

Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)

Prakata

Peraturan instalasi listrik yang pertama kali digunakan sebagai pedoman beberapa instansi yang berkaitan dengan instalasi listrik adalah AVE (*Algemene Voorschriften voor Electrische Sterkstroom Instalaties*) yang diterbitkan sebagai Norma N 2004 oleh Dewan Normalisasi Pemerintah Hindia Belanda. Kemudian AVE N 2004 ini diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia dan diterbitkan pada tahun 1964 sebagai Norma Indonesia NI6 yang kemudian dikenal sebagai Peraturan Umum Instalasi Listrik disingkat PUIL 1964, yang merupakan penerbitan pertama dan PUIL 1977 dan 1987 adalah penerbitan PUIL yang kedua dan ketiga yang merupakan hasil penyempurnaan atau revisi dari PUIL sebelumnya, maka PUIL 2000 ini merupakan terbitan ke 4. Jika dalam penerbitan PUIL 1964, 1977 dan 1987 nama buku ini adalah Peraturan Umum Instalasi Listrik, maka pada penerbitan sekarang tahun 2000, namanya menjadi Persyaratan Umum Instalasi Listrik dengan tetap mempertahankan singkatannya yang sama yaitu PUIL.

Penggantian dari kata “Peraturan” menjadi “Persyaratan” dianggap lebih tepat karena pada perkataan “peraturan” terkait pengertian adanya kewajiban untuk mematuhi ketentuannya dan sanksinya. Sebagaimana diketahui sejak AVE sampai dengan PUIL 1987 pengertian kewajiban mematuhi ketentuan dan sanksinya tidak diberlakukan sebab isinya selain mengandung hal-hal yang dapat dijadikan peraturan juga mengandung rekomendasi ataupun ketentuan atau persyaratan teknis yang dapat dijadikan pedoman dalam pelaksanaan pekerjaan instalasi listrik.

Sejak dilakukannya penyempurnaan PUIL 1964, publikasi atau terbitan standar IEC (*International Electrotechnical Commission*) khususnya IEC 60364 menjadi salah satu acuan utama disamping standar internasional lainnya. Juga dalam terbitan PUIL 2000, usaha untuk lebih mengacu IEC ke dalam PUIL terus dilakukan, walaupun demikian dari segi kemanfaatan atau kesesuaian dengan keadaan di Indonesia beberapa ketentuan mengacu pada standar dari NEC (*National Electric Code*), VDE (*Verband Deutscher Elektrotechniker*) dan SAA (*Standards Association Australia*).

PUIL 2000 merupakan hasil revisi dari PUIL 1987, yang dilaksanakan oleh Panitia Revisi PUIL 1987 yang ditetapkan oleh Menteri Pertambangan dan Energi dalam Surat Keputusan Menteri No:24-12/40/600.3/1999, tertanggal 30 April 1999 dan No:51-12/40/600.3/1999, tertanggal 20 Agustus 1999. Anggota Panitia Revisi PUIL tersebut terdiri dari wakil dari berbagai Departemen seperti DEPTAMBEN, DEPKES, DEPNAKER, DEPERINDAG, BSN, PT PLN, PT Pertamina, YUPTL, APPI, AKLI, INKINDO, APKABEL, APITINDO, MKI, HAEI, Perguruan Tinggi ITB, ITI, ISTN, UNTAG, STTY-PLN, PT Schneider Indonesia dan pihak pihak lain yang terkait.

Bagian 1 dan Bagian 2 tentang Pendahuluan dan Persyaratan dasar merupakan padanan dari IEC 364-1 *Part 1* dan *Part 2* tentang *Scope, Object Fundamental Principles and Definitions*.

Bagian 3 tentang Proteksi untuk keselamatan banyak mengacu pada IEC 60364 *Part 4* tentang *Protection for safety*. Bahkan istilah yang berkaitan dengan tindakan proteksi seperti SELV yang bahasa Indonesianya adalah tegangan extra rendah pengaman digunakan sebagai istilah baku, demikian pula istilah PELV dan FELV. PELV adalah istilah SELV yang dibumikan sedangkan FELV adalah sama dengan tegangan extra rendah fungsional. Sistem kode untuk menunjukan tingkat proteksi yang diberikan oleh selungkup dari sentuh langsung ke bagian yang berbahaya, seluruhnya diambil dari IEC dengan kode IP (*International Protection*). Demikian pula halnya dengan pengkodean jenis sistem pembumian. Kode TN

mengganti kode PNP dalam PUIL 1987, demikian juga kode TT untuk kode PP dan kode IT untuk kode HP.

Bagian 4 tentang Perancangan instalasi listrik, dalam IEC 60364 *Part 3* yaitu *Assessment of General Characteristics*, tetapi isinya banyak mengutip dari SAA Wiring Rules dalam section General Arrangement tentang perhitungan kebutuhan maksimum dan penentuan jumlah titik sambung pada sirkit akhir.

Bagian 5 tentang Perlengkapan Listrik mengacu pada IEC 60364 *Part 5: Selection and erection of electrical equipment* dan standar NEC.

Bagian 6 tentang Perlengkapan hubung bagi dan kendali (PHB) serta komponennya merupakan pengembangan Bab 6 PUIL 1987 dengan ditambah unsur unsur dari NEC.

Bagian 7 tentang Penghantar dan pemasangannya tidak banyak berubah dari Bab 7 PUIL 1987. Perubahan yang ada mengacu pada IEC misalnya cara penulisan kelas tegangan dari penghantar. Ketentuan dalam Bagian 7 ini banyak mengutip dari standar VDE. Dan hal hal yang berkaitan dengan tegangan tinggi dihapus.

Bagian 8 tentang Ketentuan untuk berbagai ruang dan instalasi khusus merupakan pengembangan dari Bab 8 PUIL 1987. Dalam PUIL 2000 dimasukkan pula klarifikasi zona yang diambil dari IEC, yang berpengaruh pada pemilihan dari perlengkapan listrik dan cara pemasangannya di berbagai ruang khusus. Ketentuan dalam Bagian 8 ini merupakan bagian dari IEC 60364 *Part 7, Requirements for special installations or locations*.

Bagian 9 meliputi Pengusahaan instalasi listrik. Pengusahaan dimaksudkan sebagai perancangan, pembangunan, pemasangan, pelayanan, pemeliharaan, pemeriksaan dan pengujian instalasi listrik serta proteksinya. Di IEC 60364, pemeriksaan dan pengujian awal instalasi listrik dibahas dalam *Part 6: Verification*.

PUIL 2000 berlaku untuk instalasi listrik dalam bangunan dan sekitarnya untuk tegangan rendah sampai 1000 V a.b dan 1500 V a.s, dan gardu transformator distribusi tegangan menengah sampai dengan 35 kV. Ketentuan tentang transformator distribusi tegangan menengah mengacu dari NEC 1999.

Pembagian dalam sembilan bagian dengan judulnya pada dasarnya sama dengan bagian yang sama pada PUIL 1987. PUIL 2000 tidak menyebut pembagiannya dalam Pasal, Subpasal, Ayat atau Subayat. Perbedaan tingkatnya dapat dilihat dari sistim penomorannya dengan digit. Contohnya Bagian 4, dibagi dalam 4.1; 4.2; dan seterusnya, sedangkan 4.2 dibagi dalam 4.2.1 sampai dengan 4.2.9 dibagi lagi dalam 4.2.9.1 sampai dengan 4.2.9.4. Jadi untuk menunjuk kepada suatu ketentuan, cukup dengan menuliskan nomor dengan jumlah digitnya.

Seperti halnya pada PUIL 1987, PUIL 2000 dilengkapi pula dengan indeks dan lampiran lampiran lainnya pada akhir buku. Lampiran mengenai pertolongan pertama pada korban kejut listrik yang dilakukan dengan pemberian pernapasan bantuan, diambilkan dari standar SAA, berbeda dengan PUIL 1987.

Untuk menampung perkembangan di bidang instalasi listrik misalnya karena adanya ketentuan baru dalam IEC yang dipandang penting untuk dimasukkan dalam PUIL, atau karena adanya saran, tanggapan dari masyarakat pengguna PUIL, maka dikandung maksud bila dipandang perlu akan menerbitkan amandemen pada PUIL 2000. Untuk menangani hal hal tersebut telah dibentuk Panitia Tetap PUIL. Panitia Tetap PUIL dapat diminta pendapatnya jika terdapat ketidakjelasan dalam memahami dan menerapkan ketentuan PUIL 2000. Untuk itu permintaan penjelasan dapat ditujukan kepada Panitia Tetap PUIL.

PUIL 2000 ini diharapkan dapat memenuhi keperluan pada ahli dan teknisi dalam melaksanakan tugasnya sebagai perancang, pelaksana, pemilik instalasi listrik dan para inspektor instalasi listrik. Meskipun telah diusahakan sebaik-baiknya, panitia revisi merasa bahwa dalam persyaratan ini mungkin masih terdapat kekurangannya. Tanggapan dan saran untuk perbaikan persyaratan ini sangat diharapkan.

PUIL 2000 ini tidak mungkin terwujud tanpa kerja keras dari seluruh anggota Panitia Revisi PUIL 1987, dan pihak pihak terkait lainnya yang telah memberikan berbagai macam bantuan baik dalam bentuk tenaga, pikiran, sarana maupaun dana sehingga PUIL 2000 dapat diterbitkan dalam bentuknya yang sekarang. Atas segala bantuan tersebut Panitia Revisi PUIL mengucapkan terima kasih sebesar besarnya.

Jakarta, Desember 2000
Panitia Revisi PUIL

Daftar isi

Prakata	i
Daftar isi	v
Bagian 1 Pendahuluan	1
1.1 Maksud dan tujuan	1
1.2 Ruang lingkup dan acuan	1
1.3 Ketentuan yang terkait	1
1.4 Penamaan, penunjukan dan pemberlakuan	2
1.5 Penafsiran dan penyimpangan	2
1.6 Perasuransian	3
1.7 Persyaratan peralihan	3
1.8 Penyempurnaan	3
1.9 Definisi	3
Bagian 2 Persyaratan dasar	21
2.1 Proteksi untuk keselamatan	21
2.2 Proteksi perlengkapan dan instalasi listrik	22
2.3 Perancangan	23
2.4 Pemilihan perlengkapan listrik	27
2.5 Pemasangan dan verifikasi awal dari instalasi listrik	28
2.6 Pemeliharaan	32
Bagian 3 Proteksi untuk keselamatan	33
3.1 Pendahuluan	33
3.2 Proteksi dari kejut listrik	33
3.3 Proteksi dari sentuh langsung maupun tak langsung	34
3.4 Proteksi dari bahaya sentuh langsung (proteksi dari kejut listrik dalam pelayanan normal atau proteksi dasar)	38
3.5 Proteksi dari sentuh tak langsung	44
3.6 Ketentuan umum bagi proteksi dari sentuh tak langsung	48
3.7 Proteksi dengan pemutusan suplai secara otomatis	52
3.8 Proteksi dengan menggunakan perlengkapan kelas II atau dengan isolasi ekuivalen	54
3.9 Proteksi dengan lokasi tidak konduktif	57
3.10 Proteksi dengan ikatan penyama potensial lokal bebas bumi	58
3.11 Proteksi dengan separasi listrik	59
3.12 Sistem TT atau sistem Pembumian Pengaman (sistem PP)	61
3.13 Sistem TN atau sistem Pembumian Netral Pengaman (PNP)	64
3.14 Sistem IT atau sistem Penghantar Pengaman (sistem HP)	72
3.15 Penggunaan Gawai Proteksi Arus Sisa (GPAS)	75
3.16 Luas penampang penghantar proteksi dan penghantar netral	77
3.17 Rekomendasi untuk sistem TT, TN dan IT	79
3.18 Peraturan umum untuk elektrode bumi dan penghantar bumi	80
3.19 Pemasangan dan susunan elektrode bumi dan penghantar bumi	83
3.20 Resistans isolasi suatu instalasi listrik tegangan rendah	84
3.21 Pengujian sistem proteksi yang memakai penghantar proteksi	85
3.22 Pengukuran resistans isolasi lantai dan dinding berkaitan dengan proteksi dengan lokasi tidak konduktif	90
3.23 Proteksi dari efek termal	91
3.24 Proteksi dari arus lebih	94

3.25	Proteksi instalasi listrik dari tegangan lebih akibat petir	97
Bagian 4 Perancangan instalasi listrik		105
4.1	Persyaratan umum	105
4.2	Susunan umum, kendali dan pengaman	107
4.3	Cara perhitungan kebutuhan maksimum di sirkit utama konsumen dan sirkit cabang	116
4.4	Jumlah titik beban dalam tiap sirkit akhir	127
4.5	Sirkit utama pelanggan	135
4.6	Susunan sirkit cabang dan sirkit akhir	136
4.7	Pengantar netral bersama	138
4.8	Pengendali sirkit yang netralnya dibumikan langsung	139
4.9	Proteksi sirkit yang netralnya dibumikan langsung	143
4.10	Pengendalian dan proteksi sirkit yang netralnya dibumikan tidak langsung	144
4.11	Perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi darat dan lif	144
4.12	Sakelar dan pemutus sirkit	151
4.13	Lokasi dan pencapaian PHB	152
Bagian 5 Perlengkapan listrik		163
5.1	Ketentuan umum	163
5.2	Pengawatan perlengkapan listrik	165
5.3	Armatur penerangan, fitting lampu, lampu roset	166
5.4	Tusuk kontak dan kotak kontak	175
5.5	Motor, sirkit dan kontrol	178
5.6	Generator	188
5.7	Peranti rendah	189
5.8	Transformator dan gardu transformator	190
5.9	Akumulator	195
5.10	Kapasitor	197
5.11	Resistor dan reaktor	199
5.12	Peranti pemanas	200
5.13	Perlengkapan pemanas induksi dan dielektrik	202
5.14	Pemanfaat dengan penggerak elektromekanis	206
5.15	Mesin las listrik	207
5.16	Mesin perkakas	210
5.17	Perlengkapan sinar X	211
5.18	Lampu busur	214
Bagian 6 Perlengkapan Hubung Bagi dan Kendali (PHB) serta komponennya		215
6.1	Ruang lingkup	215
6.2	Ketentuan umum	215
6.3	Perlengkapan Hubung Bagi dan Kendali (PHB) tertutup	226
6.4	Perlengkapan Hubung Bagi dan Kendali (PHB) terbuka	228
6.5	Lemari hubung bagi, kotak hubung bagi dan meja hubung bagi	229
6.6	Komponen yang dipasang pada Perlengkapan Hubung Bagi dan Kendali (PHB)	230
Bagian 7 Penghantar dan pemasangannya		237
7.1	Umum	237
7.2	Identifikasi penghantar dengan warna	240
7.3	Pembebanan penghantar	241
7.4	Pembebanan penghantar dalam keadaan khusus	246
7.5	Proteksi arus lebih	247

7.6	Proteksi penghantar terhadap kerusakan karena suhu yang sangat tinggi atau sangat rendah	249
7.7	Proteksi arus listrik	250
7.8	Isolator, pipa instalasi dan lengkapannya	250
7.9	Jalur penghantar	253
7.10	Syarat umum pemasangan penghantar (sampai dengan 1.000 volt)	255
7.11	Sambungan dan hubungan	257
7.12	Instalasi dalam bangunan	261
7.13	Pemasangan penghantar dalam pipa instalasi	264
7.14	Penghantar seret dan penghantar kontak	265
7.15	Pemasangan kabel tanah	265
7.16	Pemasangan penghantar udara di sekitar bangunan	269
7.17	Pemasangan penghantar khusus	272
Bagian 8	Ketentuan untuk berbagai ruang dan instalasi khusus	359
8.1	Umum	359
8.2	Ruang kerja listrik	359
8.3	Ruang kerja listrik terkunci	361
8.4	Ruang uji bahan listrik dan laboratorium listrik	361
8.5	Ruang dengan bahaya kebakaran dan ledakan	362
8.6	Ruang lembab termasuk ruang pendingin	369
8.7	Ruang sangat panas	370
8.8	Ruang berdebu	371
8.9	Ruang dengan gas, bahan atau debu yang sangat korosif	372
8.10	Ruang radiasi	372
8.11	Perusahaan kasar	374
8.12	Pekerjaan dan ketel uap, tangki dan bejana logam lainnya	375
8.13	Peluncur, dok, galangan kapal dan sebagainya	375
8.14	Derek dan lift listrik	375
8.15	Instalasi rumah dan gedung khusus	375
8.16	Gedung pertunjukkan, gedung pertemuan, museum, pasar, toko dan gedung umum lainnya	377
8.17	Instalasi listrik desa	382
8.18	Instalasi sementara	383
8.19	Instalasi semi permanen	384
8.20	Instalasi dalam masa pekerjaan pembangunan	384
8.21	Instalasi generator set (genset) darurat	385
8.22	Instalasi penerangan darurat	392
8.23	Instalasi listrik di dalam kamar mandi	397
8.24	Instalasi ruang terbuka	400
8.25	Kolam renang dan kolam lainnya	401
8.26	Penerangan tanda dan penerangan bentuk	410
8.27	Fasilitas Pelayanan Kesehatan	414
8.28	Jenis ruang khusus	431
Bagian 9	Pengusahaan instalasi listrik	439
9.1	Ruang lingkup	439
9.2	Izin	439
9.3	Pelaporan	439
9.4	Proteksi pemasangan instalasi listrik	439
9.5	Pemasangan instalasi listrik	441
9.6	Pengaturan instalasi bangunan bertingkat	443
9.7	Pemasangan kabel tanah	444
9.8	Pemasangan penghantar udara tegangan rendah (TR) dan tegangan menengah (TM)	444

9.9	Keselamatan dalam pekerjaan	444
9.10	Pelayanan	448
9.11	Hal yang tidak dibenarkan dalam pelayanan	450
9.12	Pemeliharaan	451
9.13	Pemeliharaan ruang dan instalasi khusus	452
Lampiran A Lambang huruf untuk instrumen ukur		455
A.1	Lambang huruf untuk instrumen ukur	455
A.2	Awalan pada satuan SI	456
Lampiran B Lambang gambar untuk diagram		457
B.1	Lambang gambar untuk diagram saluran arus kuat	457
B.2	Lambang gambar untuk diagram instalasi pusat dan gardu listrik	461
B.3	Lambang gambar untuk diagram instalasi bangunan	467
Lampiran C Nomenklatur kabel		475
Lampiran D Daftar padanan kata		479
D.1	Daftar pedoman kata Indonesia – Inggris	479
D.2	Daftar pedoman kata Inggris – Indonesia	489
Lampiran E Pertolongan pertama pada kecelakaan dan keselamatan kerja		497
Lampiran F Daftar gambar		503
Lampiran G Daftar tabel		505
Lampiran H Daftar anggota panitia revisi PUIL 1987		511
H.1	Susunan keanggotaan revisi PUIL 1987 (SNI 04-225-1987)	511
H.2	Penambahan anggota panitia revisi PUIL 1987 (SNI 04-0225-1987) berdasarkan Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi No. 51-12/40/600.3/1999	513
H.3	Kelompok pelaksana perumusan revisi PUIL 1987	514
H.4	Anggota tim editing revisi PUIL 1987	515
Indeks		517

Bagian 1 Pendahuluan

1.1 Maksud dan tujuan

Maksud dan tujuan Persyaratan Umum Instalasi Listrik ini ialah agar perusahaan instalasi listrik terselenggara dengan baik, untuk menjamin keselamatan manusia dari bahaya kejut listrik, keamanan instalasi listrik beserta perlengkapannya, keamanan gedung serta isinya dari kebakaran akibat listrik, dan perlindungan lingkungan.

1.2 Ruang lingkup dan acuan

1.2.1 Ruang lingkup

1.2.1.1 Persyaratan Umum Instalasi Listrik ini berlaku untuk semua perusahaan instalasi listrik tegangan rendah arus bolak-balik sampai dengan 1000 V, arus searah 1500 V dan tegangan menengah sampai dengan 35 kV dalam bangunan dan sekitarnya baik perancangan, pemasangan, pemeriksaan dan pengujian, pelayanan, pemeliharaan maupun pengawasannya dengan memperhatikan ketentuan yang terkait.

1.2.1.2 Persyaratan Umum Instalasi Listrik ini tidak berlaku untuk :

- a) bagian instalasi listrik dengan tegangan rendah yang hanya digunakan untuk menyalurkan berita dan isyarat;
- b) bagian instalasi listrik yang digunakan untuk keperluan telekomunikasi dan pelayanan kereta rel listrik;
- c) instalasi listrik dalam kapal laut, kapal terbang, kereta rel listrik, dan kendaraan lain yang digerakkan secara mekanis;
- d) instalasi listrik di bawah tanah dalam tambang;
- e) instalasi listrik dengan tegangan rendah yang tidak melebihi 25 V dan dayanya tidak melebihi 100 W.

1.2.2 Acuan

Persyaratan Umum Instalasi Listrik ini merupakan hasil penyempurnaan Peraturan Umum Instalasi Listrik 1987 dengan memperhatikan standar IEC, terutama terbitan TC 64 "*Electrical Installations of Buildings*" dan standar internasional lainnya yang berkaitan.

1.3 Ketentuan yang terkait

Di samping Persyaratan Umum Instalasi Listrik ini, harus pula diperhatikan ketentuan yang terkait dalam dokumen berikut:

- a) Undang-undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja, Beserta Peraturan Pelaksanaannya;
- b) Undang-Undang Nomor 15 Tahun 1985 tentang Ketenagalistrikan;
- c) Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup;
- d) Undang-Undang Nomor 18 Tahun 1999 tentang Jasa Konstruksi;

- e) Undang-undang Nomor 22 Tahun 1999 tentang Pemerintah Daerah.
- f) Peraturan Pemerintah Nomor 25 Tahun 2000 tentang Kewenangan Pemerintah dan Kewenangan Propinsi sebagai Daerah Otonomi.
- g) Peraturan Pemerintah Nomor 10 Tahun 1989 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Tenaga Listrik;
- h) Peraturan Pemerintah Nomor 51 Tahun 1993 tentang Analisa Mengenai Dampak Lingkungan;
- i) Peraturan Pemerintah Nomor 25 Tahun 1995 tentang Usaha Penunjang Tenaga Listrik;
- j) Peraturan Menteri Pertambangan dan Energi Nomor 01.P/40/M.PE/1990 tentang Instalasi Ketenagalistrikan;
- k) Peraturan Menteri Pertambangan dan Energi Nomor 02.P/0322/M.PE/1995 tentang Standardisasi, Sertifikasi dan Akreditasi Dalam Lingkungan Pertambangan dan Energi;

1.4 Penamaan, penunjukan, dan pemberlakuan

1.4.1 Penamaan

Persyaratan ini secara lengkap bernama Persyaratan Umum Instalasi Listrik Tahun 2000, disingkat PUIL 2000.

1.4.2 Penunjukan

Penunjukan dalam persyaratan dalam PUIL 2000 dilakukan dengan menyebut nomornya.

1.4.3 Pemberlakuan

PUIL 2000 ini diberlakukan untuk seluruh wilayah Republik Indonesia.

1.5 Penafsiran dan penyimpangan

1.5.1 Penafsiran

1.5.1.1 Instansi yang berwenang memberlakukan PUIL 2000, dan/atau mengubah, menambah dan/atau menyempurnakannya, bertanggung jawab atas terselenggaranya semua persyaratan di dalamnya.

1.5.1.2 Tanggung jawab atas perancangan dan pengerjaan instalasi listrik ada pada masing-masing perancang dan pelaksana .

1.5.1.3 Perbedaan penafsiran, baik tentang persyaratan dalam PUIL 2000 maupun penjelasannya, akan diputuskan oleh instansi yang berwenang dengan memperhatikan pendapat Panitia Tetap PUIL.

1.5.2 Penyimpangan

Dalam hal khusus, instansi yang berwenang dapat menyetujui penyimpangan dari persyaratan dalam PUIL 2000, setelah mendengarkan pendapat Panitia Tetap PUIL.

1.6 Perasuransian

PUIL 2000 dapat digunakan untuk keperluan perasuransian.

1.7 Persyaratan peralihan

1.7.1.1 Instalasi yang terpasang sebelum PUIL 2000 berlaku, sedapat-dapatnya disesuaikan dengan PUIL 2000 dalam waktu yang singkat.

1.7.1.2 Rancangan instalasi yang telah disahkan sebelum PUIL 2000 berlaku, harus ditinjau kembali dan disesuaikan dengan PUIL 2000.

1.8 Penyempurnaan

1.8.1 Permohonan untuk mengubah, menambah, dan/atau menyempurnakan PUIL 2000 dapat diajukan kepada instansi yang berwenang (sesuai dengan definisi I.1) atau u.p. Panitia Tetap PUIL dengan alamat Direktorat Jenderal Listrik dan Pengembangan Energi, Jalan H.R. Rasuna Said Blok X-2, Kav.07-08, Kuningan, Jakarta 12950.

1.8.2 Usul pengubahan, penambahan, dan/atau penyempurnaan PUIL 2000 diterbitkan sebagai usul amandemen oleh Panitia Tetap PUIL untuk ditanggapi oleh umum.

1.8.3 Setelah usul amandemen tersebut pada 1.8.2 disahkan dan diberlakukan oleh instansi yang berwenang, persyaratan lama yang bersangkutan tidak berlaku lagi.

1.9 Definisi

A

aparat (listrik),
lihat definisi radas.

armatur
luminair tanpa lampu, lihat definisi luminair.

arus beban lebih (suatu sirkit)
arus lebih yang terjadi dalam sirkit pada waktu tidak ada gangguan listrik.
(*overload current (of a circuit)*) – IEV 826-05-07.

arus bocoran

a) (pada suatu instalasi) – arus yang dalam keadaan tidak ada gangguan mengalir ke bumi atau ke bagian konduktif ekstra dalam sirkit;

CATATAN Arus ini dapat mempunyai komponen kapasitif termasuk yang dihasilkan dari penggunaan kapasitor yang disengaja.
(*leakage current (in an installation)*) – IEV 826-03-08.

b) arus dalam lintas lain selain yang diinginkan karena isolasi tidak sempurna.
(*leakage current (syn. earth current)*) – IEV 151-03-35.

arus bocoran bumi

semua arus bocoran dan arus kapasitif antara suatu penghantar dan bumi.
(*earth current*) – IEV 151.

arus gangguan

arus yang mengalir di titik tertentu pada jaringan listrik karena gangguan di titik lain pada jaringan tersebut.
(*fault current*) – IEV 603-02-25.

arus hubung pendek

- a) arus lebih yang diakibatkan oleh gangguan impedans yang sangat kecil mendekati nol antara dua penghantar aktif yang dalam kondisi operasi normal berbeda potensialnya.
(*short-circuit current*) – IEV 441.
- b) arus lebih karena hubung pendek yang disebabkan oleh gangguan atau hubungan yang salah pada sirkit listrik.
(*short-circuit current*) – IEV 441.
- c) arus yang mengalir di titik tertentu pada jaringan listrik akibat hubungan pendek di titik lain pada jaringan tersebut.
(*short-circuit current*) – IEV 603-02-27.

arus lebih

- a) arus dengan nilai melebihi nilai pengenalan tertinggi;
(*overcurrent*) – IEV 151, 441.
- b) setiap arus yang melebihi nilai pengenalnya; untuk penghantar, nilai pengenalnya adalah Kemampuan Hantar Arus (KHA) penghantar yang bersangkutan.
(*overcurrent*) – IEV 826-05-06.

arus operasi (arus kerja)

nilai arus yang pada atau di atas nilai tersebut pelepas (*release*) dapat bekerja.
(*operating current (of an overcurrent release)*) – IEV 441-16-45.

arus pengenalan

- a) arus operasi yang mendasari pembuatan perlengkapan listrik.
- b) (belitan suatu transformator) – arus yang mengalir lewat terminal saluran suatu belitan transformator, yang diperoleh dengan membagi daya pengenalan oleh tegangan pengenalan belitan tersebut dan faktor fase yang tepat.
(*rated current (of a winding of a transformer)*) – IEV 421-04-05.

arus sisa

jumlah aljabar nilai arus sesaat, yang mengalir melalui semua penghantar aktif suatu sirkit pada suatu titik instalasi listrik.
(*residual current*) – IEV 826-03-09.

arus sisa operasi

arus terkecil yang dapat mengetriapkan gawai proteksi arus sisa dalam waktu yang ditentukan.

arus trip (arus bidas)

arus yang menyebabkan gawai proteksi bekerja.

B**bagian aktif**

penghantar atau bagian konduktif yang dimaksudkan untuk dilistriki pada pemakaian normal; termasuk di dalamnya penghantar netral, tetapi berdasarkan perjanjian (konvensi) tidak termasuk penghantar PEN.

CATATAN Bagian aktif ini tidak berarti dapat menyebabkan risiko kejut listrik.
(*live part*) – IEV 826-03-01.

bagian konduktif

bagian yang mampu menghantarkan arus walaupun tidak harus digunakan untuk mengalirkan arus pelayanan.

(*conductive part*) – IEV 441-11-09.

Bagian Konduktif Ekstra (BKE)

bagian konduktif yang tidak merupakan bagian dari instalasi listrik dan dapat menimbulkan potensial, biasanya potensial bumi.

(*extraneous conductive part*) – IEV 826-03-03.

Bagian Konduktif Luar (BKL)

lihat definisi Bagian Konduktif Ekstra.

Bagian Konduktif Terbuka (BKT)

- a) bagian konduktif yang gampang tersentuh dan biasanya tak bertegangan, tetapi dapat bertegangan jika terjadi gangguan.

CATATAN 1 Bagian Konduktif Terbuka yang khas adalah dinding selungkup, gagang operasi, dan lain-lain.
(*exposed conductive part*) – IEV 826-03-02.

- b) bagian konduktif perlengkapan listrik yang dapat tersentuh dan biasanya tidak bertegangan, tetapi dapat bertegangan jika terjadi gangguan.

CATATAN 2 Bagian konduktif perlengkapan listrik yang hanya dapat bertegangan dalam kondisi gangguan melalui BKT tidak dianggap sebagai BKT.
(*exposed conductive part*) – IEV 441-11-10.

bahan kebal bakar

bahan yang tidak akan terbakar selama pemakaiannya sesuai dengan tugas yang diperuntukkan baginya; atau tidak akan terus menyala setelah dibakar.

baterai kotak

perlengkapan hubung bagi (PHB) yang terdiri atas beberapa kotak yang umumnya sejenis seperti kotak rel, kotak cabang, kotak pengaman lebur, dan kotak sakelar yang dirakit menjadi satu.

beban lebih

- a) Kelebihan beban aktual melebihi beban penuh.

CATATAN : Istilah "beban lebih" tidak digunakan sebagai sinonim arus lebih.
(*overload*) – IEV 151, 441-11-08.

b) Keadaan operasi dalam sirkit yang menimbulkan arus lebih, meskipun sirkit itu secara listrik tidak rusak.

beban penuh

nilai beban tertinggi yang ditetapkan untuk kondisi pengenalan operasi.
(*full load*) – IEV 151-03-16.

bumi

massa konduktif bumi, yang potensial listriknya di setiap titik mana pun menurut konvensi sama dengan nol.
(*earth*) – IEV 151-01-07.

C

celah proteksi

celah dengan jarak tertentu sehingga, jika terjadi gangguan dalam sirkit, akan bekerja sebagai proteksi dengan cara mengalirkan arus melalui celah tersebut, sesuai dengan tingkat proteksi yang dikehendaki.

celah tegangan lebih

celah proteksi yang bekerja sebagai proteksi berdasarkan tegangan lebih tertentu yang terjadi karena gangguan dalam sirkit yang bersangkutan.

E

elektrode batang

elektrode dari pipa logam, baja profil, atau batang logam lainnya yang dipancangkan ke bumi.

elektrode bumi

bagian konduktif atau kelompok bagian konduktif yang membuat kontak langsung dan memberikan hubungan listrik dengan bumi.
(*earth electrode*) – IEV 826-04-02, 461-06-18, 195-02-01, 604-04-03..

elektrode gradien potensial

elektrode sistem pembumian, yang dipasang khusus untuk menurunkan tegangan langkah.

elektrode pelat

elektrode dari bahan logam pejal atau berlubang, pada umumnya ditanam dalam-dalam.

elektrode pita

elektrode yang dibuat dari penghantar berbentuk pipih, bundar, atau pilin yang pada umumnya ditanam secara dangkal.

elemen lebur

bagian dari pengaman lebur yang dirancang agar lebur bila pengaman lebur bekerja.
(*fuse-element*) – IEV 441

G**gangguan**

- a) segala perubahan yang tidak dikehendaki, yang melemahkan kerja normal;
- b) kejadian yang tidak direncanakan atau kerusakan pada barang, yang dapat mengakibatkan satu kegagalan atau lebih, baik pada barang itu sendiri, ataupun pada perlengkapan yang berhubungan dengan barang itu.

(*fault*) – IEC 151-03-39, 604-02-01.

gangguan bumi

- a) kegagalan isolasi antara penghantar dan bumi atau kerangka.
- b) gangguan yang disebabkan oleh penghantar yang terhubung ke bumi atau karena resistansi isolasi ke bumi menjadi lebih kecil daripada nilai tertentu.

(*earth fault*) – IEC 195-04-14.

gangguan isolasi

cacat pada isolasi perlengkapan, yang dapat mengakibatkan dielektrik tertembus atau arus abnormal mengalir lewat isolasi.

(*insulation fault*) – IEC 604-02-02.

gangguan permanen

gangguan yang mempengaruhi gawai dan menghalangi kepulihan pelayanannya selama belum ada tindak perbaikan atas titik gangguan.

(*permanent fault*) – IEC 604-02-10.

gawai (listrik)

perlengkapan listrik yang digunakan dalam kaitan dengan, atau sebagai pembantu pada, perlengkapan listrik lain; misalnya termostat, sakelar, atau transformator instrumen.

(*device*) – IEEE, *dictionary*.

Gawai Proteksi Arus Sisa (GPAS)

gawai yang digunakan sebagai pemutus, yang peka terhadap arus sisa, yang dapat secara otomatis memutuskan sirkit termasuk penghantar netralnya, dalam waktu tertentu bila arus sisa yang timbul karena terjadinya kegagalan isolasi melebihi nilai tertentu sehingga bertahannya tegangan sentuh yang terlalu tinggi dapat dicegah.

Gawai Proteksi Arus Lebih (GPAL)

gawai penyalaklaran mekanis atau sekumpulan gawai yang dirancang untuk menyebabkan terbukanya kontak jika arus lebih mencapai nilai yang diberikan dalam kondisi yang ditentukan.

H**hubung pendek**

hubungan antara dua titik atau lebih dalam suatu sirkit melalui impedans yang sangat kecil mendekati nol.

(*short-circuit*) – IEC 441.

I

instansi yang berwenang

instansi yang bertanggung jawab atas pelaksanaan perundang-undangan yang berkaitan dengan penginspeksian, verifikasi dan perizinan pemasangan instalasi.

instalasi darurat

instalasi yang digunakan untuk penerangan dan tenaga listrik pada waktu terjadi gangguan pada sistem penyuplai tenaga listrik dan penerangan yang normal.

instalasi domestik

instalasi dalam bangunan yang digunakan sebagai tempat tinggal.

instalasi pelanggan

instalasi listrik yang terpasang sesudah meter di rumah atau pada bangunan.

instalasi lampu luah tabung gas

instalasi penerangan yang menggunakan lampu tabung gas dan bekerja pada tegangan di atas 1000 V (TM atau TT); misalnya penerangan tanda dan penerangan bentuk.

instalasi listrik bangunan

rakitan perlengkapan listrik pada bangunan yang berkaitan satu sama lain, untuk memenuhi tujuan atau maksud tertentu dan memiliki karakteristik terkoordinasi.

(*electrical installation (of building)*) – IEC 826-01-01.

instalasi listrik desa

instalasi untuk pembangkitan, pendistribusian, pelayanan, dan pemakaian tenaga listrik di desa.

instalasi listrik pasangan dalam

instalasi listrik yang ditempatkan dalam bangunan tertutup sehingga terlindung dari pengaruh langsung cuaca.

instalasi listrik pasangan luar

instalasi listrik yang tidak ditempatkan dalam bangunan sehingga terkena pengaruh langsung cuaca.

instalasi pembangunan

instalasi yang digunakan selama masa pembangunan, pemugaran, pembongkaran atau perombakan gedung dengan pengawatan yang khusus untuk penerangan dan tenaga listrik.

instalasi sementara

instalasi listrik yang pemakaiannya ditetapkan untuk suatu tempat tertentu untuk jangka waktu sementara sesuai dengan standar/ketentuan yang berlaku paling lama tiga bulan, dan tidak boleh dipakai di tempat lain.

instrumen

gawai untuk mengukur nilai kuantitas sesuatu yang diamati.

(*instrument*) – IEEE, *dictionary*

inti kabel

rakitan yang mencakup penghantar beserta isolasinya (dan tabir tapisnya jika ada).

(*core (of a cable)*) - IEC 461-04-04

isolasi

- a) (sebagai bahan) - segala jenis bahan yang dipakai untuk menyekat sesuatu;
- b) (pada kabel) - bahan yang dipakai untuk menyekat penghantar dari penghantar lain, dan dari selubungnya, jika ada;
- c) (pada perlengkapan) - sifat dielektrik semua bahan isolasi perlengkapan;
- d) (sebagai sifat) - segala sifat yang terdapat pada penghantar karena pengisolasian penghantar.

(*Insulation*) – IEV 195-06-06, 195-06-07, 195-06-08, 195-06-09, 195-02-41.

isolasi dasar

isolasi yang diterapkan pada bagian aktif untuk memberikan proteksi dasar terhadap kejut listrik.

CATATAN ke dalam isolasi dasar tidak termasuk isolasi yang digunakan secara khusus untuk tujuan fungsional.

(*basic insulation*) - IEV 826-03-17

isolasi diperkuat

isolasi bagian aktif yang berbahaya yang memproteksi manusia dari kejut listrik setara dengan isolasi ganda.

(*reinforced insulation*) - IEV 826-03-20

isolasi ganda

isolasi yang mencakup isolasi dasar dan isolasi suplemen.

(*double insulation*) - IEV 826-03-19

isolasi suplemen

isolasi independen yang diterapkan sebagai tambahan pada isolasi dasar agar memberikan proteksi untuk manusia dari kejut listrik dalam kejadian kegagalan isolasi.

(*supplementary insulation*) IEV 826-03-18

J**jangkauan tangan**

daerah yang dapat dicapai oleh uluran tangan dari tempat berdiri, tanpa menggunakan sarana apapun.

(*arm's reach*) IEV 195-06-12, 826-03-11.

jarak bebas

jarak antara dua bagian konduktif yang sama dengan rentangan tali terpendek antara bagian konduktif tersebut.

(*clearance*) IEV 441-17-31, 604-03-60.

jarak udara

jarak terpendek antara dua bagian aktif diukur melintasi udara.

jaringan listrik

sistem listrik yang terdiri atas penghantar dan perlengkapan listrik yang terhubung satu dengan lainnya, untuk mengalirkan tenaga listrik.

(*electrical network*)

K

kabel berisolasi atau disingkat kabel – rakitan

kabel yang terdiri atas :

- a) satu inti atau lebih
- b) selubung individual (jika ada)
- c) pelindung rakitan (jika ada)
- d) selubung kabel (jika ada).

Penghantar yang tidak berisolasi tambahan dapat digolongkan sebagai kabel.
(*insulated cable*) IEV 461-06-01

kabel fleksibel

kabel yang disyaratkan untuk mampu melentur pada waktu digunakan, dan yang struktur dan bahannya memenuhi persyaratan.
(*flexible cable*) - IEV 461-06-14

kabel tanah

jenis kabel yang dibuat khusus untuk dipasang di permukaan atau dalam tanah, atau dalam air.
(*underground cable*) IEV 601-03-05.

keadaan darurat

keadaan yang tidak biasa atau tidak dikehendaki yang membahayakan keselamatan manusia dan keamanan bangunan serta isinya, yang ditimbulkan oleh gangguan suplai utama listrik.

kedap

sifat tidak dapat dimasuki sesuatu; misalnya kedap air atau kedap debu.

Kemampuan Hantar Arus (KHA)

arus maksimum yang dapat dialirkan dengan kontinu oleh penghantar pada keadaan tertentu tanpa menimbulkan kenaikan suhu yang melampaui nilai tertentu.
(*current carrying capacity*) IEV 826-05-05.

kendali

tindakan dengan maksud tertentu pada atau dalam sistem, untuk memperoleh sasaran tertentu.

CATATAN Kendali (dapat) termasuk pemantauan (monitoring) dan perlindungan (*safe guarding*) di samping tindak kendali itu sendiri.

(*control*) – IEV 351.

kontak tusuk (kotak kontak dan tusuk kontak)

susunan gawai pemberi dan penerima arus yang dapat dipindah-pindahkan, untuk menghubungkan dan memutuskan saluran ke dan dari bagian instalasi. Kontak tusuk meliputi :

- a) kotak kontak – bagian kontak tusuk yang merupakan gawai pemberi arus;

b) tusuk kontak – bagian kontak tusuk yang merupakan gawai penerima arus.

Kotak Kontak Biasa (KKB)

kotak kontak yang dipasang untuk digunakan sewaktu-waktu (tidak secara tetap) bagi peranti listrik jenis apa pun yang memerlukannya, asalkan penggunaannya tidak melebihi batas kemampuannya.

Kotak Kontak Khusus (KKK)

kotak kontak yang dipasang khusus untuk digunakan secara tetap bagi suatu jenis peranti listrik tertentu yang diketahui daya mau pun tegangannya.

kotak sambung

kotak pada sambungan kabel yang melindungi isolasi kabel terhadap udara dan air.

L

lengkapan

gawai yang melakukan tugas kecil atau sampingan sebagai tambahan, yang berhubungan dengan tetapi bukan bagian perlengkapan.
(*accessory*) - IEC 581

luminair

unit penerangan yang lengkap, terdiri atas satu lampu atau lebih dengan bagian yang dirancang untuk mendistribusikan cahaya, dan menempatkan, melindungi, serta menghubungkan lampu ke suplai daya.

P

panel hubung bagi

perlengkapan hubung bagi yang pada tempat pelayanannya berbentuk suatu panel atau kombinasi panel-panel, terbuat dari bahan konduktif atau tidak konduktif yang dipasang pada suatu rangka yang dilengkapi dengan perlengkapan listrik seperti sakelar, kabel dan rel. Perlengkapan hubung bagi yang dibatasi dan dibagi-bagi dengan baik menjadi petak-petak yang tersusun mendatar dan tegak dianggap sebagai satu panel hubung bagi.

pemanfaat listrik

perlengkapan yang dimaksudkan untuk mengubah energi listrik menjadi energi bentuk lain, misalnya cahaya, bahang, tenaga gerak.
(*current-using equipment*) – IEC 826-07-02.

pembebanan intermiten

pembebanan periodik dengan waktu kerja tidak melampaui 4 menit diselingi dengan waktu istirahat (beban nol atau berhenti), yang cukup lama untuk mendinginkan penghantar sampai suhu kelilingnya.

pembebanan singkat

pembebanan dengan waktu kerja singkat, tidak melampaui 4 menit, disusul dengan waktu istirahat yang cukup lama, sehingga penghantar menjadi dingin kembali sampai suhu keliling.

pembumian

penghubungan suatu titik sirkit listrik atau suatu penghantar yang bukan bagian dari sirkit listrik, dengan bumi menurut cara tertentu.
(*earthing*)

pemisah

gawai untuk memisahkan atau menghubungkan sirkit dalam keadaan tidak atau hampir tidak berbeban.

(*Isolator*) -

pemutus sirkit (pemutus tenaga)

sakelar mekanis yang mampu menghubungkan, mengalirkan dan memutuskan arus pada pada kondisi sirkit normal, dan juga mampu menghubungkan, mengalirkan untuk jangka waktu tertentu dan memutuskan secara otomatis arus pada kondisi sirkit tidak normal tertentu, seperti pada kondisi hubung pendek

(*circuit-breaker*) – IEC 441

pengaman lebur (sekering)

gawai penyakelaran dengan peleburan satu komponen atau lebih yang dirancang khusus dan sebanding, yang membuka sirkit tempat pengaman lebur disisipkan dan memutuskan arus bila arus tersebut melebihi nilai yang ditentukan dalam waktu yang sesuai.

CATATAN Pengaman lebur meliputi semua bagian yang membentuk gawai penyakelaran yang utuh.
(*fuse*) – IEC 60269-1

pengedapan (pemakalan)

proses penutupan celah komponen agar mampu menahan masuknya kotoran.

(*sealing*) - IEC 461-10-02.

penghantar aktif

setiap penghantar dari sistem suplai yang mempunyai beda potensial dengan netral atau dengan penghantar yang dibumikan. Dalam sistem yang tidak memiliki titik netral, semua penghantar harus dianggap sebagai penghantar aktif

(*active conductor*) - SAA 0.5.4

penghantar bumi

penghantar dengan impedans rendah, yang secara listrik menghubungkan titik yang tertentu pada suatu perlengkapan (instalasi atau sistem) dengan elektrode bumi.

(*earth conductor*) – IEC MDE, 1983, p.76

penghantar netral (N)

penghantar (berwarna biru) yang dihubungkan ke titik netral sistem dan mampu membantu mengalirkan energi listrik.

(*neutral conductor*) – IEC MDE, 1983, p.76

penghantar PEN (nol)

penghantar netral yang dibumikan dengan menggabungkan fungsi sebagai penghantar proteksi dan penghantar netral.

CATATAN Singkatan PEN dihasilkan dari penggabungan lambang PE untuk penghantar proteksi dan N untuk penghantar netral.

(*PEN conductor*) – IEC MDE, 1983, p.76, IEC 826-04-06.

penghantar pembumian

a) penghantar berimpedans rendah yang dihubungkan ke bumi;

b) penghantar proteksi yang menghubungkan terminal pembumi utama atau batang ke elektrode bumi.

