eH}} \right)^{0,75} \quad \text{untuk } R_{eH} > 235 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$= \frac{235}{R_{eH}} \quad \text{untuk } R_{eH} \leq 235 \quad [\text{N/mm}^2]$$

R_{eH} = nilai nominal tegangan luluh atas minimum dari material yang digunakan
[N/mm^2]

R_{eH} tidak boleh diambil lebih besar dari $0,7 \cdot R_m$ atau 450 N/mm^2 , mana yang lebih kecil.

R_m = kuat tarik [N/mm^2] dari material yang digunakan.

3.3 Sebelum pengurangan yang signifikan dari diameter tongkat kemudi karena penggunaan baja dengan nilai R_{eH} melebihi 235 N/mm^2 diberikan, BKI dapat mensyaratkan evaluasi dari defleksi elastis tongkat kemudi. Defleksi yang besar harus dihindari guna mencegah tekanan tepi yang berlebihan di daerah bantalan.

3.4 Tongkat kemudi, kopling dan baut kopling, daun kemudi dan sebagainya, pada umumnya dibuat dari baja yang harus memenuhi Peraturan Lambung (Bag.1, Vol.II) Tabel 2.9.

3.5 Bagian yang dilas dari kemudi harus terbuat dari material baja canai yang telah disetujui.

3.6 Las lubang se bisa mungkin dihindari. Las lubang tidak boleh digunakan di area yang memiliki tegangan bidang yang besar yang melintang terhadap lubang atau di daerah potongan lubang pada kemudi semi gantung.

Jika las lubang digunakan, maka panjang lubang minimum adalah 75 mm dan lebar $2 \cdot t$, dimana t adalah tebal pelat kemudi [mm]. Jarak antara ujung lubang tidak melebihi 125 mm . Lubang harus di las fillet di sekeliling tepinya dan ditutup dengan material kompon yang sesuai, misalnya dempul epoksi. Lubang tidak boleh ditutup dengan lasan.

Las lubang menerus harus digunakan sebagai pengganti las lubang. Ketika las lubang menerus digunakan, celah akar harus antara $6\text{-}10 \text{ mm}$. Sudut tirus sekurang-kurangnya harus 15° .

3.7 Lasan antara pelat dan bagian yang padat (bagian pejal pada baja tempa atau baja tuang atau pelat yang sangat tebal) harus dilakukan dengan las penetrasi penuh. Pada daerah dengan tegangan tinggi misalnya bagian atas kemudi gantung, cor atau pengelasan pada tulangan harus digunakan. Pengelasan penetrasi penuh pada dua sisi biasanya harus digunakan. Ketika pengelasan dari sisi balik tidak mungkin dilakukan maka pengelasan harus dilakukan terhadap batang keramik penahan atau sejenisnya. Batang baja penahan dapat digunakan dan harus dilas menerus pada satu sisi hingga bagian yang tebal.

4. 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 9.1

c = lebar rata-rata daun kemudi [m] (lihat Gambar 9.1)

Λ = aspek rasio daun kemudi A_t

$$\underline{\underline{\Lambda}} = \frac{b^2}{A_t}$$

v_0 = kecepatan maksimum kapal pada MCR mesin induk [kn]; jika kecepatan ini kurang dari 10 kn, maka v_0 [kn] harus diambil sebagai berikut

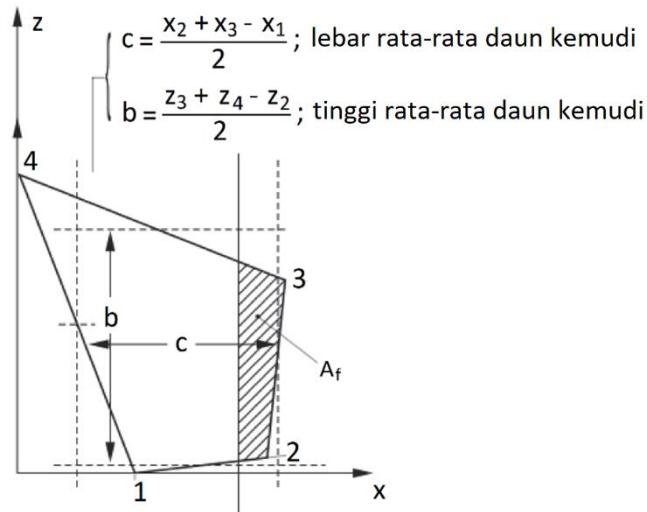
$$v_{\min} = \frac{(v_0 + 20)}{3} \quad [\text{kn}]$$

v_a = kecepatan mundur kapal [kn]; namun tidak boleh kurang dari $0,5 \cdot v_0$

k = faktor material

$$= \frac{235}{R_{eH}} \quad \text{untuk baja kekuatan normal}$$

$$= \frac{295}{R_{eH} + 60} \quad \text{untuk baja kekuatan lebih tinggi}$$



Gambar 9.1 Geometri area kemudi

B. Gaya Kemudi dan Momen Torsi

1. Gaya kemudi C_R untuk menentukan ukuran dari bagian-bagian instalasi kemudi, dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$C_R = 132 \cdot A \cdot v^2 \cdot \kappa_1 \cdot \kappa_2 \cdot \kappa_3 \quad [\text{N}]$$