(*earthing conductor*) – IEC MDE, 1983, p.76

penghantar pilin

penghantar yang terdiri atas satu pilinan, atau sejumlah pilinan yang dipintal jadi satu tanpa isolasi di antaranya.

penghantar proteksi (PE)

penghantar untuk proteksi dari kejutan listrik yang menghubungkan bagian berikut : bagian konduktif terbuka, bagian konduktif ekstra, terminal pembumian utama, elektrode bumi, titik sumber yang dibumikan atau netral buatan.

(*protective conductor*) – IEC MDE, 1983, p.77

penyakelaran (switsing)

proses penghubungan atau pemutusan aliran/arus dalam satu sirkit atau lebih.

(*switching*) – IEC 441.

penyambung berpedang (berpakal)

penyambung yang menggunakan pedang yang mampu menghasilkan kedap terhadap zat tertentu.

peranti listrik

barang pemanfaat listrik, biasanya merupakan unit yang sudah lengkap, pada umumnya bukan perlengkapan industri, lazim dibuat dengan ukuran atau jenis yang baku, yang mengubah energi listrik menjadi bentuk lain, biasanya bahan atau gerak mekanis, di tempat pemanfaatannya.

Misalnya pemanggang roti, seterika listrik, mesin cuci, pengering rambut, bor genggam, dan penyaman udara.

(*electrical appliance*) – IEEE dictionary

perlengkapan genggam

perlengkapan randah (portabel) yang dimaksudkan untuk dipegang dengan tangan dalam kerja normal, dan motornya, jika ada, merupakan bagian yang menyatu dengan perlengkapan tersebut.

(*hand-held equipment*) – IEC MDE, 1983, p.148

Perlengkapan Hubung Bagi dengan atau tanpa kendali (PHB)

suatu perlengkapan untuk membagi tenaga listrik dan/atau mengendalikan dan melindungi sirkit dan pemanfaat listrik mencakup sakelar pemutus sirkit, papan hubung bagi tegangan rendah dan sejenisnya.

perlengkapan listrik

a) istilah umum yang meliputi bahan, fitting, gawai, peranti, luminair, aparat, mesin, dan lain-lain yang digunakan sebagai bagian dari, atau dalam kaitan dengan, instalasi listrik.

b) barang yang digunakan untuk maksud-maksud seperti pembangkitan, perubahan, transmisi distribusi atau pemanfaatan energi listrik, seperti, mesin, transformator, radas, instrumen, gawai proteksi, perlengkapan untuk pengawatan, peranti.

(*electrical equipment*) – IEC MDE, 1983, p.148

perlengkapan listrik pasangan dalam

perlengkapan listrik yang ditempatkan dalam ruang bangunan tertutup sehingga terlindung dari pengaruh cuaca secara langsung.

(*indoor electrical equipment*)

perlengkapan listrik pasangan luar

perlengkapan listrik yang tidak ditempatkan dalam bangunan sehingga terkena pengaruh cuaca secara langsung.
(*outdoor electrical equipment*)

perlengkapan magun (terpasang tetap)

perlengkapan yang terpaku pada penyangga atau dalam keadaan kokoh aman di suatu tempat khusus.
(*fixed equipment*) – IEC MDE, 1983, p.148

perlengkapan pegun (stasioner)

perlengkapan magun atau perlengkapan yang tidak mempunyai gagang untuk pegangan, dan yang mempunyai massa cukup besar sehingga tak mudah dipindah-pindah.

CATATAN Nilai massa tersebut besarnya 18 kg atau lebih menurut standar IEC jika menyangkut peranti rumah-tangga.

(*stationary equipment*) – IEC MDE, 1983, p.148

perlengkapan portabel (randah)

perlengkapan yang dapat dipindah-pindah ketika bekerja, atau mudah dipindah-pindah dari satu tempat ke tempat lain dalam keadaan tetap terhubung pada sumber listrik.
(*portable equipment*) – IEC MDE, 1983, p.148

PHB cabang

semua PHB yang terletak sesudah PHB utama atau sesudah suatu PHB utama subinstalasi.

PHB utama

PHB yang menerima tenaga listrik dari saluran utama konsumen dan membagikannya ke seluruh instalasi konsumen.

R

radas (aparat)

perlengkapan listrik yang biasanya terdapat dekat atau di tempat pemanfaatannya, tanpa patokan yang tegas tentang pengertian besar-kecilnya, misalnya generator, motor, transformator, atau pemutus sirkit.

rel pembumi

batang penghantar tempat menghubungkan beberapa penghantar pembumi.

rancangan instalasi listrik

berkas gambar rancangan dan uraian teknik, yang digunakan sebagai pegangan untuk melaksanakan pemasangan suatu instalasi listrik.

resistans isolasi lantai dan dinding

resistans antara permukaan lantai atau dinding dan bumi.

resistans elektrode bumi

resistans antara elektrode bumi atau sistem pembumian dan bumi acuan/referensi.

resistans pembumian

jumlah resistans elektrode bumi dan resistans penghantar pembumi.

resistans pembumian total

- a) resistans dari seluruh sistem pembumian yang terukur di suatu titik,
- b) resistans antara terminal pembumian utama dan bumi

(*total earthing resistance*) – IEC 826 – 04 – 03

ruang kering

ruang yang biasanya tidak lembab. Ruang yang kelembabannya hanya berlaku sewaktu-waktu, sehingga hampir tidak mempengaruhi mutu isolasi, meskipun kelembabannya itu berlangsung dalam jangka waktu lama, digolongkan dalam ruang kering.

ruang kerja kasar

ruang terbuka atau tertutup untuk bermacam-macam pekerjaan kasar.

ruang kerja listrik

ruang khusus yang digunakan untuk pemasangan dan pengusahaan perlengkapan listrik yang berbahaya dan karena itu ruang itu hanya boleh dimasuki oleh orang yang berpengetahuan tentang teknik listrik.

ruang kerja listrik terkunci

ruang kerja listrik yang hanya boleh dibuka dan dimasuki oleh orang yang berwenang.

ruang lembab dan basah

ruang terbuka atau tertutup yang demikian lembab sehingga isolasi yang baik sukar untuk dipertahankan dan resistans isolasi antara badan manusia dan bumi berkurang.

ruang sangat panas

ruang yang suhunya sangat tinggi dengan akibat menurunnya (tidak dapat dipertahankannya) daya sekat bahan isolasi yang lazim digunakan di tempat lain, atau menurunnya resistans listrik tubuh manusia yang berada dalam ruang itu.

ruang uji atau laboratorium listrik

ruang terbuka atau tertutup tempat dilakukan pemeriksaan, pengujian atau percobaan listrik, yang selama berlangsungnya pekerjaan itu hanya boleh dimasuki oleh orang yang berwenang saja.

S**sakelar**

gawai untuk menghubungkan dan memutuskan sirkit dan mengubahnya menjadi berbeban atau tidak.

sakelar cabang

sakelar untuk menghubungkan dan memisahkan masing-masing cabang.

sakelar keluar

sakelar pada PHB di sisi tenaga listrik keluar dari PHB tersebut.

sakelar masuk

sakelar pada PHB di sisi tenaga listrik masuk ke PHB tersebut.

sakelar pemisah

sakelar untuk memisahkan atau menghubungkan sirkit dalam keadaan tidak atau hampir tidak berbeban (lihat definisi pemutus sirkit).

(*disconnector*)

sakelar pemisah pengaman

sarana pengamanan untuk memisahkan sirkit perlengkapan listrik dari jaringan sumber dengan menggunakan transformator pemisah atau motor generator, pemisahan dimaksudkan untuk mencegah timbulnya tegangan sentuh yang terlalu tinggi pada BKT perlengkapan yang diamankan, bila terjadi kegagalan isolasi dalam perlengkapan tersebut.

(*protective disconnector*)

sakelar utama

sakelar masuk dan keluar pada PHB utama instalasi atau PHB utama subinstalasi.

saluran listrik

seperangkat penghantar, isolator dan lengkapan untuk mengalirkan energi antara dua titik suatu jaringan.

(*electrical line*)

saluran luar

saluran yang dipasang di atas tanah dan di luar bangunan.

sambungan rumah

saluran listrik yang menghubungkan instalasi pelanggan dan jaringan distribusi.

saluran tegangan rendah

bagian jaringan tegangan rendah tidak termasuk sambungan pelayanan.

saluran transmisi

saluran listrik yang merupakan bagian dari suatu instalasi, biasanya terbatas pada konstruksi udara.

(*transmission line*) – SAA Wiring rules

saluran utama pelanggan

saluran antara meter atau kotak pelayanan rumah dan PHB utama.

(*consumer's mains*) – SAA Wiring rules

saluran utama subinstalasi

saluran antara PHB utama dan PHB utama subinstalasi, atau saluran antar PHB utama subinstalasi.

(*subinstallation line*)

sentuh langsung

persentuhan manusia atau ternak dengan bagian aktif.

(*direct contact*) – IEV 826-03-05

sentuh tak langsung

persentuhan manusia atau ternak dengan bagian konduktif terbuka yang bertegangan jika terjadi gangguan.

(*indirect contact*) – IEV 826-03-06

sirkuit akhir

- a) sirkuit keluar dari PHB, yang dilindungi oleh pengaman lebur dan atau pemutus sirkuit, dan yang menghubungkan titik beban atau pemanfaat listrik.
- b) sirkuit yang terhubung langsung ke perlengkapan pemanfaat arus listrik atau ke kotak kontak.

(*final circuit*) – IEC 826-05-03

sirkuit cabang

sirkuit keluar dari PHB, yang dilindungi oleh pengaman lebur dan atau pemutus tenaga, dan yang menghubungkannya ke PHB lain.

(*branch circuit*)

sistem IT atau sistem Penghantar Pengaman (HP)

sistem yang semua bagian aktifnya tidak dibumikan, atau titik netral dihubungkan ke bumi melalui impedans. BKT instalasi dibumikan secara independen atau kolektif, atau ke pembumian sistem.

sistem TN atau sistem Pembumian Netral Pengaman (PNP)

sistem yang mempunyai titik netral yang dibumikan langsung, dan BKT instalasi dihubungkan ke titik tersebut oleh penghantar proteksi.

sistem TT atau sistem Pembumi Pengaman (PP)

sistem yang mempunyai titik netral yang dibumikan langsung dan BKT instalasi dihubungkan ke elektrode bumi yang secara listrik terpisah dari elektrode bumi sistem tenaga listrik.

T**tegangan**

klasifikasi sistem tegangan adalah sebagai berikut :

- a) tegangan ekstra rendah - tegangan dengan nilai setinggi-tingginya 50 V a.b. atau 120 V a.s.

CATATAN Tegangan ekstra rendah ialah sistem tegangan yang aman bagi manusia.

- b) tegangan rendah (TR) - tegangan dengan nilai setinggi-tingginya 1000 V a.b. atau 1500 V a.s..

- c) tegangan di atas 1000 V a.b., yang mencakup :

- 1) tegangan menengah (TM), tegangan lebih dari 1 kV sampai dengan 35 kV a.b. digunakan khususnya dalam sistem distribusi;
(*medium voltage*) – IEC MDE, 1983, p.435

- 2) tegangan tinggi (TT), tegangan lebih dari 35 kV a.b.

tegangan elektrode

tegangan antara elektrode dan titik acuan yang ditetapkan, biasanya pada katode.

CATATAN Kecuali jika dinyatakan lain, tegangan elektrode diukur pada terminal yang tersedia.

tegangan gangguan

tegangan yang timbul antara dua BKT, atau antara BKT dan bumi acuan/referensi.

tegangan langkah

bagian tegangan elektrode bumi antara dua titik di permukaan bumi, yang jaraknya sama dengan satu langkah biasa.

(*step voltage*)

tegangan nominal

a) (pada sistem atau perlengkapan, atau bagian sistem) – nilai tegangan yang lebih kurang sesuai untuk mengidentifikasi sistem atau gawai.

CATATAN 1 : Nilai-nilai nominal dibakukan.
(*nominal voltage*) – IEV 601

b) (pada instalasi) – tegangan yang diperuntukkan bagi instalasi atau bagian instalasi.

CATATAN 2 : Tegangan aktual boleh berbeda dari tegangan nominal dengan kuantitas yang dibatasi oleh toleransi.

(*nominal voltage of an installation*) – IEV 826-02-01

tegangan pengenalan – (suatu perlengkapan atau gawai)

tegangan yang disyaratkan oleh suatu instalasi atau oleh bagian daripadanya.

CATATAN Tegangan yang sebenarnya boleh berbeda dari tegangan nominal sebesar toleransi yang diizinkan.

tegangan sentuh

tegangan yang timbul selama gangguan isolasi antara dua bagian yang dapat terjangkau dengan serempak.

CATATAN :

- a) Berdasarkan perjanjian, istilah ini hanya dipakai dalam hubungan dengan proteksi dari sentuh tak langsung.
- b) Dalam hal tertentu, nilai tegangan sentuh dapat dipengaruhi cukup besar oleh impedans orang yang menyentuh bagian tersebut.

(*touch voltage*) – IEC MDE, 1983, p.437, IEV 826-03-02

tegangan sentuh prospektif

tegangan sentuh tertinggi yang besar kemungkinan dapat timbul pada kejadian gangguan dengan impedans sangat kecil mendekati nol dalam instalasi listrik.

(*prospective touch voltage*) – IEV 826-02-03.

tegangan uji

tegangan yang diberikan kepada suatu objek uji untuk menunjukkan sifat isolasi objek tersebut.

titik beban

titik pada sirkit akhir instalasi untuk dihubungkan dengan beban.

titik lampu

titik beban yang dimaksudkan untuk dihubungkan beban penerangan seperti lampu, luminair atau kabel lampu gantung.

Bagian 2 Persyaratan dasar

2.1 Proteksi untuk keselamatan

2.1.1 Umum

2.1.1.1 Persyaratan dalam pasal ini dimaksudkan untuk menjamin keselamatan manusia, dan ternak dan keamanan harta benda dari bahaya dan kerusakan yang bisa ditimbulkan oleh penggunaan instalasi listrik secara wajar.

CATATAN Pada instalasi listrik terdapat dua jenis risiko utama, yaitu :

- a) arus kejut listrik;
- b) suhu berlebihan yang sangat mungkin mengakibatkan kebakaran, luka bakar atau efek cedera lain.

2.1.2 Proteksi dari kejut listrik

2.1.2.1 Proteksi dari sentuh langsung

Manusia dan ternak harus dihindarkan/diselamatkan dari bahaya yang bisa timbul karena sentuhan dengan bagian aktif instalasi (sentuh langsung) dengan salah satu cara di bawah ini:

- a) mencegah mengalirnya arus melalui badan manusia atau ternak;
- b) membatasi arus yang dapat mengalir melalui badan sampai suatu nilai yang lebih kecil dari arus kejut.

2.1.2.2 Proteksi dari sentuh tak langsung

Manusia dan ternak harus dihindarkan/diselamatkan dari bahaya yang bisa timbul karena sentuhan dengan bagian konduktif terbuka dalam keadaan gangguan (sentuh tak langsung) dengan salah satu cara di bawah ini:

- a) mencegah mengalirnya arus gangguan melalui badan manusia atau ternak;
- b) membatasi arus gangguan yang dapat mengalir melalui badan sampai suatu nilai yang lebih kecil dari arus kejut listrik;
- c) pemutusan suplai secara otomatis dalam waktu yang ditentukan pada saat terjadi gangguan yang sangat mungkin menyebabkan mengalirnya arus melalui badan yang bersentuhan dengan bagian konduktif terbuka, yang nilai arusnya sama dengan atau lebih besar dari arus kejut listrik.

CATATAN Untuk mencegah sentuh tak langsung, penerapan metode ikatan penyama potensial adalah salah satu prinsip penting untuk keselamatan.

2.1.3 Proteksi dari efek termal

2.1.3.1 Instalasi listrik harus disusun sedemikian rupa sehingga tidak ada risiko tersulutnya bahan yang mudah terbakar karena tingginya suhu atau busur api listrik. Demikian pula tidak akan ada risiko luka bakar pada manusia maupun ternak selama perlengkapan listrik beroperasi secara normal.

2.1.4 Proteksi dari arus lebih

2.1.4.1 Manusia atau ternak harus dihindarkan/diselamatkan dari cedera, dan harta benda diamankan dari kerusakan karena suhu yang berlebihan atau stres elektromekanis karena arus lebih yang sangat mungkin timbul pada penghantar aktif.

Proteksi ini dapat dicapai dengan salah satu cara di bawah ini:

- a) pemutusan secara otomatis pada saat terjadi arus lebih sebelum arus lebih itu mencapai nilai yang membahayakan dengan memperhatikan lamanya arus lebih bertahan;
- b) pembatasan arus lebih maksimum, sehingga nilai dan lamanya yang aman tidak terlampaui.

2.1.5 Proteksi dari arus gangguan

2.1.5.1 Penghantar, selain penghantar aktif, dan bagian lain yang dimaksudkan untuk menyalurkan arus gangguan harus mampu menyalurkan arus tersebut tanpa menimbulkan suhu yang berlebihan.

CATATAN :

- a) Perhatian khusus harus diberikan pada arus gangguan bumi dan arus bocoran;
- b) Untuk penghantar aktif yang memenuhi 2.1.4.1, terjamin proteksinya dari arus lebih yang disebabkan oleh gangguan.

2.1.6 Proteksi dari tegangan lebih

2.1.6.1 Manusia atau ternak harus dicegah dari cedera dan harta benda harus dicegah dari setiap efek yang berbahaya akibat adanya gangguan antara bagian aktif sirkit yang disuplai dengan tegangan yang berbeda.

2.1.6.2 Manusia dan ternak harus dicegah dari cedera dan harta benda harus dicegah dari kerusakan akibat adanya tegangan yang berlebihan yang mungkin timbul akibat sebab lain (misalnya, fenomena atmosfer atau tegangan lebih penyakelaran).

2.2 Proteksi perlengkapan dan instalasi listrik

2.2.1 Perlengkapan listrik

2.2.1.1 Pada setiap perlengkapan listrik harus tercantum dengan jelas :

- a) nama pembuat dan atau merek dagang;
- b) daya, tegangan, dan/atau arus pengenal;
- c) data teknis lain seperti disyaratkan SNI.

2.2.1.2 Perlengkapan listrik hanya boleh dipasang pada instalasi jika memenuhi ketentuan dalam PUIL 2000 dan/atau standar yang berlaku.

2.2.1.3 Setiap perlengkapan listrik tidak boleh dibebani melebihi kemampuannya.

2.2.2 Instalasi listrik

2.2.2.1 Instalasi yang baru dipasang atau mengalami perubahan harus diperiksa dan diuji dulu sesuai dengan ketentuan mengenai :

- a) resistans isolasi (3.20);
- b) pengujian sistem proteksi (3.21);
- c) pemeriksaan dan pengujian instalasi listrik (9.5.6).

2.2.2.2 Instalasi listrik yang sudah memenuhi semua ketentuan tersebut dalam 2.2.2.1 dapat dioperasikan setelah mendapat izin atau pengesahan dari instansi yang berwenang dengan syarat tidak boleh dibebani melebihi kemampuannya.

2.3 Perancangan

2.3.1 Umum

2.3.1.1 Dalam merancang instalasi listrik, faktor-faktor dalam 2.3.2 – 2.3.5 harus diperhatikan untuk menjamin:

- a) keselamatan manusia dan ternak dan keamanan harta benda sesuai dengan 2.1;
- b) berfungsinya instalasi listrik dengan baik sesuai dengan maksud penggunaannya.

Informasi yang disyaratkan sebagai dasar perancangan disebutkan dalam 2.3.2 - 2.3.5, sedangkan persyaratan yang harus dipenuhi oleh rancangan dinyatakan dalam 2.3.6 - 2.3.13.

2.3.2 Karakteristik suplai

2.3.2.1 Macam arus: arus bolak-balik (a.b.) dan/atau arus searah (a.s.).

2.3.2.2 Macam dan jumlah penghantar:

- a) untuk a.b. : penghantar fase, penghantar netral, dan penghantar proteksi;
- b) untuk a.s. : penghantar yang setara dengan penghantar untuk a.b.

2.3.2.3 Nilai dan toleransi dari tegangan, frekuensi, arus maksimum yang dibolehkan, dan arus hubung pendek prospektif.

2.3.2.4 Tindakan proteksi yang melekat pada suplai, misalnya netral atau kawat tengah yang dibumikan;

2.3.2.5 Persyaratan khusus dari perusahaan suplai listrik.

2.3.3 Macam kebutuhan akan listrik

2.3.3.1 Jumlah dan jenis sirkit yang diperlukan untuk penerangan, pemanasan, daya, kendali, sinyal, telekomunikasi dan lain-lain ditentukan oleh:

- a) lokasi titik kebutuhan akan listrik;

- b) beban yang diharapkan pada semua sirkit;
- c) variasi harian dan tahunan dari kebutuhan akan listrik;
- d) kondisi khusus;
- e) persyaratan untuk kendali, sinyal, telekomunikasi dan lain-lain.

2.3.4 Suplai darurat

Dalam hal dibutuhkan suplai darurat perlu memperhatikan :

- a) sumber suplai (karakteristik, macam)
- b) sirkit yang disuplai oleh sumber darurat.

2.3.5 Kondisi lingkungan

2.3.5.1 Dalam menetapkan kondisi lingkungan penggunaan perlengkapan instalasi, perlu diperhitungkan beberapa faktor dan parameter lingkungan terkait, dan dipilih tingkat keparahan akibat parameter lingkungan tersebut. Faktor dan parameter lingkungan tersebut, antara lain :

- a) kondisi iklim : dingin/panas, kelembaban, tekanan, gerakan media sekeliling penguapan, radiasi dan air selain dari hujan.
- b) kondisi biologis : flora dan fauna seperti jamur dan rayap.
- c) bahan kimia aktif : garam, sulfur dioksida, hidrogen sulfit, nitrogen oksida, ozon, amonia, klor, hidrogen klorida, hidrogen flor dan hidrokarbon organik.
- d) bahan mekanis aktif : pasir, debu, debu melayang, sedimen debu, lumpur dan jelaga.
- e) cairan pengotor : berbagai minyak, cairan pendingin, lemak, bahan bakar dan air baterai.
- f) kondisi mekanis : getaran, jatuh bebas, benturan, gerakan berputar, deviasi sudut, percepatan, beban statis dan roboh.
- g) gangguan listrik dan elektromagnet :
medan magnet, medan listrik, harmonik, tegangan sinyal, variasi tegangan dan frekuensi, dan tegangan induksi dan transien.

CATATAN Lihat IEC 60364-3 : *Electrical Installations Instrument of Buildings Part 3 : Assesment of General Characteristics* dan IEC 721 : *Classification of Environmental Conditions*.

2.3.6 Luas penampang penghantar

2.3.6.1 Ukuran penghantar dinyatakan dalam satuan metrik.

2.3.6.2 Jika bahan penghantar tidak dijelaskan dalam PUIL 2000, yang dimaksudkan adalah penghantar tembaga.

2.3.6.3 Jika digunakan penghantar bukan tembaga, ukurannya harus disesuaikan dengan kemampuan hantar arusnya.

2.3.6.4 Luas penampang penghantar harus ditentukan sesuai dengan:

- a) suhu maksimum yang diizinkan;
- b) susut tegangan yang diizinkan;
- c) stres elektromagnetis yang mungkin terjadi karena hubung pendek;
- d) stres mekanis lainnya yang mungkin dialami penghantar;
- e) impedans maksimum berkenaan dengan berfungsinya proteksi hubung pendek.

CATATAN Butir-butir di atas terutama menyangkut keamanan instalasi listrik. Luas penampang yang lebih besar dari yang diperlukan untuk keselamatan mungkin dikehendaki untuk pengoperasian yang ekonomis.

2.3.7 Jenis pengawatan dan cara pemasangan

2.3.7.1 Pemilihan jenis pengawatan dan cara pemasangan bergantung pada:

- a) sifat lokasi;
- b) sifat dinding atau bagian lain dari bangunan yang menyangga pengawatan;
- c) dapat terjangkaunya pengawatan oleh manusia atau ternak;
- d) tegangan;
- e) stres elektromekanis yang mungkin terjadi karena hubung-pendek;
- f) stres lain yang mungkin dialami oleh pengawatan itu selama pemasangan instalasi listrik atau waktu pengoperasian.

2.3.8 Gawai proteksi

2.3.8.1 Karakteristik gawai proteksi harus ditentukan berdasarkan fungsinya, yaitu proteksi dari efek:

- a) arus lebih (beban lebih, hubung pendek);
- b) arus gangguan bumi;
- c) tegangan lebih;
- d) tegangan kurang atau tak bertegangan.

Gawai proteksi harus beroperasi pada nilai arus, tegangan dan waktu yang sesuai berkaitan dengan karakteristik sirkit dan kemungkinan terjadinya bahaya.

2.3.9 Kendali darurat

2.3.9.2 Bila dalam keadaan bahaya, diperlukan pemutusan suplai dengan segera, gawai pemutus harus dipasang sehingga dengan mudah dapat dikenali dan dioperasikan dengan efektif dan cepat.

2.3.10 Gawai pemisah

2.3.10.1 Gawai pemisah perlu disediakan untuk memungkinkan pemisahan instalasi listrik, sirkit atau setiap bagian radas, yang diperlukan untuk pemeliharaan, pengujian, pendeteksian gangguan atau perbaikan.

2.3.11 Pencegahan pengaruh timbal-balik

2.3.11.1 Instalasi listrik harus ditata sehingga tidak akan terjadi saling mempengaruhi yang merugikan antara instalasi listrik dan bukan instalasi listrik dalam bangunan.

2.3.12 Keterjangkauan perlengkapan listrik

2.3.12.1 Perlengkapan listrik harus ditata sehingga terpenuhi keperluan:

- a) ruangan yang memadai untuk pemasangan awal dan penggantian setiap bagian perlengkapan listrik di hari kemudian;
- b) keterjangkauan dalam pengoperasian, pengujian, penginspeksian, pemeliharaan, dan perbaikan.

2.3.13 Ruang kerja di sekitar perlengkapan listrik

2.3.13.1 Ruang kerja di sekitar perlengkapan listrik dan jalan masuk ke ruang tersebut harus cukup luas dan terpelihara agar pelayanan kepada dan pemeliharaan perlengkapan listrik dapat dilakukan dengan mudah dan aman. Dalam hubungan ini, bagian yang perlu diperhatikan adalah:

- a) ruang pelayanan depan;
- b) jalan dan pintu masuk ke ruang pelayanan;
- c) ruang kerja ;
- d) ruang bebas;
- e) penerangan;
- f) ruang di atas kepala.

CATATAN Uraian lengkap butir a sampai dengan f tersebut di atas terdapat pada BAB 5, 6, 8, dan 9.

2.3.13.2 Pada bagian yang berpotensi akan timbulnya bahaya atau kemungkinan kesalahan kerja harus dipasang panduan pengoperasian atau petunjuk pelaksanaan atau papan peringatan baik berupa lambang, gambar, huruf, angka atau sarana lain yang dapat mencegah timbulnya bahaya atau terjadinya kesalahan kerja.

2.4 Pemilihan perlengkapan listrik

2.4.1 Umum

2.4.1.1 Setiap bagian perlengkapan listrik yang digunakan dalam instalasi listrik harus memenuhi PUIL 2000 dan/atau standar yang berlaku.

2.4.2 Karakteristik

2.4.2.1 Setiap bagian perlengkapan listrik yang dipilih harus mempunyai karakteristik yang sesuai dengan nilai dan kondisi yang mendasari perancangan instalasi listrik (lihat 2.3), dan khususnya harus memenuhi persyaratan dalam butir 2.4.2.2 – 2.4.2.5 berikut.

2.4.2.2 Tegangan

Perlengkapan listrik harus mampu terhadap tegangan kontinu maksimum (nilai efektif a.b.) yang mungkin diterapkan, dan tegangan lebih yang mungkin terjadi.

CATATAN Untuk perlengkapan tertentu, perlu diperhatikan tegangan terendah yang mungkin terjadi.

2.4.2.3 Arus

Semua perlengkapan listrik harus dipilih dengan memperhatikan arus kontinu maksimum (nilai efektif a.b.) yang terjadi pada pelayanan normal, dan dengan mengingat pula arus yang mungkin terjadi pada kondisi tidak normal dan lamanya arus tersebut diperkirakan mengalir (misalnya waktu operasi dari gawai pengaman bila ada).

2.4.2.4 Frekuensi

Apabila frekuensi berpengaruh pada karakteristik perlengkapan listrik, frekuensi pengenal dari perlengkapan itu harus sesuai dengan frekuensi yang mungkin terjadi dalam sirkit itu.

2.4.2.5 Daya

Semua perlengkapan listrik yang dipilih berdasarkan karakteristik dayanya, harus sesuai dengan tugas yang dibebankan kepada perlengkapan tersebut, dengan memperhitungkan faktor beban dan kondisi pelayanan normal.

2.4.3 Kondisi instalasi dan pencegahan pengaruh yang merusak

2.4.3.1 Dalam memilih perlengkapan instalasi listrik, termasuk juga menentukan jenis, ukuran, tegangan dan kemampuannya, harus diperhatikan hal berikut :

- a) kesesuaian dengan maksud pemasangan dan penggunaannya;
- b) kekuatan dan keawetannya, termasuk bagian yang dimaksudkan untuk melindungi perlengkapan lain;
- c) keadaan dan resistans isolasinya;
- d) pengaruh suhu, baik pada keadaan normal maupun tidak normal;
- e) pengaruh api;

f) pengaruh kelembaban.

2.4.3.2 Kondisi instalasi

Semua perlengkapan listrik harus dipilih sehingga mampu dengan aman menahan stres dan kondisi lingkungan yang mungkin dialaminya.

Namun, apabila suatu bagian perlengkapan yang menurut rancangannya tidak memiliki sifat yang sesuai dengan lokasinya, perlengkapan itu mungkin masih bisa digunakan dengan syarat dilengkapi proteksi tambahan yang memadai sebagai bagian dari instalasi listrik yang lengkap.

2.4.3.3 Pencegahan dari efek yang merusak

Semua perlengkapan listrik harus dipilih sehingga tidak mempengaruhi dan tidak menyebabkan efek merusak pada perlengkapan lain atau mengganggu suplai selama pelayanan normal, termasuk operasi penyakelaran.

Dalam konteks ini, faktor-faktor yang mungkin berpengaruh, termasuk antara lain :

- a) faktor daya;
- b) arus kejut awal (*inrush current*);
- c) beban tak seimbang;
- d) harmonik.

2.4.4 Gawai proteksi

2.4.4.1 Pemutus sirkit harus mempunyai kapasitas pemutusan sekurang-kurangnya sama dengan hasil perkalian tegangan nominal dan arus putus.

2.4.4.2 Gawai proteksi arus-lebih dan karakteristik sirkit yang diamankan, harus dipilih dan dikoordinasikan sehingga kerusakan komponen listrik sirkit dapat dicegah atau dikurangi.

2.5 Pemasangan dan verifikasi awal instalasi listrik

2.5.1 Umum

2.5.1.1 Instalasi listrik harus dipasang sehingga menghasilkan kerja yang baik, dikerjakan oleh personel yang berkualitas sesuai dengan bidangnya, dan menggunakan bahan yang tepat.

2.5.1.2 Pengawatan harus dilakukan sehingga bebas dari hubung pendek dan hubung bumi.

2.5.1.3 Perlengkapan listrik yang dipasang harus bermutu laik pasang dan/atau memenuhi persyaratan standar (lihat 2.2.1.2).

2.5.1.4 Karakteristik tertentu dari perlengkapan listrik seperti tersebut dalam 2.4.2, tidak boleh memburuk dalam proses pemasangannya.

2.5.1.5 Perlengkapan listrik harus dirawat dengan baik untuk mencegah kemungkinan menurunnya mutu perlengkapan listrik akibat proses tertentu dalam masa penyimpanan, persiapan, pelaksanaan pekerjaan dan masa penggunaan.

2.5.2 Penandaan dan polaritas

2.5.2.1 Setiap sirkit suplai, rel atau sirkit cabang pada titik sumbernya harus ditandai dengan jelas maksud penggunaannya dengan tanda yang cukup awet terhadap pengaruh cuaca sekitarnya. Penandaan yang demikian itu diperlukan pula bagi setiap sarana pemutus untuk motor dan peranti listrik. Penandaan tidak diperlukan apabila maksud penggunaannya sudah jelas dari penempatannya.

2.5.2.2 Penghantar proteksi dan penghantar netral harus bisa diidentifikasi, paling tidak pada terminalnya, dengan warna atau cara lain. Penghantar-penghantar berbentuk kawat atau kabel yang fleksibel, harus bisa diidentifikasi dengan warna atau cara lain sepanjang penghantarnya.

2.5.2.3 Sakelar harus dipasang sehingga :

- a) bagian yang dapat bergerak, tidak bertegangan pada waktu sakelar dalam keadaan terbuka atau tidak menghubungkan;
- b) kedudukan kontak semua tuas sakelar dan tombol sakelar dalam satu instalasi harus seragam; misalnya akan menghubungkan jika tuasnya didorong ke atas atau tombolnya ditekan.

2.5.2.4 Fiting lampu jenis Edison harus dipasang dengan cara menghubungkan kontak dasarnya pada penghantar fase, dan kontak luarnya pada penghantar netral (lihat juga BAB 5).

2.5.2.5 Pengaman lebur jenis D (*Diazed*) harus dipasang dengan kontak luarnya menghubungkan pada penghantar yang menuju ke beban.

2.5.2.6 Kotak-kontak fase tunggal, baik yang berkutub dua maupun tiga harus dipasang sehingga kutub netralnya ada di sebelah kanan atau di sebelah bawah kutub tegangan.

2.5.3 Pemasangan dan penempatan perlengkapan listrik

2.5.3.1 Jika tidak ada ketentuan lain, perlengkapan listrik tidak boleh ditempatkan di :

- a) daerah lembab atau basah;
- b) ruang yang mengandung gas, uap, debu, cairan, atau zat lain yang dapat merusakkan perlengkapan listrik;
- c) ruang yang suhunya melampaui batas normal (lihat BAB 8).

2.5.3.2 Selama masa pembangunan, perlengkapan listrik yang hanya boleh dipasang di ruang kering harus dilindungi terhadap cuaca untuk mencegah perlengkapan tersebut mengalami kerusakan yang permanen (lihat BAB 8).

2.5.3.3 Perlengkapan listrik harus dipasang dengan rapi dan dengan cara yang baik dan tepat.

2.5.3.4 Perlengkapan listrik harus dipasang kokoh pada tempatnya sehingga letaknya tidak berubah oleh gangguan mekanis.

2.5.3.5 Semua peranti listrik yang dihubungkan pada instalasi harus dipasang dan ditempatkan secara aman dan, jika perlu, dilindungi agar tidak menimbulkan bahaya.

2.5.4 Sambungan listrik

2.5.4.1 Semua sambungan listrik harus baik dan bebas dari gaya tarik.

2.5.4.2 Sambungan antarpenghantar dan antara penghantar dan perlengkapan listrik yang lain harus dibuat sedemikian sehingga terjamin kontak yang aman dan andal.

2.5.4.3 Gawai penyambung seperti terminal tekan, penyambung puntir tekan, atau penyambung dengan solder harus sesuai dengan bahan penghantar yang disambunginya dan harus dipasang dengan baik (lihat juga 2.5.4.4).

2.5.4.4 Dua penghantar logam yang tidak sejenis (seperti tembaga dan aluminium atau tembaga berlapis aluminium) tidak boleh disatukan dalam terminal atau penyambung puntir kecuali jika alat penyambung itu cocok untuk maksud dan keadaan penggunaannya.

2.5.4.5 Sambungan penghantar pada terminal harus terjamin kebaikannya dan tidak merusakkan penghantar. Menyambung kabel fleksibel harus menggunakan sambung tekan (termasuk jenis sekrup), sambung solder atau sambung puntir. Sepatu kabel harus disambungkan dengan mur baut secara baik.

2.5.4.6 Sambung puntir harus dilaksanakan dengan:

- a) menggunakan penyambung puntir; atau
- b) cara dilas atau disolder. Sebelum dilas atau disolder, sambungan itu harus dipuntir dahulu agar diperoleh sambungan yang baik secara mekanis dan listrik.

2.5.4.7 Bahan yang digunakan seperti solder, fluks, dan pasta harus terbuat dari jenis yang tidak berakibat buruk terhadap instalasi dan perlengkapan listrik.

2.5.5 Bagian aktif

2.5.5.1 Jika tidak ditentukan lain, bagian aktif perlengkapan listrik yang bekerja pada tegangan di atas 50 V harus dilindungi dari sentuhan dengan selungkup yang sesuai, atau dengan salah satu cara di bawah ini :

- a) menempatkannya dalam ruang atau selungkup yang hanya boleh dimasuki oleh orang yang berwenang;
- b) menempatkannya di belakang pagar atau kisi yang hanya boleh dimasuki oleh orang yang berwenang;
- c) menempatkannya di balkon, serambi atau panggung yang hanya boleh dimasuki oleh orang yang berwenang;
- d) menempatkannya pada ketinggian sekurang-kurangnya 2,5 m di atas lantai.

2.5.5.2 Perlengkapan listrik yang terdapat di tempat yang rawan kerusakan fisik harus dilengkapi dengan selungkup atau pelindung yang kuat, dan ditempatkan sehingga perlengkapan listrik tercegah dari kerusakan.

2.5.5.3 Pintu masuk ke ruang dan ke tempat terlindung yang tidak tercakup dalam 2.5.5.1 dan 2.5.5.2 di atas, yang di dalamnya terdapat bagian aktif terbuka, harus diberi tanda peringatan yang jelas.

2.5.6 Bagian yang menimbulkan percikan api

2.5.6.1 Bagian perlengkapan listrik yang pada waktu kerja normal mengeluarkan atau menimbulkan percikan api, busur api, atau logam leleh, harus diberi selungkup kecuali jika terpisah atau terisolasi dari bahan yang mudah menyala atau terbakar.

2.5.6.2 Semua perlengkapan listrik yang dapat menimbulkan suhu tinggi, percikan api atau busur api listrik harus ditempatkan atau dilindungi sedemikian sehingga terhindar dari risiko kebakaran dari bahan yang mudah terbakar. Bila bagian perlengkapan listrik bersuhu tinggi itu terbuka, sehingga mungkin mencederai manusia, maka bagian tersebut harus ditempatkan atau dilindungi sehingga sentuhan yang tak disengaja dengan bagian tersebut dapat dicegah.

2.5.7 Nilai resistans isolasi instalasi tegangan rendah

2.5.7.1 Dalam keadaan normal, instalasi harus mempunyai resistans isolasi yang memadai.

2.5.7.2 Nilai resistans isolasi semua perlengkapan dalam keadaan tidak dibumikan, baik resistans isolasi antara penghantar yang satu dan penghantar yang lain, maupun antara penghantar dan bumi, harus sekurang-kurangnya seperti dijelaskan dalam 3.20.

2.5.8 Pemeriksaan dan pengujian (verifikasi)

2.5.8.1 Instalasi listrik harus diuji dan diperiksa sebelum dioperasikan dan/atau setelah mengalami perubahan penting untuk membuktikan bahwa pekerjaan pemasangan telah dilaksanakan sebagaimana semestinya sesuai dengan PUIL 2000 dan/atau standar lain yang berlaku.

2.5.8.2 Instalasi dalam pabrik atau bengkel, instalasi dengan 100 titik beban atau lebih, dan instalasi dengan daya lebih dari 5 kW, sebaiknya keadaan resistans isolasinya diperiksa secara berkala, dan jika resistans isolasinya tidak memenuhi ketentuan atau terlihat adanya gejala penurunan instalasi itu harus diperbaiki.

2.5.8.3 Pengukuran resistans isolasi harus dilakukan dengan gawai khusus yang baik dan telah ditera.

2.5.8.4 Resistans isolasi harus diuji dengan cara seperti dijelaskan dalam 3.20.

2.5.8.5 Pada sistem IT harus ada sekurang-kurangnya satu gawai yang dipasang permanen untuk memantau keadaan isolasi instalasi (gawai monitor isolasi, lihat 3.14.2.2).

2.6 Pemeliharaan

2.6.1 Ruang lingkup

2.6.1.1 Pemeliharaan instalasi listrik meliputi program pemeriksaan, perawatan, perbaikan, dan pengujian ulang berdasarkan petunjuk pemeliharaan yang telah ditentukan.

2.6.1.2 Pemeliharaan tersebut pada 2.6.1.1 dimaksudkan agar instalasi selalu baik dan bersih serta penggunaan dan perbaikannya dengan mudah dan aman sehingga instalasi berfungsi dengan baik sesuai dengan yang diharapkan.

2.6.2 Ketentuan dasar

Untuk memelihara dan memperoleh instalasi seperti tersebut pada 2.6.1.2 harus diikuti petunjuk pemeliharaan seperti tertuang dalam Bagian 9, 9.12.

Bagian 3 Proteksi untuk keselamatan

3.1 Pendahuluan

3.1.1 Proteksi untuk keselamatan menentukan persyaratan terpenting untuk melindungi manusia, ternak dan harta benda.

Proteksi untuk keselamatan selengkapnya meliputi:

- a) Proteksi dari kejut listrik (lihat 3.2).
- b) Proteksi dari efek termal (lihat 3.23).
- c) Proteksi dari arus lebih (lihat 3.24).
- d) Proteksi dari tegangan lebih, khususnya akibat petir (lihat 3.25).
- e) Proteksi dari tegangan kurang.
- f) Pemisahan dan penyakelaran.

CATATAN Proteksi dari tegangan kurang serta pemisahan dan penyakelaran belum dijelaskan dalam PUIL ini, tetapi akan diterbitkan dalam suplemen PUIL, dalam amandemen PUIL atau akan dimasukkan dalam revisi PUIL yang akan datang. Proteksi dari tegangan lebih yang dijelaskan adalah hanya yang diakibatkan karena petir, sedangkan yang disebabkan karena penyakelaran dan karena gangguan antara sistem tegangan tinggi dan bumi belum dijelaskan.

3.1.2 Tindakan proteksi dapat diterapkan pada seluruh instalasi, pada sebagian instalasi atau pada suatu perlengkapan.

Jika kondisi tertentu dari suatu tindakan proteksi tidak memuaskan, maka harus diambil tindakan tambahan, sehingga dengan gabungan tindakan proteksi tersebut dapat dijamin tingkat keselamatan yang sama, guna memenuhi sepenuhnya kondisi itu.

CATATAN Contoh penerapan aturan ini diberikan dalam 3.3.2.

3.1.3 Urutan di mana tindakan proteksi ditentukan tidak menimbulkan sesuatu yang relatif penting.

3.2 Proteksi dari kejut listrik

3.2.1 Ruang lingkup

Proteksi dari kejut listrik harus diberikan dengan penerapan tindakan yang sesuai, yang berupa:

- a) Proteksi dari sentuh langsung atau proteksi dalam pelayanan normal, maupun proteksi dari sentuh tak langsung atau proteksi dalam kondisi gangguan (lihat 3.3).
- b) Proteksi dari sentuh langsung atau proteksi dalam pelayanan normal (lihat 3.4).
- c) Proteksi dari sentuh tak langsung atau proteksi dalam kondisi gangguan (lihat 3.5).

3.3 Proteksi dari sentuh langsung maupun tak langsung

CATATAN Menurut IEC 364-4-41, SELV pada mulanya adalah singkatan dari *Safety Extra Low Voltage* (Tegangan Ekstra Rendah Pengaman). Kepanjangan istilah ini tidak dipergunakan lagi, tetapi saat ini dipergunakan istilah SELV saja. Istilah PELV telah dipilih untuk jenis SELV yang dibumikan. Kepanjangan istilah ini juga tidak dipergunakan, tetapi P dapat dimengerti sebagai singkatan *Protective* (Protektif). Serupa penjelasan di atas, maka *Functional Extra Low Voltage* (Tegangan Ekstra Rendah Fungsional) disingkat menjadi FELV.

3.3.1 Proteksi dengan tegangan ekstra rendah : SELV dan PELV

3.3.1.1 Proteksi dari kejut listrik dianggap sudah terpenuhi jika :

- a) tegangan nominal instalasi tidak dapat melampaui batas atas rentang tegangan I (lihat IEC 449), yaitu 50 V arus bolak balik (a.b.) atau 120 V arus searah (a.s.),

CATATAN 1 : Rentang tegangan a.b. untuk sistem yang dibumikan dinyatakan dengan nilai efektif tegangan antara fase ke bumi atau antar fase, sedangkan untuk sistem pembumian tidak efektif adalah dengan nilai efektif antar fase. Rentang tegangan a.s. untuk sistem yang dibumikan dinyatakan dengan nilai tegangan antara kutub ke bumi atau antar kutub, sedangkan untuk sistem pembumian tidak efektif adalah dengan nilai tegangan antar kutub.

- b) disuplai dari salah satu sumber yang tercantum dalam 3.3.1.2, dan

- c) semua kondisi dalam 3.3.1.3 terpenuhi, dan ditambah dengan :

- 1) 3.3.1.4 terpenuhi untuk sirkit tidak dibumikan (SELV), atau
- 2) 3.3.1.5 terpenuhi untuk sirkit dibumikan (PELV).

CATATAN 2 :

- a) Jika sistem disuplai dari sistem yang bertegangan lebih tinggi, seperti ototransformator, potensiometer, gawai semikonduktor dan sebagainya, sirkit keluaran dianggap sebagai perluasan sirkit masukan dan harus diberi proteksi dengan tindakan proteksi yang diterapkan pada sirkit masukan.
- b) Untuk pengaruh eksternal tertentu, dapat dipersyaratkan batas tegangan yang lebih rendah.
- c) Dalam sistem a.s. dengan baterai, tegangan pemuatan dan tegangan mengambang baterai melampaui tegangan nominal baterai, yang tergantung pada jenis baterai. Hal ini tidak mensyaratkan suatu tindakan proteksi selain yang ditentukan dalam Ayat ini. Tegangan pemuatan harus tidak melampaui nilai maksimum 75 V a.b. atau 150 V a.s., sesuai dengan situasi lingkungan seperti diberikan dalam tabel I dari IEC 1201.

3.3.1.2 Sumber untuk SELV dan PELV

3.3.1.2.1 Suatu transformator pemisah pengaman sesuai dengan IEC 742.

3.3.1.2.2 Suatu sumber arus yang memberikan tingkat keselamatan yang ekuivalen dengan yang diberikan oleh transformator pemisah pengaman dalam 3.3.1.2.1 (seperti misalnya motor generator dengan kumparan yang memberikan pemisahan yang ekuivalen).

3.3.1.2.3 Suatu sumber elektrokimia (misalnya baterai) atau sumber lain yang terpisah dari sirkit yang bertegangan lebih tinggi (misalnya generator yang digerakkan oleh diesel).

3.3.1.2.4 Gawai elektronik tertentu yang memenuhi standar yang sesuai jika tindakan telah diambil, agar menjamin tegangan pada terminal keluaran tidak dapat melampaui nilai yang ditentukan dalam 3.3.1.1, meskipun dalam hal gangguan internal. Sungguhpun demikian, tegangan yang lebih tinggi pada terminal keluaran diperbolehkan, jika dijamin bahwa dalam hal sentuh langsung atau tidak langsung, tegangan pada terminal keluaran akan segera berkurang hingga ke nilai tersebut atau lebih rendah.

CATATAN :

- a) Contoh gawai demikian termasuk perlengkapan pengujian isolasi.
- b) Bilamana tegangan yang lebih tinggi ada pada terminal keluaran, maka dianggap memenuhi persyaratan ini, jika tegangan pada terminal keluaran ketika diukur dengan voltmeter yang mempunyai resistans internal sekurang-kurangnya 3000 Ω berada di dalam batas yang ditentukan dalam 3.3.1.1.

3.3.1.2.5 Sumber terpasang berpindah (*mobile*), misalnya transformator pemisah pengaman atau motor generator, harus dipilih atau dipasang sesuai persyaratan untuk proteksi dengan menggunakan perlengkapan kelas II atau dengan isolasi yang ekuivalen (lihat 3.8).

3.3.1.3 Susunan sirkit

3.3.1.3.1 Bagian aktif sirkit SELV dan PELV harus diseparasi secara listrik satu sama lain dan dari sirkit lain. Susunannya harus menjamin separasi listrik tidak kurang dari yang ada antara sirkit masukan dan keluaran transformator pemisah pengaman.

CATATAN :

- a) Persyaratan ini tidak meniadakan hubungan dari sirkit PELV ke bumi (lihat 3.3.1.5).
- b) Pada khususnya, separasi listrik yang tidak kurang daripada yang diberikan antara kumparan masukan dan keluaran transformator pemisah pengaman, diperlukan antara bagian aktif perlengkapan listrik seperti relai, kontaktor, sakelar bantu, dan setiap bagian sirkit yang bertegangan lebih tinggi.
- c) Tegangan a.s. untuk sirkit SELV dan PELV yang dibangkitkan oleh konverter semikonduktor (lihat IEC 146-2) mensyaratkan sirkit tegangan a.b. internal untuk menyuplai rak penyearah. Tegangan a.b. internal melampaui tegangan a.s. untuk alasan fisik. Sirkit a.b. internal ini tidak dianggap sebagai "sirkuit tegangan yang lebih tinggi" di dalam pengertian ini. Antara sirkit internal dan sirkit tegangan eksternal yang lebih tinggi dipersyaratkan separasi proteksi (sesuai IEC 536-2).

3.3.1.3.2 Penghantar sirkit masing-masing sistem SELV dan PELV sebaiknya secara fisik terpisah dari penghantar setiap sirkit lain. Bila persyaratan ini tidak dapat dipenuhi, dipersyaratkan salah satu susunan berikut ini :

- a) Penghantar sirkit SELV dan PELV harus terselungkup dalam selubung bukan logam di samping isolasi dasarnya.
- b) Penghantar sirkit pada tegangan berbeda harus dipisah dengan suatu tabir logam yang dibumikan atau suatu selubung logam yang dibumikan.

CATATAN Dalam susunan di atas, isolasi dasar setiap penghantar hanya perlu sesuai dengan tegangan sirkit yang merupakan bagiannya.

- c) Sirkit pada tegangan yang berbeda dapat berada dalam suatu kabel multipenghantar atau kelompok penghantar lainnya, tetapi penghantar sistem SELV dan PELV secara individual atau kolektif harus diisolasi dari tegangan tertinggi yang ada.

3.3.1.3.3 Tusuk kontak dan kotak kontak untuk sistem SELV dan PELV harus memenuhi persyaratan berikut :

- a) Tusuk kontak harus tidak dapat masuk kotak kontak sistem tegangan lain.
- b) Kotak kontak harus tidak dapat dimasuki tusuk kontak sistem tegangan lain.
- c) Kotak kontak harus tidak mempunyai kontak penghantar proteksi.

3.3.1.4 Persyaratan untuk sirkit tegangan ekstra rendah yang tidak dibumikan (SELV)

3.3.1.4.1 Bagian aktif sirkit SELV harus tidak terhubung ke bumi atau ke bagian aktif atau ke penghantar proteksi yang merupakan bagian sirkit lain.

3.3.1.4.2 Bagian konduktif terbuka (BKT) tidak boleh secara sengaja disambung ke :

- a) bumi, atau
- b) penghantar proteksi atau BKT sirkit lain, atau
- c) bagian konduktif ekstra (BKE), kecuali bahwa jika perlengkapan listrik sudah menjadi sifatnya dipersyaratkan untuk dihubungkan ke BKE, maka harus dijamin bahwa bagian tersebut tidak dapat mencapai tegangan yang melampaui tegangan nominal yang ditentukan dalam 3.3.1.1.

CATATAN Jika BKT sirkit SELV besar kemungkinannya saling sentuh dengan BKT sirkit lain, baik secara kebetulan maupun secara sengaja, maka proteksi dari kejut listrik tidak lagi tergantung hanya pada proteksi oleh SELV tetapi juga pada tindakan proteksi yang dikenakan pada BKT sirkit lain tersebut.

3.3.1.4.3 Jika tegangan nominal melampaui 25 V a.b. efektif atau 60 V a.s. bebas riak, proteksi dari sentuh langsung harus dilengkapi dengan:

- a) penghalang atau selungkup yang memberikan tingkat proteksi sekurang-kurangnya IPXXB, atau
- b) isolasi yang mampu menahan tegangan uji 500 V a.b. efektif selama 1 menit.

Jika tegangan nominal tidak melampaui 25 V a.b. efektif atau 60 V a.s. bebas riak, proteksi dari sentuh langsung umumnya tidak diperlukan.

CATATAN “Bebas riak” secara konvensional didefinisikan untuk tegangan riak sinusoidal sebagai suatu kandungan riak tidak lebih dari 10 % nilai efektif; nilai puncak maksimum tidak melampaui 140 V untuk sistem a.s. bebas riak 120 V nominal dan 70 V untuk sistem a.s. bebas riak 60 V nominal.

3.3.1.5 Persyaratan untuk sirkit yang dibumikan (PELV)

Jika sirkit dibumikan dan bila SELV sesuai 3.3.1.4 tidak dipersyaratkan, maka persyaratan 3.3.1.5.1 dan 3.3.1.5.2 harus dipenuhi.

3.3.1.5.1 Proteksi dari sentuh langsung harus dijamin dengan :

- a) penghalang atau selungkup yang memberikan tingkat proteksi sekurang-kurangnya IPXXB, atau
- b) isolasi yang mampu menahan tegangan uji 500 V a.b. efektif selama 1 menit.

3.3.1.5.2 Proteksi dari sentuh langsung sesuai dengan 3.3.1.5.1 tidak diperlukan di dalam atau di luar bangunan, jika disediakan ikatan penyama potensial utama sesuai dengan 3.7.2, dan susunan pembumian dan BKT dari sistem PELV dihubungkan oleh penghantar proteksi ke terminal pembumian utama, dan tegangan nominal tidak melampaui:

- a) 25 V a.b. efektif atau 60 V a.s. bebas riak, bila perlengkapan secara normal hanya digunakan dalam lokasi kering dan tidak diharapkan adanya sentuhan secara luas antara bagian aktif dengan tubuh manusia.
- b) 6 V a.b. efektif atau 15 V a.s. bebas riak dalam semua kasus lain.

CATATAN Pembumian sirkit dapat dicapai dengan hubungan yang cocok ke bumi di dalam sumbernya sendiri.

3.3.2 Sistem PELV

3.3.2.1 Umum

Jika karena alasan fungsional digunakan suatu tegangan dalam rentang tegangan I tetapi semua persyaratan 3.3.1 yang berkaitan dengan SELV atau PELV tidak terpenuhi, dan bila SELV atau PELV tidak diperlukan, maka tindakan suplemen yang diuraikan dalam 3.3.2.2 dan 3.3.2.3 harus diambil untuk menjamin proteksi dari sentuh langsung maupun tidak langsung. Kombinasi tindakan ini dikenal sebagai FELV.

CATATAN Kondisi demikian misalnya dapat dijumpai bila sirkit yang berisi perlengkapan (seperti transformator, relai, sakelar kendali jarak jauh, kontaktor) diisolasi tidak memadai berkaitan dengan sirkit yang bertegangan lebih tinggi.

3.3.2.2 Proteksi dari sentuh langsung

Proteksi dari sentuh langsung harus dilengkapi dengan :

- a) penghalang atau selungkup sesuai 3.4.2, atau
- b) isolasi yang berkaitan dengan tegangan uji minimum yang dipersyaratkan untuk sirkit primer.

Bagaimanapun, jika isolasi perlengkapan yang merupakan bagian dari sirkit FELV tidak mampu menahan tegangan uji yang ditentukan untuk sirkit primer, maka isolasi bagian tidak konduktif dari perlengkapan yang dapat terjangkau harus diperkuat selama pemasangan, sehingga dapat menahan tegangan uji 1500 V a.b. efektif selama 1 menit.

CATATAN Nilai tegangan ini dapat ditinjau kembali untuk masa yang akan datang, tergantung pada hasil standar internasional dalam koordinasi isolasi tegangan rendah.

3.3.2.3 Proteksi dari sentuh tak langsung

Proteksi dari sentuh tak langsung harus dilengkapi dengan :

- a) hubungan BKT perlengkapan sirkit PELV ke penghantar proteksi sirkit primer, asalkan penghantar proteksi tersebut diberikan salah satu tindakan proteksi dengan pemutusan suplai secara otomatis yang dijelaskan dalam 3.7; hal ini tidak menghalangi hubungan penghantar aktif sirkit FELV ke penghantar proteksi sirkit primer, atau

- b) hubungan BKT perlengkapan sirkit FELV ke penghantar ikatan penyama potensial yang tidak dibumikan dari sirkit primer, jika proteksi dengan separasi listrik sesuai 3.11 diterapkan pada sirkit primer.

3.3.2.4 Tusuk kontak dan kotak kontak

Tusuk kontak dan kotak kontak untuk sistem PELV harus memenuhi persyaratan berikut:

- a) tusuk kontak harus tidak dapat masuk ke kotak kontak sistem tegangan lain, dan
- b) kotak kontak harus tidak dapat dimasuki tusuk kontak sistem tegangan lain.

3.4 Proteksi dari sentuh langsung (proteksi dari kejut listrik dalam pelayanan normal atau proteksi dasar)

CATATAN :

- a) Yang disebut sentuh langsung adalah sentuh langsung pada bagian aktif perlengkapan atau instalasi listrik. Bagian aktif perlengkapan atau instalasi listrik adalah bagian konduktif yang merupakan bagian dari sirkit listriknya, yang dalam keadaan pelayanan normal umumnya bertegangan dan atau dialiri arus.
- b) Bahaya sentuh langsung dapat diatasi/ditanggulangi dengan cara :
 - 1) Proteksi dengan isolasi bagian aktif (lihat 3.4.1).
 - 2) Proteksi dengan penghalang atau selungkup (lihat 3.4.2).
 - 3) Proteksi dengan rintangan (lihat 3.4.3).
 - 4) Proteksi dengan penempatan di luar jangkauan (lihat 3.4.4).
 - 5) Proteksi tambahan dengan Gawai Proteksi Arus Sisa (GPAS) (lihat 3.4.5).

c) Pengecualian :

Sentuh langsung yang tidak dapat dihindari karena masalah teknis dan operasi seperti pada mesin las, tungku lebur, dan instalasi elektrolitik, bahayanya dapat dicegah jika lantai ruang kerja tempat operator berdiri dilapisi isolasi sesuai 3.9.4, atau operator mengenakan sepatu berisolasi atau menggunakan perkakas yang berisolasi. Selain itu harus dipasang tanda bahaya.

3.4.1 Proteksi dengan isolasi bagian aktif

CATATAN Isolasi dimaksudkan untuk mencegah setiap sentuh dengan bagian aktif.

3.4.1.1 Bagian aktif harus seluruhnya tertutup dengan isolasi yang hanya dapat dilepas dengan merusaknya.

Untuk perlengkapan buatan pabrik, isolasi harus sesuai dengan standar yang relevan untuk perlengkapan listrik tersebut.

Untuk perlengkapan lainnya, proteksi harus dilengkapi dengan isolasi yang mampu menahan stres yang mungkin mengenainya dalam pelayanan, seperti pengaruh mekanik, kimia, listrik dan termal. Lapisan cat, lapisan vernis, lapisan email, lapisan lak, lapisan oksida, semua jenis lapisan serat dan produk sejenisnya, walaupun diimpregnasi, umumnya dianggap tidak mempunyai isolasi yang memadai untuk proteksi dari kejut listrik dalam pelayanan normal.

CATATAN Jika isolasi diterapkan selama pemasangan instalasi, mutu isolasi harus ditetapkan dengan pengujian yang sama dengan jaminan mutu isolasi pada perlengkapan serupa buatan pabrik.

3.4.1.2 Jika tempat kabel masuk ke dalam perlengkapan listrik berada dalam jangkauan, maka lapisan isolasi dan selubung kabel harus masuk ke dalam kotak hubung, atau dalam hal tanpa kotak hubung, ke dalam perlengkapan tersebut. Lapisan logam pelindung kabel tidak boleh dimasukkan ke dalam kotak hubung, tetapi boleh ke dalam mof ujung kabel atau mof sambungan kabel.

3.4.2 Proteksi dengan penghalang atau selungkup

CATATAN :

- a) Penghalang atau selungkup dimaksudkan untuk mencegah setiap sentuh dengan bagian aktif.
- b) Penjelasan mengenai kode IP lihat 3.4.6.

3.4.2.1 Proteksi yang diberikan oleh selungkup terhadap sentuh langsung ke bagian berbahaya adalah proteksi manusia terhadap :

- a) sentuh dengan bagian aktif tegangan rendah yang berbahaya,
- b) sentuh dengan bagian mekanik yang berbahaya,
- c) mendekati bagian aktif tegangan tinggi yang berbahaya di bawah jarak bebas yang memadai di dalam selungkup.

CATATAN Proteksi dapat diberikan :

- a) oleh selungkup itu sendiri,
- b) oleh penghalang sebagai bagian dari selungkup atau oleh jarak di dalam selungkup.

3.4.2.2 Bagian aktif harus berada di dalam selungkup atau di belakang penghalang yang memberi tingkat proteksi paling rendah IP2X, kecuali jika terjadi lubang bukaan yang lebih besar selama penggantian suku cadang, seperti pemegang lampu tertentu, kotak kontak atau pengaman lebur (sekering), atau jika lubang bukaan yang lebih besar diperlukan agar perlengkapan dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan persyaratan yang relevan dengan perlengkapan tersebut, maka :

- a) harus diambil tindakan pencegahan yang sesuai untuk menghindarkan manusia atau ternak menyentuh bagian aktif secara tidak sengaja, dan
- b) harus dijamin, bila dapat dilaksanakan, bahwa manusia harus sadar bahwa bagian aktif dapat tersentuh melalui lubang dan harus tidak boleh tersentuh dengan sengaja.

3.4.2.3 Permukaan bagian atas yang horizontal dari penghalang atau selungkup yang dengan mudah terjangkau harus memberikan tingkat proteksi paling sedikit IP4X.

3.4.2.4 Penghalang dan selungkup harus terpasang dengan kokoh di tempatnya dan mempunyai kestabilan dan daya tahan yang memadai untuk mempertahankan tingkat proteksi yang dipersyaratkan dan mempertahankan separasi yang memadai dari bagian aktif dalam kondisi pelayanan normal yang dikenal, dengan memperhitungkan pengaruh eksternal yang relevan.

3.4.2.5 Jika diperlukan untuk melepas penghalang atau membuka selungkup atau untuk melepas bagian selungkup, maka hal ini hanya mungkin :

- a) dengan menggunakan kunci atau perkakas, atau
- b) sesudah pemutusan suplai ke bagian aktif yang diberi proteksi oleh penghalang atau selungkup tersebut, dan pengembalian suplai hanya mungkin sesudah pemasangan kembali atau penutupan kembali penghalang atau selungkup, atau
- c) jika ada suatu penghalang antara yang memberikan tingkat proteksi paling rendah IP2X untuk mencegah sentuh dengan bagian aktif, maka penghalang demikian hanya dapat dilepas dengan menggunakan kunci atau perkakas.

3.4.3 Proteksi dengan rintangan

CATATAN Rintangan dimaksudkan untuk mencegah sentuh tidak sengaja dengan bagian aktif, tetapi tidak mencegah sentuh disengaja dengan cara menghindari rintangan secara sengaja.

3.4.3.1 Rintangan harus mencegah :

- a) mendekatnya badan dengan tidak sengaja ke bagian aktif, atau
- b) sentuh tidak sengaja dengan bagian aktif selama operasi dari perlengkapan aktif dalam pelayanan normal.

3.4.3.2 Rintangan dapat dilepas tanpa menggunakan kunci atau perkakas, tetapi harus aman sehingga tercegah lepasnya rintangan secara tidak disengaja.

3.4.4 Proteksi dengan penempatan di luar jangkauan

CATATAN Proteksi dengan penempatan di luar jangkauan hanya dimaksudkan untuk mencegah sentuh yang tidak sengaja dengan bagian aktif.

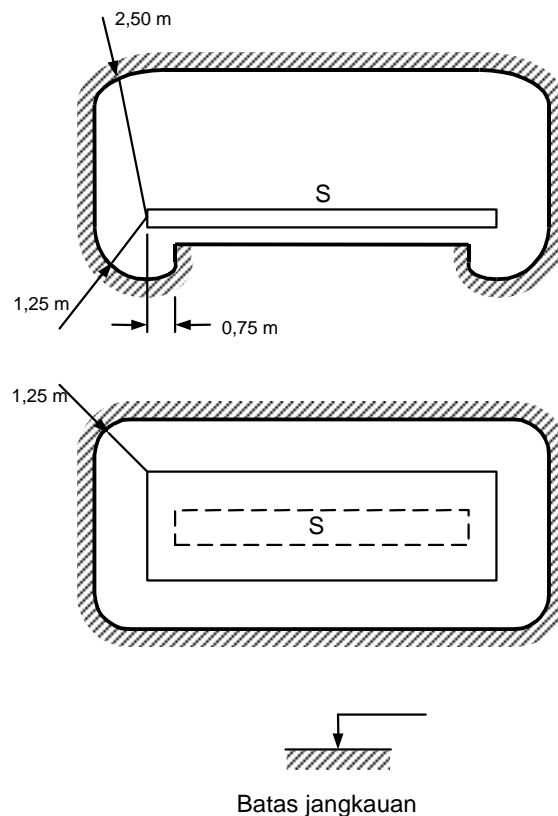
3.4.4.1 Bagian berbeda potensial yang dapat terjangkau secara simultan harus berada di luar jangkauan tangan.

CATATAN Dua bagian dianggap dapat terjangkau secara simultan jika berjarak tidak lebih dari 2,50 m terhadap lainnya (lihat Gambar 3.4-1).

3.4.4.2 Jika posisi yang biasa ditempati dihalangi pada arah horizontal oleh suatu rintangan (misalnya rel tangan atau *handrail*, kisi-kisi) yang memberikan tingkat proteksi kurang dari IP2X, maka jangkauan tangan harus diukur mulai dari rintangan tersebut. Ke arah atas, jarak jangkauan tangan adalah 2,50 m dari permukaan S dengan tidak memperhitungkan setiap rintangan antara yang memberikan tingkat proteksi kurang dari IP2X.

CATATAN Nilai jangkauan tangan berlaku untuk sentuh langsung dengan tangan telanjang tanpa bantuan (misalnya perkakas atau tangga).

3.4.4.3 Di tempat di mana biasa digunakan benda konduktif yang besar atau panjang, maka jarak yang dipersyaratkan dalam 3.4.4.1 dan 3.4.4.2 harus ditambah dengan memperhitungkan ukuran yang relevan dari benda tersebut.

**Keterangan**

S = permukaan yang diperkirakan ditempati orang/manusia

Gambar 3.4-1 Zone jangkauan tangan

3.4.5 Proteksi tambahan dengan Gawai Proteksi Arus Sisa (GPAS)

CATATAN Penggunaan gawai proteksi arus sisa hanya dimaksudkan untuk menambah tindakan proteksi lain terhadap kejut listrik dalam pelayanan normal.

3.4.5.1 Penggunaan gawai proteksi arus sisa, dengan arus operasi sisa pengenalan tidak lebih dari 30 mA, dikenal sebagai proteksi tambahan dari kejut listrik dalam pelayanan normal, dalam hal kegagalan tindakan proteksi lainnya atau karena kecerobohan pemakai

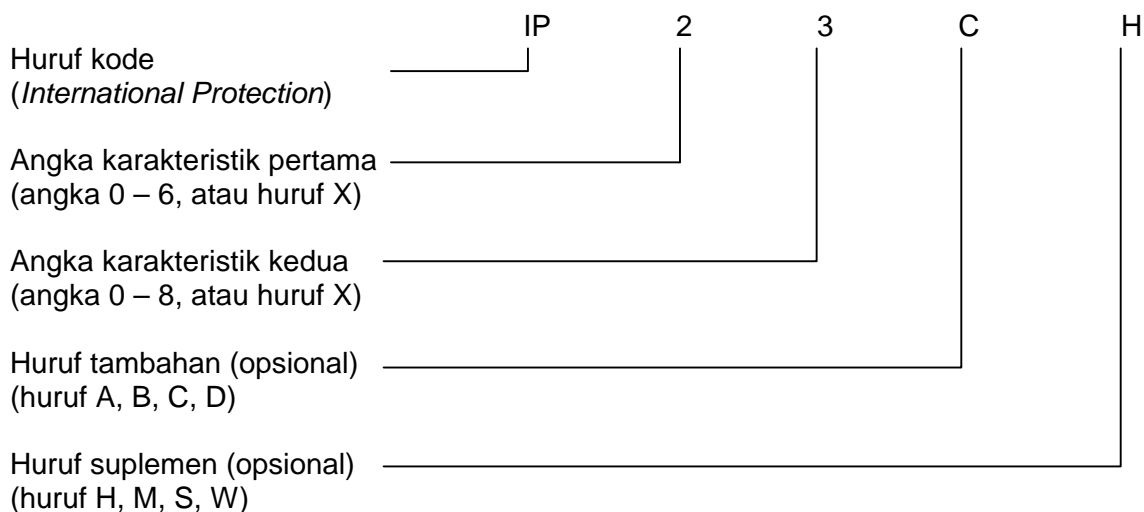
3.4.5.2 Penggunaan gawai demikian bukanlah merupakan satu-satunya cara proteksi dan tidak meniadakan perlunya penerapan salah satu tindakan proteksi yang ditentukan dalam 3.4.1 hingga 3.4.4

3.4.6. Kode IP

CATATAN Kode IP mengacu sepenuhnya pada IEC 529, 1989.

3.4.6.1 Kode IP (*International Protection*) adalah sistem kode untuk menunjukkan tingkat proteksi yang diberikan oleh selungkup dari sentuh langsung ke bagian yang berbahaya, dari masuknya benda asing padat, dari masuknya air, dan untuk memberikan informasi tambahan dalam hubungannya dengan proteksi tersebut.

3.4.6.2 Susunan kode IP



Jika angka karakteristik tidak dipersyaratkan untuk ditentukan, maka dapat diganti dengan huruf "X" (atau "XX" jika kedua angka dihilangkan).

Huruf tambahan dan/atau huruf suplemen dapat dihilangkan tanpa penggantian.

Jika digunakan lebih dari satu huruf suplemen, maka harus diterapkan urutan abjad.

Jika suatu selungkup memberikan tingkat proteksi yang berbeda untuk susunan pemasangan yang berbeda, maka tingkat proteksi yang relevan harus ditunjukkan oleh pabrikan dalam buku instruksi yang berkaitan dengan masing-masing susunan pemasangan.

3.4.6.3 Elemen kode IP dan artinya

Penjelasan singkat mengenai elemen kode IP diberikan dalam tabel berikut ini.

Tabel 3.4-1 Elemen kode IP

1	2	3	4
Elemen	Angka atau huruf	Artinya untuk proteksi perlengkapan	Artinya untuk proteksi manusia
Kode huruf	IP		
		Dari masuknya benda asing padat	Dari sentuh langsung ke bagian berbahaya dengan :
Angka karakteristik pertama	0 1 2 3 4 5 6	(tanpa proteksi) diameter ≥ 50 mm diameter $\geq 12,5$ mm diameter $\geq 2,5$ mm diameter $\geq 1,0$ mm debu kedap debu	(tanpa proteksi) belakang telapak tangan jari perkakas kawat kawat kawat

Tabel 3.4-1 (lanjutan)

1	2	3	4
		Dari masuknya air dengan efek merusak	
Angka karakteristik kedua	0	(tanpa proteksi)	
	1	tetes air secara vertikal	
	2	tetes air (miring 15°)	
	3	semprotan dengan butir air halus	
	4	semprotan dengan butir air lebih besar	
	5	pancaran air	
	6	pancaran air yang kuat	
	7	perendaman sementara	
	8	perendaman kontinu	
			Dari sentuh langsung ke bagian berbahaya dengan :
Huruf tambahan (opsi)	A		belakang telapak tangan jari perkakas kawat
	B		
	C		
	D		
		Informasi suplemen khusus untuk	
Huruf suplemen (opsi)	H	Aparat tegangan tinggi	
	M	Gerakan selama uji air	
	S	Stasioner selama uji air	
	W	Kondisi cuaca	

Persyaratan pengujian dijelaskan dalam IEC 529, 1989.

3.4.6.4 Contoh penggunaan kode IP

Contoh berikut ini adalah untuk menjelaskan penggunaan dan susunan kode IP dalam PUIL 2000:

a) IPXXB:

Angka pertama diganti huruf X : tidak ada persyaratan untuk proteksi dari masuknya benda asing padat.

Angka kedua diganti huruf X : tidak ada persyaratan untuk proteksi dari masuknya air.
Huruf B : dipersyaratkan proteksi manusia dari sentuh langsung dengan jari ke bagian berbahaya.

b) IP2X :

Angka pertama (angka 2) : dipersyaratkan proteksi dari masuknya benda asing padat dengan diameter $\geq 12,5$ mm dan proteksi manusia dari sentuh langsung dengan jari ke bagian berbahaya.

Angka kedua diganti huruf X : tidak ada persyaratan untuk proteksi dari masuknya air.

c) IP4X :

Angka pertama (angka 4) : dipersyaratkan proteksi dari masuknya benda asing padat dengan diameter $\geq 1,0$ mm dan proteksi manusia dari sentuh langsung dengan kawat (berdiameter $\geq 1,0$ mm) ke bagian berbahaya.

Angka kedua diganti huruf X : tidak ada persyaratan untuk proteksi dari masuknya air.

3.5 Proteksi dari sentuh tak langsung

3.5.1 Umum

3.5.1.1 Sentuh tak langsung adalah sentuh pada BKT perlengkapan atau instalasi listrik yang menjadi bertegangan akibat kegagalan isolasi.

3.5.1.2 BKT perlengkapan atau instalasi listrik adalah bagian konduktif yang tidak merupakan bagian dari sirkuit listriknya, yang dalam pelayanan normal tidak bertegangan, tetapi dapat menjadi bertegangan dalam kondisi gangguan.

3.5.1.3 Kegagalan isolasi seperti yang tersebut pada 3.5.1.1, harus dicegah terutama dengan cara berikut ini :

- a) perlengkapan listrik harus dirancang dan dibuat dengan baik;
- b) bagian aktif harus diisolasi dengan bahan yang tepat;
- c) instalasi listrik harus dipasang dengan baik.

3.5.1.4 Tindakan proteksi harus dilakukan sebaik-baiknya agar tegangan sentuh yang terlalu tinggi karena kegagalan isolasi tidak dapat terjadi atau tidak dapat bertahan.

3.5.1.5 Tegangan sentuh yang terlalu tinggi adalah tegangan sentuh yang melampaui batas rentang tegangan I (lihat 3.3.1.1) yaitu > 50 V a.b. efektif.

Khusus untuk tempat-tempat berikut ini:

- a) tempat yang lembab/basah, atau
- b) ruang kerja dalam industri pertanian,

tegangan sentuh yang terlalu tinggi adalah tegangan sentuh yang > 25 V a.b. efektif.

3.5.2 Cara proteksi

3.5.2.1 Proteksi dari sentuh tak langsung (dalam kondisi gangguan) meliputi:

- a) Proteksi dengan pemutusan suplai secara otomatis (lihat 3.7).
- b) Proteksi dengan penggunaan perlengkapan kelas II atau dengan isolasi ekivalen (lihat 3.8).
- c) Proteksi dengan lokasi tidak konduktif (lihat 3.9).
- d) Proteksi dengan ikatan penyama potensial lokal bebas bumi (lihat 3.10).

e) Proteksi dengan separasi listrik (lihat 3.11).

CATATAN Cara proteksi tersebut di atas tidak membebaskan pabrikan dari tanggung jawab membuat perlengkapan listrik yang baik dan memenuhi syarat. Pabrikan sama sekali tidak dibenarkan mengandalkan usaha proteksi yang dilakukan oleh pengguna atau pelaksana pemasangan perlengkapan listrik

3.5.2.2 Khususnya bila akan menerapkan proteksi dengan pemutusan suplai secara otomatis, perlu diketahui jenis sistem distribusi yang akan diberikan tindakan proteksi tersebut, karena akan memerlukan tindakan proteksi yang berbeda.

3.5.3 Jenis sistem distribusi

3.5.3.1 Karakteristik sistem distribusi terdiri atas:

- a) Jenis sistem penghantar aktif.
- b) Jenis pembumian sistem.

3.5.3.2 Jenis sistem penghantar aktif

Sistem penghantar aktif berikut ini perlu diperhitungkan:

a) Sistem a.b. :

- 1) Fase tunggal 2 kawat
- 2) Fase tunggal 3 kawat
- 3) Fase dua 3 kawat
- 4) Fase dua 5 kawat
- 5) Fase tiga 3 kawat
- 6) Fase tiga 4 kawat

b) Sistem a.s. :

- 2 kawat
- 3 kawat

3.5.3.3 Jenis pembumian sistem

Jenis pembumian sistem berikut ini perlu diperhitungkan. Gambar 3.5-1 hingga Gambar 3.5-5 memperlihatkan contoh sistem fase tiga yang secara umum digunakan.

Kode yang digunakan mempunyai arti sebagai berikut :

Huruf pertama – Hubungan sistem tenaga listrik ke bumi.

T = hubungan langsung satu titik ke bumi.

I = semua bagian aktif diisolasi dari bumi, atau satu titik dihubungkan ke bumi melalui suatu impedans.

Huruf kedua – Hubungan BKT instalasi ke bumi.

T = hubungan listrik langsung BKT ke bumi, yang tidak tergantung pembumian setiap titik tenaga listrik.

N = hubungan listrik langsung BKT ke titik yang dibumikan dari sistem tenaga listrik (dalam sistem a.b. titik yang dibumikan biasanya titik netral, atau penghantar fase jika titik netral tidak ada).

Huruf berikutnya (jika ada) – Susunan penghantar netral dan penghantar proteksi.

S = fungsi proteksi yang diberikan oleh penghantar yang terpisah dari netral atau dari saluran yang dibumikan (atau dalam sistem a.b., fase yang dibumikan).

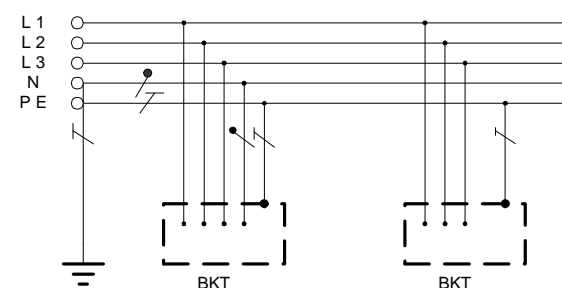
C = fungsi netral dan fungsi proteksi tergabung dalam penghantar tunggal (penghantar PEN).

3.5.4 Sistem TN (lihat 3.13)

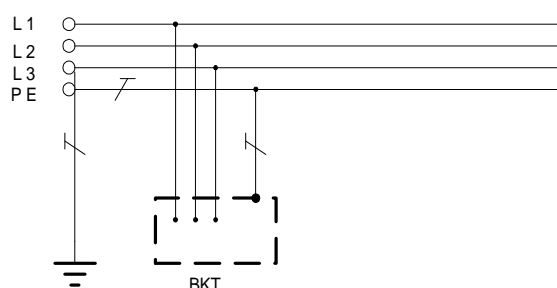
Sistem tenaga listrik TN mempunyai satu titik yang dibumikan langsung, BKT instalasi dihubungkan ke titik tersebut oleh penghantar proteksi.

Ada tiga jenis sistem TN sesuai dengan susunan penghantar netral dan penghantar proteksi yaitu sebagai berikut :

- Sistem TN-S : Di mana digunakan penghantar proteksi terpisah di seluruh sistem (lihat Gambar 3.5-1).
- Sistem TN-C-S : Di mana fungsi netral dan fungsi proteksi tergabung dalam penghantar tunggal di sebagian sistem (lihat Gambar 3.5-2).
- Sistem TN-C : Di mana fungsi netral dan fungsi proteksi tergabung dalam penghantar tunggal di seluruh sistem (lihat Gambar 3.5-3).

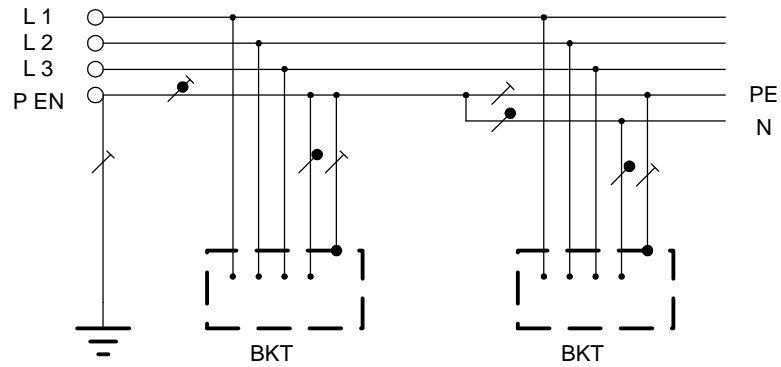


Penghantar netral dan penghantar proteksi terpisah di seluruh sistem



Penghantar fase yang dibumikan dan penghantar proteksi terpisah di seluruh sistem

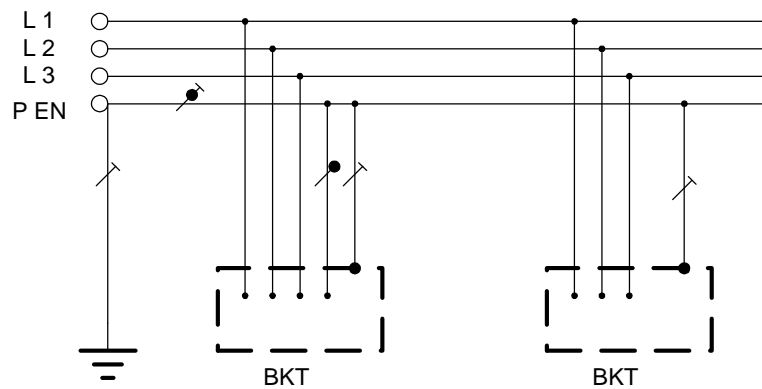
Gambar 3.5-1 Sistem TN-S



Pembumian sistem

Gambar 3.5-2 Sistem TN-C-S

Fungsi netral dan proteksi tergabung dalam penghantar tunggal di sebagian sistem



Pembumian sistem

Gambar 3.5-3 Sistem TN-C

Fungsi netral dan proteksi tergabung dalam penghantar tunggal di seluruh sistem

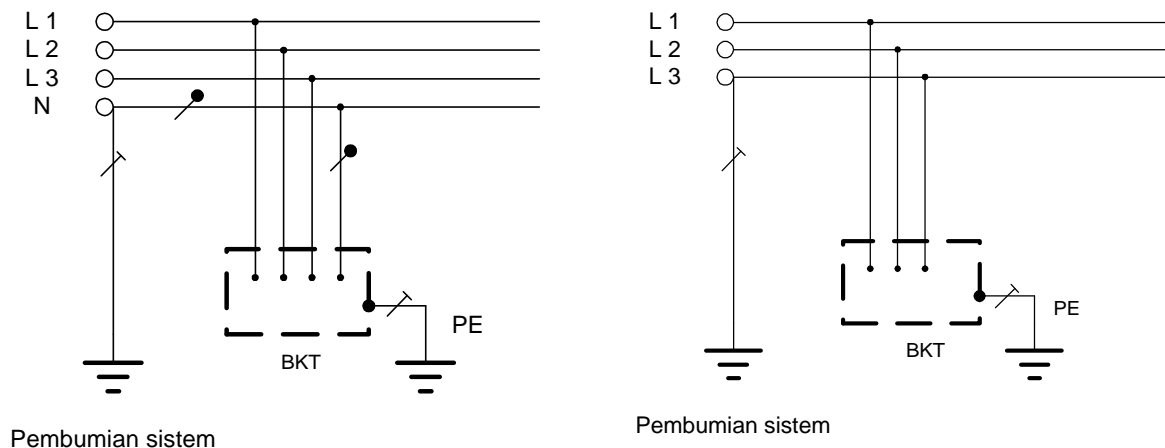
CATATAN : Untuk Gambar 3.5-1, 3.5-2, 3.5-3, 3.5-4 dan 3.5-5

Penjelasan lambang sesuai dengan IEC 617-11 (lihat Lampiran B).

	Penghantar netral (N)
	Penghantar proteksi (PE)
	Gabungan penghantar netral dan penghantar proteksi (PEN)

3.5.5 Sistem TT (lihat 3.12)

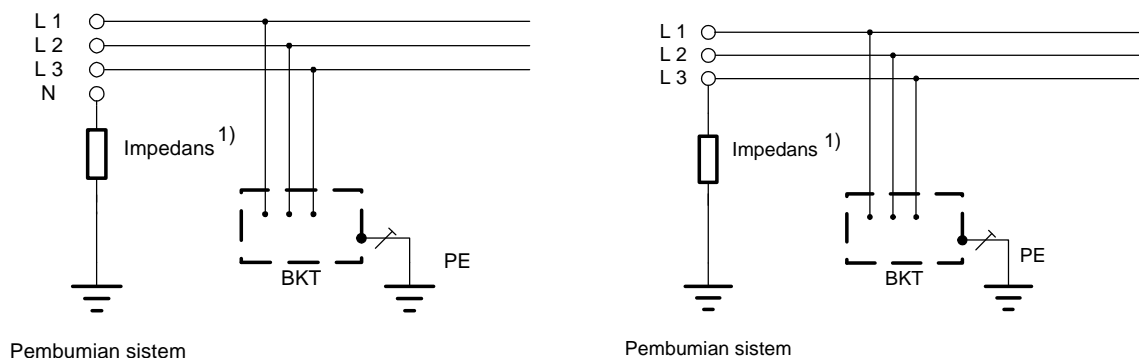
Sistem tenaga listrik TT mempunyai satu titik yang dibumikan langsung. BKT instalasi dihubungkan ke elektrode bumi yang secara listrik terpisah dari elektrode bumi sistem tenaga listrik.



Gambar 3.5-4 Sistem TT

3.5.6 Sistem IT (lihat 3.14)

Sistem tenaga listrik IT mempunyai semua bagian aktif yang diisolasi dari bumi, atau satu titik dihubungkan ke bumi melalui suatu impedans. BKT instalasi listrik dibumikan secara independen atau secara kolektif atau ke pembumian sistem (lihat Gambar 3.5-5).



Keterangan

¹⁾ sistem dapat diisolasi dari bumi.

Netral boleh didistribusikan atau tidak didistribusikan.

Gambar 3.5-5 Sistem IT

3.6 Ketentuan umum bagi proteksi dari sentuh tak langsung

3.6.1 Penggunaan

3.6.1.1 Tindakan proteksi diperlukan pada instalasi dan perlengkapan listrik berikut:

- a) bertegangan lebih dari 50 V a.b. ke bumi, kecuali dalam hal tersebut dalam 3.6.1.2;
- b) jika instalasi yang telah ada, yang menurut ketentuan lama tidak memerlukan proteksi, mengalami perubahan atau memerlukan proteksi, maka setelah perluasan, seluruh instalasi yang ada dan perluasannya harus diberi proteksi.
- c) tindakan proteksi diperlukan pula dalam ruang yang telah ada instalasinya yang semula termasuk 3.6.1.2.b) di bawah, tetapi kemudian kehilangan sifat isolasinya karena pemasangan perlengkapan yang baru seperti instalasi air, gas atau pemanas yang mempunyai hubungan ke bumi yang mungkin dapat tersentuh.

3.6.1.2 Proteksi tidak diperlukan pada instalasi dan perlengkapan listrik yang berikut:

- a) bertegangan kurang dari 50 V a.b. ke bumi dan suplainya diperoleh dengan cara seperti tersebut dalam 3.3.1.2;
- b) bertegangan kurang dari 300 V a.b. ke bumi dalam ruang yang lantainya diisolasi atau terbuat dari bahan isolasi, dan di sekitarnya tidak terdapat perlengkapan atau penghantar lain yang terhubung ke bumi dan mungkin tersentuh, misalnya instalasi air dan gas;

CATATAN Untuk meyakinkan bahwa keadaan cukup aman, isolasi lantai harus diuji menurut 3.21.

- c) bertegangan bolak balik setinggi-tingginya 1000 V, atau bertegangan searah setinggi-tingginya 1500 V, jika perlengkapan berupa:
 - 1) pipa logam berisolasi;
 - 2) pipa logam sebagai pelindung kabel berisolasi ganda (berinti ganda);
 - 3) kotak logam yang berisolasi;
 - 4) kotak hubung dan kotak bagi dalam plesteran;
 - 5) perisai kabel yang tidak tertanam dalam tanah;
 - 6) tiang baja dan beton bertulang pada jaringan distribusi;
 - 7) tiang atap dan semua bagian konduktif yang berhubungan dengan tiang atap.

Perhatikan pula 7.16.4.1 sampai dengan 7.16.4.5.

3.6.2 Pelaksanaan

3.6.2.1 Memilih cara proteksi dan mengusahakan proteksi yang efektif adalah sebagai berikut :

- a) Memilih cara proteksi yang hendak dipakai dari antara lima cara tersebut dalam 3.5.2.1 tergantung pada keadaan setempat.
Ketentuan khusus perlu diperhatikan bagi tempat kerja yang khusus seperti tempat kerja pembangunan dan industri pertanian.

CATATAN Dianjurkan agar panel ukur, lemari ukur, dan lemari bagi memakai isolasi proteksi.

- b) Proteksi yang efektif diusahakan dengan cara sebagai berikut :

- 1) menggunakan perlengkapan instalasi yang baik mutunya;
- 2) membuat hubungan penghantar proteksi yang benar, sesuai dengan cara proteksi yang dipilih dan diuji menurut 3.21;
- 3) dianjurkan menghubungkan semua BKT instalasi menjadi satu dengan baik, lalu menghubungkannya pada terminal penghantar proteksi beserta penghantar proteksinya;

4) penggunaan yang semestinya :

- (a) kotak kontak dengan kontak proteksi tidak boleh terpasang tanpa penghantar proteksi;
- (b) dalam ruang yang dilengkapi dengan kotak kontak dengan kontak proteksi atau perlengkapan listrik yang proteksinya memakai penghantar proteksi, tidak boleh dipasang kotak kontak tanpa kontak proteksi dan perlengkapan listrik tanpa penghantar proteksi, kecuali kotak kontak untuk tegangan ekstra rendah dan separasi listrik ;

5) mencegah pengaruh yang dapat mengurangi keefektifan proteksi yang lain.

3.6.2.2 Penghantar proteksi harus memenuhi syarat sebagai berikut :

- a) Penghantar proteksi diberi warna loreng hijau-kuning sebagai pengenalan, termasuk penghantar proteksi yang merupakan salah satu inti dari kabel dan kabel tanah.

Pengecualian :

- 1) Penghantar proteksi berikut tidak perlu diberi warna loreng hijau-kuning pada :
penghantar geser, jika penghantar atau bagian yang terhubung pada penghantar proteksi dapat dikenal dengan jelas, misalnya dari bentuknya atau dari tulisan yang ada padanya;
- 2) rumah logam perlengkapan listrik atau bagian logam suatu konstruksi, yang memenuhi ketentuan 3.6.2.2 d);
- 3) penghantar udara;
- 4) tempat yang tidak memungkinkan warna loreng hijau-kuning bertahan lama, misalnya dalam industri peleburan logam dan industri kimia dengan atmosfer yang terpolusi dan berdebu.