- 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 jenis kemudi dan profil kemudi sesuai Tabel 9.1.
- κ_3 = koefisien yang tergantung pada letak kemudi
 = 0,8 untuk kemudi diluar aliran baling-baling
 = 1,0 tempat lain, termasuk juga kemudi dalam aliran baling-baling
 = 1,15 untuk kemudi dibelakang baling-baling/tubing/nosel

Tabel 9.1 Koefisien κ_2

No	Tipe Profil	κ_2	
		Kondisi maju	Kondisi mundur
1	Pelat tunggal 	1,0	1,0
2	Profil Göttingen seri NACA-00 	1,1	0,80

Tabel 9.1 Koefisien κ_2 (lanjutan)

No	Tipe Profil	κ_2	
		Kondisi maju	Kondisi mundur
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

2. Momen torsi kemudi ditentukan dengan formula berikut: B

$$Q_R = C_R \cdot r \quad [\text{Nm}]$$

r = panjang lengan, sebagaimana berikut:

$$= c (\alpha - k_b) \quad [\text{m}]$$

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:

$$= \frac{A_t}{A}$$

r_{\min} = $0,1 \cdot c$ [m] untuk kondisi maju

C. Ukuran Konstruksi Tongkat Kemudi

1. Diameter tongkat kemudi

1.1 Diameter tongkat kemudi untuk menyalurkan momen torsi tidak boleh kurang dari:

$$D_t = 4,2 \cdot \sqrt[3]{Q_R \cdot k_r} \text{ [mm]}$$

Q_R lihat B. 1.2.

Tegangan torsi yang terkait:

$$\tau \leq \frac{68}{k_r} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

k_r lihat A.3.2.

1.2 Instalasi penggerak kemudi harus ditentukan sesuai dengan Peraturan Instalasi Mesin (Bag. 1, Vol. III), Bab. 14 untuk momen torsi kemudi Q_R seperti yang dipersyaratkan pada B.1.2 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 penggerak kemudi bantu dapat berukuran 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. Besarnya ruang gerak aksial yang diizinkan tergantung pada konstruksi mesin kemudi dan pada bantalan.

2. Penguatan tongkat kemudi

2.1 Jika kemudi direncanakan sedemikian rupa sehingga terjadi tegangan lengkung tambahan pada tongkat kemudi, maka diameter tongkat kemudi harus diperbesar secukupnya. Ukuran kopling ditentukan menurut diameter tongkat kemudi yang diperbesar, bila memungkinkan.

Untuk diameter tongkat kemudi yang diperbesar, tegangan ekivalen dari lengkung dan torsi tidak boleh melebihi nilai berikut:

$$\sigma_y = \sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau^2} \leq \frac{118}{k_r} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Tegangan lengkung:

$$\sigma_b \leq \frac{10,2 \cdot M_b}{D_1^3} \cdot 10^3 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

M_b = momen lengkung pada bantalan leher [Nm]

Tegangan torsi:

$$\underline{\tau} \leq \frac{5,1 \cdot Q_R}{D_1^3} \cdot 10^3 \quad [\text{N/mm}^2]$$

D_1 = diameter tongkat kemudi yang diperbesar [mm]

Diameter tongkat kemudi yang diperbesar dapat ditentukan dengan formula berikut:

$$\underline{D_1} = D_t \cdot \sqrt[6]{1 + \frac{4}{3} \left[\frac{M_b}{Q_R} \right]^2} \quad [\text{mm}]$$

Q_R lihat B.1.2

D_t lihat 1.1.

Catatan:

Bila dipasang mesin kemudi torak ganda, momen lengkung tambahan mungkin tersalurkan dari mesin kemudi ke tongkat kemudi. Momen lengkung tambahan ini harus diperhitungkan dalam penentuan diameter tongkat kemudi.

3. Tabung poros kemudi

3.1 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, maka tegangan lengkung tabung poros kemudi harus memenuhi formula berikut:

$$\underline{\sigma_b} \leq 80/k \quad [\text{N/mm}^2]$$

dimana faktor material k untuk tabung poros kemudi diambil tidak boleh kurang dari 0,7

Tegangan ekivalen akibat momen lengkung dan gaya geser tidak boleh melebihi $0,35 \cdot R_{eH}$.

Untuk perhitungan tegangan lengkung, jarak bentang dihitung pada jarak antara pertengahan tinggi bantalan tongkat kemudi bawah dan titik dimana tabung dijepit terhadap pelat kulit atau alas dari skeg.

3.2 Pengelasan pada sambungan antara tabung poros kemudi dan pelat kulit atau alas dari skeg harus dengan penetrasi penuh. Pengujian tak rusak harus dilaksanakan untuk semua sambungan pengelasan

3.3 Tebal minimum pelat kulit dan alas skeg harus 0,4 kali tebal tabung poros pada bagian sambungan.

Jari-jari las fillet r (lihat Gambar 9.2), harus sebesar mungkin dan memenuhi formula berikut:

$$r = 0,1 \cdot d_c \quad [\text{mm}]$$

dan tidak boleh kurang dari :

$$r = 60 \quad [\text{mm}] \quad \text{untuk} \quad \sigma \geq 40/k \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$r = 30 \quad [\text{mm}] \quad \text{untuk} \quad \sigma < 40/k \quad [\text{N/mm}^2]$$

dimana:

d_c = diameter tongkat kemudi D_1 sebagaimana didefinisikan di 2.1

σ = tegangan lengkung tabung poros kemudi dalam N/mm²

k = faktor material sesuai A.3.2

3.4 Sebagai alternatif, perhitungan kekuatan lelah berdasarkan tegangan struktur (tegangan hot spot) (lihat Peraturan Lambung (Bag.1, Vol.II) Bab 20, A.2.6) bisa dilakukan.

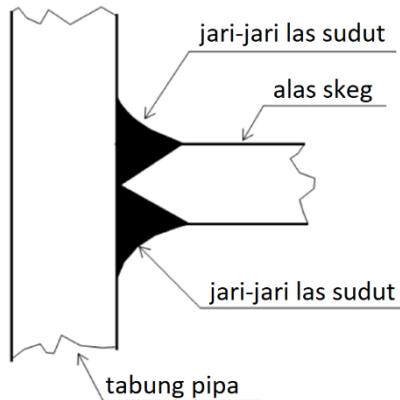
3.4.1 Jika tabung poros kemudi dilas secara langsung pada pelat kulit atau alas skeg, maka tegangan hot spot ditentukan sesuai Peraturan Lambung (Bag.1, Vol.II) Bab 20, C.

Dalam hal ini kelas FAT $\Delta_{\sigma R} = 100$ harus dipergunakan, lihat Peraturan Lambung (Bag.1, Vol.II) Bab 20, C.3.

3.4.2 Jika tabung poros dilengkapi dengan flens las, maka tegangan harus ditentukan di daerah radius. Kelas FAT $\Delta_{\sigma R}$ untuk kasus E2 atau E3 sesuai Peraturan Lambung (Bag.1, Vol.II) Tabel 20.3 harus digunakan. Sebagai tambahan, kekuatan lelah yang cukup pada lasan harus diverifikasi misalnya dengan perhitungan menurut Peraturan Lambung (Bag.1, Vol.II) Bab 14.C.3.2.

3.4.3 Jari-jari bisa dibuat dengan digerinda. Jika menggunakan gerinda cakram, maka goresan harus dihindari pada arah lasan. Jari-jari harus dicek keakuratannya dengan mal. Pengecekan sedikitnya pada empat titik. Laporan pengecekan harus diserahkan ke Surveyor.

Tabung poros kemudi dari material selain baja, harus mendapat pertimbangan secara khusus oleh BKI.



Gambar 9.2 Jari-jari las fillet

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 diakui.

1.4 Untuk kopling horisontal kemudi gantung menurut 2. hanya diizinkan jika tebal flens kopling yang dipersyaratkan t_f kurang dari 50 mm, jika tidak maka harus dipakai kopling konis menurut Peraturan Lambung (Bag.1 Vol.II) Bab 14.

2. Kopling horisontal D

2.1 Diameter baut kopling tidak boleh kurang dari:

$$d_b = 0,62 \cdot \sqrt{\frac{D^3 \cdot k_b}{k_r \cdot n \cdot e}} \text{ [mm]}$$

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.3.2

k_b = faktor material untuk baut menurut A.3.2

2.2 Tebal flens kopling tidak boleh kurang dari formula berikut:

$$t_f = 0,62 \cdot \sqrt{\frac{D^3 \cdot k_f}{k_r \cdot n \cdot e}} \text{ [mm]}$$

$$t_{f\min} = 0,9 \cdot d_b \text{ [mm]}$$

k_f = faktor material untuk flens kopling menurut A.3.2.

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 $0,67 \cdot d_b$.

2.3 Untuk meringankan kinerja baut, flens kopling harus dilengkapi dengan pasak pas menurut DIN 6885 atau standar yang setara. Pasak pas dapat diitiadakan jika diameter baut diperbesar 10%.

2.4 Flens kopling horisontal sebaiknya ditempa menyatu dengan tongkat kemudi atau dilas ke tongkat kemudi seperti dijelaskan pada Peraturan Lambung (Pt.1, Vol.II) Bab 19, B.4.4.3.

2.5 Untuk sambungan flens kopling dengan badan kemudi, lihat juga Peraturan Lambung (Pt.1, Vol.II) Bab 19, B.4.4.

3. Kopling vertikal

3.1 Diameter baut kopling tidak boleh kurang dari:

$$d_b = \frac{0,81 \cdot D}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{k_b}{k_r}} \text{ [mm]}$$

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:

$$S = 0,00043 D^3 \quad [\text{cm}^3]$$

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.

E. Badan Kemudi, Bantalan Kemudi D-E

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.

1.2 Kekuatan badan kemudi harus dibuktikan dengan perhitungan langsung menurut Peraturan Lambung (Bag.1, Vol.II) Bab 14, C.3.

1.3 Untuk badan kemudi tanpa potongan, tegangan yang diizinkan dibatasi sampai:

tegangan lengkung 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 Peraturan Lambung (Bag.1, Vol.II) Bab 14, C.3.3 (Gambar 14.3 dan 14.4).