CATATAN :

- a) Penghantar bumi dan penghantar ikatan penyama potensial juga harus diwarnai loreng hijau-kuning.
- b) Penghantar yang lain tidak boleh diwarnai loreng hijau-kuning (lihat 7.2.2.1).
- b) Luas penampang penghantar proteksi harus sesuai dengan 3.16.1.
- c) Penghantar proteksi harus terpasang dengan baik pada terminal yang teruntut baginya, dan diuji menurut 3.21 untuk menghindarkan salah sambung.
- d) Jika bagian suatu konstruksi digunakan sebagai penghantar proteksi, syarat berikut harus dipenuhi :
 - 1) rumah logam perlengkapan listrik atau bagian konstruksi instalasi listrik, termasuk rangka baja atau bagian baja lainnya seperti derek, panel, dan rak kabel harus merupakan satu kesatuan dengan KHA yang cukup;

- 2) sambungan dari bagian konstruksi tersebut dalam 1) harus dilas, dikeling, atau dibaut dengan gawai khusus, misalnya ring, sehingga mampu menghantarkan arus secara baik selamanya;
 - 3) penampang bagian logam dari konstruksi itu harus cukup besar sehingga dapat menghantarkan arus sekurang-kurangnya sama dengan kemampuan penghantar proteksi;
 - 4) bagian konstruksi harus dihubungkan dengan penghantar proteksi demikian rupa sehingga tidak dapat terlepas atau kendur sendiri;
 - 5) pembongkaran bagian konstruksi yang berfungsi sebagai penghantar proteksi tidak boleh menghilangkan fungsi tersebut;
 - 6) kawat penegang, kawat penggantung, pipa logam instalasi listrik, pipa fleksibel, dan semacamnya tidak boleh digunakan sebagai penghantar proteksi;
 - 7) jaringan pipa air dari logam yang masih digunakan dapat dipakai sebagai penghantar proteksi jika memenuhi syarat;
 - 8) baut pengikat tidak boleh digunakan sebagai titik penghubung penghantar proteksi.
- e) Penggunaan penghantar proteksi pada kabel fleksibel diatur sebagai berikut:
- 1) dalam ruang yang tidak memerlukan tindakan proteksi, kabel fleksibel tidak perlu dilengkapi penghantar proteksi jika perlengkapan listrik dalam ruang itu terhubung dengan kabel fleksibel tersebut secara tetap (magun) pada instalasi; jadi tanpa kontak tusuk atau jenis alat kontak yang lain;
 - 2) pada sistem TN atau pembumian netral pengaman (sistem PNP), penghantar netral boleh berfungsi sebagai penghantar proteksi (disebut penghantar PEN dalam sistem TN-C) jika syarat berikut dipenuhi :
- terpasang secara tetap atau melalui kontak tusuk yang kutubnya tidak dapat ditukar.
- f) Hubungan dan sambungan penghantar proteksi harus dibuat demikian rupa sehingga tidak dapat terlepas atau kendur sendiri.
- g) Untuk beberapa sirkit listrik yang sejalan dan berdekatan serta dilayani oleh satu sumber, dapat digunakan satu penghantar proteksi bersama dengan syarat sebagai berikut :
- 1) penghantar proteksi bersama yang diletakkan terpisah harus dilindungi dengan baik terhadap kerusakan mekanis dan sedapat mungkin diletakkan sejalan dengan sirkit listrik yang dilayani;
 - 2) jika penghantar proteksi bersama terdapat dalam satu selubung dengan semua sirkit yang dilayani, semua sirkit itu hanya boleh melayani perlengkapan listrik yang dapat dianggap sebagai satu unit, misalnya sebuah mesin dengan beberapa motor penggerak.
- Luas penampang nominal penghantar proteksi bersama tersebut harus sesuai dengan luas penampang nominal penghantar fase yang terbesar.

3.6.2.3 Hubungan penghantar proteksi melalui kontak tusuk harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- a) kontak tusuk, baik yang berdiri sendiri maupun yang menyatu dengan perlengkapan, harus dilengkapi dengan kontak proteksi, kecuali kontak tusuk pada perlengkapan listrik yang memakai isolasi proteksi, dan kontak tusuk khusus yang dengan cara lain dapat memperoleh hubungan andal dengan penghantar proteksi;
- b) kotak kontak yang digunakan pada sistem separasi listrik tidak boleh dihubungkan pada penghantar proteksi;
- c) tusuk kontak harus tidak dapat masuk ke dalam kotak kontak untuk tegangan yang lebih tinggi dalam instalasi yang sama.

3.6.2.4 Perlengkapan listrik yang memakai isolasi proteksi seperti tersebut dalam 3.8 atau 3.9 harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- a) penghantar proteksi tidak boleh dihubungkan padanya;
- b) kabel fleksibel yang dihubungkan secara permanen pada perlengkapan listrik tersebut tidak boleh memakai penghantar proteksi;

CATATAN 1 : Kalau perlengkapan listrik tersebut setelah diperbaiki menggunakan kabel berinti tiga, inti ketiga tidak boleh dihubungkan pada perlengkapan listrik sebagai penghantar proteksi.

- c) Tusuk kontak dengan kabel fleksibel tanpa penghantar proteksi, yang terhubung pada perlengkapan listrik, harus dapat masuk ke dalam kotak kontak yang dilengkapi kontak proteksi dan tusuk kontak itu tidak boleh mempunyai kontak proteksi.

CATATAN 2 : Kalau perlengkapan listrik, sesudah diperbaiki menggunakan tusuk kontak yang mempunyai kontak proteksi, kontak proteksi tersebut tidak boleh dipakai.

3.6.2.5 Dalam perluasan atau penyambungan instalasi listrik yang memakai tindakan proteksi, harus diusahakan agar fungsi tindakan proteksi itu tidak hilang.

CATATAN Perlengkapan listrik dalam ruang yang diharuskan memakai penghantar proteksi, tidak boleh diberi tegangan dari kotak kontak tanpa kontak proteksi dalam ruang lain.

3.6.3 Penghantar ikatan penyama potensial

3.6.3.1 Penghantar ikatan penyama potensial harus diberi pengenal seperti halnya penghantar proteksi (lihat 3.6.2.2 a).

3.7 Proteksi dengan pemutusan suplai secara otomatis

CATATAN :

- a) Pemutusan suplai secara otomatis dipersyaratkan jika dapat terjadi resiko efek patofisiologis yang berbahaya dalam tubuh manusia ketika terjadinya gangguan, karena nilai dan durasi tegangan sentuh (lihat IEC 479).
- b) Tindakan proteksi ini memerlukan koordinasi jenis pembumian sistem dan karakteristik penghantar proteksi serta gawai proteksi.

3.7.1 Umum

CATATAN Tindakan konvensional yang sesuai dengan 3.7.1.1 dan 3.7.1.2 diberikan dalam 3.12 hingga 3.14 sesuai jenis pembumian sistem.

3.7.1.1 Pemutusan suplai

Gawai proteksi secara otomatis harus memutus suplai ke sirkit atau perlengkapan yang diberi proteksi oleh gawai tersebut dari sentuh tak langsung, sedemikian sehingga ketika terjadi gangguan antara bagian aktif dengan BKT atau penghantar proteksi dalam sirkit atau perlengkapan tersebut, maka tegangan sentuh prospektif yang melampaui 50 V a.b. efektif atau 120 V a.s. bebas riak tidak berlangsung untuk waktu yang cukup lama, yang dapat menyebabkan resiko efek fisiologis yang berbahaya dalam tubuh manusia yang tersentuh bagian konduktif yang dapat terjangkau secara simultan.

Tidak tergantung pada tegangan sentuh, waktu pemutusan yang tidak melampaui 5 detik diizinkan untuk keadaan tertentu yang tergantung pada jenis pembumian sistem (lihat 3.13.2.3).

CATATAN :

- a) Nilai waktu pemutusan dan tegangan yang lebih tinggi dari yang dipersyaratkan dalam Ayat ini dapat diterima untuk pembangkitan dan distribusi tenaga listrik.
- b) Nilai waktu pemutusan dan tegangan yang lebih rendah dapat dipersyaratkan untuk instalasi atau lokasi khusus sesuai dengan BAB 8.
- c) Untuk sistem IT, pemutusan otomatis biasanya tidak dipersyaratkan pada saat terjadinya gangguan yang pertama (lihat 3.14).
- d) Persyaratan ini berlaku untuk suplai a.b. antara 15 Hz dan 1000 Hz dan a.s. bebas riak.
- e) Penjelasan istilah “bebas riak” lihat Catatan dalam 3.3.1.4.3.

3.7.1.2 Pembumian

BKT harus dihubungkan ke penghantar proteksi dalam kondisi tertentu untuk masing-masing jenis pembumian sistem.

BKT yang dapat terjangkau secara simultan harus dihubungkan ke sistem pembumian secara individual, dalam kelompok atau kolektif.

CATATAN Untuk susunan pembumian dan penghantar proteksi lihat IEC 364-5-54.

3.7.2 Ikatan penyama potensial

3.7.2.1 Ikatan penyama potensial utama

Dalam setiap bangunan, bagian konduktif berikut ini harus dihubungkan ke ikatan penyama potensial utama :

- a) penghantar proteksi utama;
- b) penghantar pembumi utama atau terminal pembumi utama;
- c) pipa yang menyuplai pelayanan di dalam bangunan, seperti misalnya gas, air;
- d) bagian logam struktur, pusat pemanas dan penyaman udara (*air conditioner* atau a.c.), jika dapat diterapkan.

Bagian konduktif yang berasal dari luar bangunan harus diikat sedekat mungkin ke titik masuknya ke dalam bangunan.

Penghantar ikatan penyama potensial utama harus memenuhi IEC 364-5-54.

Ikatan penyama potensial utama harus dibuat ke setiap selubung logam kabel telekomunikasi. Meskipun demikian, harus diperoleh izin dari pemilik atau operator kabel tersebut.

3.7.2.2 Ikatan penyama potensial suplemen

Jika kondisi untuk pemutusan secara otomatis yang dinyatakan dalam 3.7.1.1 tidak dapat dipenuhi dalam instalasi atau sebagian instalasi, maka harus diterapkan ikatan lokal yang dikenal sebagai ikatan penyama potensial suplemen.

CATATAN :

- a) Penggunaan ikatan penyama potensial suplemen tidak meniadakan perlunya pemutusan suplai untuk alasan lain, misalnya proteksi dari kebakaran, stres termal dalam perlengkapan dan sebagainya.
- b) Ikatan penyama potensial suplemen dapat mencakup seluruh instalasi, sebagian instalasi, suatu bagian aparat atau lokasi.
- c) Persyaratan tambahan dapat diperlukan untuk lokasi khusus (lihat BAB 8).

3.7.2.2.1 Ikatan penyama potensial suplemen harus mencakup semua BKT perlengkapan magun (terpasang tetap) dan BKE yang dapat terjangkau secara simultan, termasuk jika dapat dilaksanakan, tulangan logam utama dari konstruksi beton bertulang. Sistem penyama potensial harus dihubungkan ke penghantar proteksi dari semua perlengkapan termasuk kotak kontak.

3.7.2.2.2 Jika terjadi keraguan terhadap keefektifan ikatan penyama potensial suplemen, hal itu harus dikonfirmasi bahwa resistans R antara BKT dan BKE yang dapat terjangkau secara simultan memenuhi kondisi berikut ini :

$$R = \frac{50}{I_a}$$

dengan I_a adalah arus operasi gawai proteksi :

- untuk GPAS, $I_{\Delta n}$
- untuk GPAL, arus operasi 5 detik

3.8 Proteksi dengan menggunakan perlengkapan kelas II atau dengan isolasi ekuivalen

CATATAN Tindakan ini dimaksudkan untuk mencegah timbulnya tegangan berbahaya pada bagian perlengkapan listrik yang dapat terjangkau melalui gangguan pada isolasi dasarnya.

3.8.1 Persyaratan


3.8.1.1 Proteksi harus dilengkapi dengan :

3.8.1.1.1 Perlengkapan listrik dari jenis berikut ini, yang diuji jenis dan ditandai sesuai standar yang relevan :


- a) perlengkapan listrik yang mempunyai isolasi ganda atau diperkuat (perlengkapan kelas II);
- b) rakitan perlengkapan listrik buatan pabrik yang mempunyai isolasi total (lihat IEC 439).

CATATAN Perlengkapan ini ditandai dengan lambang gambar 

3.8.1.1.2 Isolasi suplemen diterapkan pada perlengkapan listrik yang hanya mempunyai isolasi dasar, di dalam proses pemasangan instalasi listrik, untuk memberikan tingkat keselamatan yang ekuivalen ke pada perlengkapan listrik sesuai dengan 3.8.1.1 dan memenuhi 3.8.1.2 hingga 3.8.1.6.

CATATAN Lambang gambar  harus dipasang dalam posisi yang dapat terlihat pada bagian luar dan bagian dalam selungkup.

3.8.1.1.3 Isolasi diperkuat diterapkan pada bagian aktif tidak berisolasi, sebagai proses dalam pemasangan instalasi listrik, untuk memberikan tingkat keselamatan yang ekuivalen ke pada perlengkapan listrik sesuai dengan 3.8.1.1 dan memenuhi 3.8.1.3 hingga 3.8.1.6; isolasi demikian dikenakan hanya jika bentuk konstruksinya mencegah penerapan isolasi ganda.

CATATAN Lambang gambar  harus dipasang dalam posisi yang dapat terlihat pada bagian luar dan bagian dalam selungkup.

3.8.1.2 Perlengkapan listrik yang telah siap untuk operasi, semua bagian konduktif yang terpisah dari bagian aktif hanya dengan isolasi dasarnya, harus berada di dalam selungkup isolasi yang memberikan sekurang-kurangnya tingkat proteksi IP2X.

3.8.1.3 Selungkup isolasi harus mampu menahan stres mekanik, listrik atau termal yang mungkin terjadi.

Lapisan cat, vernis dan produk sejenis umumnya tidak dianggap memenuhi persyaratan ini.

Sungguhpun demikian, persyaratan ini tidak menghalangi penggunaan suatu selungkup yang telah diuji jenis yang dilengkapi dengan lapisan tersebut jika standar yang relevan mengijinkan penggunaannya dan jika lapisan isolasinya telah diuji sesuai dengan kondisi pengujian yang relevan.

CATATAN Persyaratan untuk jarak rambat dan jarak bebas lihat IEC 664.

3.8.1.4 Jika selungkup isolasi tidak pernah diuji sebelumnya dan jika timbul keraguan mengenai keefektifannya, maka suatu uji kuat listrik harus dilakukan sesuai dengan kondisi yang ditentukan dalam IEC 364-6-61.

3.8.1.5 Selungkup isolasi tidak boleh dilewati bagian konduktif yang mungkin memberikan potensial. Selungkup isolasi tidak boleh mempunyai sekrup berbahan isolasi yang pengantiannya dengan sekrup logam dapat merusak isolasi yang diberikan oleh selungkup.

CATATAN Jika selungkup isolasi harus dilewati oleh sambungan atau hubungan mekanik (misalnya untuk tuas operasi dari aparat yang terpasang di dalamnya), maka harus diatur sedemikian sehingga proteksi dari kejutan listrik dalam hal gangguan tidak rusak.

3.8.1.6 Jika penutup atau pintu pada selungkup isolasi dapat dibuka tanpa menggunakan perkakas atau kunci, maka semua bagian konduktif yang dapat terjangkau ketika penutup atau pintu dalam keadaan terbuka harus berada di belakang penghalang isolasi yang

memberikan tingkat proteksi tidak kurang dari IP2X yang mencegah orang dengan tidak sengaja tersentuh bagian tersebut. Penghalang isolasi ini hanya dapat dilepas dengan menggunakan perkakas.

3.8.1.7 Bagian konduktif yang terdapat di dalam selungkup isolasi tidak boleh tersambung ke penghantar proteksi. Sungguhpun demikian, ketentuan dapat dibuat untuk menyambung penghantar proteksi yang perlu menembus selungkup untuk melayani benda lainnya dari perlengkapan listrik yang sirkit suplainya juga menembus selungkup. Di dalam selungkup, setiap penghantar seperti itu dan terminalnya harus diisolasi sekuat seperti bagian aktif, dan terminalnya harus ditandai dengan tepat.

BKT dan bagian antara tidak boleh dihubungkan ke penghantar proteksi, kecuali ketentuan khusus untuk ini telah dibuat dalam spesifikasi perlengkapan yang bersangkutan.

3.8.1.8 Selungkup tidak boleh mengganggu operasi perlengkapan yang diberi proteksi dengan cara ini.

3.8.1.9 Instalasi perlengkapan yang disebutkan dalam 3.8.1.1.1 (pemasangan tetap, penyambungan penghantar dan sebagainya) harus dijalankan sedemikian sehingga tidak merusak proteksi yang diberikan sesuai dengan spesifikasi perlengkapan.

3.8.2 Kelas perlengkapan

CATATAN Nomor kelas perlengkapan tidak dimaksudkan untuk menyatakan tingkat keselamatan dari perlengkapan, tetapi hanya merupakan sarana untuk memperoleh keselamatan.

3.8.2.1 Perlengkapan kelas 0

Perlengkapan yang proteksinya dari kejut listrik mengandalkan isolasi dasar; hal ini menunjukkan bahwa tidak ada sarana untuk hubungan bagian konduktif yang dapat terjangkau (jika ada) ke penghantar proteksi pada pengawatan pasangan tetap instalasi, sehingga keandalan saat terjadi kegagalan pada isolasi dasarnya dipercayakan pada lingkungan.

3.8.2.2 Perlengkapan kelas I

Perlengkapan yang proteksinya dari kejut listrik tidak hanya mengandalkan isolasi dasarnya, tetapi juga mencakup tindakan pencegahan keselamatan tambahan dengan cara menyediakan sarana untuk hubungan bagian konduktif yang dapat terjangkau ke penghantar proteksi (pembumian) pada pengawatan pasangan tetap dari instalasi, sedemikian sehingga bagian konduktif yang dapat terjangkau tersebut tidak dapat menjadi aktif (bertegangan) pada saat terjadinya kegagalan isolasi dasarnya.

CATATAN :

- a) Untuk perlengkapan yang dimaksudkan untuk menggunakan kabel senur atau kabel fleksibel, ketentuan ini mencakup penghantar proteksi sebagai bagian kabel senur atau kabel fleksibel.
- b) Jika perlengkapan yang didesain sebagai perlengkapan kelas I diperbolehkan dipasang dengan suatu kabel senur atau kabel fleksibel dua inti asalkan dipasang dengan tusuk kontak yang tak dapat dimasukkan ke dalam kotak-kontak dengan kontak pembumian, maka selanjutnya proteksi ekuivalen dengan perlengkapan kelas 0, tetapi ketentuan pembumian dari perlengkapan tersebut dalam segala hal harus memenuhi persyaratan perlengkapan kelas I.

3.8.2.3 Perlengkapan kelas II

Perlengkapan yang proteksinya dari kejut listrik tidak hanya mengandalkan isolasi dasarnya, tetapi juga diberikan tindakan pencegahan keselamatan tambahan seperti isolasi ganda atau isolasi diperkuat, maka tidak ada ketentuan untuk pembumian proteksi atau ketergantungan dengan kondisi instalasi.

CATATAN :

- a) Dalam hal khusus tertentu, seperti terminal sinyal dari perlengkapan elektronik, impedans proteksi dapat digunakan pada perlengkapan kelas II jika terbukti bahwa impedans proteksi tersebut memang diperlukan dan bahwa teknik tersebut dapat dicakup tanpa kerusakan terhadap tingkat keselamatannya.
- b) Perlengkapan kelas II dapat dilengkapi dengan sarana untuk mempertahankan kontinuitas sirkit proteksi, asalkan sarana tersebut berada di dalam perlengkapan dan diisolasi dari permukaan yang dapat terjangkau sesuai dengan persyaratan perlengkapan kelas II.
- c) Perlengkapan kelas II dapat dilengkapi dengan sarana untuk hubungan ke bumi untuk tujuan fungsional (misalnya berbeda dengan tujuan proteksi) hanya jika dijelaskan dalam standar yang relevan.

3.8.2.4 Perlengkapan kelas III

Perlengkapan yang proteksinya dari kejut listrik mengandalkan pada suplai tegangan ekstra rendah (SELV) dan tegangan yang lebih tinggi dari SELV tidak dibangkitkan.

CATATAN :

- a) Perlengkapan kelas III tidak boleh dilengkapi dengan sarana untuk pembumian proteksi.
- b) Perlengkapan kelas III dapat dilengkapi dengan sarana untuk hubungan ke bumi untuk tujuan fungsional (misalnya berbeda dengan tujuan proteksi) hanya jika dijelaskan dalam standar yang relevan.

3.9 Proteksi dengan lokasi tidak konduktif

CATATAN Tindakan proteksi ini dimaksudkan untuk mencegah sentuh secara simultan dengan bagian yang dapat berbeda potensial karena kegagalan isolasi dasar bagian aktif. Penggunaan perlengkapan kelas 0 diizinkan jika semua kondisi berikut dipenuhi.

3.9.1 BKT harus disusun sedemikian sehingga dalam keadaan biasa tidak akan terjadi sentuh secara simultan antara orang dengan :

- a) dua BKT, atau
- b) sebuah BKT dan setiap BKE, jika bagian ini berbeda potensial karena kegagalan isolasi dasar dari bagian aktif.

3.9.2 Dalam lokasi yang tidak konduktif tidak boleh ada penghantar proteksi

3.9.3 Ayat 3.9.2 dipenuhi jika lokasi mempunyai lantai dan dinding isolasi dan diterapkan satu atau lebih susunan sebagai berikut :

- a) Jarak relatif antara BKT dan BKE sama dengan jarak antar BKT. Jarak ini cukup jika jarak antara dua bagian tersebut tidak kurang dari 2 m; jarak ini dapat dikurangi menjadi 1,25 m di luar zone jangkauan tangan.

- b) Penyisipan rintangan efektif antara BKT dan BKE. Rintangan demikian cukup efektif jika memperpanjang jarak yang harus diatasi hingga nilai yang ditentukan dalam butir a) di atas. Rintangan tersebut harus tidak terhubung ke bumi atau ke BKT; sedapat mungkin rintangan tersebut harus dari bahan isolasi.
- c) Isolasi atau susunan isolasi dari BKE. Isolasi ini harus mempunyai kuat mekanik yang cukup dan mampu menahan tegangan uji sekurang-kurangnya 2000 V. Arus bocor tidak boleh melampaui 1 mA dalam penggunaan kondisi normal.

3.9.4 Resistans lantai dan dinding berisolasi pada setiap titik pengukuran dalam kondisi yang ditentukan pada 3.22 tidak boleh kurang dari :

- a) 50 k Ω , jika tegangan nominal isolasi tidak melebihi 500 V, atau
- b) 100 k Ω , jika tegangan nominal isolasi melebihi 500 V.

CATATAN Jika resistans di sebarang titik lebih rendah daripada nilai yang ditentukan, maka lantai dan dinding dianggap menjadi BKE untuk tujuan proteksi dari kejut listrik.

3.9.5 Susunan yang dibuat harus permanen dan tidak boleh membuatnya tidak efektif. Susunan tersebut juga harus menjamin proteksi jika dipertimbangkan akan mempergunakan perlengkapan pasangan berpindah atau portabel.

CATATAN :

- a) Perlu perhatian terhadap resiko jika instalasi listrik tidak dalam pengawasan yang efektif, bagian konduktif lain dapat dimasukkan pada waktu yang akan datang (misalnya perlengkapan kelas I pasangan berpindah atau portabel, atau BKE seperti pipa air logam), yang dapat membuat tidak terpenuhinya persyaratan 3.9.5.
- b) Penting untuk menjamin bahwa isolasi lantai dan dinding tidak dapat dipengaruhi kelembaban.

3.9.6 Tindakan pencegahan harus diambil untuk menjamin bahwa BKE tidak dapat menyebabkan timbulnya suatu potensial di luar lokasi yang bersangkutan.

3.10 Proteksi dengan ikatan penyama potensial lokal bebas bumi

CATATAN Ikatan penyama potensial lokal bebas bumi dimaksudkan untuk mencegah timbulnya suatu tegangan sentuh yang berbahaya.

3.10.1 Penghantar ikatan penyama potensial harus menginterkoneksi semua BKT dan BKE yang dapat terjangkau secara simultan.

3.10.2 Sistem ikatan penyama potensial lokal tidak boleh sentuh listrik secara langsung dengan bumi melalui BKT atau melalui BKE.

CATATAN Jika persyaratan ini tidak dapat dipenuhi, dapat diterapkan proteksi dengan pemutusan suplai secara otomatis (lihat 3.5).

3.10.3 Tindakan pencegahan harus dilakukan untuk menjamin agar orang yang memasuki lokasi penyama potensial tidak dapat terkena beda potensial yang berbahaya, khususnya jika lantai konduktif yang diisolasi terhadap bumi dihubungkan ke sistem ikatan penyama potensial bebas bumi.

3.11 Proteksi dengan separasi listrik

CATATAN Separasi listrik suatu sirkit individual dimaksudkan untuk mencegah arus kejut melalui sentuh dengan BKT yang dapat dilistriki oleh gangguan pada isolasi dasar sirkit.

3.11.1 Umum

3.11.1.1 Proteksi dengan separasi listrik adalah suatu tindakan proteksi dengan memisahkan sirkit perlengkapan listrik dari jaringan sumber dengan menggunakan transformator pemisah atau motor generator. Dengan demikian tercegahlah timbulnya tegangan sentuh yang terlalu tinggi pada BKT perlengkapan yang diproteksi, bila terjadi kegagalan isolasi dalam perlengkapan tersebut.

CATATAN :

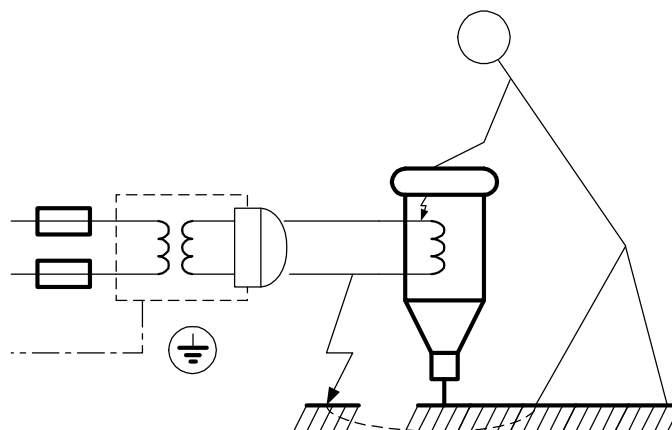
- a) Proteksi dengan separasi listrik ini hanya akan efektif selama dalam sirkit sekunder tidak terjadi gangguan bumi (lihat Gambar 3.11-1).
- b) Yang dimaksud dengan sirkit sekunder dalam ini adalah sirkit sekunder dari transformator pemisah atau sirkit generator dari motor generator.

3.11.2 Persyaratan

3.11.2.1 Proteksi dengan separasi listrik harus terjamin sesuai dengan persyaratan 3.11.2.1.1 hingga 3.11.2.1.5 dan dengan :

- a) Ayat 3.11.2.2, untuk suplai satu bagian aparat, atau
- b) Ayat 3.11.2.3 untuk suplai lebih dari satu bagian aparat.

CATATAN Direkomendasikan agar hasil kali tegangan nominal sirkit dalam Volt dengan panjang sistem pengawatan dalam meter tidak boleh melebihi 100.000, dan panjang sistem pengawatan tidak boleh melebihi 500 m.



Gambar 3.11-1 Transformator pemisah dengan hubung pendek ke bumi pada sirkit sekunder dan hubung pendek ke BKT perlengkapan listrik

3.11.2.1.1 Sirkit harus disuplai melalui sumber terpisah, yaitu :

- a) sebuah transformator pemisah, atau

- b) sumber arus yang memberikan tingkat keselamatan yang ekuivalen dengan yang ditentukan untuk transformator pemisah di atas, misalnya sebuah motor generator dengan belitan yang memberi isolasi ekuivalen.

CATATAN Kemampuan untuk menahan tegangan uji yang sangat tinggi diakui sebagai cara untuk menjamin tingkat isolasi yang diperlukan.

Sumber suplai terpasang berpindah yang dihubungkan ke sistem suplai harus dipilih atau dipasang sesuai dengan 3.8.

Sumber suplai magun (terpasang tetap) harus :

- a) dipilih dan dipasang sesuai dengan 3.8
- b) sedemikian sehingga keluaran dipisahkan dari masukan dan dari selungkup oleh suatu isolasi yang memenuhi kondisi 3.8; jika sumber demikian menyuplai beberapa bagian perlengkapan, maka BKT perlengkapan tersebut tidak boleh dihubungkan ke selungkup logam dari sumber.

3.11.2.1.2 Proteksi dengan separasi listrik hanya diperkenankan pada tegangan jaringan sumber maksimum 500 Volt.

3.11.2.1.3 Bagian aktif sirkit yang diseparasi secara listrik tidak boleh dihubungkan pada setiap titik ke sirkit lainnya atau ke bumi.

Untuk menghindari resiko gangguan ke bumi, harus diberikan perhatian khusus pada isolasi bagian tersebut terhadap bumi, terutama untuk kabel fleksibel dan kabel senur.

Susunan harus menjamin separasi secara listrik tidak boleh kurang dari yang ada antara masukan dan keluaran suatu transformator isolasi.

CATATAN Separasi secara listrik khususnya diperlukan antara bagian aktif perlengkapan listrik seperti relai, kontaktor, sakelar bantu dan setiap bagian sirkit lain.

3.11.2.1.4 Kabel fleksibel dan kabel senur harus dapat terlihat semua bagian panjangnya yang dapat terkena kerusakan mekanis, dan harus dari jenis tertentu.

3.11.2.1.5 Untuk sirkit yang terseparasi, direkomendasikan menggunakan sistem pengawatan yang terseparasi. Jika penggunaan penghantar sistem pengawatan yang sama untuk sirkit yang terseparasi dan sirkit lainnya tidak dapat dihindarkan, maka harus digunakan kabel multipenghantar tanpa selubung logam, atau penghantar berisolasi dalam pipa isolasi, saluran kabel atau rak kabel (*trunking*), asalkan tegangan pengenalnya tidak kurang dari tegangan tertinggi yang mungkin terjadi, dan bahwa setiap sirkit diberi proteksi dari arus lebih.

3.11.2.2 Jika satu bagian tunggal dari aparat disuplai, maka BKT sirkit yang terseparasi tidak boleh dihubungkan ke penghantar proteksi maupun ke BKT sirkit lain.

CATATAN Jika BKT sirkit yang terseparasi dengan sengaja maupun tidak sengaja mungkin terjadi sentuh dengan BKT sirkit lain, maka proteksi dari kejut listrik tidak lagi hanya tergantung pada proteksi dengan separasi listrik tetapi pada tindakan proteksi yang dilakukan terhadap BKT sirkit lain tersebut.

3.11.2.3 Jika diambil tindakan pencegahan untuk memproteksi sirkit yang terseparasi dari kerusakan dan kegagalan isolasi, maka sumber suplai yang memenuhi 3.11.2.1.1 dapat menyuplai lebih dari satu bagian dari aparat asalkan memenuhi semua persyaratan 3.11.2.3.1 hingga 3.11.2.3.4.

3.11.2.3.1 BKT sirkit yang terseparasi harus dihubungkan secara bersama oleh penghantar ikatan penyama potensial berisolasi yang tidak dibumikan. Penghantar demikian harus tidak boleh dihubungkan ke penghantar proteksi atau BKT sirkit lain atau setiap BKE.

CATATAN Lihat Catatan 3.11.2.2.

3.11.2.3.2 Semua kotak-kontak harus dilengkapi dengan kontak proteksi yang dihubungkan ke sistem ikatan penyama potensial asalkan sesuai dengan 3.11.2.3.1.

3.11.2.3.3 Kecuali jika menyuplai perlengkapan kelas II, semua kabel fleksibel harus menyatu sebagai suatu penghantar proteksi untuk digunakan sebagai penghantar ikatan penyama potensial.

3.11.2.3.4 Harus dijamin bahwa jika terjadi dua gangguan yang mempengaruhi dua BKT dan disuplai oleh dua penghantar yang berbeda polaritas, maka gawai proteksi harus memutuskan suplai dalam waktu pemutusan sesuai dengan Tabel 3.13-1.

3.12 Sistem TT atau sistem Pembumian Pengaman (sistem PP)

3.12.1 Umum

3.12.1.1 Sistem TT dilakukan dengan cara (lihat 3.5.5):

- a) membumikan titik netral sistem listrik di sumbernya; dan
- b) membumikan BKT perlengkapan dan BKT instalasi listrik, sedemikian rupa sehingga apabila terjadi kegagalan isolasi tercegahlah bertahannya tegangan sentuh yang terlalu tinggi pada BKT tersebut karena terjadinya pemutusan suplai secara otomatis dengan bekerjanya gawai proteksi.

Jika titik netral sistem di sumbernya tidak ada, penghantar fase dari sumber dapat dibumikan. Namun hal ini tidak dianjurkan penggunaannya di Indonesia.

CATATAN Yang dimaksud dengan sumber adalah generator atau transformator.

3.12.1.2 Semua BKT perlengkapan/instalasi yang secara kolektif diberi proteksi oleh suatu gawai proteksi yang sama, beserta penghantar proteksinya, harus bersama-sama dihubungkan ke suatu elektrode bumi bersama. Jika beberapa gawai proteksi digunakan secara seri, persyaratan tersebut berlaku secara terpisah bagi semua BKT yang diberi proteksi oleh setiap gawai proteksi.

3.12.1.3 Pembumi BKT perlengkapan/instalasi listrik secara listrik terpisah dari pembumi sistem listrik dengan menggunakan elektrode bumi tersendiri atau jaringan pipa air minum dari logam yang memenuhi syarat. Beberapa contoh sistem pembumian ini dapat dilihat pada Gambar 3.12-1.

CATATAN Jika pembumi BKT perlengkapan/instalasi listrik dihubungkan dengan pembumi sistem listrik melalui jaringan yang sama dari pipa air minum dari logam, maka sistem tersebut bukan sistem TT, tetapi merupakan sistem TN-S (lihat 3.13).

3.12.2 Persyaratan

3.12.2.1 Kondisi berikut ini harus dipenuhi :

$$R_A \times I_a \leq 50 \text{ V}$$

dengan :

R_A adalah jumlah resistans elektrode bumi dan penghantar proteksi untuk BKT perlengkapan/ instalasi.

I_a adalah arus listrik yang menyebabkan operasi otomatis dari gawai proteksi yang tergantung dari jenis dan karakteristik gawai proteksi yang digunakan.

Jika digunakan Gawai Proteksi Arus Sisa (GPAS), I_a adalah arus operasi sisa pengenalan $I_{\Delta n}$.

Untuk proteksi yang selektif, dapat digunakan GPAS jenis S (lihat IEC 1008-1 dan IEC 1009-1) secara seri dengan GPAS jenis umum (lihat 3.15). Untuk memperoleh selektifitas dengan GPAS jenis S, waktu operasi yang tidak melampaui 1 detik diizinkan dalam sirkit distribusi.

Jika digunakan gawai proteksi arus lebih (GPAL), maka harus digunakan :

- a) Gawai dengan karakteristik waktu terbalik (invers) yaitu pengaman lebur (PL atau sekering) atau pemutus sirkit (misalnya MCB) dan I_a haruslah arus yang menyebabkan bekerjanya gawai proteksi dalam waktu 5 detik, atau
- b) Gawai dengan karakteristik trip (bidas) sesaat dan I_a haruslah arus minimum yang menyebabkan trip (bidas) sesaat.

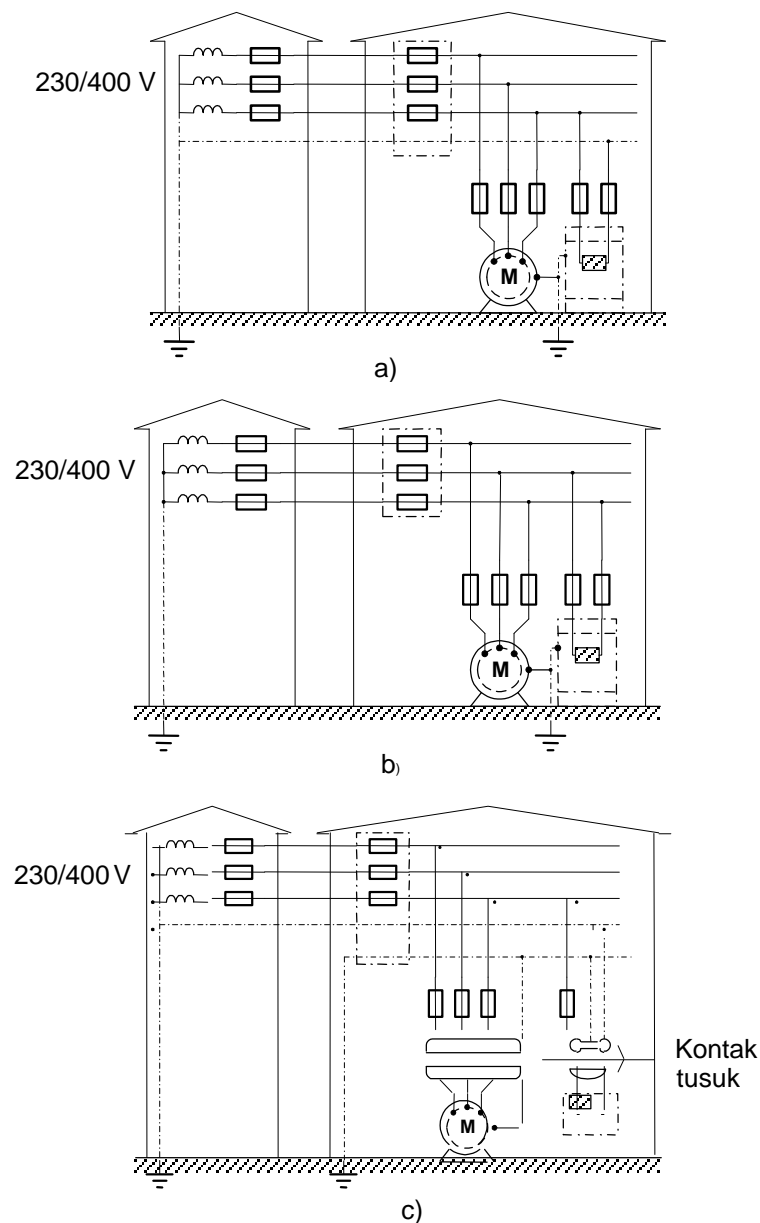
3.12.2.2 Jika kondisi pada 3.12.2.1 tidak terpenuhi, maka diterapkan ikatan penyama potensial suplemen sesuai dengan 3.7.2.2

3.12.2.3 Dalam sistem TT, dikenal penggunaan gawai proteksi berikut ini :

- a) GPAS (sangat dianjurkan);
- b) GPAL, yang dapat berupa PL (sekering) atau pemutus sirkit.

CATATAN :

- a) GPAL hanya dapat diterapkan untuk proteksi dari sentuh tak langsung dalam sistem TT jika nilai R_A sangat rendah.
- b) Gawai proteksi yang beroperasi dengan tegangan gangguan dapat dipergunakan untuk penerapan khusus, jika gawai proteksi yang disebutkan di atas tidak dapat dipergunakan.



Gambar 3.12-1 Beberapa contoh tipikal sistem TT

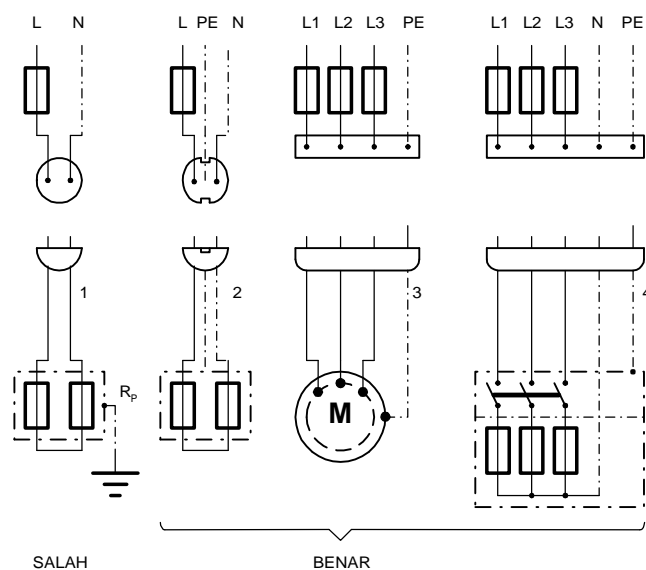
3.12.2.4 Pada penyambungan perlengkapan listrik dengan kabel fleksibel harus dipilih kabel fleksibel yang berpenghantar proteksi (Gambar 3.12-2).

CATATAN Perlengkapan listrik yang telah memenuhi 3.8 dan 3.9 dapat dihubungkan pada sistem TT (PP) tanpa penghantar proteksi pada kabel fleksibelnya.

3.12.2.5 Luas penampang nominal penghantar proteksi harus sekurang-kurangnya memenuhi Tabel 3.16-1 (lihat 3.16).

3.12.2.6 Pada jaringan distribusi dan instalasi listrik konsumen yang memakai sistem TT, gabungan antara sistem TN dan TT dapat dibenarkan jika telah dipastikan bahwa gabungan tersebut tidak membahayakan konsumen dengan sistem TN.

3.12.2.7 Pada instalasi listrik konsumen, penghantar netral harus berisolasi dan dilindungi dari gangguan mekanis.



Gambar 3.12-2 Contoh penyambungan BKT perlengkapan listrik melalui kontak tusuk

3.12.2.8 Pada jaringan saluran udara, penghantar bumi sistem yang terjangkau tangan harus dilindungi dari kerusakan mekanis dan sentuhan yang tidak disengaja.

3.12.2.9 Rel bumi utama harus mempunyai luas penampang sekurang-kurangnya sama dengan luas penampang penghantar proteksi yang terbesar.

3.12.2.10 Sebelum digunakan, efektifitas instalasi sistem TT harus diuji menurut 3.21.

3.12.2.11 Pelaksanaan pemasangan instalasi pembumian harus sesuai dengan 3.19.

3.13 Sistem TN atau sistem Pembumian Netral Pengaman (PNP)

3.13.1. Umum

3.13.1.1 Sistem TN dilakukan dengan cara menghubungkan semua BKT perlengkapan/ instalasi melalui penghantar proteksi ke titik sistem tenaga listrik yang dibumikan (lihat 3.5.4) sedemikian rupa sehingga bila terjadi kegagalan isolasi tercegahlah bertahannya tegangan sentuh yang terlalu tinggi karena terjadinya pemutusan suplai secara otomatis dengan bekerjanya gawai proteksi.

Umumnya titik sistem tenaga listrik yang dibumikan adalah titik netral. Jika titik netral tidak ada atau tidak terjangkau, penghantar fase harus dibumikan. Namun hal ini tidak dianjurkan di Indonesia. Dalam semua keadaan, penghantar fase tidak boleh melayani sebagai penghantar PEN (lihat 3.13.1.2).

CATATAN Jika terdapat hubungan bumi efektif yang lain, direkomendasikan bahwa penghantar proteksi juga dihubungkan ke titik tersebut di mana mungkin. Pembumian pada titik tambahan, yang terdistribusi merata mungkin, diperlukan untuk menjamin bahwa potensial penghantar proteksi tetap sedekat mungkin dengan potensial bumi dalam keadaan gangguan.

Dalam bangunan besar seperti bangunan bertingkat tinggi, pembumian penghantar proteksi tambahan tidak memungkinkan karena alasan praktis. Ikatan penyama potensial antara penghantar proteksi dan BKE dalam keadaan ini mempunyai fungsi yang serupa.

Untuk alasan yang sama, direkomendasikan bahwa penghantar proteksi dibumikan saat memasuki bangunan atau gedung.

3.13.1.2 Dalam instalasi magun (terpasang tetap), penghantar tunggal dapat melayani baik sebagai penghantar proteksi (PE) maupun sebagai penghantar netral (N), disebut penghantar PEN asalkan persyaratan 3.13.2.8 terpenuhi.

CATATAN Sistem ini dinamakan sistem TN-C (lihat 3.5.4 dan Gambar 3.5-3), namun penggunaannya dalam bangunan tidak dianjurkan karena memperbesar resiko terhadap bahaya kebakaran dan menimbulkan masalah terhadap kesesuaian elektromagnetik.

3.13.1.3 Pembumian penghantar PEN selain di sumbernya (generator atau transformator) sedapat mungkin juga di setiap konsumen. Beberapa konsumen kecil yang berdekatan satu dengan lainnya dapat dianggap sebagai satu kelompok dan penghantar PEN nya cukup dibumikan di satu titik.

3.13.2 Persyaratan

3.13.2.1 Jika terjadi gangguan hubung pendek pada suatu tempat dalam instalasi antara penghantar fase dengan penghantar proteksi PE atau BKT, maka karakteristik gawai proteksi (lihat 3.13.2.6) dan impedans sirkit harus sedemikian rupa sehingga akan terjadi pemutusan suplai secara otomatis dalam waktu yang tidak melebihi waktu pemutusan maksimum tersebut pada Tabel 3.13-1.

Untuk itu berlaku persyaratan berikut ini :

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

dengan :

Z_s adalah impedans lingkaran gangguan yang terdiri atas impedans sumber, penghantar fase dari sumber sampai ke titik gangguan dan penghantar proteksi PE antara titik gangguan dan sumber.

I_a adalah arus yang menyebabkan operasi pemutusan otomatis gawai proteksi yaitu :

- a) di dalam waktu yang dinyatakan dalam Tabel 3.13-1 sebagai fungsi tegangan nominal U_0 , atau
- b) di dalam waktu konvensional maksimum 5 detik jika dalam kondisi yang dinyatakan dalam 3.13.2.3

U_0 adalah tegangan nominal a.b. efektif ke bumi.

CATATAN 1 :

- a) Pada umumnya transformator yang dihubungkan bintang-bintang sebagai sumber tidak sesuai bagi sistem TN (PNP), karena reaktansnya terhadap arus hubung pendek antara penghantar fase dan penghantar N, penghantar PE atau BKT perlengkapan terlalu besar, kecuali bila titik netral di sisi primernya dibumikan langsung.
- b) Jika arus hubung pendek tersebut di atas tidak cukup besar sehingga gawai proteksi arus lebih (GPAL) tidak bekerja, maka dapat digunakan gawai proteksi arus sisa (GPAS).