Dalam hal bukaan pada pelat kemudi untuk mencapai kopling konis atau mur pena kemudi, berlaku tegangan izin menurut Peraturan Lambung (Bag.1, Vol.II) Bab 14, E.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.

2. Pelat kemudi

2.1 Kemudi pelat ganda

2.1.1 Tebal pelat kemudi ditentukan melalui formula berikut:

$$\underline{t} = \underline{5,5 \cdot f_2 \cdot a \sqrt{p_R \cdot k} + 2,5} \quad [\text{mm}]$$

$$\underline{p_R} = \underline{T + \frac{C_R}{10^4 \cdot A}} \quad [\text{kN/m}^2]$$

dimana

a = lebar terkecil tak ditumpu dari panel pelat, dalam [m];

f_2 = faktor aspek rasio sesuai definisi Peraturan Lambung (Bag.1, Vol.II) Bab 3, A.3

Pengaruh aspek rasio panel pelat dapat dihitung dengan faktor f_2 yang diberikan dalam Peraturan Lambung (Bag.1, Vol.II) Bab 3.A.3.

Tebal pelat kemudi bagaimanapun tidak boleh kurang dari tebal t_{\min} sesuai dengan Peraturan Lambung (Bag.1, Vol.II) Bab 6, B.3

Untuk menghindari getaran resonansi bidang pelat tunggal, maka kriteria frekuensi seperti ditentukan pada Peraturan Lambung (Bag.1, Vol.II) Bab 12, A.8.3 untuk struktur kulit diberlakukan secara sama.

Terkait ukuran dan pengelasan pelat kemudi disekitar daerah kopling flens, Peraturan Lambung (Bag.1, Vol.II) Bab 19, B.4.4.1 harus diperhatikan sebagai tambahan.

2.1.2 Untuk penyambungan pelat sisi kemudi ke pelat bilah, las pasak (**tenon welding**) tidak boleh digunakan. Jika penggunaan las sudut tidak praktis, maka pelat sisi harus disambung dengan las lubang ke pelat hadap yang dilaskan ke pelat bilah.

2.1.3 Tebal bilah tidak boleh kurang dari 70% dari tebal pelat kemudi menurut 2.1.1, namun tidak boleh kurang dari 8 mm. Pelat bilah yang terpapar air laut, harus diberi ukuran menurut 2.1.1.

2.2 Kemudi pelat tunggal E

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:

$$\underline{t_b} = \underline{1,5 \cdot a \cdot v_0 \cdot \sqrt{k} + 2,5} \quad [\text{mm}]$$

a = jarak lengan penegar [m], tidak boleh lebih dari 1 m

v_0 = kecepatan maju kapal [knot]

.2 Tepi belakang pelat kemudi harus dibundarkan.

2.2.3 Lengan

Tebal lengan " t_a " tidak boleh kurang dari tebal daun kemudi menurut 2.2.2.

Modulus penampang ditentukan sebagai berikut:

$$W_a = \underline{0,5 \cdot a \cdot c_1^2 \cdot v_0^2 \cdot k} \quad [\text{cm}^3]$$

c_1 = jarak horisontal dari tepi belakang kemudi ke garis pusat tongkat kemudi [m].

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

$t_{\min} = 8 \text{ mm}$ untuk material logam dan sintetik

= 22 mm untuk material kayu pok

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. Sebagai pendekatan pertama, gaya bantalan dapat ditentukan tanpa mempertimbangkan tumpuan elastis. Jika kemudi biasa dengan dua tumpuan, maka gaya kemudi C_R harus disalurkan ke tumpuan menurut jarak vertikalnya dari titik berat luasan daun kemudi.

4.4 Proyeksi permukaan bantalan A_b (tinggi bantalan x diameter luar lapisan poros) tidak boleh kurang dari:

$$A_b = \underline{\underline{\frac{B_i}{q}}} \quad [\text{mm}^2]$$

dimana

B_i = gaya tumpuan $B_1 - B_3$ sesuai Peraturan Lambung (Bag.1, Vol.II) Bab 14, Gambar 14.3 dan 14.4 [N]

q = tekanan permukaan yang diizinkan menurut Tabel 9.2

Tabel 9.2 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 identasi pada 23°C dan dengan kelembaban 50%, harus dilakukan sesuai dengan standar yang diajukan. Material sintetik 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.

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.

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 dp, dp diukur dari sisi luar lapisan pena kemudi.

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.

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.

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

5.4 Pena kemudi harus dipasang sedemikian rupa sehingga dapat mencegah pengenduran tanpa sengaja dan terlepas. Untuk mur dan ulir berlaku persyaratan Peraturan Lambung (Bag.1, Vol.II) Bab 14, D.4.1.5.

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 rekomendasi pabrik pembuat dan terdapat bukti dokumentasi terkait riwayat operasi yang memuaskan mengenai pengurangan ruang main.

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 pada baja tempa atau baja tuang sebagai rumah tongkat kemudi atau pena kemudi, harus dilengkapi dengan tonjolan (protrusion), kecuali jika tidak disyaratkan sebagaimana yang diindikasikan di bawah ini:

Tonjolan tersebut tidak dipersyaratkan jika tebal pelat bilah kurang dari:

- 10 mm untuk pelat bilah vertikal yang dilas ke bagian pejal kopling tongkat kemudi dari kemudi gantung
- 20 mm untuk pelat bilah lainnya

7.2 Umumnya, bagian pejal terhubung ke struktur kemudi dengan menggunakan dua pelat bilah horizontal dan dua pelat bilah vertikal.

7.3 Modulus penampang minimal dari sambungan dengan rumah tongkat kemudi

Modulus penampang dari potongan melintang struktur daun kemudi [cm^3] yang dibentuk oleh pelat bilah vertikal dan pelat kemudi, yang terhubung dengan bagian pejal dimana tongkat kemudi berada, tidak boleh kurang dari:

$$W_s = c_s \cdot d_c^3 \cdot \left(\frac{H_E - H_x}{H_E} \right)^2 \cdot \frac{k}{k_s} \cdot 10^{-4} \quad [\text{cm}^3]$$

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.

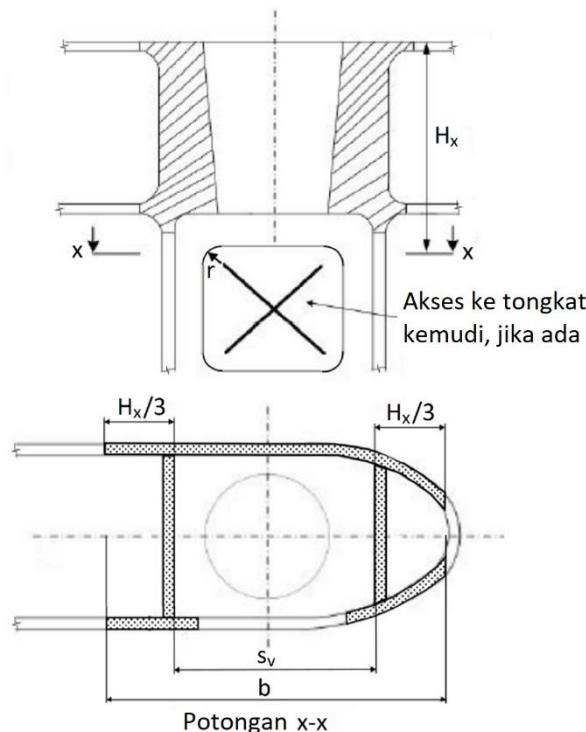
Modulus penampang aktual dari potongan melintang struktur daun kemudi dihitung terhadap sumbu simetris dari kemudi.

Lebar pelat kemudi [m] yang dipertimbangkan dalam perhitungan modulus penampang tidak boleh lebih besar dari:

$$\underline{b} = \underline{s_v} + \frac{2 H_x}{3} \quad [\text{m}]$$

s_v = jarak antara dua bilah vertikal [m] (lihat Gambar 9.3)

Ketika bukaan untuk akses ke mur tongkat kemudi tidak ditutup oleh pelat dengan las penetrasi penuh, maka lebar pelat kemudi harus dikurangi.



Gambar 9.3 Potongan melintang dari sambungan antara struktur daun kemudi dan rumah tongkat kemudi, contoh bukaan hanya terlihat pada satu sisi

7.4 Tebal pelat bilah horizontal yang terhubung ke bagian pejal [mm] serta pelat daun kemudi antar bilah, tidak boleh kurang dari yang terbesar atas nilai-nilai berikut:

$$t_H = 1,2 \cdot t \quad [\text{mm}]$$

$$t_H = 0,045 \cdot d_s^2 / s_H \quad [\text{mm}]$$

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 rumah 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.

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 9.3.

Tabel 9.3 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	1,4 t	2,0 t	1,3 t	1,6 t
t = tebal pelat kemudi [mm] sesuai E.2.1.1				

Penebalan harus diteruskan hingga bawah bagian pejal setidaknya hingga bilah horisontal berikutnya.

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 $1,145 \cdot D_t$.

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 knot, maka desain momen luluh hanya perlu dihitung untuk diameter tongkat kemudi berdasarkan pada kecepatan $v_0 = 12$ knot.

3. Mengenai penahan dan alat pengunci, lihat juga Peraturan Instalasi Mesin (Bag. 1, Vol. III), Bab. 14.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Bab 10 Perlengkapan

A.	Umum.....	10-1
B.	Angka Perlengkapan	10-1
C.	Jangkar.....	10-2
D.	Rantai Jangkar.....	10-2
E.	Bak Rantai.....	10-3
F.	Peralatan Tambat	10-3

A. Umum

1. Setiap kapal harus dilengkapi dengan perlengkapan jangkar yang menjamin penurunan dan pengangkatan jangkar dengan cepat dan aman dalam semua situasi yang dapat diperkirakan.

Perlengkapan jangkar terdiri dari jangkar, rantai jangkar dan kemungkinan mesin jangkar atau peralatan lainnya yang sejenis untuk menurunkan dan mengangkat jangkar.

2. 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.