Tabel 3.13-1 Waktu pemutusan maksimum untuk sistem TN

U_o *) volt	Waktu pemutusan detik
120	0,8
230	0,4
277	0,4
400	0,2
>400	0,1

*) Nilai didasarkan pada SNI 04-0227-1994 : Tegangan standar.

CATATAN 2 :

- a) Untuk tegangan yang berada dalam rentang toleransi yang dinyatakan dalam SNI 04-0227-1994, waktu pemutusan sesuai dengan tegangan nominal yang berlaku.
- b) Untuk nilai antara tegangan, digunakan nilai yang lebih tinggi setingkat dalam Tabel di atas.

3.13.2.2 Waktu pemutusan maksimum yang dinyatakan dalam Tabel 3.13-1 dianggap memenuhi 3.7.1.1 untuk sirkit akhir yang menyuplai perlengkapan genggam kelas I atau perlengkapan portabel, melalui kotak-kontak atau langsung tanpa kotak-kontak.

3.13.2.3 Waktu pemutusan konvensional yang tidak melampaui 5 detik diizinkan untuk sirkit distribusi.

Waktu pemutusan yang melampaui persyaratan Tabel 3.13-1 tetapi tidak melampaui 5 detik diizinkan untuk sirkit akhir yang hanya menyuplai perlengkapan pegun (stasioner), asalkan jika sirkit akhir lain yang mensyaratkan waktu pemutusan maksimum sesuai Tabel 3.13-1 dihubungkan ke PHB atau sirkit distribusi yang menyuplai sirkit akhir tersebut, salah satu kondisi berikut ini dapat dipenuhi :

- a) impedans penghantar proteksi antara PHB dan titik dimana penghantar proteksi dihubungkan ke ikatan penyama potensial utama, tidak melampaui (dalam Ω) :

$$\frac{50}{U_o} Z_s$$

atau

- b) ada ikatan penyama potensial pada PHB yang meliputi jenis BKE yang sama sebagai ikatan penyama potensial utama dan yang memenuhi untuk ikatan penyama potensial utama dalam 3.7.2.1

3.13.2.4 Jika kondisi dalam 3.13.2.1, 3.13.2.2 dan 3.13.2.3 tidak dapat terpenuhi dengan menggunakan GPAL, maka harus diterapkan ikatan penyama potensial suplemen sesuai dengan 3.7.2.2

Sebagai alternatif, proteksi harus dilengkapi dengan GPAS.

3.13.2.5 Dalam hal kasus dimana gangguan terjadi antara penghantar fase dan bumi, misalnya dalam penggunaan saluran udara, kondisi berikut ini harus dipenuhi agar supaya penghantar proteksi dan BKT yang terhubung padanya tidak mencapai tegangan ke bumi yang melampaui nilai konvensional 50 V : dengan :

$$\frac{R_B}{R_E} \leq \frac{50}{U_o - 50}$$

R_B adalah resistans seluruh elektrode bumi yang terhubung secara paralel.

R_E adalah resistans sentuh minimum dengan bumi dari BKE yang tak terhubung ke penghantar proteksi, yang melaluinya dapat terjadi gangguan antara fase dan bumi.

U_o adalah tegangan nominal a.b. efektif ke bumi.

3.13.2.6 Dalam sistem TN, dikenal penggunaan gawai proteksi berikut ini :

a) GPAL;

b) GPAS;

kecuali bahwa :

- 1) GPAS tidak boleh digunakan dalam sistem TN-C;
- 2) jika GPAS digunakan dalam sistem TN-C-S, penghantar PEN tidak boleh digunakan di sisi beban. Hubungan penghantar proteksi PE ke penghantar PEN harus dibuat di sisi sumber dari GPAS (lihat Gambar 3.15-2).

3.13.2.7 Cara menghubungkan BKT perlengkapan/instalasi adalah sebagai berikut :

3.13.2.7.1 Dalam sistem TN-C (lihat 3.13.1.2) penampang penghantar PEN tidak boleh kurang dari 10 mm² tembaga atau 16 mm² aluminium.

BKT perlengkapan dihubungkan melalui penghantar PEN ke rel/terminal PEN di dalam PHB, sedangkan terminal netralnya cukup dihubungkan ke BKT perlengkapan tersebut.

3.13.2.7.2 Dalam sistem TN-S penghantar PE terpisah dari penghantar N dan penampang penghantar PE tersebut boleh kurang dari 10 mm² tembaga atau 16 mm² aluminium, tetapi tidak boleh kurang dari penampang penghantar fasenya.

BKT perlengkapan harus dihubungkan melalui penghantar PE ke rel/terminal PE di dalam PHB.

Rel/terminal PE di PHB tersebut dihubungkan ke bumi.

Terminal N perlengkapan dihubungkan melalui penghantar N ke rel/terminal N di dalam PHB.

Rel/terminal PE di PHB dihubungkan ke rel/terminal N nya.

CATATAN Sistem TN-S dianjurkan penggunaannya di dalam bangunan.

3.13.2.7.3 Jika penghantar N tidak ada, BKT perlengkapan harus dihubungkan melalui penghantar PE ke rel/terminal PE di dalam PHB. Rel/terminal N PHB, jika ada, harus dihubungkan ke rel/terminal PE nya. Rel/terminal PE nya harus dibumikan.

Namun cara ini tidak dianjurkan di Indonesia.

3.13.2.8 Persyaratan penghantar PEN

3.13.2.8.1 Untuk kabel dalam instalasi magun (terpasang tetap) yang mempunyai luas penampang tidak kurang dari 10 mm² tembaga atau 16 mm² aluminium, suatu penghantar tunggal dapat melayani baik sebagai penghantar proteksi (PE) maupun sebagai penghantar netral (N), disebut penghantar PEN, asalkan bagian instalasi yang bersangkutan tidak diproteksi oleh gawai beroperasi arus sisa.

Meskipun demikian luas penampang minimum penghantar PEN dapat 4 mm², asalkan kabel tersebut berjenis konsentris yang memenuhi standar IEC dan hubungan kontinuitas duplikat ada pada semua sambungan dan terminasi sepanjang penghantar konsentris.

3.13.2.8.2 Penghantar PEN harus diisolasi dari tegangan tertinggi yang dapat mengenainya untuk menghindari arus sasar.

CATATAN Penghantar PEN tidak perlu diisolasi di dalam PHB.

3.13.2.8.3 Jika dari setiap titik instalasi fungsi netral dan fungsi proteksi diberikan oleh penghantar yang terpisah, tidak dibenarkan untuk menghubungkan kedua penghantar tersebut satu sama lain dari titik tersebut. Pada titik pemisahan harus disediakan rel/ terminal terpisah untuk penghantar PE dan penghantar N. Penghantar PEN harus dihubungkan ke rel/terminal yang dimaksudkan untuk penghantar PE.

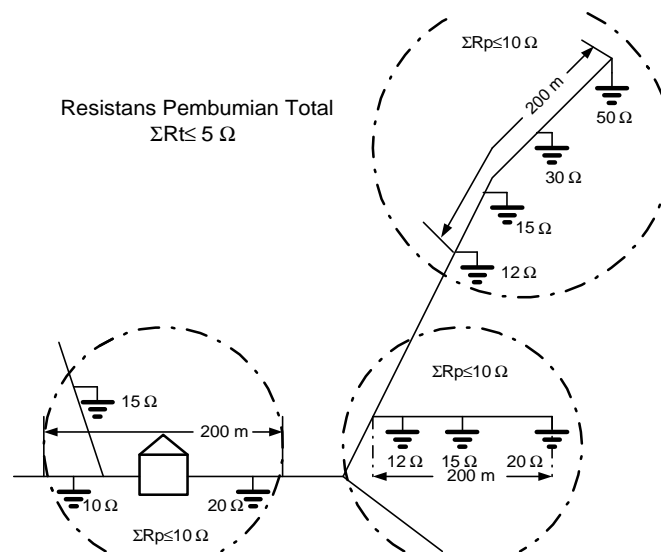
3.13.2.9 Luas penampang penghantar fase dan penghantar netral dapat dilihat pada 3.16.

3.13.2.10 Pada jaringan saluran udara, selain di sumber dan di konsumen, penghantar PEN nya harus dibumikan paling sedikit di setiap ujung cabang yang panjangnya lebih dari 200 m. Demikian pula untuk instalasi pasangan luar, penghantar PEN nya harus dibumikan. Resistans pembumian total seluruh sistem tidak boleh lebih dari 5 Ω. Untuk daerah yang resistans jenis tanahnya sangat tinggi, resistans pembumian total seluruh sistem boleh mencapai 10 Ω.

- a) Bagian penghantar bumi jaringan distribusi yang terletak di atas tanah, penampangnya tidak boleh kurang dari 16 mm² tembaga atau 100 mm² pita baja yang digalvanisasi dengan tebal minimum 3 mm. Bagian penghantar bumi jaringan distribusi yang tertanam di dalam tanah, jika penghantarnya berisolasi, luas penampang sekurang-kurangnya harus sama dengan luas penampang penghantar bumi yang terletak di atas tanah. Jika penghantarnya telanjang, maka persyaratannya sama dengan persyaratan elektoda bumi yang ditetapkan dalam 3.18.
- b) Resistans pembumian dari satu atau beberapa elektrode bumi di sekitar sumber listrik atau transformator dan di bagian jaringan pada 200 meter terakhir dari setiap cabang, tidak boleh lebih besar dari 10 Ω (lihat Gambar 3.13-1). Untuk daerah dengan resistans jenis tanah sangat tinggi, resistans pembumian tersebut boleh sampai 20 Ω.

3.13.2.11 Jika di sekitar jaringan distribusi terdapat sesuatu yang pembumiannya baik, misalnya jaringan pipa air minum dari logam yang masih digunakan, maka selama tidak bertentangan dengan ketentuan/peraturan Perusahaan Air Minum, penghantar PEN-nya harus dihubungkan pada pipa utamanya atau pada pipa masuk ke rumah.

KHA penghantar penghubungnya harus sama dengan penghantar PEN-nya. Tetapi luas penampangnya tidak perlu lebih besar dari 50 mm² tembaga atau 100 mm² pita baja yang digalvanisasi dengan tebal minimum 3 mm.



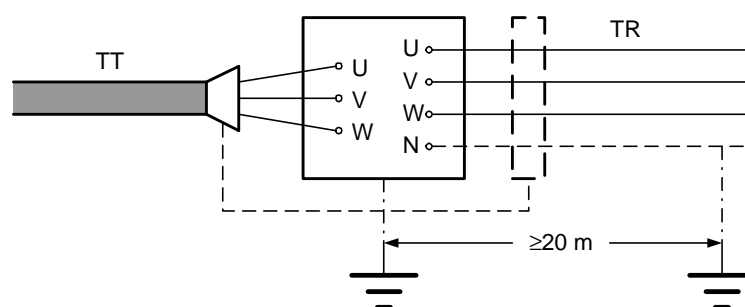
Gambar 3.13-1 Pembumian di sekitar sumber dan di setiap ujung cabang jaringan

3.13.2.12 Dalam jaringan distribusi dan instalasi yang menggunakan sistem TN-C, pembumi yang tidak dihubungkan dengan penghantar PEN dilarang.

Yang dapat dikecualikan dari larangan ini adalah :

Bagian konduktif di sisi tegangan rendah suatu instalasi transformator yang pembuminya dihubungkan dengan pembumian sisi tegangan tingginya, sedang pembumian netral sistem tegangan rendahnya terpisah (lihat Gambar 3.13-2).

3.13.2.13 Dalam jaringan saluran udara, penghantar PEN sebaiknya dipasang di bawah penghantar fasenya.



Gambar 3.13-2

3.13.2.14 Dalam instalasi konsumen penghantar PEN nya harus diisolasi dan diperlakukan sama dengan penghantar fasenya.

Jika dipakai pipa instalasi, maka penghantar PEN dan penghantar fasenya harus terletak dalam pipa yang sama. Jika dipakai kabel berinti banyak, maka penghantar PEN dan penghantar fasenya harus terletak dalam selubung yang sama. Sebagai pengecualian lihat 3.13.2.20 dan 3.13.2.21.

Pemasangan perluasan penghantar PEN dan penghantar proteksi dalam instalasi permanen yang sudah ada, tidak perlu dalam selubung yang sama, asalkan isolasinya tetap sama baik, diperlakukan sama, dan diberi tanda pengenal.

Dilarang mempersatukan penghantar PEN beberapa sirkit listrik, kecuali pada rel PHB jika penampang rel PEN dipilih sesuai dengan jumlah luas penampang fase tiap-tiap sirkit menurut 3.13.2.2.

3.13.2.15 Warna tanda pengenal untuk penghantar proteksi, penghantar PEN dan penghantar netral diatur dalam 7.2.

3.13.2.16 Dalam sistem TN-C-S, untuk penghantar proteksi PE berlakulah persyaratan sebagai berikut :

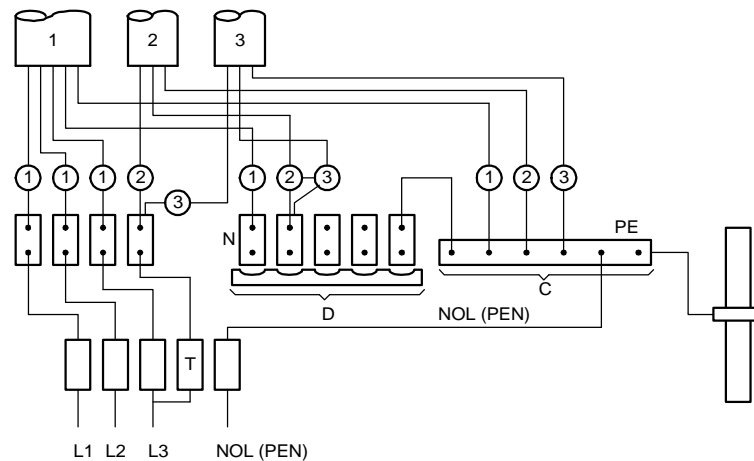
- a) KHA penghantar proteksi PE harus sama dengan KHA penghantar fase jika penampang penghantar fase tersebut sama atau kurang dari 16 mm^2 tembaga. Dalam hal lainnya maka penampang penghantar PE tidak boleh kurang dari 16 mm^2 tembaga.
- b) Sebagai penghantar proteksi dapat digunakan lapisan penghantar netral kabel konsentris atau lapisan logam pelindung kabel, asal luas penampangnya cukup, atau dapat pula digunakan bagian konstruksi seperti tersebut dalam 3.6.2.2.4).
- c) Penghantar proteksi dianjurkan dipasang terpisah dari penghantar fase; dalam hal ini penghantar proteksi seperti halnya penghantar fase harus dilindungi terhadap kerusakan mekanis dan sejauh mungkin diletakkan sejalan dengan penghantar fasenya.
- d) Penghantar proteksi keluar harus mempunyai rel atau terminal tersendiri, yaitu rel atau terminal PE. Penghantar PEN masuk harus dihubungkan ke rel atau terminal PE (lihat Gambar 3.13-3). Rel/terminal PE dibumikan. Di sebelah hilir rel/terminal PE, penghantar PE dan penghantar netral N harus terpisah.
- e) Setelah penghantar PEN masuk dipercabangkan/dipisahkan menjadi penghantar netral dan penghantar proteksi PE, kedua penghantar ini tidak boleh dihubungkan lagi satu dengan lainnya. Dengan demikian penghantar netral tidak boleh dibumikan lagi.

3.13.2.17 Dalam sistem TN-C, GPAL tidak boleh memutus penghantar PEN. Dalam sistem TN-S, jika penghantar N tidak dapat dijamin selalu berada pada potensial bumi sepanjang umur instalasi, maka GPAL boleh memutus penghantar N sekurang-kurangnya di titik masuk PHB.

CATATAN Dalam sistem TT atau IT maka GPAL harus memutus penghantar N.

3.13.2.18 Penghantar PEN tidak boleh diputuskan atau dihubungkan dengan sakelar secara tersendiri. Bila penghantar PEN itu dapat dihubungkan atau diputuskan bersama-sama dengan penghantar fasenya, maka pada saat dihubungkan, penghantar PEN nya harus terhubung lebih dahulu dan pada saat diputuskan penghantar PEN harus terputus paling akhir. Bila digunakan sakelar yang dapat membuka dan menutup dengan cepat (dengan sentakan), maka penghantar PEN dan fase boleh dihubungkan dan diputuskan serentak.

CATATAN Hal ini berlaku hanya pada saat instalasi diganti atau diperbarui.



Gambar 3.13-3 Contoh tipikal hubungan penghantar proteksi dan penghantar PEN ke rel atau terminal dalam PHB

3.13.2.19 Penghantar konsentris dari kabel tanah boleh digunakan sebagai penghantar PEN.

3.13.2.20 Lapisan timah hitam kabel tanah sebagai satu-satunya penghantar PEN dilarang digunakan, kecuali jika jaringan kabel tanah yang telah ada yang semula sudah menggunakan sistem TT, kemudian diubah menjadi sistem TN. Dalam hal ini lapisan timah hitam kabel tanah boleh digunakan sebagai satu-satunya penghantar PEN sepanjang ketentuan dalam sistem TN dapat dipenuhi, dan dipenuhi pula ketentuan tambahan sebagai berikut :

- Jika terdapat jaringan pipa air minum dari logam yang memenuhi syarat, maka lapisan timah hitam harus dihubungkan padanya di beberapa titik, jika mungkin pada setiap konsumen.
- Jika tidak ada jaringan pipa air minum dari logam, maka pada setiap konsumen harus dipasang elektrode bumi yang dihubungkan dengan lapisan timah hitam tersebut.
- Pada mof sambungan, lapisan timah hitam harus dihubungkan satu dengan yang lain dengan baik.

3.13.2.21 Penggunaan lapisan pelindung aluminium kabel tanah sebagai satu-satunya penghantar PEN dibolehkan, jika lapisan aluminium tersebut dijamin tidak terputus-putus dan pada setiap sambungan kabel lapisan aluminium tersebut disambung secara baik dan tahan lama. Lapisan pelindung aluminium tersebut dan penghantar penyambungannya di dalam mof, harus sekurang-kurangnya mempunyai KHA yang sama dengan penghantar PEN yang sesuai.

Pada pemotongan kabel tanah, lapisan pelindung aluminium tersebut harus dijembatani terlebih dahulu. Semua sambungan harus dilindungi terhadap korosi. Lapisan pelindung aluminium yang digunakan sebagai penghantar PEN dan terisolasi dari bumi, harus dibumikan di beberapa titik sepanjang jaringan kabel tanah.

3.13.2.22 Pada penyambungan perlengkapan listrik dengan menggunakan kabel fleksibel harus dipilih kabel fleksibel yang mempunyai penghantar proteksi (perhatikan pula 3.6.2.2.e)2) dan Gambar 3.13-3).

3.13.2.23 Sebelum digunakan, keefektifan dari sistem TN harus diuji menurut 3.21.

3.14 Sistem IT atau sistem Penghantar Pengaman (sistem HP)

3.14.1 Umum

3.14.1.1 Dalam sistem IT instalasi harus diisolasi dari bumi atau dihubungkan ke bumi melalui suatu impedans yang cukup tinggi. Hubungan ini dapat dibuat pada titik netral sistem maupun pada suatu titik netral buatan. Titik netral buatan dapat dihubungkan secara langsung ke bumi jika impedans urutan nol yang dihasilkan cukup tinggi. Jika tidak ada titik netral, maka penghantar fase dapat dihubungkan ke bumi melalui suatu impedans.

Arus gangguan bernilai rendah bila terjadi gangguan tunggal ke BKT atau ke bumi dan pemutusan tidak penting asalkan kondisi dalam 3.14.1.3 terpenuhi. Meskipun demikian, harus diambil tindakan untuk menghindari resiko efek patofisiologis yang berbahaya pada manusia yang tersentuh BKT secara simultan saat terjadinya dua gangguan secara simultan.

3.14.1.2 Penghantar aktif instalasi tidak boleh dihubungkan langsung ke bumi

CATATAN Untuk mengurangi tegangan lebih atau untuk meredam osilasi tegangan, mungkin perlu menyediakan pembumian melalui impedans atau titik netral buatan, dan karakteristiknya harus sesuai dengan persyaratan instalasi.

3.14.1.3 BKT harus dibumikan secara individual, dalam kelompok atau secara kolektif.

CATATAN Dalam bangunan besar, seperti bangunan bertingkat tinggi, hubungan langsung penghantar proteksi ke elektrode bumi tidak mungkin dilaksanakan karena alasan praktis. Pembumian BKT dapat dicapai dengan ikatan antara penghantar proteksi, BKT dan BKE.

3.14.2 Persyaratan

3.14.2.1 Kondisi berikut ini harus terpenuhi :

$$R_A \times I_d \leq 50 \text{ V}$$

dengan :

R_A adalah resistans elektrode bumi untuk BKT.

I_d adalah arus gangguan dari gangguan pertama dengan impedans yang dapat diabaikan (hubung pendek) antara penghantar fase dan BKT. Nilai I_d memperhitungkan arus bocor dan impedans pembumian total dari instalasi listrik.

3.14.2.2 Dalam hal dimana sistem IT dipergunakan untuk alasan kontinuitas suplai, maka sebuah gawai monitor isolasi harus disediakan untuk menunjukkan terjadinya gangguan pertama dari bagian aktif ke BKT atau ke bumi. Gawai ini harus dapat mengeluarkan sinyal yang dapat terdengar dan/atau terlihat.

Jika kedua sinyal tersebut sama-sama ada, diizinkan untuk tidak memakai sinyal yang dapat terdengar, tetapi alarm visual harus terus-menerus bekerja selama terjadinya gangguan.

CATATAN Direkomendasikan agar gangguan pertama dihilangkan dengan penundaan sesingkat mungkin.

3.14.2.3 Sesudah terjadinya gangguan pertama, kondisi untuk pemutusan suplai saat terjadinya gangguan kedua harus seperti berikut di bawah ini, tergantung apakah semua BKT terinterkoneksi oleh penghantar proteksi (dibumikan secara kolektif) atau dibumikan dalam kelompok atau secara individual.

Jika BKT dibumikan dalam kelompok atau secara individual, kondisi untuk proteksi dijelaskan dalam 3.12 seperti untuk sistem TT, kecuali bahwa kalimat kedua dalam 3.12.1.2 tidak berlaku.

Jika BKT terinterkoneksi oleh penghantar proteksi (dibumikan secara kolektif), maka kondisi sistem TN berlaku sesuai 3.14.2.4.

3.14.2.4 Kondisi berikut harus dipenuhi jika netral tidak terdistribusi :

$$Z_s \leq \frac{U_o \sqrt{3}}{2I_a}$$

Atau jika netral terdistribusi :

$$Z'_s \leq \frac{U_o}{2I_a}$$

dengan :

U_o adalah tegangan nominal a.b. efektif antara fase dan netral

U adalah tegangan nominal a.b. efektif antar fase

Z_s adalah impedans lingkaran gangguan yang terdiri atas penghantar fase dan penghantar proteksi sirkit

Z'_s adalah impedans lingkaran gangguan yang terdiri atas penghantar netral dan penghantar proteksi sirkit

I_a adalah arus operasi gawai proteksi dalam waktu pemutusan t yang ditentukan dalam Tabel 3.14-1 jika dapat diterapkan, atau selama 5 detik untuk semua sirkit lain jika waktu ini diizinkan (lihat 3.13.2.3).

3.14.2.5 Dalam sistem IT, dikenal penggunaan gawai monitor dan gawai proteksi berikut ini:

- a) gawai monitor isolasi;
- b) GPAL;
- c) GPAS.

3.14.2.6 Sirkit listrik tidak boleh dibumikan langsung. Pembumian melalui resistans yang cukup tinggi atau celah proteksi diperbolehkan. Bila dibumikan melalui resistans, resistans pembumian tersebut tidak boleh kurang dari 1000 Ω .

3.14.2.7 Semua BKT perlengkapan listrik, demikian pula BKT bagian konstruksi, jaringan pipa logam dan semua penghantar yang secara baik berhubungan dengan bumi, harus dihubungkan satu dengan yang lain secara baik dengan penghantar proteksi (perhatikan juga 3.6.2.2 d)).

Tabel 3.14-1 Waktu pemutusan maksimum dalam sistem IT (gangguan kedua)

Tegangan nominal instalasi U_0 / U volt	Waktu pemutusan detik	
	Netral tidak terdistribusi	Netral terdistribusi
120-240	0,8	5
230/400	0,4	0,8
400/690	0,2	0,4
580/1000	0,1	0,2

CATATAN :

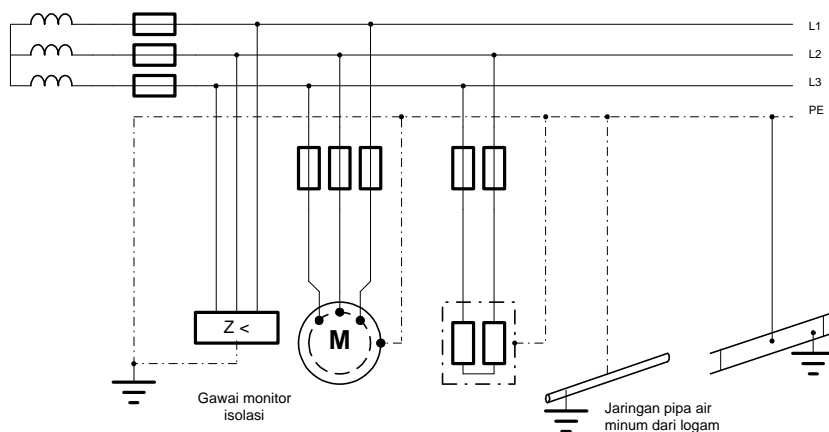
a) Untuk tegangan yang berada dalam rentang toleransi yang dinyatakan dalam SNI 04-0227-1994, waktu pemutusan sesuai dengan tegangan nominal yang berlaku.

b) Untuk nilai antara tegangan, digunakan nilai yang lebih tinggi setingkat dalam Tabel.

3.14.2.8 Pemasangan gawai monitor isolasi sesuai 3.14.2.2 (untuk memantau keadaan isolasi instalasi listrik) yang dapat memberikan isyarat yang dapat dilihat atau didengar bila keadaan isolasi turun di bawah minimum tertentu, dapat dilihat dalam Gambar 3.14-1. Bila gawai tersebut dari jenis yang terpasang antara setiap fase dan bumi maka impedans antara setiap fase dan bumi dari gawai tersebut harus sama. Ini diperlukan untuk mencegah terjadinya tegangan antara netral dan bumi dalam keadaan normal.

3.14.2.9 Sebagai penghantar proteksi dapat digunakan penghantar yang berisolasi dengan warna hijau-kuning dalam satu selubung dengan penghantar fasenya atau dapat pula terdiri dari penghantar yang terpisah (perhatikan pula ketentuan dalam 3.6.2.2 dan 7.2).

3.14.2.10 Luas penampang nominal penghantar proteksi harus sekurang-kurangnya sesuai dengan Tabel 3.16-1 dan dengan ketentuan dalam 3.19, tetapi untuk besi tidak perlu lebih besar dari 120 mm².

**Gambar 3.14-1 Contoh sistem IT**

3.14.2.11 Resistans pembumian dari seluruh sistem IT tidak boleh lebih besar dari 50 Ω . Bila nilai ini tidak dicapai, meskipun sudah digunakan elektrode bumi tambahan, maka tegangan antara penghantar proteksi dan bumi harus diproteksi dengan gawai proteksi yang memutus sirkuit bila tegangan antara penghantar proteksi dan bumi lebih dari 50 Volt.

3.14.2.12 Pelaksanaan pemasangan elektrode bumi suatu instalasi harus sesuai dengan 3.18 dan 3.19.

3.14.2.13 Pada penyambungan dengan kabel fleksibel, harus dipilih kabel fleksibel yang mempunyai penghantar proteksi (perhatikan pula Gambar 3.12-2).

3.15 Penggunaan Gawai Proteksi Arus Sisa (GPAS)

3.15.1 Umum

3.15.1.1 GPAS ialah gawai yang menggunakan pemutus yang peka terhadap arus sisa, yang dapat memutus sirkit termasuk penghantar netralnya secara otomatis dalam waktu tertentu, apabila arus sisa yang timbul karena terjadinya kegagalan isolasi melebihi nilai tertentu, sehingga tercegahlah bertahannya tegangan sentuh yang terlalu tinggi.

3.15.1.2 Pemilihan GPAS

CATATAN Persyaratan lebih rinci mengenai GPAS, termasuk arus pengenal dan tegangan pengenalnya dapat dilihat dalam IEC 755, IEC 1008-1 dan IEC 1009-1.

3.15.1.2.1 Proteksi tambahan dari sentuh langsung :

- GPAS dengan arus operasi sisa pengenal 30 mA.

3.15.1.2.2 Proteksi dari sentuh tak langsung :

a) Untuk sistem TT (sangat dianjurkan) :

- GPAS dengan arus operasi sisa pengenal 300 mA.

b) Untuk sistem TN-S dan TN-C-S (sistem TN-C tidak boleh menggunakan GPAS) dan sistem IT :

- GPAS dengan waktu pemutusan paling lambat 0,4 detik (lihat Tabel 3.13-1 dan 3.14-1).

3.15.1.2.3 Proteksi dari bahaya kebakaran (dianjurkan) :

- GPAS dengan arus operasi sisa pengenal tidak lebih dari 500 mA.

3.15.1.3 Perlengkapan listrik yang diproteksi dengan GPAS pada sistem TT harus dibumikan demikian rupa sehingga tidak mungkin timbul tegangan sentuh yang terlalu tinggi, melebihi 50 V a.b. efektif jika arus operasi sisa pengenal GPAS tersebut mengalir melalui elektrode bumi (lihat Gambar 3.15-1).

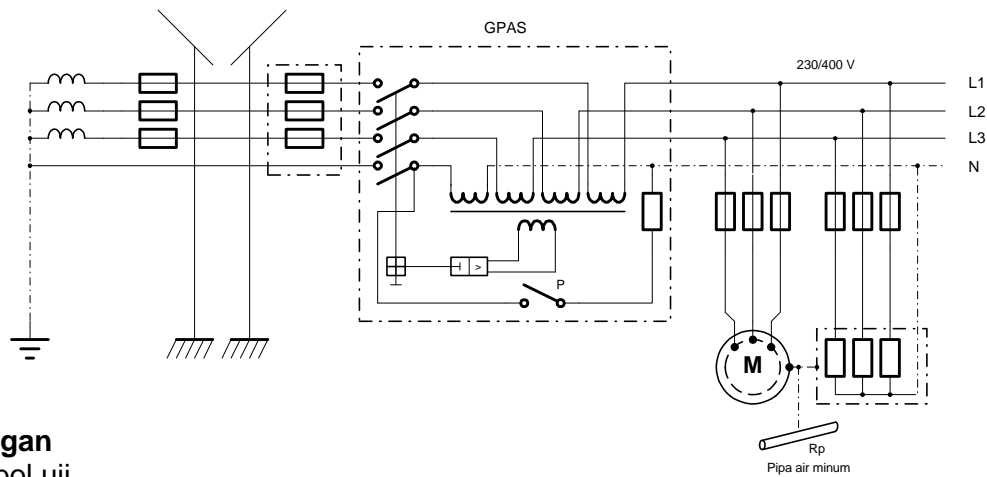
3.15.2 Persyaratan

3.15.2.1 Resistans pembumian R dalam sistem TT sebaiknya tidak boleh melebihi 100 Ω .

3.15.2.2 Pada penyambungan perlengkapan listrik dengan menggunakan kabel fleksibel harus dipilih kabel fleksibel yang mempunyai penghantar proteksi (lihat juga Gambar 3.12-2).

3.15.2.3 Pelaksanaan pemasangan instalasi pembumian harus sesuai dengan 3.18 dan 3.19.

3.15.2.4 Sebelum digunakan, keefektifan instalasi proteksi harus diuji menurut 3.21.

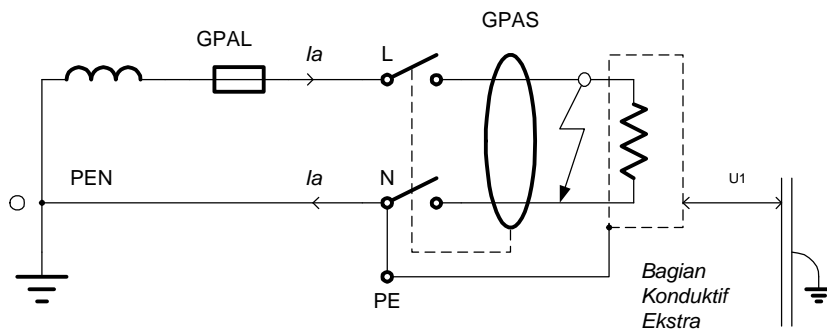


Keterangan
P = tombol uji

Gambar 3.15-1 Contoh instalasi proteksi dengan GPAS

3.15.3 Contoh pemasangan Gawai Proteksi Arus Sisa (GPAS)

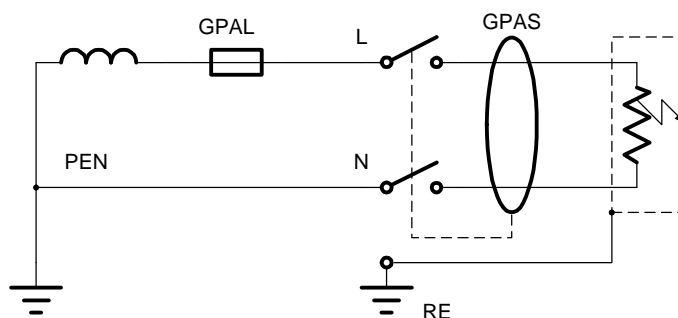
3.15.3.1 Pada sistem TN dengan penghantar PEN (lihat Gambar 3.15-2).



Keterangan
GPAL = Gawai proteksi arus-lebih
GPAS = Gawai proteksi arus-sisa

Gambar 3.15-2 Pemasangan GPAS pada sistem yang mempunyai penghantar PEN (sistem TN)

3.15.3.2 Pada sistem TT (lihat Gambar 3.15-3)



Gambar 3.15-3 Pemasangan GPAS pada sistem TT

3.16 Luas penampang penghantar proteksi dan penghantar netral

3.16.1 Luas penampang penghantar proteksi

3.16.1.1 Luas penampang penghantar proteksi tidak boleh kurang dari nilai yang tercantum dalam Tabel 3.16-1.

Jika penerapan Tabel 3.16-1 menghasilkan ukuran yang tidak standar, maka dipergunakan penghantar yang mempunyai luas penampang standar terdekat.

Tabel 3.16-1 Luas penampang minimum penghantar proteksi

Luas penampang penghantar fase instalasi S mm^2	Luas penampang minimum penghantar proteksi yang berkaitan S_p mm^2
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

Nilai dalam Tabel 3.16-1 hanya berlaku jika penghantar proteksi dibuat dari bahan yang sama dengan penghantar fase. Jika bahannya tidak sama, maka luas penampang penghantar proteksi ditentukan dengan cara memilih luas penampang yang mempunyai konduktans yang ekuivalen dengan hasil dari Tabel 3.16-1.

3.16.1.2 Luas penampang setiap penghantar proteksi yang tidak merupakan bagian kabel suplai atau selungkup kabel, dalam setiap hal tidak boleh kurang dari :

- a) $2,5 \text{ mm}^2$ jika terdapat proteksi mekanis,
- b) 4 mm^2 jika tidak terdapat proteksi mekanis.

3.16.2 Luas penampang penghantar fase dan penghantar netral

3.16.2.1 Luas penampang penghantar fase tidak boleh lebih kecil dari nilai yang diberikan dalam Tabel 3.16-2.

3.16.2.2 Penghantar netral harus mempunyai luas penampang yang sama seperti penghantar fase:

- a) pada sirkit fase tunggal dua kawat;
- b) pada sirkit fase banyak dan fase tunggal tiga kawat, jika ukuran penghantar fase lebih kecil dari atau sama dengan 16 mm^2 tembaga atau 25 mm^2 aluminium.

3.16.2.3 Untuk sirkit fase banyak dengan setiap penghantar fasenya mempunyai luas penampang lebih besar dari 16 mm^2 tembaga atau 25 mm^2 aluminium, maka penghantar netral dapat mempunyai luas penampang yang lebih kecil dari penghantar fase jika kondisi berikut ini terpenuhi secara simultan :

- a) arus maksimum yang diperkirakan termasuk harmoniknya (jika ada) dalam penghantar netral selama pelayanan normal tidak lebih besar dari KHA luas penampang penghantar netral yang diperkecil;

CATATAN Beban yang disalurkan oleh sirkit dalam kondisi pelayanan normal secara praktis terdistribusi merata di antara fase.

- b) penghantar netral diberi proteksi dari arus lebih sesuai dengan 3.16.2.4; ukuran penghantar netral sekurang-kurangnya sama dengan 16 mm^2 tembaga atau 25 mm^2 aluminium.

Tabel 3.16-2 Luas penampang minimum penghantar fase

1		2	3	
Jenis sistem pengawatan		Penggunaan sirkit	Penghantar	
			Bahan	Luas penampang mm ²
Instalasi magun (terpasang tetap)	Kabel dan penghantar berisolasi	Sirkit daya dan penerangan	Tembaga	1,5
		Sirkit sinyal dan kontrol	Aluminium	2,5 (lihat Catatan a)
	Penghantar telanjang	Sirkit daya	Tembaga	0,5 (lihat Catatan b)
		Sirkit sinyal dan kontrol	Aluminium	10 16
Sambungan fleksibel dengan penghantar berisolasi dan kabel		Untuk peranti khusus	Tembaga	Seperti ditentukan dalam standar IEC yang relevan
		Untuk setiap penerapan lainnya		0,75 (lihat Catatan c)
		Sirkit tegangan ekstra rendah untuk penerapan khusus		0,75
Catatan :				
a) Sambungan yang digunakan untuk terminasi penghantar aluminium harus diuji dan disahkan untuk penggunaan khusus ini.				
b) Dalam sirkit sinyal dan kontrol yang dimaksudkan untuk perlengkapan elektronik, diizinkan menggunakan luas penampang minimum 0,1 mm ² .				
c) Dalam kabel fleksibel multi-inti yang terdiri atas tujuh inti atau lebih, berlaku Catatan b).				

3.16.2.4 Proteksi untuk penghantar netral

3.16.2.4.1 Sistem TT dan TN

- a) Jika luas penampang penghantar netral sekurang-kurangnya sama dengan atau ekuivalen dengan penghantar fase, maka tidak perlu menyediakan gawai deteksi arus lebih atau gawai pemutus untuk penghantar netral tersebut.
- b) Jika luas penampang penghantar netral kurang dari penghantar fase, maka perlu untuk menyediakan gawai deteksi arus lebih untuk penghantar netral tersebut; gawai deteksi ini harus menyebabkan pemutusan penghantar fase, tetapi tidak perlu pemutusan penghantar netral.

Gawai deteksi arus lebih tidak perlu disediakan untuk penghantar netral jika dua kondisi berikut ini terpenuhi secara simultan:

- 1) penghantar netral diberi proteksi dari hubung pendek oleh gawai proteksi untuk penghantar fase dari sirkit, dan
- 2) arus maksimum yang mungkin melewati penghantar netral (dalam pelayanan normal) benar-benar kurang dari nilai KHA penghantar tersebut.

CATATAN Kondisi kedua tersebut memuaskan jika daya yang dialirkan terbagi semerata mungkin antara fase yang berbeda, misalnya jika jumlah daya yang diserap oleh perlengkapan pengguna arus yang disuplai dari setiap fase dan netral (seperti misalnya penerangan dan kotak-kontak) jauh lebih rendah dari daya total yang ditanggung sirkit.

3.16.2.4.2 Sistem IT

Dalam sistem IT sangat direkomendasikan bahwa penghantar netral jangan terdistribusi. Meskipun demikian jika penghantar netral terdistribusi, umumnya perlu untuk menyediakan gawai deteksi arus lebih untuk penghantar netral dari setiap sirkit, yang akan menyebabkan pemutusan semua penghantar aktif dari sirkit yang bersangkutan, termasuk penghantar netral. Tindakan tersebut tidak perlu jika:

- a) penghantar netral khusus diberi proteksi secara efektif dari hubung pendek oleh gawai proteksi yang ditempatkan pada sisi suplai, misalnya pada hulu instalasi sesuai dengan aturan yang dinyatakan dalam 3.24.4.3;
- b) atau jika sirkit khusus diberi proteksi oleh GPAS dengan arus operasi sisa pengenal tidak melebihi 0,15 kali KHA penghantar netral yang bersangkutan. Gawai tersebut harus memutus semua penghantar aktif dari sirkit bersangkutan, termasuk penghantar netral.

3.17 Rekomendasi untuk sistem TT, TN dan IT

Jenis sistem Pembumian	Proteksi tambahan terhadap sentuh langsung	Gawai proteksi untuk sentuh tak langsung saja	Gawai proteksi untuk bahaya kebakaran saja	Rekomendasi	Contoh penerapan
1.Sistem TT	GPAS 30 mA	$GPAS \leq 300 \text{ mA}$	$GPAS \leq 500 \text{ mA}$	Bila proteksinya lengkap, direkomendasikan untuk instalasi dengan resiko bahaya dan gangguan paling kecil, termasuk masalah kesesuaian elektromagnet (KEM atau EMC)	Semua bangunan perkantoran dan industri yang memerlukan instalasi yang handal, termasuk gedung pintar dan industri komputer, elektronik, telekomunikasi.
2.Sistem TN-S	GPAS 30 mA	GPAL atau GPAS $\leq 0,4$ detik	$GPAS \leq 500 \text{ mA}$	Seperti sistem TT	Seperti sistem TT
3.Sistem TN-C	Tidak bisa	GPAL $\leq 0,4$ detik	Tidak bisa	Direkomendasikan hanya untuk instalasi sederhana dengan resiko terbesar, termasuk bahaya kebakaran dan masalah KEM. Dilarang dipasang pada lokasi dengan resiko ledak dan resiko kebakaran tinggi.	
4.Sistem TN-C-S	GPAS 30 mA	GPAL atau GPAS $\leq 0,4$ detik	$GPAS \leq 500 \text{ mA}$	Bila proteksinya lengkap, hanya tidak direkomendasikan untuk instalasi yang peka terhadap masalah KEM.	Untuk rumah tangga, industri dan per-kantoran yang tidak peka terhadap masalah KEM.
5.Sistem IT	GPAS 30 mA	Gawai monitor isolasi. GPAL atau GPAS $\leq 0,4$ detik (untuk gangguan kedua)	$GPAS \leq 500 \text{ mA}$	Direkomendasikan jika kontinuitas suplai menjadi kebutuhan utama	Untuk ruang khusus di rumah sakit, dan industri atau perkantoran khusus.

Keterangan

- a) GPAS : Gawai Proteksi Arus Sisa; GPAL : Gawai Proteksi Arus lebih.
- b) Untuk proteksi dengan mempergunakan lebih dari satu jenis gawai proteksi, maka perlu diperhatikan koordinasinya.

3.18 Peraturan umum untuk elektrode bumi dan penghantar bumi

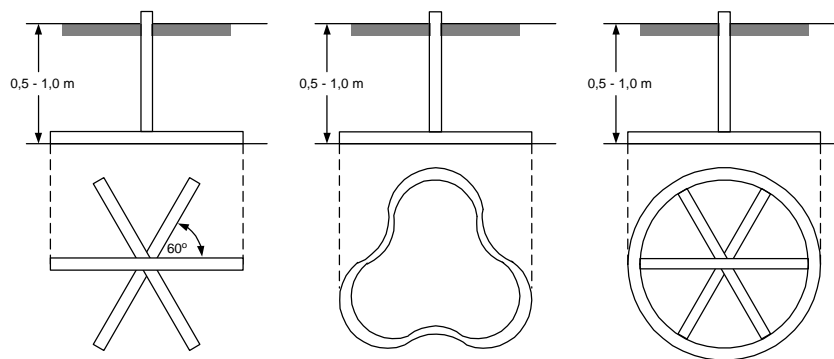
3.18.1 Umum

3.18.1.1 Elektrode bumi ialah penghantar yang ditanam dalam bumi dan membuat kontak langsung dengan bumi.

Penghantar bumi yang tidak berisolasi yang ditanam dalam bumi dianggap sebagai bagian dari elektrode bumi.

3.18.2 Jenis elektrode bumi

3.18.2.1 Elektrode pita ialah elektrode yang dibuat dari penghantar berbentuk pita atau berpenampang bulat, atau penghantar pilin yang pada umumnya ditanam secara dangkal. Elektrode ini dapat ditanam sebagai pita lurus, radial, melingkar, jala-jala atau kombinasi dari bentuk tersebut seperti pada Gambar 3.18-1, yang ditanam sejajar permukaan tanah dengan dalam antara 0,5 – 1,0 m.



Gambar 3.18-1 Cara pemasangan elektrode pita

3.18.2.2 Elektrode batang ialah elektrode dari pipa besi, baja profil, atau batang logam lainnya yang dipancangkan ke dalam tanah.

3.18.2.3 Elektrode pelat ialah elektrode dari bahan logam utuh atau berlubang. Pada umumnya elektrode pelat ditanam secara dalam.

3.18.2.4 Bila persyaratannya dipenuhi, jaringan pipa air minum dari logam dan selubung logam kabel yang tidak diisolasi yang langsung ditanam dalam tanah, besi tulang beton atau konstruksi baja bawah tanah lainnya boleh dipakai sebagai elektrode bumi.

3.18.3 Resistans jenis tanah dan resistans pembumian

3.18.3.1 Nilai resistans jenis tanah sangat berbeda-beda bergantung pada jenis tanah seperti ditunjukkan pada Tabel 3.18-1.