Oleh karena itu perlengkapan tidak didesain untuk mempertahankan kapal di perairan yang sepenuhnya terbuka pada cuaca buruk atau untuk menghentikan kapal yang sedang bergerak atau hanyut. Dalam kondisi ini beban pada perlengkapan jangkar meningkat sedemikian rupa 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 tanah penahan yang baik untuk menghindari terseretnya jangkar. Di tanah penahan yang buruk, daya penahan jangkar akan berkurang secara signifikan.

3. Kapal harus dilengkapi dengan jangkar dan rantai jangkar yang memenuhi [Rules for Materials \(Pt.1 Vol.V\)](#).

4. Mesin jangkar dan penahan rantai, jika dipasang, harus sesuai dengan [Peraturan Instalasi Mesin \(Bag.1 Vol.III\), Bab 14, D](#).

Untuk bagian konstruksi di bawah mesin jangkar dan penahan rantai jangkar lihat [Bab 3, H.1.5](#).

5. Jika kapal, atas permintaan pemilik, dilengkapi dengan peralatan tambat yang lebih kecil dari persyaratan sesuai [Tabel 10.1](#) maka perlengkapan tersebut harus disetujui oleh BKI secara kasus per kasus.

B. Angka Perlengkapan

1. Perlengkapan jangkar, rantai jangkar dan tali temali harus ditentukan sesuai dengan [Tabel 10.1](#) menurut angka perlengkapan Z. Angka perlengkapan Z harus dihitung sebagai berikut:

$$Z = L(B + H) + \Sigma 0,5 \cdot \ell \cdot h$$

ℓ = panjang bangunan atas dan atau rumah geladak dalam panjang L [m].

h = tinggi bangunan atas dan atau rumah geladak pada garis tengah kapal [m].

Bangunan atas atau rumah geladak yang mempunyai lebar kurang dari $B/4$ bisa diabaikan.

C. Jangkar

1. Jumlah dan berat jangkar ditentukan dari [Tabel 10.1](#) sesuai dengan angka perlengkapan.
2. Berat kepala jangkar termasuk pin dan kelengkapannya tidak boleh kurang dari 60% dari berat total jangkar.
3. Berat tiap jangkar haluan boleh berbeda sampai dengan 7% diatas atau dibawah berat yang disyaratkan untuk tiap jangkar asalkan berat keseluruhan jangkar tidak kurang dari jumlah berat yang disyaratkan.
4. Berat jangkar dengan tongkat, bila digunakan, harus 80% (tidak termasuk tongkat) dan berat tongkat harus 20% dari berat yang diberikan pada [Tabel 10.1](#).
5. Bila digunakan jangkar daya cengkeram tinggi (*high holding power anchors*), maka berat tiap jangkar boleh dikurangi 25% dari persyaratan berat jangkar menurut [Tabel 10.1](#).
6. Material untuk jangkar harus sesuai dengan [Rules for Materials \(Pt.1, Vol.V\)](#). Jangkar dengan berat lebih dari 75 kg harus diuji di hadapan Surveyor. Untuk jangkar di bawah 75 kg, cukup dibuktikan bahwa jangkar dan rantai telah diuji dengan andal.

D. Rantai Jangkar

1. **Diameter** rantai jangkar yang tertera pada [Tabel 10.1](#) berlaku untuk rantai jangkar yang dibuat dari material sesuai dengan [Rules for Materials \(Pt.1 Vol.V\)](#) dengan **grade** sebagai berikut:
 - **Grade** KI-K1 (kualitas biasa)
 - **Grade** KI-K2 (kualitas khusus)
 - **Grade** KI-K3 (kualitas istimewa).
2. Material grade K1 yang digunakan untuk rantai jangkar yang dihubungkan dengan jangkar daya cengkeram tinggi harus memiliki kekuatan tarik R_m tidak kurang dari 400 N/mm^2 .
3. Rantai jangkar **grade** K2 dan K3 harus dilakukan quench dan temper pasca diproduksi dan hanya boleh dibeli dari pabrik pembuat yang **disetujui**.
4. Untuk menghubungkan jangkar dengan rantai jangkar segel jangkar tipe Kenter yang disetujui dapat dipilih sebagai pengganti segel tipe D biasa. **Sambungan ujung dengan kili-kili harus dipasang antara jangkar dan rantai jangkar.** Sebagai pengganti sambungan ujung dengan kili-kili, dapat digunakan segel kili-kili (swivel + shackle) yang disetujui. Tetapi segel kili-kili tidak boleh dihubungkan dengan batang jangkar (*anchor shank*) tanpa persetujuan khusus. Sejumlah segel cadangan yang sesuai harus disimpan diatas kapal untuk memudahkan pemasangan jangkar cadangan **setiap saat**. Atas permintaan pemilik segel kili-kili dapat ditiadakan.
5. Pengikatan ujung rantai jangkar sebelah dalam **ke** konstruksi kapal harus dilengkapi dengan sarana yang sesuai yang dapat dioperasikan dari posisi yang dapat diakses diluar kotak rantai yang memungkinkan, dalam keadaan darurat, rantai jangkar diluncurkan dengan mudah ke laut. **Ujung rantai jangkar sebelah dalam harus diikatkan ke konstruksi kapal dengan pengencang yang** mampu menahan gaya tidak kurang dari 15% sampai dengan 30% dari beban putus rantai jangkar.