Tabel 3.18-1 Resistans jenis tanah

1	2	3	4	5	6	7
Jenis tanah	Tanah rawa	Tanah liat & tanah ladang	Pasir basah	Kerikil basah	Pasir dan kerikil kering	Tanah berbatu
Resistans jenis (Ω -m)	30	100	200	500	1000	3000

CATATAN Nilai resistans jenis dalam Tabel 3.18-1 adalah nilai tipikal.

3.18.3.2 Resistans pembumian

- a) Resistans pembumian dari elektrode bumi tergantung pada jenis dan keadaan tanah serta pada ukuran dan susunan elektrode.
- b) Resistans pembumian suatu elektrode harus dapat diukur. Untuk keperluan tersebut penghantar yang menghubungkan setiap elektrode bumi atau susunan elektrode bumi harus dilengkapi dengan hubungan yang dapat dilepaskan (lihat 3.19.2.5).

CATATAN Resistans pembumian total dari suatu instalasi pembumian belum dapat ditentukan dari hasil pengukuran tiap elektrode. Cara mengukurnya lihat 3.21.

- c) Tabel 3.18-2 menunjukkan nilai rata-rata resistans elektrode bumi untuk ukuran minimum elektrode bumi seperti pada Tabel 3.18-3.

Tabel 3.18-2 Resistans pembumian pada resistans jenis $\rho_1 = 100$ W-meter

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Jenis elektrode	Pita atau penghantar pilin				Batang atau pipa				Pelat vertikal dengan sisi atas ± 1 m dibawah permukaan tanah	
	Panjang (m)				Panjang (m)				Ukuran (m ²)	
	10	25	50	100	1	2	3	5	0,5x1	1x1
Resistans pembumian (Ω)	20	10	5	3	70	40	30	20	35	25

Keterangan :

Untuk resistans jenis yang lain (ρ), maka besar resistans pembumian adalah perkalian nilai di atas dengan.

$$\frac{\rho}{\rho_1} \quad \text{atau} \quad \frac{\rho}{100}$$

CONTOH :

Untuk mencapai resistans jenis pembumian sebesar 5 Ω pada tanah liat atau tanah ladang dengan resistans jenis 100 Ω meter diperlukan sebuah elektrode pita yang panjangnya 50 meter atau empat buah elektrode batang yang panjangnya masing-masing 5 meter. Jarak antara elektrode-elektrode tersebut minimum harus dua kali panjangnya (lihat 3.19.1.4).

Pada pasir basah yang resistans jenisnya 200 Ω meter, sebuah elektrode pita sepanjang 100 meter, menghasilkan resistans pembumian 6 Ω .

3.18.4 Bahan dan ukuran elektrode

3.18.4.1 Sebagai bahan elektrode digunakan tembaga, atau baja yang digalvanisasi atau dilapisi tembaga sepanjang kondisi setempat tidak mengharuskan memakai bahan lain (misalnya pada perusahaan kimia).

3.18.4.2 Ukuran minimum elektrode dapat dipilih menurut Tabel 3.18-3 dengan memperhatikan pengaruh korosi dan KHA.

CATATAN Jika keadaan tanah sangat korosif atau jika digunakan elektrode baja yang tidak digalvanisasi, dianjurkan untuk menggunakan luas penampang atau tebal sekurang-kurangnya 150 % dari yang tertera dalam Tabel 3.18-3

Tabel 3.18-3 Ukuran minimum elektrode bumi

No	Bahan jenis elektrode	1	2	3
		Baja digalvanisasi dengan proses pemanasan	Baja berlapis tembaga	Tembaga
1	Elektrode pita	-Pita baja 100 mm ² setebal minimum 3 mm	50 mm ²	Pita tembaga 50 mm ² tebal minimum 2 mm
		-Pengantar pilin 95 mm ² (bukan kawat halus)		Pengantar pilin 35 mm ² (bukan kawat halus)
2	Elektrode batang	-Pipa baja 25 mm -Baja profil (mm) L 65 x 65 x 7 U 6,5 T 6 x 50 x 3 - Batang profil lain yang setaraf	Baja berdiameter 15 mm dilapisi tembaga setebal 250 µm	
3	Elektrode pelat	Pelat besi tebal 3 mm luas 0,5 m ² sampai 1 m ²		Pelat tembaga tebal 2 mm luas 0,5 m ² sampai 1 m ²

3.18.4.3 Jika elektrode pita hanya digunakan untuk mengatur gradien tegangan, luas penampang minimum pada baja digalvanisasi atau berlapis tembaga harus 16 mm² dan pada tembaga 10 mm².

3.18.4.4 Logam ringan hanya boleh ditanam dalam suatu jenis tanah jika lebih tahan korosi daripada baja atau tembaga.

3.18.5 Jenis elektrode lain

3.18.5.1 Jika jaringan pipa air minum dari logam dipakai sebagai elektrode bumi, maka harus diperhatikan bahwa resistans pembumiannya dapat menjadi besar akibat digunakannya pipa sambungan atau flens dari bahan isolasi. Resistans pembumian yang terlalu besar harus diturunkan dengan menghubungkan jaringan tersebut dengan elektrode tambahan (misalnya selubung logam kabel).

3.18.5.2 Jika pipa air minum dari logam dalam rumah atau gedung dipakai sebagai penghantar bumi, ujung pipa kedua sisi meteran air harus dihubungkan dengan pipa tembaga yang berlapis timah dengan ukuran minimum 16 mm², atau dengan pita baja digalvanisasi dengan ukuran minimum 25 mm² (tebal pita minimum 3 mm).

3.18.5.3 Selubung logam kabel yang tidak dibungkus dengan bahan isolasi yang langsung ditanam dalam tanah boleh dipakai sebagai elektrode bumi, jika selubung logam tersebut dikedua sisi sambungan yang dihubungkan dengan penghantar yang konduktivitas minimalnya sama dengan selubung logam tersebut dan luas penampang penghantar itu minimal sebagai berikut :

- 4 mm² tembaga untuk kabel dengan penampang inti sampai 6 mm²;
- 10 mm² tembaga untuk kabel dengan penampang inti 10 mm² atau lebih.

3.19 Pemasangan dan susunan elektrode bumi dan penghantar bumi

3.19.1 Pemasangan dan susunan elektrode bumi

3.19.1.1 Untuk memilih macam elektrode bumi yang akan dipakai, harus diperhatikan terlebih dahulu kondisi setempat, sifat tanah, dan resistans pembumian yang diperkenankan.

3.19.1.2 Permukaan elektrode bumi harus berhubungan baik dengan tanah sekitarnya. Batu dan kerikil yang langsung mengenai elektrode bumi memperbesar resistans pembumian.

3.19.1.3 Jika keadaan tanah mengizinkan, elektrode pita harus ditanam sedalam 0,5 sampai 1 meter.

Pengaruh kelembaban lapisan tanah terhadap resistans pembumian agar diperhatikan. Panjang elektrode bumi agar disesuaikan dengan resistans pembumian yang dibutuhkan. Resistans pembumian elektrode pita sebagian besar tergantung pada panjang elektrode tersebut dan sedikit tergantung pada luas penampangnya.

CATATAN :

- a) Nilai pada Tabel 3.18-2 adalah untuk elektrode terpasang lurus yang menghasilkan resistans pembumian terkecil. Cara lain misalnya terpasang zig-zag atau menggelombang, menghasilkan resistans pembumian yang lebih besar untuk panjang elektrode bumi yang sama.
- b) Elektrode pita radial harus disusun simetris. Sudut antara jari-jarinya tidak perlu kurang dari 60°. Susunan lebih dari enam jari-jari pada umumnya tidak mengurangi resistans pembumian secara berarti, karena pengaruh timbal balik dari jari-jari yang berdekatan.

3.19.1.4 Elektrode batang dimasukkan tegak lurus ke dalam tanah dan panjangnya disesuaikan dengan resistans pembumian yang diperlukan (lihat Tabel 3.18-2).

Resistans pembumiannya sebgaiian besar tergantung pada panjangnya dan sedikit bergantung pada ukuran penampangnya. Jika beberapa elektrode diperlukan untuk memperoleh resistans pembumian yang rendah, jarak antara elektrode tersebut minimum harus dua kali panjangnya. Jika elektrode tersebut tidak bekerja efektif pada seluruh panjangnya, maka jarak minimum antara elektrode harus dua kali panjang efektifnya.

3.19.1.5 Elektrode pelat ditanam tegak lurus dalam tanah; ukurannya disesuaikan dengan resistans pembumian yang diperlukan (lihat Tabel 3.18-2) dan pada umumnya cukup menggunakan pelat berukuran 1 m x 0,5 m. Sisi atas pelat harus terletak minimum 1 m di bawah permukaan tanah. Jika diperlukan beberapa pelat logam untuk memperoleh resistans pembumian yang lebih rendah, maka jarak antara pelat logam, jika dipasang paralel, dianjurkan minimum 3 meter.

CATATAN Untuk memperoleh resistans pembumian yang sama, elektrode pelat memerlukan bahan yang lebih banyak jika dibandingkan dengan elektrode pita atau batang.

3.19.2 Penghantar bumi

3.19.2.1 Berdasarkan kekuatan mekanis, luas penampang minimum penghantar bumi harus sebagai berikut :

- a) untuk penghantar yang terlindung kokoh secara mekanis, 1,5 mm² tembaga atau 2,5 mm² alumunium.
- b) untuk penghantar yang tidak terlindung kokoh secara mekanis 4 mm² tembaga atau pita baja yang tebalnya 2,5 mm, dan luas penampangnya 50 mm².

3.19.2.2 Penghantar aluminium tanpa perlindungan mekanis tidak diperkenankan dipakai sebagai penghantar bumi.

3.19.2.3 Penghantar bumi harus dilindungi jika menembus langit-langit atau dinding, atau berada di tempat dengan bahaya kerusakan mekanis.

3.19.2.4 Penghantar bumi harus diberi tanda sesuai dengan 7.2.

3.19.2.5 Pada penghantar bumi harus dipasang sambungan yang dapat dilepas untuk keperluan pengujian resistans pembedaan, pada tempat yang mudah dicapai, dan sedapat mungkin memanfaatkan sambungan yang karena susunan instalasinya memang harus ada.

3.19.2.6 Sambungan penghantar bumi dengan elektrode bumi harus kuat secara mekanis dan menjamin hubungan listrik dengan baik, misalnya dengan menggunakan las, klem, atau baut kunci yang tidak mudah lepas. Klem pada elektrode pipa harus menggunakan baut dengan diameter minimal 10 mm.

3.19.2.7 Sambungan dalam tanah harus dilindungi terhadap korosi.

3.19.2.8 Penghantar bumi di atas tanah harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- a) Mudah terlihat dan jika tertutup harus mudah dicapai;
- b) Harus dilindungi dari bahaya mekanis atau kimiawi;
- c) Tidak boleh ada sakelar atau sambungan yang mudah di lepas tanpa menggunakan gawai khusus;
- d) Penghantar bumi untuk kapasitor peredam interferensi radio harus diisolasi sama seperti penghantar fase dan harus dipasang dengan cara yang sama pula, jika arus yang dialirkan melebihi 3,5 mA.

3.19.2.9 Sambungan dan hubungan antara penghantar bumi utama, penghantar bumi, dan semua cabangnya satu sama lain harus dilaksanakan demikian rupa sehingga terjaminlah hubungan listrik yang baik, dapat diandalkan dan tahan lama.

CATATAN Sambungan dan hubungan yang dibolehkan adalah sambungan dan hubungan yang menggunakan las, baut, klem dan juga sambungan selongsong jika menggunakan penghantar pilin. Sambungan dan hubungan dengan baut harus dilindungi dari kemungkinan terjadinya korosi.

3.20 Resistans isolasi suatu instalasi listrik tegangan rendah

3.20.1 Resistans isolasi suatu instalasi listrik tegangan rendah merupakan salah satu unsur yang menentukan kualitas instalasi tersebut, mengingat fungsi utama isolasi sebagai sarana proteksi dasar (lihat 3.4.1).

3.20.2 Resistans isolasi harus diukur :

- a) antar penghantar aktif secara bergiliran sepasang-sepasang;

CATATAN 1 : Dalam praktek, pengukuran hanya dapat dilakukan selama pemasangan instalasi sebelum dihubungkan ke peranti listrik.

- b) antara setiap penghantar aktif dan bumi.

CATATAN 2 :

- 1) Dalam sistem TN-C, penghantar PEN dianggap sebagai bagian bumi.
- 2) Selama pengukuran, penghantar fase dan netral dapat dihubungkan bersama.

3.20.3 Resistans isolasi yang diukur dengan nilai tegangan uji yang ditunjukkan dalam Tabel 3.20-1, akan memuaskan jika setiap sirkit (dengan peranti tidak terhubung) mempunyai resistans isolasi tidak kurang dari nilai yang diberikan dalam Tabel 3.20-1.

Pengukuran harus dilakukan dengan arus searah. Aparat pengukuran harus mampu menyuplai tegangan uji yang ditentukan dalam Tabel 3.20-1 jika dibebani dengan 1 mA. Jika sirkit mencakup gawai elektronik, maka hanya dilakukan pengukuran antara fase dan netral yang terhubung bersama ke bumi.

CATATAN Tindakan pencegahan ini diperlukan karena melakukan pengujian tanpa hubungan antar penghantar aktif dapat menyebabkan kerusakan dalam gawai elektronik.

Tabel 3.20-1 Nilai resistans isolasi minimum

Tegangan sirkit nominal V	Tegangan uji arus searah V	Resistans isolasi M Ω
Tegangan ekstra rendah (SELV, PELV dan FELV) yang memenuhi persyaratan 3.3.1 dan 3.3.2	250	$\geq 0,25$
Sampai dengan 500 V, dengan pengecualian hal tersebut di atas	500	$\geq 0,5$
Di atas 500 V	1000	$\geq 1,0$

3.21 Pengujian sistem proteksi yang memakai penghantar proteksi

3.21.1 Umum

3.21.1.1 Semua sistem proteksi yang memakai penghantar proteksi harus diuji dahulu sebelum digunakan.

Sistem proteksi yang memakai penghantar proteksi adalah :

- a) Sistem TT atau Sistem Pembumi Pengaman (Sistem PP)
- b) Sistem TN atau Sistem Pembumian Netral Pengaman (Sistem PNP)
- c) Sistem IT atau Sistem Penghantar Pengaman (Sistem HP)
- d) Proteksi dengan memakai Gawai Proteksi Arus Sisa (GPAS).

3.21.1.2 Pengujian sistem proteksi harus meliputi:

- a) Pemeriksaan awal yang teliti terhadap bagian instalasi yang penting (lihat 3.21.2.1);
- b) Pengukuran yang dapat menunjukkan keefektifan sistem proteksi (lihat 3.21.3.1 sampai dengan 3.21.3.4)

CATATAN Bila untuk keperluan pengujian digunakan arus dari jaringan, maka penghantar proteksi atau perlengkapan yang termasuk dalam sistem proteksi ini harus diberi arus secara bertahap, dimulai dari arus yang kecil. Jika ternyata pengujian dengan arus yang kecil menunjukkan

adanya kesalahan pada sistem proteksi, pengujian ini tidak boleh dilanjutkan dengan arus yang lebih besar.

3.21.2 Pemeriksaan awal

3.21.2.1 Pengujian dimulai dengan pemeriksaan awal untuk mengetahui :

- a) Apakah ukuran penghantar fase dan proteksi arus lebih benar-benar telah sesuai?
- b) Apakah penghantar proteksi mempunyai luas penampang sesuai dengan ketentuan dan terpasang serta terhubung sebagaimana mestinya?
- c) Apakah penghantar proteksi mempunyai hubungan yang tidak terputus?
- d) Apakah penghantar proteksi tidak terhubung dengan bagian yang bertegangan?
- e) Apakah penghantar PEN dan penghantar proteksi telah mempunyai tanda pengenal yang semestinya?
- f) Apakah kotak-kontak dan tusuk kontak telah mempunyai penghantar proteksi dengan luas penampang yang cukup dan telah terhubung pada kontak proteksinya? Bila BKT kotak kontak dan tusuk kontak dibuat dari logam, maka penghantar proteksi harus tersambung pula pada BKT tersebut.
- g) Khusus untuk pengujian pada proteksi dengan GPAS, apakah tegangan nominal gawai proteksi tersebut sudah sesuai dengan tegangan nominal jaringan?

3.21.3 Pengukuran dan pengujian

3.21.3.1 Pengukuran resistans pembumian dan resistans lingkaran pada sistem pembumian proteksi.

Sistem pembumian proteksi ada 2 macam yaitu:

- a) Pembumian BKT perlengkapan listrik terpisah dari pembumian sistem listriknya (sistem TT).
- b) Pembumian BKT perlengkapan listrik dihubungkan dengan pembumian sistemnya dengan melalui jaringan pipa air dari logam yang sama (sistem TN).

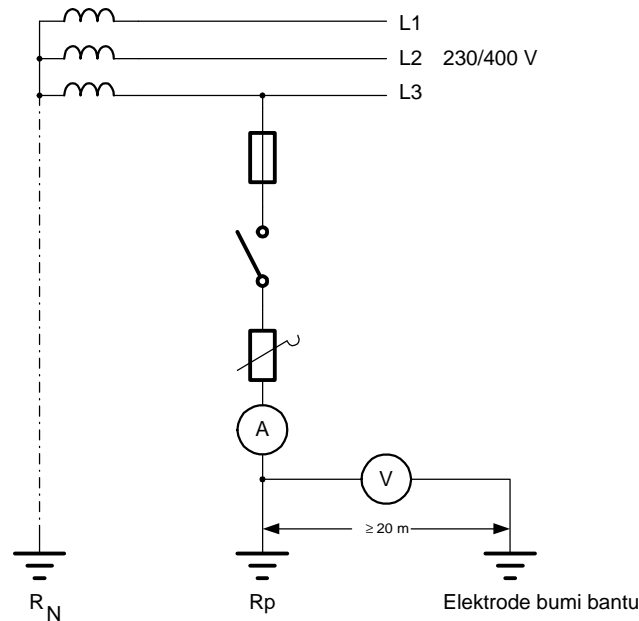
3.21.3.1.1 Pengukuran resistans pembumian yang besarnya ditentukan dalam 3.12.2.1 dan 3.15.2.1 (sistem TT) dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- a) Pengukuran dengan voltmeter dan amperemeter (Gambar 3.21-1).

Pengantar bumi dari elektrode bumi yang akan diukur dihubungkan dengan penghantar fase instalasi melalui gawai proteksi arus lebih, sakelar, resistans yang dapat diatur dari 20 Ω sampai 1000 Ω , dan amperemeter. Antara titik sirkit setelah amperemeter dengan elektrode bumi bantu, dipasang voltmeter (lihat Gambar 3.21-1).

Jika elektrode bumi yang akan diukur terdiri dari elektrode batang atau pipa tunggal, maka elektrode bumi bantu harus berjarak sekurang-kurangnya 20 meter dari elektrode bumi. Jika elektrode bumi yang akan diukur terdiri dari pita (dalam bentuk cincin, radial atau kombinasi), maka jarak antara elektrode bantu dan elektrode bumi kira-kira 3 kali garis tengah rata-rata dari susunan elektrode bumi tersebut.

Pada saat sakelar dimasukkan, resistans tersebut harus dalam kedudukan maksimum. Setelah sakelar dimasukkan, resistans diatur sedemikian rupa hingga amperemeter dan voltmeter menunjukkan simpangan secukupnya. Hasil bagi dari tegangan dan arus yang ditunjukkan oleh instrumen ukur tersebut adalah resistans pembumian yang diukur.



Gambar 3.21-1 Pengukuran resistans pembumian pada sistem TT

b) Pengukuran dengan instrumen ukur resistans pembumian

Elektrode bantu yang diperlukan untuk pengukuran ini harus berjarak minimum 20 meter jika elektrode bumi terdiri dari elektrode batang, dan berjarak kira-kira 3 kali diameternya jika elektrode bumi terdiri dari elektrode pita (dalam bentuk cincin, radial atau kombinasi). Pengukuran ini harus dilakukan dengan instrumen yang mempunyai sumber tegangan sendiri.

3.21.3.1.2 Pengukuran resistans lingkaran

Elektrode bumi yang akan diukur dihubungkan ke penghantar fase setelah gawai proteksi arus lebih melalui sakelar, resistans dan amperemeter (lihat Gambar 3.21-2).

Paralel dengan serangkaian gawai tersebut dipasang voltmeter yang mengukur tegangan antara fase dan tanah V_E bila semua sakelar dalam keadaan terbuka.

Mula-mula sakelar (S_V) ditutup. Jika tegangan tidak turun banyak, sakelar S_h baru boleh ditutup. Penunjukan tegangan V_{E1} dan arus I dicatat.

Maka resistans lingkaran :

$$R_{lk} = \frac{V_E - V_{E1}}{I}$$

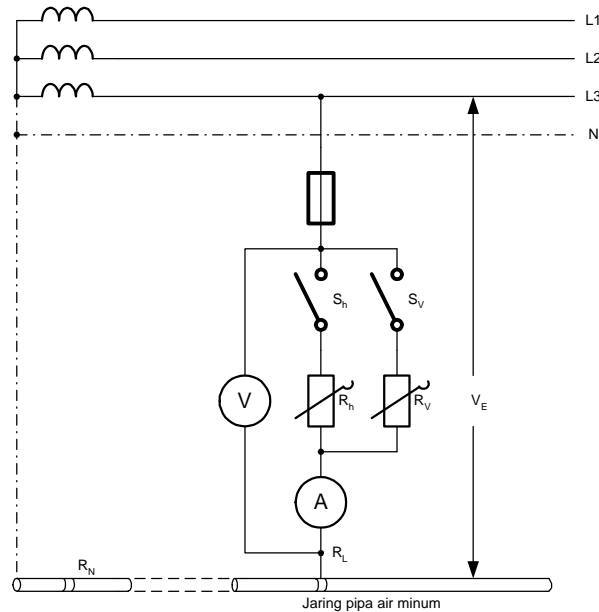
dengan :

R_{lk} = resistans lingkaran

V_E = tegangan fase terhadap bumi, dalam volt (dalam keadaan sakelar terbuka)

V_{E1} = tegangan pada resistans R_h , dalam volt (pada waktu sakelar S_h ditutup)

I = arus yang diukur dalam ampere (pada waktu sakelar S_h ditutup).



Gambar 3.21-2 Pengukuran resistans lingkaran

CATATAN :

- Resistans R_v harus kira-kira 20 kali resistans R_h , untuk mencegah tegangan sentuh yang terlalu besar yang mungkin timbul pada saat pengujian.
- Jika pada saat S_v ditutup, penunjukan voltmeter berubah banyak, berarti terdapat kesalahan pada instalasi yang kemungkinannya adalah :
 - Nilai R yang dipasang terlampau rendah;
 - Ada kontak yang kurang baik pada sirkuit lingkaran yang diukur.
- Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang teliti, selisih antara V_E dan V_{E1} harus cukup besar. Bila selisih tersebut terlalu kecil maka selisih tersebut dapat diperbesar dengan mengatur R_h secukupnya.

3.21.3.2 Pengukuran arus hubung pendek pada sistem TN (PNP)

Persyaratan pertama pada sistem TN (PNP, lihat 3.13.2.1) dapat diuji dengan cara pengukuran yang ditunjukkan pada Gambar 3.21-3.

$$I_k = \frac{V_E}{V_E - V_{E1}} I$$

dengan :

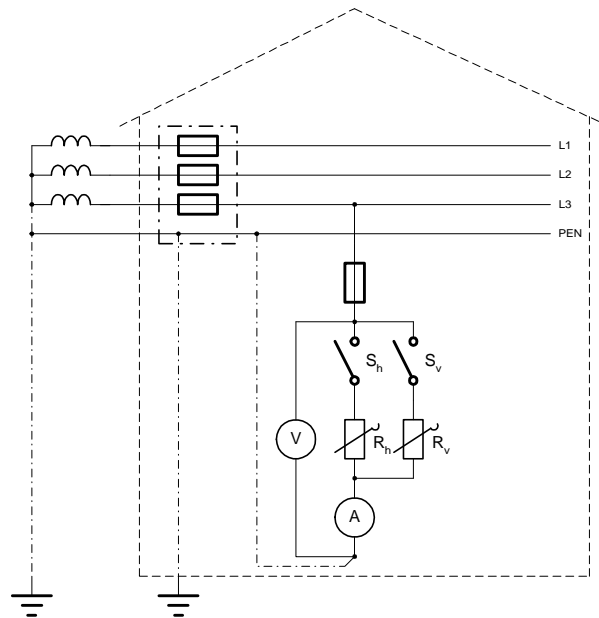
I_k = besar arus hubung pendek dalam ampere

I = besar arus yang diukur dalam ampere, pada waktu sakelar S_h ditutup

V_E = tegangan fase terhadap bumi, dalam volt (dalam keadaan sakelar terbuka)

V_{E1} = tegangan pada resistans R_h pada waktu sakelar S_h ditutup, dalam volt

Dari arus hubung pendek I_k dapat diketahui nilai arus nominal gawai proteksi arus lebih yang diijinkan sesuai dengan karakteristik gawai tersebut.



Gambar 3.21-3 Pengukuran arus hubung pendek pada sistem TN (PNP)

3.21.3.3 Pengukuran resistans pembumian atau arus hubung pendek pada sistem IT :

a) Pengukuran resistans pembumian :

- 1) Caranya sama dengan yang ditentukan dalam 3.21.3.1.1 butir a) dan b).
- 2) Untuk cara seperti pada 3.21.3.1.1 butir a), karena sistem listriknya tidak dibumikan atau dibumikan melalui resistans yang tinggi, maka sebelum pengukuran, penghantar netral atau salah satu penghantar fase lainnya perlu dibumikan melalui elektrode bumi terpisah, pada jarak 20 m baik dari elektrode bumi yang akan diukur maupun dari elektrode bumi bantu.
- 3) Bila hasil pengukuran tidak lebih besar dari yang ditentukan dalam 3.14.2.11, maka sistem penghantar proteksi dapat dinyatakan efektif.

b) Pengukuran arus hubung pendek :

- 1) Cara pengukuran adalah sama dengan yang ditentukan menurut 3.21.3.2.
- 2) Pengukuran arus hubung pendek ini harus dilakukan pada ujung saluran yang paling jauh dari sumbernya.
- 3) Dalam hal ini penghantar netral atau salah satu penghantar fasenya perlu dibumikan seperti yang ditentukan dalam 3.21.3.3 a).
- 4) Bila hasil pengukuran memenuhi persyaratan yang ditentukan dalam 3.14.2.1, maka sistem IT dinyatakan efektif.

3.21.3.4 Pengujian dan pengukuran pada GPAS

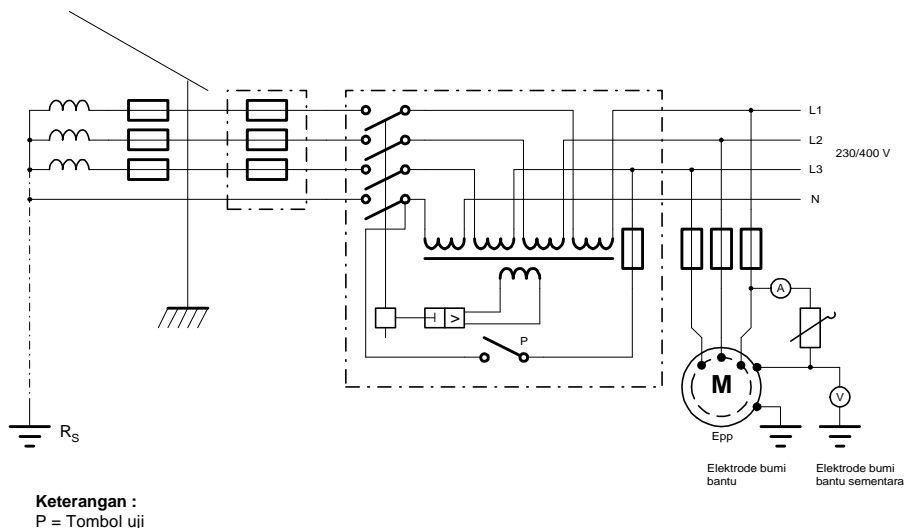
3.21.3.4.1 Pengujian berfungsinya GPAS

Pengujian dilakukan dengan cara berikut :

Dalam keadaan sakelar tertutup, tombol uji (lihat Gambar 3.21-4) ditekan, maka GPAS akan terbuka.

3.21.3.4.2 Pengukuran arus sisa dan tegangan BKT perlengkapan yang diproteksi

BKT perlengkapan yang diproteksi dihubungkan ke penghantar fase melalui ampermeter dan resistans yang dapat diatur. Sebuah voltmeter dengan resistans dalam tidak kurang dari 3000 ohm dipasang di antara BKT perlengkapan dan elektrode bumi bantu sementara yang terletak pada jarak minimum 10 meter dari elektrode bumi perlengkapan. Resistans tersebut diatur sedemikian rupa hingga tegangan ke bumi dari BKT perlengkapan yang diproteksi jauh di bawah 50 volt. Bila resistans tersebut dikurangi, arus sisa akan naik, sampai GPAS terbuka. Pada saat GPAS terbuka, arus sisa yang ditunjukkan oleh ampermeter tersebut kira-kira harus sama dengan atau kurang dari arus jatuh nominalnya, sedangkan tegangan BKT tidak boleh melebihi 50 volt.



Gambar 3.21-4 Pengukuran pada gawai proteksi arus sisa

3.22 Pengukuran resistans isolasi lantai dan dinding berkaitan dengan proteksi dengan lokasi tidak konduktif

3.22.1 Definisi dan nilai isolasi lantai dan dinding

3.22.1.1 Resistans isolasi lantai dan dinding ialah resistans antara permukaan lantai atau dinding tersebut dan bumi.

3.22.1.2 Resistans isolasi lantai dan dinding untuk memenuhi persyaratan proteksi dengan lokasi tidak konduktif (lihat 3.9, khususnya 3.9.4) harus diukur sesuai dengan 3.22.2.1 dan 3.22.2.2 di bawah ini.

3.22.2 Pengukuran isolasi lantai dan dinding

3.22.2.1 Pengukuran dilakukan sekurang-kurangnya tiga kali pada lokasi yang sama, satu dari pengukuran itu dilakukan kira-kira 1 m dari setiap BKE yang dapat terjangkau dalam lokasi tersebut. Dua pengukuran yang lain harus dilakukan pada jarak yang lebih jauh.

Seri pengukuran tersebut di atas harus diulangi untuk setiap permukaan lokasi yang relevan.

3.22.2.2 Metode untuk mengukur resistans isolasi lantai dan dinding

Sebuah tester isolasi magneto-ohmmeter atau dengan tenaga baterai yang memberikan tegangan tanpa beban kira-kira 500 V (atau 1000 V jika tegangan pengenalan instalasi melebihi 500 V) digunakan sebagai sumber arus searah (a.s.).

Resistans diukur di antara elektrode uji dan penghantar proteksi instalasi.

CATATAN Direkomendasikan bahwa pengujian dilakukan sebelum penerapan perlakuan pada permukaan (vernisi, cat atau produk serupa).

3.22.2.3 Elektrode terdiri atas sebuah pelat logam bujur sangkar berukuran 250 x 250 mm dan kertas atau kain penyerap air basah berukuran 270 x 270 mm yang ditempatkan antara pelat logam dan permukaan yang akan diuji.

Selama pengukuran, suatu daya (beban) kira-kira sebesar 750 N (sekitar 75 kg, untuk lantai) atau 250 N (sekitar 25 kg, untuk dinding) diterapkan di atas pelat logam tersebut. Untuk meratakan beban, dapat digunakan kayu yang diletakkan di atas pelat logam.

3.23 Proteksi dari efek termal

3.23.1 Umum

3.23.1.1 Manusia, perlengkapan magun (terpasang tetap), dan bahan magun (terpasang tetap) yang berdekatan dengan perlengkapan listrik harus diberi proteksi dari efek panas yang berbahaya yang dihasilkan oleh perlengkapan listrik, atau radiasi termal, terutama efek berikut ini:

- a) pembakaran atau penurunan mutu (degradasi) bahan;
- b) resiko luka bakar;
- c) pemburukan fungsi keselamatan dari perlengkapan yang terpasang.

CATATAN Proteksi dari arus lebih diuraikan dalam 3.24

3.23.2 Proteksi dari kebakaran

3.23.2.1 Perlengkapan listrik tidak boleh menimbulkan bahaya kebakaran pada bahan yang berada di dekatnya.

Setiap instruksi pemasangan yang relevan dari pabrikan harus dipatuhi sebagai tambahan persyaratan.

3.23.2.2 Jika perlengkapan magun (terpasang tetap) dapat mencapai suhu permukaan yang dapat menyebabkan bahaya kebakaran pada bahan yang berada didekatnya, maka perlengkapan harus :

- a) dipasang pada atau dalam bahan yang akan tahan terhadap suhu tersebut dan mempunyai konduktans termal yang rendah, atau
- b) diberi tabir terhadap elemen konstruksi bangunan, yang terbuat dari bahan yang akan tahan terhadap suhu tersebut dan mempunyai konduktans termal yang rendah;
- c) dipasang sedemikian rupa agar memungkinkan disipasi panas yang aman pada jarak yang cukup dari setiap bahan yang dapat terkena efek termal yang merusak karena suhu tersebut, dan setiap sarana penyangga mempunyai konduktans termal yang rendah.

3.23.2.3 Jika busur api atau latu (percikan api) dapat dipancarkan oleh perlengkapan yang dalam pelayanan normal terhubung secara permanen, maka perlengkapan harus :

- a) seluruhnya terselungkup dalam bahan tahan busur api, atau
- b) diberi tabir oleh bahan tahan busur api terhadap elemen bangunan yang dapat terkena efek termal yang merusak dari busur api, atau
- c) dipasang sedemikian rupa agar memungkinkan pemadaman busur api dengan aman pada jarak yang cukup dari elemen bangunan yang dapat terkena efek termal yang merusak dari busur api tersebut.

Bahan tahan busur api yang digunakan untuk tindakan proteksi ini harus tidak dapat terbakar, berkonduktivitas termal rendah, dan mempunyai tebal yang memadai untuk memberikan kestabilan mekanis.

3.23.2.4 Perlengkapan magun (terpasang tetap) yang menyebabkan pemusatan atau konsentrasi panas harus berada pada jarak yang cukup dari setiap benda atau bagian bangunan magun (terpasang tetap), sehingga benda atau elemen bangunan tersebut dalam kondisi normal tidak dapat terkena suhu yang berbahaya.

3.23.2.5 Bila mana perlengkapan listrik dalam satu lokasi berisi cairan yang mudah terbakar dalam jumlah yang signifikan, maka harus diambil tindakan pencegahan untuk mencegah cairan yang terbakar dan hasil pembakaran cairan (api, asap, gas beracun) menyebar ke bagian bangunan yang lain.

CATATAN :

- a) Contoh tindakan pencegahan tersebut adalah :
 - 1) lubang drainase untuk menampung kebocoran cairan dan menjamin pemadamannya saat terjadi kebakaran, atau
 - 2) instalasi perlengkapan dalam ruang tahan api yang memadai dan diberi penghalang atau sarana lain untuk mencegah cairan yang terbakar menyebar ke bagian bangunan yang lain, ruang tersebut berventilasi hanya ke atmosfer luar.
- b) Batas terendah yang dapat diterima untuk jumlah yang signifikan umumnya adalah 25 liter.
- c) Bila kurang dari 25 liter, suatu susunan yang mencegah keluarnya cairan telah memadai.
- d) Dianjurkan untuk memutus suplai pada saat mulai terjadi kebakaran.

3.23.3 Proteksi dari luka bakar

3.23.3.1 Bagian perlengkapan listrik yang dapat terjangkau dalam jangkauan tangan tidak boleh mencapai suhu yang mungkin menyebabkan luka bakar pada manusia, dan harus memenuhi batas yang sesuai yang dinyatakan dalam Tabel 3.23-1. Semua bagian instalasi yang dalam pelayanan normal, bahkan selama periode singkat, mungkin mencapai suhu yang melampaui batas yang dinyatakan dalam Tabel 3.23-1 harus dilindungi untuk mencegah setiap sentuh yang tidak disengaja.

Bagaimanapun, nilai dalam Tabel 3.23-1 tidak berlaku untuk perlengkapan yang memenuhi batas suhu untuk permukaan terbuka bagi keselamatan dari luka bakar yang ditetapkan dalam standar untuk jenis perlengkapan tersebut.

Tabel 3.23-1 Batas suhu dalam pelayanan normal untuk bagian perlengkapan yang dapat terjangkau dalam jangkauan tangan

Bagian yang dapat terjangkau	Bahan dari permukaan yang dapat terjangkau	Suhu maksimum
		°C
Sarana genggam operasi	Logam	55
	Bukan logam	65
Bagian yang dimaksudkan untuk disentuh tetapi bukan sarana genggam	Logam	70
	Bukan logam	80
Bagian yang tidak perlu disentuh untuk operasi normal	Logam	80
	Bukan logam	90

3.23.4 Proteksi dari panas lebih

3.23.4.1 Sistem pemanas udara paksa

3.23.4.1.1 Sistem pemanas udara paksa harus sedemikian sehingga elemen pemanasnya, selain daripada pemanas gudang sentral, tidak dapat diaktifkan sampai aliran udara yang ditentukan telah tersedia dan dinonaktifkan jika aliran udara dihentikan.

Sebagai tambahan, sistem tersebut harus mempunyai dua gawai pembatas suhu yang independen satu sama lain untuk mencegah dilampauinya suhu yang diizinkan di dalam pipa (dak) udara.

3.23.4.1.2 Rangka dan selungkup elemen pemanas harus dari bahan yang tidak dapat terbakar.

3.23.4.2 Peranti yang menghasilkan air panas atau uap panas

Seluruh peranti yang menghasilkan air panas atau uap panas harus diberi proteksi dari panas lebih ketika desain atau pemasangan dalam semua kondisi pelayanan. Kecuali jika peranti secara keseluruhan memenuhi standar yang sesuai, maka proteksi harus dengan sarana gawai tanpa setelan ulang sendiri yang sesuai, yang berfungsi tidak tergantung dari termostat.

Jika peranti tidak mempunyai keluaran yang bebas, maka harus dilengkapi juga dengan gawai yang membatasi tekanan air.

3.24 Proteksi dari arus lebih

3.24.1 Umum

Penghantar aktif harus diberi proteksi dengan satu atau lebih gawai untuk pemutusan suplai secara otomatis pada saat beban lebih (lihat 3.24.3) dan hubung pendek (lihat 3.24.4) kecuali dalam hal arus lebih dibatasi sesuai dengan 3.24.6. Selanjutnya proteksi dari beban lebih dan dari hubung pendek harus dikoordinasikan sesuai dengan 3.24.5.

CATATAN :

- a) Penghantar aktif yang diberi proteksi dari beban lebih sesuai dengan 3.24.3 dianggap juga diberi proteksi dari gangguan yang mungkin menyebabkan arus lebih dengan besaran yang sama dengan arus beban lebih.
- b) Untuk kondisi penerapannya lihat IEC 364-4-473.
- c) Proteksi penghantar sesuai dengan ini tidak perlu memproteksi perlengkapan yang dihubungkan pada penghantar.

3.24.2 Sifat gawai proteksi

Gawai proteksi harus dari jenis yang sesuai seperti ditunjukkan dalam 3.24.2.1 sampai dengan 3.24.2.3.

3.24.2.1 Gawai yang menjamin proteksi dari arus beban lebih maupun arus hubung pendek. Gawai proteksi ini harus mampu memutus setiap arus lebih sampai dengan dan termasuk arus hubung pendek prospektif pada titik gawai dipasang. Gawai ini harus memenuhi persyaratan 3.24.3 dan 3.24.4.3.1.

Gawai proteksi tersebut dapat berupa :

- a) pemutus sirkit dilengkapi dengan pelepas beban lebih (lihat IEC 157-1);
- b) pemutus sirkit bersama dengan pengaman lebur (PL atau sekering);
- c) jenis PL atau kawat PL sebagai berikut :
 - 1) pengaman lebur gl yang diuji sesuai dengan IEC 269-2 dan IEC 269-3.
 - 2) pengaman lebur yang mempunyai kawat PL gll diuji dengan perlengkapan (rig) uji khusus yang mempunyai konduktivitas termal tinggi.

CATATAN :

- a) PL terdiri dari semua bagian yang membentuk gawai proteksi yang lengkap.
- b) Penggunaan gawai proteksi yang mempunyai kapasitas pemutusan di bawah nilai arus hubung pendek prospektif di tempat pemasangannya harus memenuhi persyaratan 3.24.4.3.1

3.24.2.2 Gawai yang hanya menjamin proteksi dari arus beban lebih

Gawai tersebut umumnya berupa gawai proteksi waktu tunda invers yang kapasitas pemutusannya dapat berada di bawah nilai arus hubung pendek prospektif pada titik dimana gawai tersebut dipasang. Gawai ini harus memenuhi persyaratan 3.24.3.

3.24.2.3 Gawai yang hanya menjamin proteksi dari arus hubung pendek

Gawai tersebut dapat dipasang jika proteksi beban lebih dicapai dengan sarana lain atau jika IEC 364-4-473 mengizinkan proteksi beban lebih ditiadakan. Gawai tersebut harus mampu memutus arus hubung pendek sampai dengan dan termasuk arus hubung pendek prospektif dan harus memenuhi persyaratan 3.24.4.

3.24.3 Proteksi dari arus beban lebih

3.24.3.1 Umum

Gawai proteksi harus disiapkan untuk memutus setiap arus beban lebih yang mengalir pada penghantar sirkit sebelum arus tersebut dapat menyebabkan kenaikan suhu yang merusak isolasi, sambungan, terminasi atau sekeliling penghantar.

3.24.3.2 Koordinasi antara penghantar dan gawai proteksi

Karakteristik operasi suatu gawai yang memproteksi kabel terhadap beban lebih harus memenuhi dua kondisi sebagai berikut :

a) $I_B \leq I_n \leq I_z$;

b) $I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$;

dengan :

I_B = arus yang mendasari desain sirkit.

I_z = kemampuan hantar arus (KHA) kontinu dari kabel (lihat BAB 7)

I_n = arus nominal dari gawai proteksi.

CATATAN 1 : Untuk gawai proteksi yang dapat diatur, arus nominal I_n adalah setelan arus yang dipilih.

I_2 = arus yang menjamin operasi efektif gawai proteksi; dalam praktek I_2 diambil sama dengan :

- 1) arus operasi dalam waktu konvensional untuk pemutus sirkit
- 2) arus pemutusan (peleburan) dalam waktu konvensional untuk PL jenis gI.
- 3) 0,9 kali arus pemutusan dalam waktu konvensional untuk PL jenis gII.

CATATAN 2 :

- a) Faktor 0,9 diperhitungkan terhadap pengaruh perbedaan pada kondisi pengujian antara PL jenis gI dan kawat PL jenis gII, sebab kawat PL jenis gII umumnya diuji dalam perlengkapan uji konvensional dimana kondisi pendinginannya lebih baik.
- b) Proteksi sesuai dengan Ayat ini tidak menjamin proteksi yang lengkap dalam hal tertentu, misalnya terhadap arus lebih terus menerus yang kurang dari I_2 , yang perlu menghasilkan pemecahan yang ekonomis. Oleh karena itu dianggap bahwa sirkit didesain sedemikian sehingga beban lebih kecil yang berdurasi lama tidak akan sering terjadi.

3.24.3.3 Proteksi penghantar paralel

Jika gawai proteksi yang sama memproteksi beberapa penghantar paralel, maka nilai I_z adalah jumlah KHA dari berbagai penghantar. Ketentuan ini hanya dapat diterapkan jika penghantar disusun sedemikian sehingga dapat mengalirkan arus yang sama.

3.24.4 Proteksi dari arus hubung pendek

3.24.4.1 Umum

Gawai proteksi harus disediakan untuk memutus setiap arus hubung pendek yang mengalir pada penghantar sirkit sebelum arus tersebut dapat menyebabkan bahaya karena efek termal dan mekanis yang terjadi pada penghantar dan hubungan.

3.24.4.2 Penentuan arus hubung pendek prospektif

Arus hubung pendek prospektif pada setiap titik instalasi yang relevan harus ditentukan. Hal ini dapat dilakukan dengan perhitungan atau dengan pengukuran.

3.24.4.3 Karakteristik gawai proteksi hubung pendek

Setiap gawai proteksi hubung pendek harus memenuhi kedua kondisi berikut ini :

3.24.4.3.1 Kapasitas pemutusan tidak boleh kurang dari arus hubung pendek prospektif pada tempat instalasinya, kecuali berlaku kondisi sebagai berikut :

Kapasitas pemutusan yang lebih rendah diizinkan jika gawai proteksi lain yang mempunyai kapasitas pemutusan yang diperlukan dipasang pada sisi suplai. Dalam hal ini, karakteristik gawai harus dikoordinasikan sedemikian sehingga energi yang dialirkan melalui kedua gawai tersebut tidak melampaui yang dapat ditahan oleh gawai pada sisi beban dan penghantar yang diamankan oleh kedua gawai tersebut tanpa kerusakan.

CATATAN Dalam hal tertentu seperti stres dinamik dan energi busur api mungkin perlu diperhitungkan karakteristik lain untuk gawai pada sisi beban. Rincian karakteristik yang memerlukan koordinasi dapat diperoleh dari pabrikan gawai yang bersangkutan.

3.24.4.3.2 Semua arus yang disebabkan hubung pendek yang terjadi pada setiap titik sirkit harus diputus dalam waktu yang tidak melampaui waktu yang membuat penghantar mencapai suhu batas yang dapat diterima.

Untuk hubung pendek yang berdurasi sampai dengan lima detik, maka waktu t (selama waktu tersebut arus hubung pendek yang ditentukan akan menaikkan suhu penghantar dari suhu tertinggi yang diizinkan dalam kerja normal sampai mencapai suhu batas) dapat dihitung dari rumus pendekatan sebagai berikut :

$$\sqrt{t} = k \bullet \frac{S}{I}$$

dengan :

t = durasi dalam detik.