6. Untuk kapal dengan panjang $L < 15$ m rantai jangkar dapat diganti dengan kawat baja.
7. Jika kawat baja dipasang sebagai pengganti rantai jangkar, hal-hal berikut harus diperhatikan:
 - a) Panjang kawat baja harus sama dengan 1,5 kali panjang rantai jangkar sesuai [Tabel 10.1](#) dan kekuatannya **harus sama dengan** kuat tarik rantai jangkar **grade K1** (lihat [Rules for Material \(Pt.1, Vol.V\) Sec.13, Table 13.2](#)).
 - b) Rantai jangkar harus dipasang diantara jangkar dan kawat baja dengan panjang 12,5 m atau jarak antara mesin jangkar dengan jangkar pada posisi tersimpan, diambil yang lebih kecil.
 - c) **Seluruh permukaan yang bersentuhan dengan kawat baja harus dibulatkan dengan radius tidak kurang dari $10 \times$ diameter kawat baja.**

E. Bak Rantai

1. Bak rantai harus mempunyai kapasitas dan tinggi yang cukup untuk memudahkan keluar masuk rantai melalui pipa rantai jangkar dan penyimpanan rantai itu sendiri. Bak rantai harus dilengkapi dengan pemisah sehingga rantai sebelah kiri dan kanan dapat disimpan seluruhnya secara terpisah.
2. Dinding bak rantai **dan bukaan aksesnya** harus dibuat kedap air **seperlunya** untuk mencegah kebocoran **yang tidak disengaja pada** bak rantai yang dapat merusak alat-alat bantu atau **peralatan yang penting** atau mengganggu pengoperasian kapal yang wajar.
3. **Persyaratan khusus untuk meminimalkan masuknya air**
 - 3.1 Pipa spurling (pipa yang mengarahkan rantai jangkar dari mesin jangkar ke bak rantai) dan bak rantai harus kedap air hingga ke geladak cuaca.
 - 3.2 Jika sarana akses disediakan, maka sarana akses tersebut harus ditutup dengan penutup yang kuat dan diamankan dengan baut yang rapat jaraknya.
 - 3.3 Pipa spurling yang dilalui rantai jangkar harus dilengkapi dengan peralatan penutup yang terpasang secara permanen untuk meminimalkan masuknya air.
4. Bak rantai harus dilengkapi dengan fasilitas **pengurasan yang memadai**.

F. Peralatan Tambat

1. Setiap kapal harus dilengkapi dengan peralatan tambat yang sesuai di bagian depan dan belakang serta, untuk kapal yang lebih besar, disepanjang sisi kapal.
2. Ukuran tiang tambat atau tupai-tupai tergantung pada diameter tali yang direkomendasikan menurut [Tabel 10.1](#), masing-masing tiang tambat atau tupai-tupai dimaksudkan untuk menambatkan dua tali dengan aman.
3. Kapal disarankan untuk dilengkapi dengan tali **tambat** sebanyak 4 buah. **2 dari 4 tali tambat tersebut harus memiliki panjang minimal $2L$** . Tali tambat dapat terbuat dari kawat baja, serat alam (manila, sisal, rami) atau serat sintetik (*polyamide, polyester, polypropylene*). Beban putus yang tertera pada [Tabel 10.1](#) hanya berlaku untuk tali baja dan tali serat alam.
4. Untuk tali serat sintetis disarankan untuk menggunakan tali dengan risiko tolak balik (*snap-back*) yang kecil untuk mengurangi risiko cedera atau kematian jika tali tambat putus.

5. Mesin tambat (*mooring winch*) harus dirancang sedemikian rupa dengan memperhatikan beban putus nominal dari tali tambat yang terpasang.

6. Lubang tali, tiang tambat dan tupai-tupai harus direncanakan untuk melindungi tali dari keausan yang berlebihan. Peralatan tersebut harus dari bentuk konstruksi yang disetujui dan harus sesuai dengan Standard yang diakui.

Tabel 10.1 Jangkar, rantai dan tali tambat

No. untuk Reg.	$Z = L (B=H) + 0,5 \sum \ell \cdot h$	Jangkar haluan tanpa tongkat		Rantai jangkar bersekang ¹⁾				Tali tambat yang disarankan			
		Jumlah	Berat satu jangkar [kg]	Panjang total [m]	Diameter			Panjang total [m]	Beban putus minimum [kN]	Diameter	
					d1 [mm]	d2 [mm]	d3 [mm]			d4 [mm]	d5 [mm]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
101	s/d - 50	1	27	33	6,0	6,0	-	45	10	-	12
102	50 - 75	1	39	38	7,0	7,0	-	65	20	-	16
103	75 - 100	2	53	82,5	8,0	8,0	-	85	25	-	18
104	100 - 125	2	65	82,5	10,0	10,0	-	100	25	-	18
105	125 - 150	2	80	95	10,0	10,0	-	120	30	10	20
106	150 - 175	2	92	95	11,0	11,0	11,0	120	30	10	20
107	175 - 200	2	106	110	11,0	11,0	11,0	140	30	10	20
108	200 - 225	2	118	110	11,0	11,0	11,0	140	35	10	22
109	225 - 250	2	133	137,5	11,0	11,0	11,0	160	35	10	22
110	250 - 275	2	177	137,5	12,5	12,5	12,5	160	35	10	22
111	275 - 300	2	186	165	12,5	12,5	12,5	180	40	10	22
112	300 - 330	2	213	165	14,0	12,5	12,5	180	40	10	22
113	330 - 360	2	239	192,5	14,0	12,5	12,5	200	45	10	24
114	360 - 390	2	278	192,5	16,0	14,0	14,0	200	45	10	24
115	390 - 420	2	318	220	16,0	14,0	14,0	220	50	12	26
116	420 - 460	2	358	220	17,5	16,0	16,0	220	50	12	26
117	460 - 500	2	398	220	17,5	16,0	16,0	260	55	12	26
118	500 - 550	2	438	247,5	19,0	17,5	17,5	260	55	12	26
119	550 - 600	2	478	247,5	19,0	17,5	17,5	260	55	12	26