S = luas penampang dalam mm^2

I = arus hubung pendek efektif dalam Ampere (dinyatakan sebagai nilai efektif).

k = 115 untuk penghantar tembaga diisolasi dengan PVC.

135 untuk penghantar tembaga diisolasi dengan karet biasa, karet butil, polietilen sambung silang (XLPE), dan karet etilenpropilen (EPR).

74 untuk penghantar aluminium diisolasi dengan PVC.

87 untuk penghantar aluminium diisolasi dengan karet biasa, karet butil, XLPE dan EPR.

115 untuk sambungan solder timah pada penghantar tembaga dengan suhu 160 °C.

CATATAN :

- a) Untuk durasi sangat pendek ($< 0,1$ detik) dimana asimetri arus adalah penting dan untuk gawai pembatas arus, $k^2 S^2$ harus lebih besar dari nilai energi yang melaluinya ($I^2 t$) yang ditentukan oleh pabrikan gawai proteksi.
- b) Arus nominal gawai proteksi hubung pendek dapat lebih besar dari KHA dari kabel.

3.24.5 Koordinasi proteksi beban lebih dan hubung pendek

3.24.5.1 Proteksi diberikan oleh satu gawai

Jika gawai proteksi beban lebih memenuhi 3.24.3 dan mempunyai kapasitas pemutusan tidak kurang dari nilai arus hubung pendek prospektif di titik pemasangannya, maka dianggap bahwa memproteksi penghantar pada sisi beban di titik tersebut juga memproteksi terhadap arus hubung pendek.

CATATAN Asumsi ini belum tentu sah untuk seluruh julat arus hubung pendek; keabsahannya harus diperiksa sesuai dengan persyaratannya 3.24.4.3.

3.24.5.2 Proteksi diberikan oleh gawai terpisah

Persyaratan 3.24.3 dan 3.24.4 masing-masing berlaku untuk gawai proteksi beban lebih dan untuk gawai proteksi hubung pendek.

Karakteristik gawai harus dikoordinasikan sedemikian sehingga energi yang mengalir melalui gawai proteksi hubung pendek tidak melampaui yang dapat ditahan oleh gawai proteksi beban lebih tanpa kerusakan.

CATATAN Persyaratan ini tidak meniadakan jenis koordinasi yang ditentukan dalam IEC 292-1A.

3.24.6 Pembatasan arus lebih dengan karakteristik suplai

Penghantar dianggap telah diberi proteksi terhadap arus beban lebih dan arus hubung pendek jika disuplai dari suatu sumber yang tidak mampu menyuplai suatu arus yang melampaui KHA penghantar (misalnya transformator bel tertentu, transformator las tertentu dan jenis tertentu pembangkit termolistrik).

3.25 Proteksi instalasi listrik dari tegangan lebih akibat petir

3.25.1 Umum

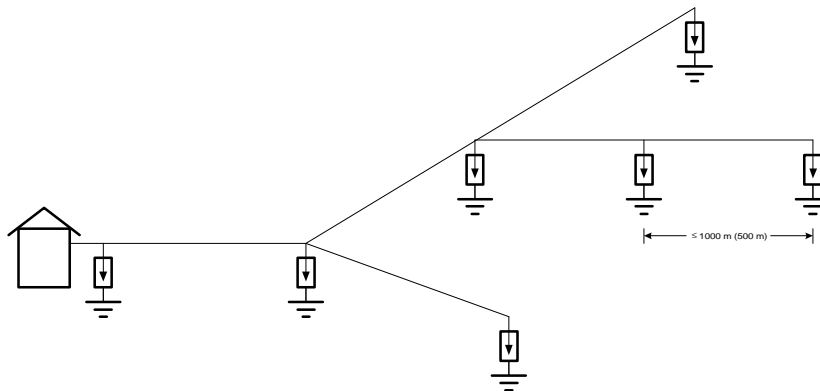
3.25.1.1 Pasal ini mengatur proteksi instalasi listrik dari tegangan lebih yang berasal dari penghantar saluran udara tegangan rendah dan instalasi penangkal petir bangunan akibat sambaran petir.

3.25.2 Persyaratan

3.25.2.1 Proteksi instalasi listrik yang dihubungkan dengan penghantar saluran udara tegangan rendah (bila diperlukan) harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

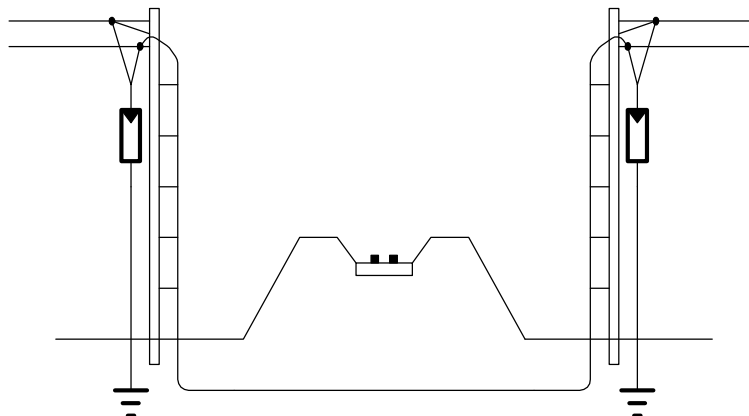
3.25.2.1.1 Penempatan arester pada saluran udara dilaksanakan sebagai berikut :

- a) Arestor sedapat mungkin dipasang pada titik percabangan, dan pada ujung-ujung saluran yang panjang, baik saluran utama maupun saluran cabang. Jarak antara arester yang satu dan yang lain tidak boleh melebihi 1000 meter dan di daerah banyak petir, jaraknya tidak boleh lebih dari 500 meter (lihat Gambar 3.25-1).



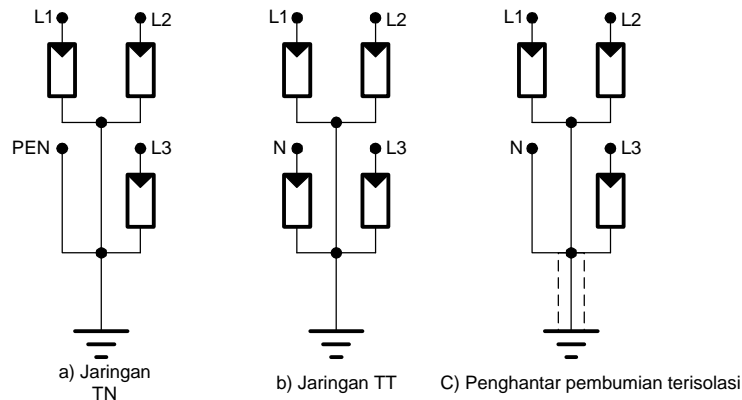
Gambar 3.25-1 Penempatan arester pada saluran udara tegangan rendah

- b) Jika terdapat kabel tanah sebagai bagian dari sistem, arester dipasang pada kedua sisi ujung kabel (lihat Gambar 3.25-2).



Gambar 3.25-2 Penempatan arester pada ujung kabel

- c) Pada jaringan dengan sistem TN, arester dipasang pada ketiga penghantar fase. Penghantar bumi arester dihubungkan dengan penghantar netral dan kemudian dibumikan.
- d) Pada jaringan yang menggunakan sistem TT, selain arester seperti yang disebutkan dalam butir c) di atas, harus dipasang pula arester tambahan yang menghubungkan penghantar netral dengan bumi (lihat Gambar 3.25-3). Bila penghantar netral pada tempat pemasangan arester tersebut dibumikan, maka arester pada penghantar netral tidak diperlukan, tetapi penghantar buminya harus diisolasi.

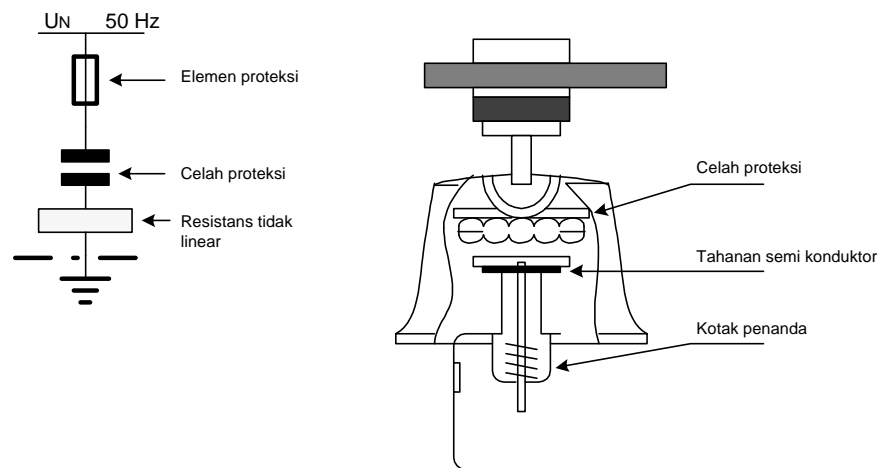


Gambar 3.25-3 Susunan pemasangan arester

3.25.2.1.2 Untuk mendapatkan efek proteksi yang baik dari arester, maka arester tersebut harus dibumikan melalui penghantar pembumi yang sependek-pendeknya, dan dengan resistans pembumian sekecil mungkin.

CATATAN Elektrode bumi yang sudah ada, misalnya instalasi penangkal petir dan jaringan pipa air minum dari logam yang ditanam yang masih digunakan dan memenuhi syarat, dapat dipakai untuk pembumian arester.

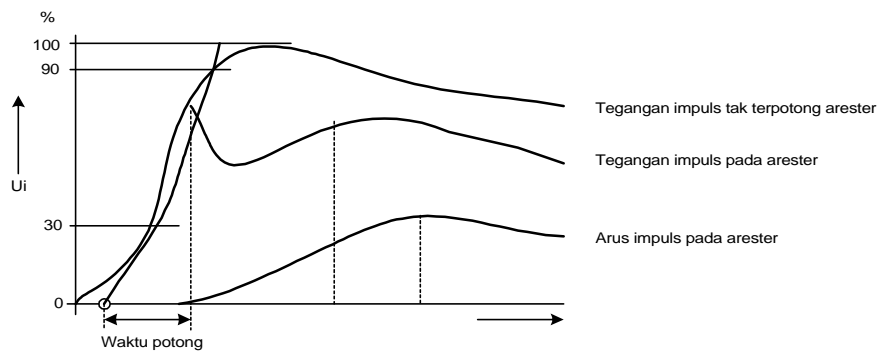
3.25.2.1.3 Arestor yang dipasang pada saluran udara tegangan rendah digunakan untuk membatasi tegangan lebih, dan pada prinsipnya terdiri atas rangkaian seri celah proteksi, tahanan tidak linear dan elemen proteksi (lihat Gambar 3.25-4). Dengan pemasangan arester maka tegangan lebih impuls akibat petir secara aman akan disalurkan ke bumi. Karakteristik arester yang biasa digunakan pada saluran udara tegangan rendah saat ini dapat dilihat pada Gambar 3.25-5.



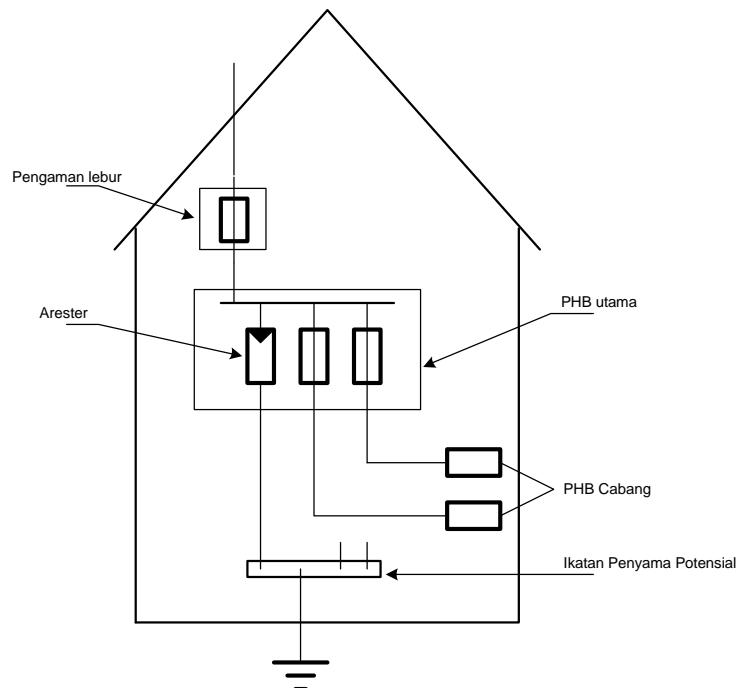
Gambar 3.25-4 Prinsip dasar dan tipikal arester saluran udara tegangan rendah

3.25.2.2 Penempatan arester pada instalasi konsumen dilaksanakan sebagai berikut :

3.25.2.2.1 Arestor sedapat mungkin dipasang di dekat titik masuk instalasi rumah dan sedapat mungkin ditempatkan bersama di dalam PHB utama. Arestor harus dibumikan dengan penghantar pembumian yang sependek mungkin dan pembumian arester harus disatukan dengan pembumian instalasi listrik. Penyatuan pembumian ini dianjurkan dengan menggunakan ikatan penyama potensial (IPP) yang dibumikan (lihat Gambar 3.25-6). Arestor harus dipasang di tempat yang tidak akan menjadi elemen pemicu kebakaran.



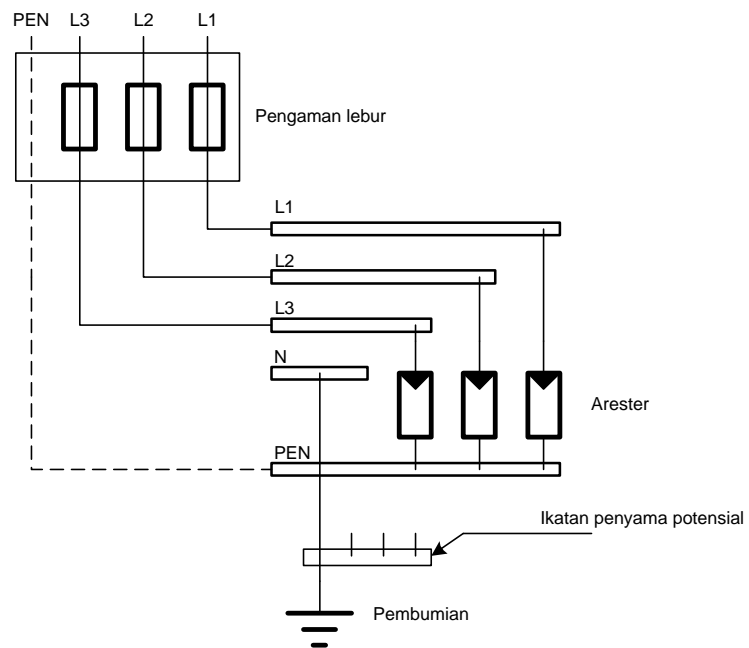
Gambar 3.25-5 Karakteristik kerja arrester



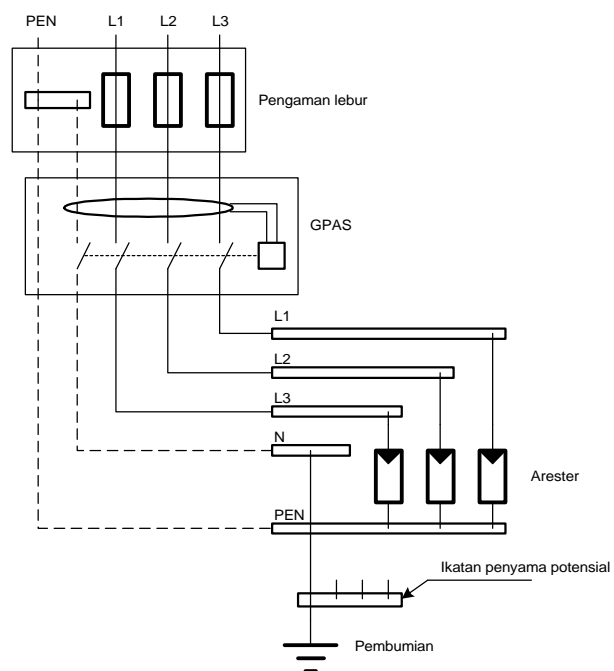
Gambar 3.25-6 Penempatan arrester pada instalasi konsumen

3.25.2.2.2 Berbagai kemungkinan penempatan arrester untuk sistem TN, TT dan berlaku prinsip yang disampaikan pada Gambar 3.25-3. Gambar 3.25-7 memperlihatkan contoh penempatan arrester pada instalasi konsumen yang dipadukan dengan gawai proteksi arus lebih (GPAL) dan Gambar 3.25-8 memperlihatkan contoh penempatan arrester yang dipadukan dengan gawai proteksi arus sisa (GPAS).

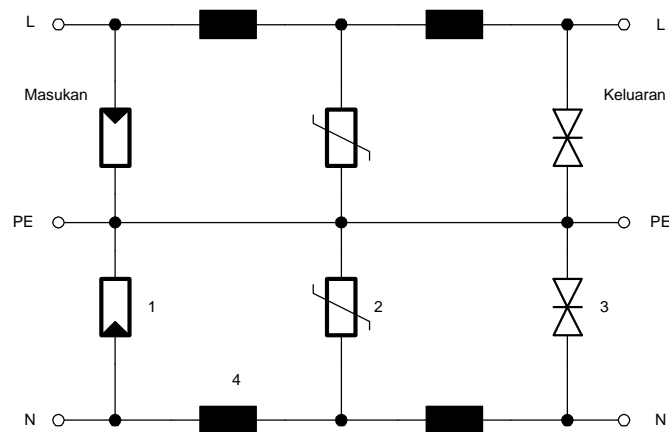
3.25.2.3 Penempatan arrester pada instalasi sistem informasi dilaksanakan sebagai berikut : Aparat elektronik pada instalasi sistem informasi seperti aparat instrumentasi, komputer dan komunikasi sangat peka terhadap pembebanan tegangan lebih dan memerlukan proteksi dari tegangan lebih dengan menggunakan arrester khusus. Arrester tersebut dapat berupa arrester isi gas, varistor, zener diode atau gabungannya. Gambar 3.25-9 memperlihatkan rangkaian gabungan proteksi tegangan lebih yang menggunakan arrester gas, varistor dan zener diode dan Gambar 3.25-10 memperlihatkan contoh penempatan arrester lengkap pada instalasi konsumen dan instalasi sistem informasi.



Gambar 3.25-7 Penempatan arrester untuk sistem TN



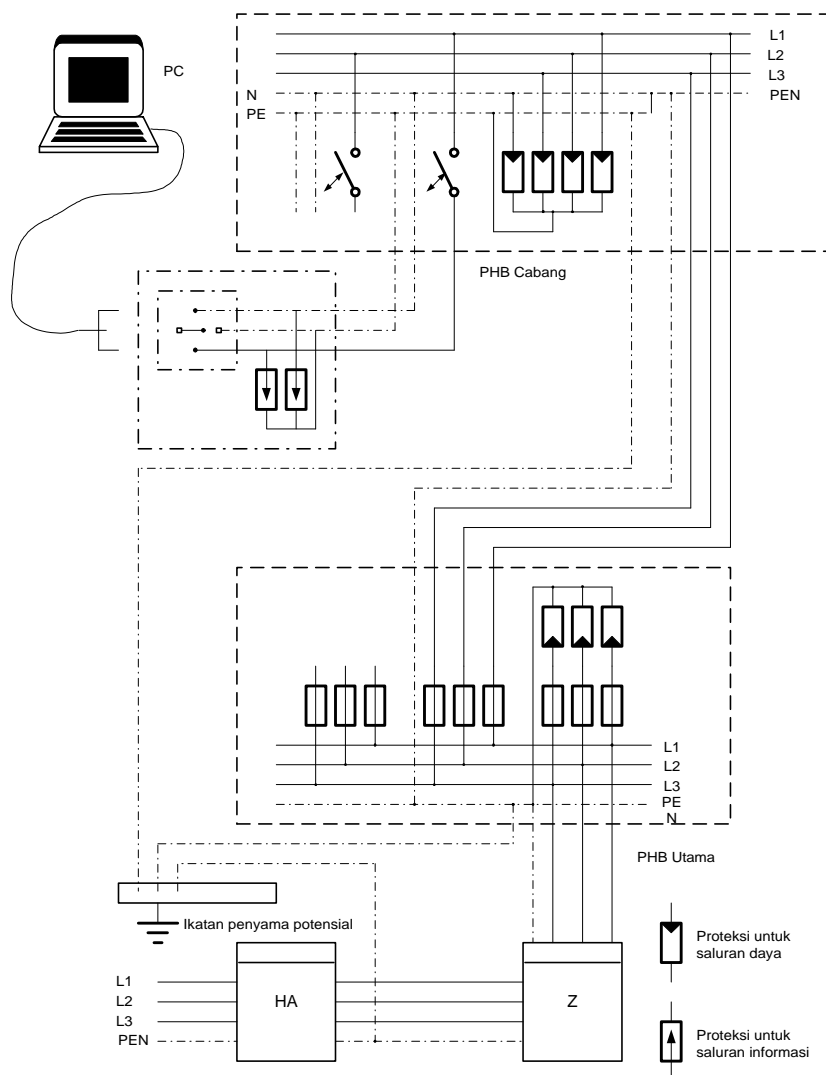
Gambar 3.25-8 Penempatan arrester untuk sistem TT



Keterangan

1. Arester gas
2. Varistor
3. Zener diode
4. Induktans

Gambar 3.25-9 Rangkaian suatu arester gabungan



Gambar 3.25-10 Penempatan arester secara selektif

3.25.2.4 Proteksi saluran dan instalasi listrik pada bangunan yang menggunakan instalasi penangkal petir harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

3.25.2.4.1 Instalasi listrik pada bangunan yang menggunakan instalasi penangkal petir :

- a) Harus dipasang pada jarak yang cukup jauh dari instalasi penangkal petir tersebut, atau
- b) Bila ketentuan pada butir 1) tersebut di atas tidak dapat dipenuhi, instalasi listrik pada semua titik yang berdekatan dengan instalasi penangkal petir harus dihubungkan dengan instalasi penangkal petir melalui celah proteksi (perhatikan juga peraturan instalasi penangkal petir yang berlaku).

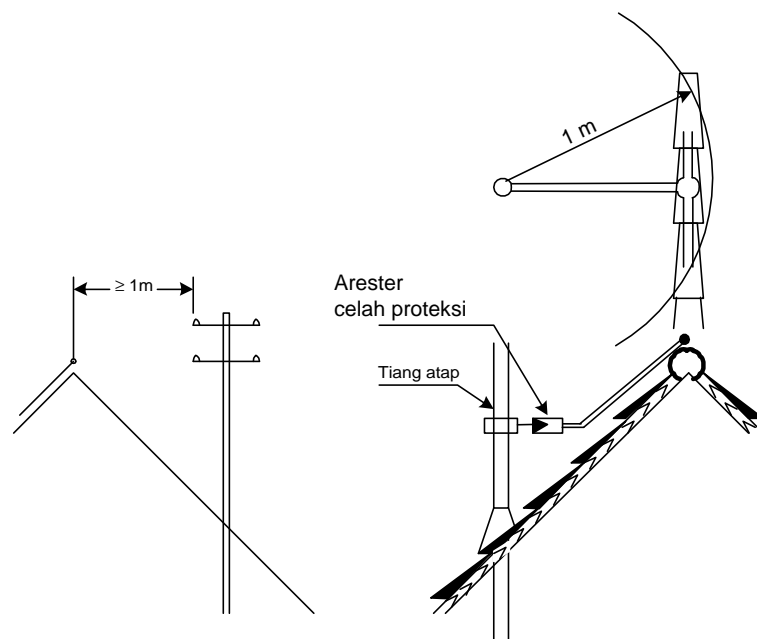
CATATAN Pada bangunan yang mempunyai instalasi penangkal petir dan instalasi listrik terdapat bahaya loncatan muatan listrik dari instalasi petir ke instalasi listrik.

3.25.2.4.2 Tiang atap saluran listrik tidak boleh disambung secara konduktif dengan instalasi penangkal petir. Jarak antara tiang atap dan instalasi penangkal petir harus sekurang-kurangnya 1 meter (lihat Gambar 3.25-11).

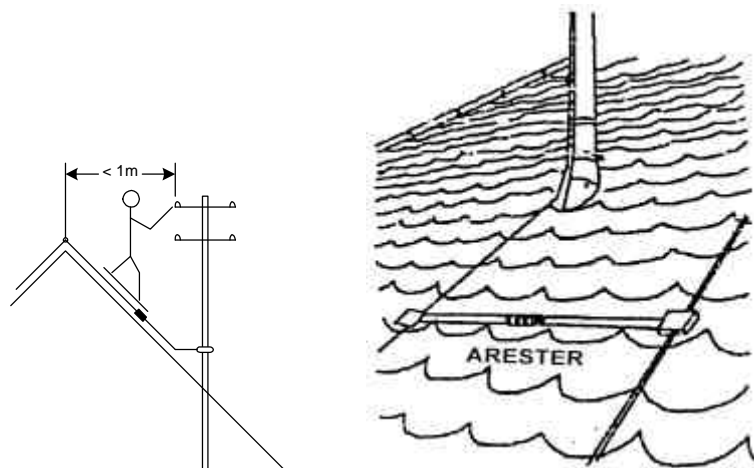
Bila jarak 1 meter tersebut tidak dapat dicapai, maka tiang atap harus dihubungkan dengan instalasi penangkal petir melalui celah proteksi (lihat Gambar 3.25-12).

Dalam hal ini penghantar yang menghubungkan tiang atap ke instalasi penangkal petir harus dilindungi terhadap kerusakan mekanis. Sebagai contoh bentuk celah proteksi tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.25-13.

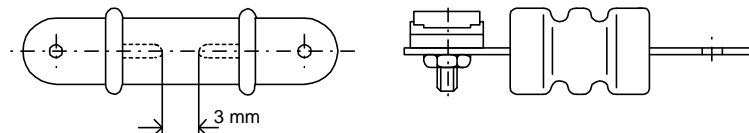
CATATAN Tindakan proteksi ini dilakukan untuk mencegah kecelakaan akibat timbulnya tegangan yang meloncat ke bagian lain dan untuk mencegah terjadinya kebakaran yang ditimbulkan oleh busur api hubungan bumi.



Gambar 3.25-11 Jarak antara tiang atap dan instalasi penangkal petir



Gambar 3.25-12 Tiang atap dihubungkan dengan instalasi penangkal petir melalui arester celah proteksi



Gambar 3.25-13 Contoh arester celah proteksi

3.25.2.5 Hubungan antar pembumi

3.25.2.5.1 Pembumi instalasi penangkal petir dan pembumi arester boleh dihubungkan secara konduktif dengan pembumi instalasi listrik.

3.25.2.5.2 Bila dalam instalasi listrik tersebut terdapat penghantar ikatan penyama potensial, maka penghantar ikatan penyama potensial itu harus dihubungkan dengan pembumi instalasi penangkal petir dan pembumi celah proteksi.

Bagian 4 Perancangan instalasi listrik

4.1 Persyaratan umum

4.1.1 Ketentuan umum

4.1.1.1 Rancangan instalasi listrik harus memenuhi ketentuan PUIL ini dan peraturan lain yang tersebut dalam 1.3.

4.1.1.2 Rancangan instalasi listrik harus berdasarkan persyaratan dasar yang ditentukan dalam BAB 2 (terutama 2.3) dan memperhitungkan serta memenuhi proteksi untuk keselamatan yang ditentukan dalam BAB 3.

4.1.1.3 Sebelum merancang suatu instalasi listrik harus dilakukan penilaian (*assessment*) dan survai lokasi.

CATATAN Metode penilaian dan hal-hal yang disurvei dijelaskan dalam IEC 364-3.

4.1.2 Ketentuan rancangan instalasi listrik

4.1.2.1 Rancangan instalasi listrik ialah berkas gambar rancangan dan uraian teknik, yang digunakan sebagai pedoman untuk melaksanakan pemasangan suatu instalasi listrik.

4.1.2.2 Rancangan instalasi listrik harus dibuat dengan jelas, serta mudah dibaca dan dipahami oleh para teknisi listrik. Untuk itu harus diikuti ketentuan dan standar yang berlaku.

4.1.2.3 Rancangan instalasi listrik terdiri dari :

- a) Gambar situasi, yang menunjukkan dengan jelas letak gedung atau bangunan tempat instalasi tersebut akan dipasang dan rancangan penyambungannya dengan sumber tenaga listrik.
- b) Gambar instalasi yang meliputi:
 - 1) Rancangan tata letak yang menunjukkan dengan jelas letak perlengkapan listrik beserta sarana kendalinya (pelayanannya), seperti titik lampu, kotak kontak, sakelar, motor listrik, PHB dan lain-lain.
 - 2) Rancangan hubungan perlengkapan listrik dengan gawai pengendalinya seperti hubungan lampu dengan sakelarnya, motor dengan pengasutnya, dan dengan gawai pengatur kecepatannya, yang merupakan bagian dari sirkit akhir atau cabang sirkit akhir.
 - 3) Gambar hubungan antara bagian sirkit akhir tersebut dalam butir b) dan PHB yang bersangkutan, ataupun pemberian tanda dan keterangan yang jelas mengenai hubungan tersebut.
 - 4) Tanda ataupun keterangan yang jelas mengenai setiap perlengkapan listrik.
- c) Diagram garis tunggal, yang meliputi :
 - 1) Diagram PHB lengkap dengan keterangan mengenai ukuran dan besaran pengenalan komponennya;

- 2) Keterangan mengenai jenis dan besar beban yang terpasang dan pembagiannya;
- 3) Sistem pembumian dengan mengacu kepada 3.18;
- 4) Ukuran dan jenis penghantar yang dipakai.

d) Gambar rinci yang meliputi :

- 1) Perkiraan ukuran fisik PHB;
- 2) Cara pemasangan perlengkapan listrik;
- 3) Cara pemasangan kabel;
- 4) Cara kerja instalasi kendali.

CATATAN Gambar rinci dapat juga diganti dan atau dilengkapi dengan keterangan atau uraian.

e) Perhitungan teknis bila dianggap perlu, yang meliputi antara lain :

- 1) Susut tegangan;
- 2) Perbaikan faktor daya;
- 3) Beban terpasang dan kebutuhan maksimum;
- 4) Arus hubung pendek dan daya hubung pendek;
- 5) Tingkat penerangan.

f) Tabel bahan instalasi, yang meliputi :

- 1) Jumlah dan jenis kabel, penghantar dan perlengkapan;
- 2) Jumlah dan jenis perlengkapan bantu;
- 3) Jumlah dan jenis PHB;
- 4) Jumlah dan jenis luminer lampu.

g) Uraian teknis, yang meliputi :

- 1) Ketentuan tentang sistem proteksi dengan mengacu kepada 3.17;
- 2) Ketentuan teknis perlengkapan listrik yang dipasang dan cara pemasangannya;
- 3) Cara pengujian;
- 4) Jadwal waktu pelaksanaan.

h) Perkiraan biaya

4.2 Susunan umum, kendali dan proteksi

4.2.1 Umum

4.2.1.1 Susunan umum bagi perlengkapan dan proteksi sirkit harus sedemikian hingga instalasi beroperasi dengan memuaskan sehubungan dengan hal-hal berikut:

- a) Pemilihan kabel dan penghantar
- b) Susunan sirkit
- c) Pengendalian sirkit dengan switsing yang memadai
- d) Proteksi sirkit terhadap keadaan beban lebih dan hubung pendek
- e) Pemilihan, perancangan dan penempatan PHB dan panel kendali
- f) Pemilihan gawai proteksi arus sisa
- g) Sistem pembumian dan proteksi (3.17)
- h) Bahaya kebakaran dan ledakan
- i) Kondisi lingkungan

4.2.2 Ukuran dan jenis kabel dan penghantar

4.2.2.1 Umum. Kabel dan penghantar harus dipilih dengan mempertimbangkan kriteria berikut:

- a) KHA ditentukan dengan melihat pada jenis isolasi dan cara pemasangannya dan persyaratan dalam 4.2.2.2.
- b) Susut tegangan yang ditentukan dari impedans kabel, karakteristik beban dan persyaratan dalam 4.2.3.
- c) Kinerja pada hubung pendek yang ditentukan dari arus gangguan yang mungkin terjadi dan karakteristik gawai proteksi.
- d) Kekuatan mekanik dan pertimbangan fisik lainnya.

4.2.2.2 Kemampuan hantar arus

4.2.2.2.1 Setiap penghantar harus mempunyai KHA seperti yang ditentukan dalam BAB 7 dan tidak kurang dari arus yang mengalir di dalamnya. Untuk maksud ayat ini, KHA harus dianggap tidak kurang dari kebutuhan maksimum yang ditentukan dalam 4.3.2 untuk sirkit utama konsumen dan sirkit cabang, atau dalam 4.3.4 untuk sirkit utama konsumen atau sirkit cabang, dengan cara pengukuran atau pembatasan atau dalam 4.3.5 untuk sirkit akhir (lihat 4.2.8.2 jika sirkit diamankan oleh pengaman lebur semi tertutup yang dapat dikawati kembali).

4.2.2.2.2 Efek isolasi termal limbak (*bulk*)

Efek isolasi termal limbak pada kabel adalah sebagai berikut :

- a) Kabel dipasang dalam isolasi termal. Kabel yang dipasang menurut cara yang diuraikan dalam butir 1) dan 2) di bawah harus dipandang sebagai dipasang dalam isolasi termal limbak dan KHA-nya ditentukan apakah kabel tersebut dikelilingi keseluruhannya atau di kelilingi sebagian.

- 1) Kabel yang dikelilingi keseluruhannya.

Kabel yang dikelilingi oleh dan mengadakan kontak dengan isolasi termal limbak di semua sisi.

- 2) Kabel yang dikelilingi sebagian.

Kabel yang dipasang dalam isolasi termal limbak dengan mencegah agar kabel tidak dikelilingi keseluruhannya, misalnya dengan cara mengklem pada bagian struktur atau ditaruh pada langit-langit.

- b) Kabel yang dipasang seperti berikut ini dianggap dipasang dalam isolasi termal:

- 1) Ruang atap.

Dalam instalasi rumah, ruang 150 mm di atas langit-langit di ruang atap, harus dianggap berisi isolasi termal dan KHA kabel yang dipasang di ruang tersebut harus ditentukan sesuai apakah kabel tersebut dikelilingi keseluruhannya atau dikelilingi sebagian jika isolasi termal limbak dipasang.

- 2) Relung dinding.

Instansi pemeriksa boleh menentukan apakah relung di dinding luar rumah harus dianggap berisi isolasi termal limbak. KHA kabel yang dipasang di dalam relung tersebut di atas harus ditentukan apakah kabel tersebut dikelilingi keseluruhannya atau dikelilingi sebagian jika isolasi termal limbak dipasang.

Suatu panjang kabel yang tidak melebihi 150 mm yang melalui isolasi termal limbak, misalnya untuk penyambungan ke suatu titik cahaya, tidak perlu dianggap sebagai dikelilingi oleh isolasi termal.

Kabel harus tidak dianggap sebagai dikelilingi oleh isolasi termal jika dipasang dengan cara sedemikian yang memungkinkan sirkulasi bebas dari udara di sekeliling kabel, misalnya dalam selungkup pengawatan dengan ukuran cukup dan bagaimanapun tidak kurang dari 50 mm x 100 mm.

CATATAN :

- a) Bahan isolasi termal limbak mencakup gelas serat atau wol batuan, bahan organik seperti kertas, gabus atau rumput laut yang biasanya dipasang dalam bentuk terurai dan busa sintetis yang mengembang seperti busa polystyrene dan polyurethane yang mempunyai beberapa cara pemasangan termasuk pemompaan atau injeksi di tempat sebagai busa basah. Laminasi lembaran yang memantulkan tidak dianggap sebagai isolasi termal limbak untuk maksud ayat ini.
- b) Kabel yang dikelilingi isolasi limbak harus diturunkan KHA-nya. Sebagai pedoman dapat digunakan faktor penurunan KHA sebagai berikut :

Ukuran kabel mm ²	Dikelilingi keseluruhan %	Dikelilingi sebagian %
1 - 6	40	60
10 - 25	50	63

4.2.2.2.3 Penghantar netral

Hal berikut berlaku bagi penghantar netral.

- a) Sirkuit fase tunggal : Penghantar netral suatu sirkuit utama konsumen, sirkuit cabang atau sirkuit akhir harus mempunyai KHA tidak kurang dari KHA penghantar fase yang terkait, atau jika terdapat lebih dari satu penghantar fase sama dengan jumlah KHA penghantar fase tersebut.

- b) Sirkuit fase banyak.

1) Umum

Penghantar netral dari sirkuit utama konsumen, sirkuit cabang atau sirkuit fase banyak harus mempunyai KHA tidak kurang dari arus tidak seimbang maksimum. Arus tidak seimbang semacam itu tidak mencakup arus yang dapat timbul karena beroperasinya gawai proteksi dan kondisi abnormal sejenis tetapi harus mencakup setiap arus harmonik ketiga dan yang lebih tinggi.

KHA penghantar netral dari sirkuit utama konsumen di mana sistem pembumian netral banyak (*multiple earthed neutral*) digunakan tidak boleh lebih kecil dari 33,3 % dari KHA penghantar fase terkait dan harus memenuhi 4.5.1.

Jika sirkuit utama, sirkuit cabang atau sirkuit akhir fase banyak menyuplai beban yang bagian terbesar daripadanya tersambung antara penghantar aktif dan netral, maka KHA dari penghantar netral tidak boleh kurang dari:

- (a) KHA penghantar fase terbesar bilamana penghantar itu mempunyai KHA tidak lebih dari 100 A.
- (b) 100 A jika penghantar fase terbesar mempunyai KHA lebih dari 100 A tetapi tidak lebih dari 200 A; atau
- (c) Setengah dari pada penghantar fase terbesar, bilamana penghantar itu mempunyai KHA lebih dari 200 A.

Jika penghantar fase lebih besar dipasang dalam sirkuit utama konsumen, sirkuit cabang atau sirkuit akhir karena kepentingan susut tegangan, maka KHA dari penghantar netral tidak perlu lebih dari setengah KHA penghantar fase yang lebih besar, asalkan KHA-nya tidak kurang dari yang ditentukan semula.

2) Sirkuit penerangan luah

Jika sirkuit utama konsumen, sirkuit cabang atau sirkuit akhir menyuplai suatu beban penerangan luah yang besar, maka harmonik ke tiga dan yang lebih tinggi yang dibangkitkan dalam perlengkapan penerangan harus ditambahkan pada beban tidak

seimbang maksimum untuk menentukan arus yang dialirkan dalam penghantar netral. Untuk keperluan ini harmonik ke tiga dan yang lebih tinggi dalam penghantar netral harus diambil sebesar 100% dari beban penerangan luah tertinggi, termasuk lampu TL, pada setiap fase.

CATATAN Beban penerangan luah yang mencakup tidak kurang dari 40 % dari beban total pada setiap fase tunggal dianggap besar.

3) Pendeteksian beban lebih netral.

Suatu penghantar netral suatu sirkit fase banyak dapat mempunyai KHA yang lebih rendah dari pada KHA yang ditentukan oleh butir 1) dan 2) asalkan suatu gawai deteksi dipasang dan disusun sehingga arus tidak dapat melampaui KHA penghantar netral.

Perhatikan juga 3.16.2.4.

c) Instalasi pembumian netral banyak terpisah

Lihat BAB 3, 3.16.

4.2.3 Susut tegangan

4.2.3.1 Umum

Susut tegangan antara terminal konsumen dan sembarang titik dari instalasi tidak boleh melebihi 5 % dari tegangan pengenal pada terminal konsumen bila semua penghantar dari instalasi dialiri arus seperti ditentukan di bawah:

- a) Untuk sirkit utama konsumen dan sirkit cabang kebutuhan maksimum harus ditentukan sesuai 4.3.1.
- b) Untuk sirkit akhir, kebutuhan maksimum harus ditentukan sesuai 4.3.5, akan tetapi nilai arus yang digunakan untuk menghitung susut tegangan tidak perlu melebihi nilai berikut :
 - 1) Untuk setiap sirkit, beban tersambung total yang disuplai melalui bagian tersebut dari sirkit.
 - 2) Untuk sirkit akhir, nilai pengenal arus dari gawai proteksi sirkit yang sesuai dengan Tabel 4.4-1 sampai Tabel 4.4-4.

Persyaratan dalam ayat ini berlaku bagi kondisi arus ajeg dan tidak dapat digunakan pada pengasutan motor, penutupan solenoid dan operasi sejenis yang dapat menimbulkan arus transien yang tinggi sehingga dapat menaikkan susut tegangan secara signifikan.

Untuk instalasi rumah, variasi berikut dapat digunakan untuk menentukan susut tegangan:

- a) Untuk sirkit dengan panjang jalur tidak melebihi 25 m susut tegangan di sirkit akhir dapat diabaikan
- b) Untuk sirkit dengan panjang jalur melebihi 25 m susut tegangan di sirkit akhir harus ditentukan dengan menggunakan arus 50 % dari nilai pengenal arus gawai proteksi yang dipasang sesuai 4.2.8 atau 4.3.5.5.

4.2.3.2 Penghantar paralel

Susut tegangan suatu sirkit dengan penghantar paralel harus diambil sebagai susut tegangan dalam salah satu penghantar jika penghantar itu dialiri arus sama dengan arus yang ditentukan sesuai 4.2.3.1 dibagi oleh jumlah penghantar paralel.

4.2.4 Batas suhu

Suhu maksimum bagi kabel berisolasi yang diperbolehkan ditentukan dalam 7.3.4.3, 7.3.4.4 untuk PVC dan 7.3.6.4 untuk XLPE.

4.2.5 Sambungan penghantar paralel

Jika penghantar disambung paralel, persyaratan berikut harus dipenuhi:

- a) Luas penampang penghantar minimum harus 4 mm^2 ;
- b) Penghantar harus dari bahan yang sama dan luas penampang yang sama;
- c) Penghantar harus kira-kira sama panjangnya dan sedapat mungkin harus mengikuti lintasan yang sama;
- d) Ujung-ujung penghantar harus disambung secara efektif oleh penjepit, solderan atau cara lain yang diizinkan;
- e) Kemampuan hantar arus penghantar adalah jumlah dari kemampuan hantar arus penghantar masing-masing dengan memperhitungkan cara pemasangannya dan faktor pengurangan yang berlaku.
- f) Luas penampang penghantar masing-masing harus cukup tahan terhadap besar arus gangguan prospektif pada titik gangguan instalasi.

CATATAN Bila suatu penghantar yang merupakan bagian dari kelompok penghantar paralel, terhubung pendek ke bumi, penghantar tersebut akan dialiri bagian terbesar dari arus hubung pendek.

4.2.6 Arus pengenalan gawai pengendali

4.2.6.1 Umum

Setiap sakelar utama dan setiap sakelar atau pemutus sirkit yang digunakan sebagai sakelar pengendali sirkit utama konsumen, sirkit cabang atau sirkit akhir harus mempunyai arus pengenalan tidak kurang dari kebutuhan maksimum dari bagian instalasi yang disuplai melalui sirkit utama konsumen, cabang dan sirkit akhir tersebut. Untuk maksud dari persyaratan ini kebutuhan maksimum harus ditentukan sesuai 4.3.1 untuk sirkit utama konsumen dan sirkit cabang dan 4.3.5 untuk sirkit akhir.

4.2.6.2 Persyaratan tambahan untuk sakelar utama

Sebagai tambahan persyaratan pada 4.3.6.1 arus pengenalan sakelar utama, atau pemutus sirkit yang digunakan sebagai sakelar utama, tidak boleh kurang dari 10 A.

4.2.7 Arus pengenalan dan jenis gawai proteksi

4.2.7.1 Umum

Gawai proteksi harus dipilih dengan memperhitungkan :

- a) Jenis sistem, seperti dijelaskan dalam 4.9 dan 4.10.
- b) Jenis gawai seperti dijelaskan dalam 4.2.7.2 dan
- c) Arus pengenalan gawai seperti dijelaskan dalam 4.2.8.

4.2.7.2 Jenis gawai proteksi

4.2.7.2.1 Umum

Gawai proteksi harus disediakan agar secara otomatis memisahkan penghantar aktif dari sirkit dalam peristiwa :

- a) arus beban lebih
- b) arus hubung pendek atau
- c) arus bocor ke bumi.

Gawai-gawai ini harus disusun untuk memutuskan sirkit sebelum suatu kerusakan yang disebabkan oleh pengaruh termal atau elektromagnetik yang disebabkan karena arus lebih atau arus bocor ke bumi mencapai nilai yang ditentukan.

Proteksi ini dapat dicapai dengan pemilihan dari suatu gawai tunggal atau suatu gabungan dari gawai-gawai terpisah yang memberikan proteksi terhadap beban lebih, hubung pendek dan arus bocor ke bumi.

4.2.7.2.2 Gawai untuk proteksi terhadap arus beban lebih dan arus hubung pendek harus sanggup memutuskan setiap arus lebih sampai dengan dan mencakup arus hubung pendek prospektif pada titik tempat gawai proteksi dipasang.

Gawai harus dari jenis berikut:

- a) Pengaman lebur tertutup yang memenuhi standar.
- b) Pengaman lebur semi tertutup yang dapat dikawati kembali yang memenuhi standar.

CATATAN Lihat 4.2.8.2 tentang persyaratan yang berlaku pada penggunaan pengaman lebur setengah tertutup yang dapat dikawati kembali untuk proteksi beban lebih.

- c) Pemutus sirkit mini (MCB) yang memenuhi standar.
- d) Pemutus sirkit dalam kotak tercetak yang memenuhi standar.
- e) Pemutus sirkit yang memenuhi standar.
- f) Gawai lain yang diizinkan yang mempunyai karakteristik yang sama dengan gawai di atas, asalkan tidak dari jenis yang dapat menutup kembali secara otomatis.