¹⁾ Rantai jangkar bersekang dengan diameter sampai dengan 16 mm dapat diganti dengan rantai jangkar tanpa sekang sesuai dengan standard yang diakui dengan beban percobaan (*proof load*) yang sama besarnya.

Keterangan :

d1 = diameter rantai **grade** K1 (kualitas biasa)

d2 = diameter rantai **grade** K2 (kualitas khusus)

d3 = diameter rantai **grade** K3 (kualitas istimewa)

d4 = diameter tali kawat baja 6 x 24, beban putus nominal: 1570 N/mm²

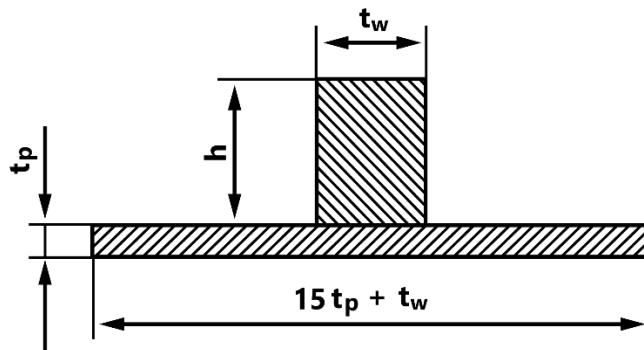
d5 = diameter tali serat alam atau sintetik

Lampiran 1 Modulus Penampang Aktual Penegar Kayu

- A. Perhitungan modulus penampang aktual penegar kayu 1-1

A. Perhitungan Modulus Penampang Aktual Penegar Kayu

Modulus penampang aktual penegar kayu dapat dihitung mengikuti prosedur berikut:



Gambar 1.1 Penegar kayu solid

1. Perhitungan lebar efektif (b_e) untuk kulit kayu solid/plywood

Lebar efektif (b_e) untuk kulit kayu solid/plywood dapat dihitung melalui persamaan berikut:

$$b_e = \min [t_w ; (15 \cdot t_p) + t_w] \text{ (cm)}$$

dimana:

t_w = tebal penegar [cm], lihat [Gambar 1.1](#)

t_p = tebal kulit [cm]

2. Perhitungan faktor pengaruh material antara kulit dan penegar

Faktor pengaruh material antara kulit dan penegar dapat dihitung melalui persamaan berikut:

$$KE_{0-90} = \frac{E_{\text{kulit}}}{E_{\text{penegar}}}$$

3. Perhitungan luas area penegar (A_s) dan kulit (A_p)

- Perhitungan luas area penegar (A_s) dapat dihitung melalui persamaan berikut:

$$A_s = h \times t_w \text{ (cm}^2\text{)}$$

dimana:

h = tinggi penegar [cm], lihat [Gambar 1.1](#)

- Perhitungan luas area kulit (A_p) dapat dihitung melalui persamaan berikut:

$$A_p = KE_{0-90} \times t_p \times b_e \text{ (cm}^2\text{)}$$

4. Perhitungan 2nd momen inersia pada sumbu netral

Persamaan untuk menghitung 2nd momen inersia pada sumbu netral adalah sebagai berikut:

$$C = \frac{A_s \times A_p}{3} (h^2 + 1,5 \times h \times t_p^2) + \frac{1}{2} [(A_p \times t_p)^2 + (A_s \times h)^2] \quad (\text{cm}^6)$$

$$I_{NA} = \frac{C}{A_s + A_p} \quad (\text{cm}^4)$$

5. Perhitungan lengkap penegar dari sumbu netral

Lengkap penegar dari sumbu netral dapat dihitung melalui persamaan berikut:

$$y_{max} = h - y_{NA} = \frac{(A_s + A_p) \times h - A_s \frac{h}{2} - \frac{A_p \times t_p}{2}}{A_s + A_p} \quad (\text{cm})$$

6. Perhitungan modulus penampang penegar (W) pada ujung atasnya

Modulus penampang penegar (W) pada ujung atasnya dapat dihitung melalui persamaan berikut:

$$W_{penegar} = \frac{I_{NA}}{y_{max}} = \frac{C}{A_p \left(h + \frac{t_p}{2} \right) + \frac{A_s \times h}{2}} \quad (\text{cm}^3)$$