4.2.7.2.3 Gawai proteksi khusus terhadap arus lebih harus mampu memutus setiap arus beban lebih, tetapi dapat mempunyai kemampuan memutus lebih rendah dari pada arus hubung pendek prospektif. Gawai ini harus dari jenis sebagai berikut:

- a) gawai proteksi waktu invers.
- b) gawai lain yang diizinkan yang mempunyai karakteristik proteksi arus beban lebih yang sesuai.

4.2.7.2.4 Gawai proteksi khusus terhadap arus hubung pendek harus mampu memutus setiap arus hubung pendek sampai dengan arus hubung pendek prospektif, tetapi tidak perlu mampu memutus arus beban lebih.

Gawai tersebut harus dari jenis berikut:

- a) pengaman lebur HRC untuk proteksi cadangan motor
- b) pemutus sirkit yang membuka seketika
- c) gawai yang diizinkan lainnya, yang mempunyai karakteristik proteksi hubung pendek yang sesuai.

Gawai tersebut harus dipasang hanya jika proteksi beban lebih disediakan dengan gawai yang memenuhi 4.2.7.2.2 atau 4.2.7.2.4 atau jika proteksi beban lebih tidak disyaratkan.

4.2.7.2.5 Gawai proteksi terhadap arus bocor bumi harus mampu memutus bagian sirkit yang tepat yang dialiri arus bocor bumi di atas nilai yang ditentukan.

4.2.8 Arus pengenalan gawai proteksi

4.2.8.1 Umum

Arus pengenalan gawai proteksi tidak boleh kurang dari arus kebutuhan maksimum sirkit yang diamankan.

Arus pengenalan gawai arus sisa tidak boleh kurang dari nilai terbesar di antara dua hal berikut:

- a) kebutuhan maksimum, yang ditentukan dalam 4.3.1 atau 4.3.5. untuk bagian instalasi yang diamankan oleh gawai.
- b) arus pengenalan tertinggi gawai proteksi beban lebih pada bagian instalasi yang diamankan.

Untuk memenuhi ayat ini, penyetelan pemutus sirkit yang dapat disetel dapat dianggap sebagai arus pengenalan.

Arus pengenalan maksimum setiap gawai proteksi beban lebih harus ditentukan menurut 4.2.8.2 sampai 4.2.8.4 untuk memungkinkan arus beban lebih yang mengalir dalam sirkit diputus sebelum arus tersebut mengakibatkan kenaikan suhu yang merusak isolasi, sambungan, terminasi atau sekeliling penghantar yang diamankan.

Arus pengenalan maksimum gawai proteksi hubung pendek dapat lebih besar dari KHA penghantar yang diamankan, tetapi harus dipastikan bahwa setiap arus hubung pendek yang mengalir dalam sirkit diputus sebelum arus tersebut dapat mengakibatkan bahaya

akibat termal dan mekanikal yang timbul pada sambungan dan terminasi penghantar yang diamankan.

Jika penghantar lebih besar dipasang untuk keperluan susut tegangan, nilai gawai proteksi beban lebih tidak boleh lebih besar dari arus yang akan mengakibatkan susut tegangan sebesar 5 % menurut 4.2.3 pada arus kebutuhan maksimum sirkit yang diamankan.

4.2.8.2 Pengaman lebur semi tertutup yang dapat dikawati kembali

Arus pengenal elemen lebur pengaman lebur semi tertutup yang dapat dikawati kembali, yang digunakan sebagai gawai proteksi, tidak boleh melebihi 0,8 kali KHA penghantar sirkit yang diamankan.

Persyaratan ini tidak perlu berlaku jika perlengkapan yang disuplai dibebani arus beban lebih dalam waktu singkat dan ketentuan 4.2.8.4 berlaku.

Arus pengenal untuk alas (*base*) dan rumah pengaman lebur yang bersangkutan tidak boleh kurang dari arus pengenal elemen lebur.

Jika tidak ada petunjuk spesifik dari pembuat, ukuran elemen lebur yang berhubungan dengan arus pengenal elemen lebur harus seperti yang tercantum dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Perkiraan arus pengenal, elemen lebur terbuat dari tembaga yang dilapisi timah untuk penggunaan dalam pengaman lebur semi tertutup yang dapat dikawati kembali

Arus pengenal elemen lebur	Kawat tembaga yang dilapisi timah (diameter)
A	mm
6	0,250
8	0,315
10	0,355
12	0,400
16	0,500
20	0,560
25	0,630
32	0,800
40	0,950
50	1,250
63	1,400
80	1,600
100	1,800

4.2.8.3 Gawai proteksi beban lebih lain

Arus pengenal proteksi beban lebih tidak boleh melebihi KHA penghantar yang diamankan. Persyaratan ini tidak perlu jika perlengkapan yang disuplay dibebani beban lebih dalam waktu singkat dan ketentuan 4.2.8.4 berlaku.

Jika digunakan pengaman lebur jenis tertutup, arus pengenal alas gawai proteksi dan rumah pengaman lebur yang bersangkutan tidak boleh kurang dari arus pengenal elemen lebur.

4.2.8.4 Perlengkapan yang dibebani arus beban lebih dalam waktu singkat

Jika perlengkapan dibebani arus beban lebih dalam waktu singkat, arus pengenal gawai proteksi dapat lebih besar dari KHA penghantar sirkit yang diamankan, asal proteksi penghantar terhadap hubung pendek tersedia pada gawai proteksi.

Bagi sirkit motor dan mesin las, kondisi ini dianggap terpenuhi, jika arus pengenal gawai proteksi tidak melebihi arus beban penuh dari motor terbesar atau arus primer pengenal dari mesin las terbesar dikalikan faktor yang cocok dalam butir a) atau b) ditambah kebutuhan maksimum motor lainnya atau mesin las lainnya atau kedua-duanya.

a) Diamankan oleh pengaman lebur :

4 kali untuk motor dan mesin las resistans

2 kali untuk mesin las busur transformator

b) Diamankan oleh pemutus sirkit :

3 kali untuk mesin las resistans

2,5 kali untuk motor fase tunggal dan motor dengan pengasutan star delta, langsung pada jaring, atau diasut dengan resistans atau reaktor

2 kali untuk motor dengan pengasutan oto transformator atau reaktansi tinggi dan mesin las busur transformator

1,5 kali untuk motor lilit dan motor arus searah

Bagi sirkit lain yang dibebani arus beban lebih dalam waktu singkat, kondisi tersebut dianggap terpenuhi jika arus pengenal gawai proteksi arus lebih tidak lebih dari 1,5 kali KHA penghantar sirkit yang diamankan.

Namun, jika digunakan pengaman lebur semi tertutup yang dapat dikawati kembali, beban tersambung tidak boleh lebih dari 0,8 kali KHA penghantar sirkit yang diamankan.

Mesin las busur jenis berputar dianggap sebagai motor untuk maksud ayat ini.

4.2.9 Pembatas arus gangguan

4.2.9.1 Umum

Pembatas arus gangguan harus dipilih untuk membatasi arus gangguan sesaat hingga nilai dalam batas kemampuan perlengkapan yang diamankan.

Dalam memilih pembatas arus gangguan yang sesuai, harus diperhatikan faktor berikut:

a) arus hubung pendek prospektif dari sistem suplai

b) nilai pengenal dan karakteristik perlengkapan yang tersambung

c) nilai pengenal dan karakteristik perlengkapan proteksi yang bersangkutan dikaitkan dengan perlengkapan yang tersambung.

Gawai proteksi yang digunakan semata-mata sebagai pembatas arus gangguan tidak boleh beroperasi pada beban lebih.

CATATAN:

- a) Pemilihan dan penggunaan pembatas arus gangguan harus dilakukan dengan hati-hati, karena beberapa jenis pembatas arus gangguan dapat mengalami salah fungsi jika dibebani beban lebih dalam waktu lama dan karenanya tidak cocok untuk digunakan sebagai pengaman lebur pemakaian umum.
- b) Pembatas arus gangguan tidak dimaksudkan untuk diganti pada waktu instalasi dalam keadaan bertegangan.
- c) Periksa 4.11.4.4 untuk persyaratan spesifik bagi pembatas arus gangguan dipasang dalam sirkit yang menyuplai perlengkapan pengendali kebakaran dan asap, perlengkapan evakuasi dan lif.

4.2.9.2 Pengaman lebur

Jika pengaman lebur digunakan sebagai pembatas arus gangguan, kata-kata “pembatas arus gangguan” dan nilai pengenalan elemen lebur maksimum yang diperlukan untuk mengamankan sirkit, harus dicantumkan pada atau bersebelahan dengan gawai semacam itu dengan tulisan yang jelas dan tidak mudah terhapus.

4.2.9.3 Lokasi

Pembatas arus gangguan dapat dipasang pada sisi suplai atau pada sisi beban perlengkapan proteksi yang bersangkutan. Dalam hal pada sisi beban pembatas arus gangguan harus dipasang sedekat mungkin pada perlengkapan proteksi yang bersangkutan.

4.2.9.4 Pengendalian

Pembatas arus gangguan tidak perlu dikendalikan oleh sakelar, asal terdapat tanda peringatan yang sesuai yang ditempatkan pada posisi yang tepat.

4.2.9.5 Pemasangan

Pembatas arus gangguan tidak perlu dipasang di depan papan hubung bagi, asal:

- a) Tersedia pencapaian yang aman dan mudah
- b) Adanya dan posisi pembatas semacam itu ditandai dengan jelas dan tidak mudah terhapus pada bagian depan papan hubung bagi.

4.3 Cara perhitungan kebutuhan maksimum di sirkit utama konsumen dan sirkit cabang

4.3.1 Cara menentukan kebutuhan maksimum

4.3.1.1 Kebutuhan maksimum di sirkit utama konsumen dan sirkit cabang harus ditentukan dengan salah satu cara yang diuraikan di bawah ini.

- a) Dengan perhitungan, seperti dikemukakan dalam 4.3.2.
- b) Dengan penaksiran, seperti dikemukakan dalam 4.3.3.

c) Dengan pengukuran atau pembatasan, seperti dikemukakan dalam 4.3.4.

4.3.1.2 Instansi Pemeriksa dapat menetapkan cara yang harus dipakai. Selain ketentuan dalam 4.3.1.1 diberlakukan tambahan persyaratan berikut :

- a) Bila nilai kebutuhan maksimum, yang diperoleh dari pengukuran, melampaui nilai yang diperoleh dari perhitungan atau penaksiran, maka nilai hasil pengukuran inilah yang diambil sebagai kebutuhan maksimum.
- b) Bagi sirkit utama konsumen atau sirkit cabang yang menyuplai sirkit akhir, yang diamankan dengan pemutus daya arus lebih dengan setelan pada nilai tertentu, kebutuhan maksimumnya tidak boleh diambil lebih besar dari jumlah nilai setelan arus pemutus daya yang mengamankan sirkit akhir.

4.3.2 Perhitungan kebutuhan maksimum di sirkit utama konsumen dan sirkit cabang

4.3.2.1 Dasar perhitungan

4.3.2.1.1 Umum

Kebutuhan maksimum harus dihitung sesuai dengan 4.3.2.2 sampai 4.3.2.3 untuk jenis instalasinya dan perlengkapan yang terpasang. Untuk maksud perhitungan, beban yang tersambung pada setiap penghantar aktif harus diperlakukan terpisah.

4.3.2.1.2 Pertimbangan khusus

Disadari bahwa boleh jadi terdapat perbedaan yang besar dalam pembebanan dari satu instalasi dengan instalasi lain, termasuk yang dicakup dalam Tabel 4.3-1 dan 4.3-2 dan lainnya seperti tempat ibadah, gedung umum, sekolah, kompleks rekreasi dan kompleks peristirahatan. Jika beberapa aspek dari 4.3.2 dan Tabel 4.3-1 serta Tabel 4.3-2 dapat digunakan sebagai pedoman dengan memperhatikan semua informasi relevan yang tersedia, suatu cara perhitungan kebutuhan maksimum alternatif untuk suatu instalasi dapat diizinkan.

4.3.2.1.3 Bagian campuran rumah dan bukan rumah

Bila suatu instalasi terdiri atas beban rumah dan beban bukan rumah, kebutuhan maksimum harus diperoleh dengan menggabungkan nilai relevan yang dihitung dari Tabel 4.3-1 dan Tabel 4.3-2.

4.3.2.2 Instalasi rumah tunggal dan instalasi rumah ganda

Untuk instalasi rumah tunggal dan instalasi rumah ganda perhitungan kebutuhan maksimum untuk tiap fase dari instalasi harus ditentukan dari Tabel 4.3-1 dengan mengambil jumlah dari nilai yang diperoleh dengan menerapkan petunjuk yang tepat dalam kolom 2, 3, 4 atau 5 pada kelompok beban A, B dan sebagainya dalam kolom 1.

CATATAN Contoh perhitungan kebutuhan maksimum untuk instalasi rumah tunggal dan banyak dilampirkan di bagian belakang Bab ini.

Tabel 4.3-1 Kebutuhan maksimum instalasi rumah tunggal dan rumah ganda

1	2	3	4	5
Kelompok beban	Instalasi rumah tunggal atau unit petak per fase	Gedung rumah petak ^(a, b)		
		2 sampai 5 unit petak per fase	6 sampai 20 unit petak per fase	21 atau lebih petak per fase
		Beban satuan hunian		
A. Penerangan (i) Penerangan di luar kelompok (ii) dan kelompok beban H di Bawah (c, m)	2 A untuk 1 sampai 20 titik + 2 A untuk tiap tambahan 20 titik atau bagian daripadanya	6 A	5 A + 0,25 A tiap unit petak	0,5 A tiap unit petak
(ii) Penerangan luar yang melebihi 1000 W (hl)	75 % dari beban tersambung	Tidak ada perkiraan untuk tujuan kebutuhan maksimum		
B. (i) KKB dan KK yang tidak melebihi 10 A (e, m) Perlengkapan yang tersambung permanen tidak melebihi 10 A dan tidak termasuk kelompok beban lain (n).	5 A untuk 1 sampai 20 titik + 5A untuk tiap tambahan 20 titik atau bagian daripadanya	10 A + 5 A tiap unit petak	15 A + 3,75 A tiap unit petak	0,5 A + 1,9 A tiap unit petak
(ii) Untuk instalasi yang mencakup satu atau lebih KK 15 A, di luar KK yang sudah terpasang untuk menyuplai perlengkapan yang termasuk dalam kelompok C, D, E, F, G dan L (e, f)	10 A	10 A	10 A	10 A
(iii) Untuk instalasi yang mencakup satu atau lebih KK 20 A di luar KK yang sudah terpasang untuk menyuplai perlengkapan Yang termasuk dalam kelompok C, D, E, F, G dan L (e, f)	15 A	15 A	15 A	15 A
C. Dapur listrik, peranti masak, perlengkapan binatu atau KK dengan arus pengenal lebih dari 10 A untuk sambungan ke perlengkapan tersebut (e)	50 % beban tersambung	15 A	2,8 A per unit petak	2,8 A per satuan petak
D. Perlengkapan pemanas udara atau AC, sauna yang tersambung tetap atau KK dengan arus pengenal lebih dari 10 A untuk menghubungkan perlengkapan tersebut (e,g,k).	75 % beban tersambung	75 % beban tersambung	75 % beban tersambung	75 % beban tersambung
E. Pemanas air sesaat (f)	33,3 % beban tersambung	6 A per unit petak	6 A per unit petak	100 A + 0,8 A per unit petak

Tabel 4.3-1 (lanjutan)

1	2	3	4	5
F. Pemanas air tandoan (i) Beban terkendali ^(k)	Bila arus beban penuh lebih kecil dari nilai yang diperoleh untuk kelompok beban lain yang sesuai, tidak ada perkiraan untuk kebutuhan maksimum (k).			
(ii) Jenis lain (j)	Arus beban penuh	6 A per unit petak	6 A per unit petak	100 A + 0,8 A per unit petak
G. Pemanas Spa dan kolam renang (k)	75 % dari Spa terbesar, tambah 75 % kolam renang terbesar, tambah 25 % dari sisanya.			
		Beban tidak terkait dengan hunian tunggal - tersambung pada setiap fase, (penerangan umum, binatu umum, lif motor dan sebagainya).		
H. Penerangan bersama (h,i)	Tidak berlaku	Beban tersambung penuh	Beban tersambung penuh	Beban tersambung penuh
I. KKB dan KKK tidak termasuk dalam kelompok J dan M di bawah ^(d,e,f) perlengkapan tersambung tetap tidak melebihi 10 A.	Tidak berlaku	2 A per titik	2 A per titik	1 A per titik
J. Peranti dengan kemampuan lebih dari 10 A, dan KK untuk Penyambungan : (i) Pengerik pakaian, pemanas air, mesin cuci yang dilengkapi Pemanas sendiri, ketel untuk cuci (e).	Tidak berlaku	50 % beban tersambung	50 % beban tersambung	50 % beban tersambung
(ii) Pemanas ruangan, perlengkapan pendingin udara, sauna Yang terpasang tetap (g).	Tidak berlaku	75 % beban tersambung	75 % beban tersambung	75 % beban tersambung
(iii) Pemanas Spa dan pemanas kolam renang.	Tidak berlaku	75 % dari Spa terbesar ditambah 75 % dari kolam renang yang terbesar, ditambah 25 % dari sisanya.		
K. Lift	Sesuai dengan 4.3.3.3 Tabel 4.3-2	Tidak ada perkiraan untuk perhitungan beban maksimum. Sesuai dengan 4.3 2.3 Tabel 4.3-2 untuk penentuan ukuran dari sirkit cabang.		
L. Motor	Sesuai dengan 4.3.3.3 Tabel 4.3-2 kolom 2	Sesuai dengan 4.3.2..3 Tabel 4.3-2 kolom 2.		
M. Peranti termasuk KK di luar kelompok A sampai dengan L di atas seperti penggiling keramik, mesin las, pemancar radio, mesin sinar – X dan sejenisnya.	Beban tersambung 5 A atau kurang : Tidak ada nilai perkiraan untuk menentukan kebutuhan maksimum.		Beban tersambung 10 A atau kurang. Tidak ada penilaian untuk penentuan kebutuhan maksimum.	
	Beban tersambung 5 A lebih : Diperkirakan oleh instansi pemeriksa yang berwenang		Beban tersambung diatas 10 A. Diperkirakan oleh instansi pemeriksa yang berwenang.	

CATATAN 1 : untuk Tabel 4.3-1

- a) Untuk sambungan fase banyak, jumlah rumah dibagi jumlah fase dari suplai, contoh: 16 unit rumah yang disuplai oleh fase tiga, $16/3 = 6$ unit tersambung pada fase yang di bebani paling berat (Kolom 4).
- b) Bila hanya sebagian dari jumlah unit dalam instalasi ganda yang dilayani oleh fase banyak dilengkapi dengan peranti rumah tangga yang tersambung permanen, misalnya peranti masak listrik atau perlengkapan pemanas ruangan, jumlah peranti dari setiap kategori di bagi dengan jumlah fase, dan kebutuhan maksimum ditentukan seperti dalam contoh –3 di bagian belakang.
- c) Sistem rel penerangan dianggap sebagai 2 titik per meter jalur.
- d) Kelompok beban ini tidak berlaku untuk KK yang terpasang di daerah umum tapi tersambung pada unit rumah petak. KK tersebut harus dimasukkan dalam kelompok beban B.
- e) Untuk penentuan kebutuhan maksimum, KK kombinasi ganda diperhitungkan sebagai titik beban yang sama jumlahnya dengan jumlah KK integral dalam kombinasi tersebut.
- f) Bila suatu instalasi terdiri atas kelompok KK 15 atau 20 A tercakup dalam kelompok beban B (ii) atau B (iii) maka beban dasar dari kelompok beban B ditambah dengan masing-masing 10 A atau 15 A; bila KK 15 A dan 20 A terpasang, penambahannya adalah 15 A.
- g) Bila suatu instalasi mengandung sistem penyaman udara (AC) untuk digunakan pada cuaca panas dan sistem pemanas untuk digunakan pada cuaca dingin maka hanya sistem dengan beban terbesar yang diperhitungkan.
- h) Penerangan sorot, penerangan kolam renang, lapangan tenis dan sejenisnya.
- i) Pemanas air sesaat termasuk pemanas cepat dengan elemen pemanas lebih besar dari 100 W/l.
- j) Pemanas air tandoan, termasuk pemanas cepat yang tidak termasuk di catatan i).
- k) Pembebanan terkendali ditentukan hanya dengan memperhatikan beban yang suplai listriknya dikendalikan oleh instansi penyuplai sehingga suplai hanya tersedia pada saat-saat terbatas saja.

Bila arus beban penuh dari beban terkendali melampaui kebutuhan yang dihitung dengan memperhatikan butir-butir yang tepat dalam Tabel ini, arus beban penuh dari beban terkendali bersama dengan kelompok A (ii) dan kelompok H harus ditetapkan sebagai kebutuhan maksimum dari instalasi.

- l) Dalam menghitung beban tersambung, besaran pengenalan di bawah ini digunakan untuk penerangan :
 - 1) Lampu pijar : 60 W atau watt yang sesungguhnya dari lampu yang terpasang, mana yang lebih besar, kecuali bila desain lumener lampu banyak yang terkait dengan fitting hanya memperkenankan lampu yang kurang dari 60 W yang dapat dipasang pada fitting, maka beban tersambung dari fitting tersebut harus sama dengan watt lampu terbesar yang dapat dilayani. Untuk lumener lampu banyak beban setiap fitting lampu harus ditetapkan berdasarkan di atas.
 - 2) Lampu TL dan lampu luah lainnya : Beban penuh tersambung, yaitu arus yang sesungguhnya diserap oleh susunan penerangan, dengan memperhitungkan perlengkapan bantu seperti balok dan kapasitor. Faktor daya dari lampu TL dan lampu luah lainnya tidak boleh kurang dari 0,85.
 - 3) Rel penerangan : 0,5 A/m per fase per rel atau beban yang sesungguhnya tersambung, mana yang lebih besar.
- m) Suatu KK yang terpasang setinggi lebih dari 2,3 m di atas lantai untuk penyambungan ke suatu peranti rumah tangga yang tidak lebih dari 100 W atau suatu lumener dapat dimasukkan sebagai titik penerangan dalam kelompok beban A (i).

Suatu peranti tidak lebih dari 100 W, yang tersambung permanen atau tersambung pada KK yang terpasang lebih dari 2,3 m di atas lantai dapat dianggap sebagai titik penerangan.

- n) Setiap bagian dari perlengkapan yang tidak melebihi 10 A, yang tersambung secara permanen, dapat dimasukkan dalam kelompok beban B (i) sebagai titik tambahan.

4.3.2.3 Instalasi bukan rumah

Untuk instalasi bukan rumah perhitungan kebutuhan maksimum setiap fase dari instalasi harus ditentukan dari Tabel 4.3-2 dengan mengambil jumlah dari nilai-nilai yang diperoleh dengan menerapkan petunjuk yang tepat dalam kolom 2 dan 3 sesuai dengan jenis instalasinya pada kelompok beban A, B dan seterusnya dalam kolom 1.

Tabel 4.3-2 Kebutuhan maksimum instalasi bukan rumah

1	2	3
Kelompok beban	Perumahan, hotel, asrama, rumah sakit, rumah penginapan, motel e)	Pabrik, toko, kompleks, perkantoran, kompleks perdagangan e)
A) Penerangan selain di kelompok beban F a),b).	75 % dari beban tersambung	Beban tersambung penuh
B) 1) KKB dan KK yang tidak melebihi 10 A selain di D 2)	1000 W untuk KK pertama ditambah 400 W untuk setiap KK lainnya	1000 W untuk KK pertama ditambah 750 W untuk setiap KK lainnya
2) KKB dan KK yang tidak melebihi 10 A dalam gedung atau bagian gedung yang dilengkapi dengan perlengkapan pemanas atau pendingin, atau keduanya yang dipasang magun (b,d)	1000 W untuk KK pertama ditambah 100 W untuk setiap KK lainnya	1000 W untuk KK pertama ditambah 100 W untuk setiap KK lainnya
3) KK lebih dari 10 A .d)	Arus pengenal penuh dari KK bernilai pengenal tertinggi ditambah 50% dari arus pengenal penuh beban lainnya	Arus pengenal penuh dari KK bernilai tertinggi ditambah 75% dari nilai pengenal beban lainnya
C) Peranti untuk masak, peranti pemanas dan pendingin, termasuk pemanas air seketika tetapi tidak termasuk peranti dalam kelompok D) dan J) di bawah	Beban penuh terpasang dari peranti berbeban tertinggi ditambah 50% dari beban penuh lainnya	Beban penuh tersambung dari peranti berbeban tertinggi ditambah 75% dari beban penuh lainnya
D) Motor selain dari di E) dan F) di bawah	Beban penuh motor dengan nilai pengenal tertinggi di tambah 50 % dari beban penuh lainnya	Beban penuh motor dengan nilai pengenal tertinggi ditambah 75% dari motor dengan nilai pengenal tertinggi kedua ditambah 50% dari beban penuh lainnya
E) Lif	1) Motor lif terbesar - 125 % beban penuh 2) Motor lif terbesar kedua - 75 % beban penuh 3) Motor lainnya - 50 % beban penuh Untuk keperluan kelompok beban ini, arus beban penuh suatu motor lif berarti arus dari suplai pada saat mengangkat beban pengenal maksimum pada kecepatan pengenal maksimum	
F) Unit pompa bahan bakar	1) Motor Motor pertama - beban penuh Motor kedua - 50 % beban penuh Motor lainnya - 25 % beban penuh 2) Penerangan – beban penuh tersambung	

Tabel 4.3-2 (lanjutan)

1	2	3
G) Kolam renang, spa, sauna, pemanas tandoan termal termasuk pemanas air, pemanas ruangan dan perlengkapan sejenis (c)	1) Elemen kontinu - beban penuh untuk segala keadaan 2) Elemen yang terkendali (termasuk elemen yang terkendali yang mungkin dihubungkan pada suplai pada waktu-waktu di luar waktu yang dikendalikan dengan sakelar alih atau sistem kendali beban) : 66,6 % dari beban penuh, sekiranya kebutuhan dari sisa instalasi lainnya yang dihitung, tidak kurang dari kebutuhan elemen yang dikendalikan. Beban penuh untuk keadaan lainnya.	
H) Mesin las	Ketentuan mengenai mesin las diberikan dalam 4.3.2.4.	
J) Perlengkapan sinar – X	50 % dari beban penuh unit sinar – X terbesar, unit-unit lainnya diabaikan.	
K) Perlengkapan lain yang tidak tercakup dalam kelompok beban di atas	Menurut perkiraan Instansi Pemeriksa Berwenang	

CATATAN 2 : Untuk Tabel 4.3-2

a) Dalam perhitungan beban tersambung, nilai pengenalan di bawah ditetapkan untuk lampu:

- 1) Lampu pijar : 60 watt, atau watt sebenarnya dari lampu yang dipasang, tergantung mana yang lebih besar, kecuali bila lumener penerangan yang berkaitan dengan fitting hanya dapat dipasang dengan lampu tidak lebih dari 60 watt untuk setiap fitting lampu, maka beban tersambung dari fitting adalah watt dari fitting lampu terbesar yang dapat dipasang padanya.
Untuk lumener lampu banyak, beban dari setiap fitting lampu harus ditetapkan sesuai dengan ketentuan di atas.
- 2) Lampu TL : Beban tersambung penuh, yaitu arus yang diserap oleh susunan penerangan dengan memperhitungkan alat pembantu seperti balas dan kapasitor.
- 3) Rel penerangan : 0,5 A/m per fase setiap rel, atau beban yang sesungguhnya tersambung, mana yang lebih besar.

b) Kelompok beban B 2) berlaku untuk gedung atau bagian dari gedung yang memiliki perlengkapan pemanas dan/atau pendingin ruangan permanen yang khusus dipasang sehingga tidak memerlukan KKB untuk peranti pemanas atau pendingin ruangan. Penggunaan pemanas atau pendingin atau keduanya untuk menghindari penggunaan peranti pemanas atau pendingin randah, tergantung pada lokasi dan iklim yang bersangkutan.

c) Beban – terkendali mencakup hanya beban yang suplainya tersedia untuk waktu terbatas.

d) Suatu kotak kontak, yang terpasang pada ketinggian lebih dari 2,3 m di atas lantai untuk penyambungan peranti dengan daya tidak lebih dari 100 W atau lumener penerangan dapat dimasukkan sebagai titik lampu dalam kelompok beban A.
Suatu peranti dengan daya tidak lebih dari 100 W yang terpasang secara magun atau dipasang pada KK yang dipasang lebih dari 2,3 m di atas lantai boleh dianggap sebagai titik penerangan.

e) Lihat 4.3.1, 4.3.4.2 dan 4.3.5.3 untuk kebutuhan maksimum sirkit utama konsumen, sirkit cabang dan sirkit akhir yang dapat ditentukan dengan pembatasan.

4.3.2.4 Mesin las

4.3.2.4.1 Definisi

Untuk maksud butir 4.3.2.4 berlaku definisi di bawah ini :

a) Arus primer pengenalan

- 1) untuk mesin las busur adalah arus masukan pengenalan yang tertera atau arus primer pengenalan terkoreksi yang tertera bila dilengkapi dengan perlengkapan untuk memperbaiki faktor daya, atau
- 2) untuk mesin las lainnya adalah arus yang diperoleh dengan mengalikan kilo volt ampere (kVA) pengenalan dengan 1000 dan membaginya dengan nilai tegangan primer pengenalan yang tertera pada papan nama.

b) Arus primer yang sesungguhnya : arus yang diserap dari sirkit suplai pada setiap saat mesin las bekerja, pada posisi tap tertentu dan pada setelan pengatur tertentu.

c) Daur tugas – perbandingan antara waktu selama arus mesin las mengalir, dengan waktu standar 1 menit, dinyatakan dalam persen.

CONTOH 1 :

Sebuah mesin las titik yang disuplai pada sistem 50 Hz (3000 siklus/menit) membuat 6 titik las per menit, masing-masing titik selama 15 siklus, memiliki daur tugas sebesar :

$$\frac{6 \times 15 \times 100}{3000} = 3\%$$

CONTOH 2 :

Mesin las kampuh yang bekerja dua siklus kerja dan dua siklus mati akan mempunyai daur tugas 50%.

CATATAN Kemampuan hantar arus dari penghantar suplai yang dibutuhkan guna membatasi susut tegangan pada suatu nilai yang diizinkan agar mesin pengelas memberikan unjuk kerja memuaskan, kadang-kadang dapat lebih besar dari pada yang diperlukan untuk mencegah pemanasan lebih dari penghantar.

4.3.2.4.2 Mesin las busur

Berikut ini berlaku untuk mesin las busur.

- a) Mesin tunggal : Kebutuhan maksimum mesin las busur tunggal harus dihitung 100 % dari arus primer pengenalan.
- b) Kelompok mesin : Kebutuhan maksimum dari dua atau lebih mesin las busur harus dihitung sebagai berikut :
 - 1) dua mesin las terbesar : 100% dari tiap arus primer pengenalan, ditambah
 - 2) mesin las terbesar berikutnya: 85 % dari arus primer pengenalan, ditambah
 - 3) mesin las terbesar berikutnya: 70 % dari arus primer pengenalan, ditambah

- 4) semua mesin las lainnya : 60 % dari arus primer pengenalan.

4.3.2.4.3 Mesin las resistans

Berikut ini berlaku bagi mesin las resistans.

a) Mesin tunggal :

Kebutuhan maksimum untuk mesin las resistans tunggal harus dihitung sebagai berikut :

- 1) Operasi yang berubah-ubah : 70 % dari arus primer pengenalan untuk mesin kampuh dan mesin otomatis, dan 50 % dari arus primer pengenalan untuk mesin-mesin tidak otomatis yang dikerjakan manual.
- 2) Operasi khusus : hasil perkalian dari arus primer sebenarnya dan faktor kelipatan berikut ini, untuk daur tugas mesin las dioperasikan pada kondisi kerja khusus, yang arus primer sebenarnya dan daur tugasnya diketahui dan tidak berubah.

Daur tugas (persen):	50	40	30	25	20	15	10	7,5	5 atau kurang
Faktor kelipatan :	0,71	0,63	0,55	0,50	0,45	0,39	0,32	0,27	0,22

b) Kelompok mesin :

Kebutuhan untuk dua atau lebih mesin las resistans harus dihitung sebagai jumlah dari nilai yang didapat sesuai dengan butir (a) untuk mesin-mesin las terbesar yang disuplai dan 60% dari nilai yang didapat sesuai dengan butir (a) untuk semua mesin-mesin las lain yang disuplai.

4.3.3 Penentuan kebutuhan maksimum dengan penaksiran

Kebutuhan maksimum dari sirkit utama konsumen dan sirkit cabang dapat dilakukan dengan penaksiran oleh Instansi Pemeriksa yang berwenang.

Penaksiran dapat dipertimbangkan terutama jika :

- a) perlengkapan pada instalasi bekerja pada kondisi beban yang naik turun atau *intermiten* dan daur tugas tertentu dapat ditetapkan;
- b) instalasinya besar dan rumit, atau
- c) jika terdapat penghunian khusus.

4.3.4 Penentuan kebutuhan maksimum sirkit utama konsumen dan sirkit cabang dengan cara pengukuran atau pembatasan

4.3.4.1 Penentuan kebutuhan maksimum dengan cara pengukuran

Kebutuhan maksimum sirkit utama konsumen dan sirkit cabang ditentukan oleh konsumsi listrik tertinggi yang direkam atau yang dapat dipertahankan selama periode 15 menit oleh indikator atau perekam maksimum. Pengukuran semacam ini dilaksanakan sesuai dengan cara yang diizinkan.

4.3.4.2 Penentuan kebutuhan maksimum dengan cara pembatasan

Kebutuhan maksimum sirkit utama konsumen dan sirkit cabang dapat ditentukan oleh arus pengenal pemutus sirkit dengan setelan tetap, atau oleh setelan arus dari pemutus sirkit yang dapat disetel, asal metode kalibrasi, penyetelan, selungkup dan penyegelan pemutus tersebut diizinkan oleh instansi berwenang.

Hal ini tidak berlaku bagi instalasi rumah tunggal atau ganda. Lebih lanjut, bilamana sesuai 4.2.8.4 suatu pemutus sirkit dipasang yang mempunyai arus pengenal lebih besar daripada KHA penghantar yang diamankan, pengenal atau setelan dari pemutus sirkit itu tidak diperhitungkan dalam penentuan kebutuhan maksimum.

4.3.5 Kebutuhan maksimum sirkit akhir

4.3.5.1 Umum

Pada umumnya, kebutuhan maksimum suatu sirkit akhir dianggap sama dengan beban penuh tersambung.

Kebutuhan maksimum sirkit akhir dapat ditentukan dengan salah satu metode tersebut dalam 4.3.5.2 sampai 4.3.5.6.

4.3.5.2 Penaksiran

Kebutuhan maksimum sirkit akhir dapat ditaksir oleh instansi pemeriksa yang berwenang bila sirkit akhir :

- a) dapat mengalami pembebanan lebih yang lama; atau
- b) tersambung pada perlengkapan yang dioperasikan pada kondisi naik-turun atau intermiten dan suatu daur tugas tertentu dapat ditentukan.

4.3.5.3 Pembatasan kebutuhan maksimum dengan pemutus sirkit

Kebutuhan maksimum sirkit akhir yang diamankan dengan pemutus sirkit seperti pemutus sirkit yang memenuhi 4.2.7.2.2 c), d) atau e) dapat dianggap sebagai :

- a) nilai pengenal pemutus sirkit setelan tetap, atau
- b) setelan arus pemutus sirkit yang dapat disetel, dengan metode kalibrasi, penyetelan, selungkup dan penyegelan pemutus sirkit yang diizinkan oleh instansi berwenang.

Ketentuan ini tidak berlaku bagi sirkit akhir dalam keadaan berikut :

- a) Dalam instalasi rumah yang tersambung suatu peranti tunggal. Kebutuhannya ditentukan menurut 4.2.5.4
- b) Bila sesuai dengan 4.2.8.4 suatu pemutus sirkit yang nilai pengenalnya lebih besar dari kemampuan hantar arus (KHA) penghantar yang diamankannya, kebutuhan maksimum harus ditentukan oleh kebutuhan maksimum perlengkapan tersebut.

4.3.5.4 Sirkit yang tersambung pada satu peranti atau satu kotak kontak

4.3.5.4.1 Umum

Sirkit akhir yang menyuplai hanya satu peranti atau satu kotak kontak untuk penyambungan peranti magun atau pegun dianggap mempunyai kebutuhan maksimum sama dengan beban peranti sebenarnya.

Jika peranti adalah dapur listrik, tungku atau pelat panas dalam instalasi rumah, kebutuhan maksimum ditentukan menurut 4.3. 5.4.2.

Kotak kontak tunggal, selain KK yang dipasang untuk disambung pada peranti magun atau pegun, harus dianggap mempunyai pembebanan sama dengan nilai pengenalan yang tercantum pada kotak kontak tersebut.

4.3.5.4.2 Dapur listrik, tungku dan pelat panas dalam instalasi rumah

Bagi dapur listrik, tungku, atau pelat panas dalam instalasi rumah, kebutuhan maksimum per fase adalah sebagai berikut (untuk tegangan 220 V)

- a) Untuk nilai pengenalan beban-penuh fase tidak melebihi 5 kW --- 16 A
- b) Untuk nilai pengenalan beban penuh fase melebihi 5 kW tetapi tidak melebihi 8 kW --- 20 A
- c) Untuk nilai pengenalan beban penuh fase lebih dari 8 kW tetapi tidak melebihi 10 kW --- 25 A
- d) Untuk nilai pengenalan beban penuh fase melebihi 10 kW tetapi tidak melebihi 13 kW --- 32 A
- e) Untuk nilai pengenalan beban penuh fase melebihi dari 13 kW --- 40 A

Suatu tungku atau pelat panas, atau kombinasi dari tungku dan pelat panas yang diperlakukan sebagai satu unit peranti dapat dianggap sebagai dapur listrik dalam kaitannya dengan ayat ini.

4.3.5.5 Sirkit yang dihubungkan pada lebih dari satu peranti atau kotak kontak

Sirkit akhir yang padanya dihubungkan lebih dari satu peranti atau kotak kontak, sesuai dengan 4.4 dan Tabel 4.4-1 sampai dengan 4.4-4 mempunyai kebutuhan maksimum sama dengan:

- a) jumlah beban sebenarnya peranti dan kotak kontak pada sirkit, atau;
- b) nilai pengenalan gawai proteksi sirkit,

mana yang lebih kecil antara keduanya.

Untuk butir a), suatu kotak kontak, selain yang terpasang untuk dihubungkan ke peranti magun atau pegun, harus dianggap mempunyai beban sama dengan nilai pengenalan yang tercantum pada kotak kontak.

4.3.5.6 Perlengkapan saling mengunci

Jika lebih dari satu peranti, motor atau perlengkapan lain yang saling mengunci disuplai dari satu sirkit akhir, sehingga hanya sejumlah terbatas peranti atau motor yang dapat terhubung

selama suatu kurun waktu tertentu, kebutuhan maksimum sirkit akhir dapat dianggap kebutuhan maksimum tertinggi yang dapat diperoleh dari kombinasi peranti, motor atau perlengkapan yang mungkin dapat terhubung selama suatu kurun waktu tertentu.

4.3.6 Sirkit akhir terpisah yang diperlukan

4.3.6.1 Lampu, peranti listrik atau KK tegangan rendah dengan nilai pengenal lebih dari 20 A atau lebih dari 20 A per fase, masing-masing harus disuplai dari sirkit akhir yang jelas terpisah.

Peranti gabungan, mesin gabungan yang terdiri dari sejumlah gawai pemakai individual, harus dianggap sebagai satu unit tunggal untuk maksud penerapan Ayat ini.

Gawai pemanfaat individual tersebut mencakup:

- a) Motor yang berkaitan dengan satu lif dalam instalasi lif.
- b) Motor dan perlengkapan penunjang yang berkaitan dengan instalasi penyaman udara, mesin perkakas dan semacamnya.
- c) Unit pemasak individual seperti pelat panas dan tungku dari suatu dapur listrik yang dipasang dalam satu ruangan.

4.4 Jumlah titik beban dalam tiap sirkit akhir

4.4.1 Jumlah titik beban maksimum dalam tiap sirkit akhir

4.4.1.1 Umum

Jumlah maksimum titik beban yang dapat dihubungkan paralel pada suatu sirkit akhir harus sesuai dengan 4.4.1.2 sampai 4.4.1.6.

Ketentuan ini tidak berlaku dalam keadaan berikut :

- a) Sirkit akhir yang menyuplai perlengkapan yang mempunyai nilai pengenal lebih dari 20 A, atau lebih dari 20 A per fase yang dirinci di 4.3.6.
- b) Sirkit akhir digunakan untuk penerapan khusus seperti ditentukan dalam 4.4.2.

Jumlah titik beban yang dapat dihubungkan pada suatu sirkit akhir tergantung pada nilai pengenal gawai proteksi, yang nilai maksimumnya tidak boleh melebihi KHA penghantar sirkit.

Untuk penerapan Tabel 4.4-1 sampai Tabel 4.4-4 lihat contoh soal di bagian belakang bab ini.

4.4.1.2 Sirkit akhir untuk penggunaan tunggal

Sirkit akhir untuk penggunaan tunggal adalah sirkit akhir yang hanya menyuplai :

- a) titik penerangan;
- b) K.K.B;
- c) K.K. 10A;

d) K.K. 15A; atau

e) K.K. 20A;

yang harus memenuhi persyaratan susunan dalam tabel berikut ini :

a) Instalasi rumah : Tabel 4.4-1

b) Instalasi bukan rumah : Tabel 4.4-2

4.4.1.3 Sirkit dari hanya satu titik beban dan sirkit campuran

Bila suatu sirkit akhir menyuplai :

a) peranti tunggal yang tersambung magun;

b) K.K tunggal untuk penyambungan peranti tunggal terpasang magun atau pegun, atau;

c) gabungan dari peranti yang tersambung magun, titik penerangan atau K.K.

maka harus memenuhi susunan dalam tabel berikut :

(i) Instalasi rumah : Tabel 4.4-3

(ii) Instalasi bukan rumah : Tabel 4.4-4

CATATAN :

a) Lihat 4.2.2.2.2 untuk pembatasan yang berlaku bila isolasi limbak terpasang atau bila dianggap isolasi limbak terpasang.

b) Tabel-tabel 4.4-3 dan 4.4-4 digunakan dengan menentukan besar kontribusi tiap titik beban dalam ampere, pada sirkit dari nilai yang diberikan di dalam baris tunggal dari kolom 5 sampai 10 dari Tabel 4.4-3 atau kolom 5 sampai 10 dari Tabel 4.4-4.

Jumlah titik beban tidak boleh melebihi nilai yang diberikan dalam kolom 4 dan jumlah kontribusi dalam ampere, tidak boleh melebihi beban maksimum yang diizinkan di kolom 3. Nilai pengenalan dari gawai proteksi sirkit selanjutnya ditentukan dari nilai-nilai yang diberikan didalam baris yang sama dari kolom 1 dan 2.

4.4.1.4 Sirkit akhir yang mempunyai gawai proteksi sirkit dengan nilai pengenalan lebih besar dari yang tersedia dalam Tabel 4.4-1 sampai dengan Tabel 4.4-4.

Untuk sirkit akhir yang mempunyai gawai proteksi sirkit dengan nilai pengenalan lebih besar dari pada yang tersedia di dalam Tabel 4.4-1 sampai dengan Tabel 4.4-4, jumlah titik yang akan disambung tidak dibatasi jumlahnya dengan ketentuan bahwa tidak boleh ada KKB disambungkan pada sirkit akhir yang disuplai melalui :

a) pemutus sirkit atau pengaman lebur kemampuan tinggi yang nilai pengenalnya melebihi 32 A, atau

b) pengaman lebur semi tertutup yang dapat dikawati kembali, yang mempunyai nilai pengenalan melebihi 25 A.

4.4.1.5 Perlengkapan yang saling mengunci

Bila perlengkapan saling mengunci seperti dijelaskan dalam 4.3.5.6, maka jumlah titik harus ditetapkan sebagai jumlah titik maksimum yang dapat berada dalam sirkit pada suatu saat.

Tabel 4.4-1 Jumlah titik sambung untuk sirkit akhir untuk penggunaan tunggal dalam instalasi rumah

1		2	3	4	5
Jenis sirkit		Diamankan dengan pemutus sirkit atau pengaman lebur kemampuan tinggi		Diamankan dengan pengaman lebur yang dapat dikawati kembali	
		Nilai pengenalan dari gawai proteksi (a) A	Jumlah titik sambung maksimum	Nilai pengenalan dari gawai proteksi (a) A	Jumlah titik sambung maksimum
Titik penerangan (c)		6 ≥ 10	20 Tidak terbatas	8 12 16 ≥ 20	20 25 40 Tidak terbatas
KKB atau KK Fase tunggal atau Fase banyak (be) 10 A	Kondisi A	16	8	16	4
		20	8	20	6
		25	10	25	8
		32	15		
	Kondisi B (d)	16	15	16	15
		20	20	20	20
		25	25	25	25
		32	35		
KK fase tunggal atau fase Banyak 15 A		16 20 25 32	1 2 3 4	16 20 25 32	1 2 3 4
KK fase tunggal atau fase Banyak 20 A		20 25 32	1 1 2	20 25 32	1 1 2

Tabel 4.4-2 Jumlah titik sambung untuk satu buah sirkit akhir untuk penggunaan tunggal dalam instalasi bukan rumah

1		2	3	4	5
Jenis sirkit		Diamankan dengan pemutus sirkit atau pengaman lebur kemampuan tinggi		Diamankan dengan pengaman lebur yang dapat dikawati kembali.	
		Nilai pengenalan dari gawai proteksi (a) A	Jumlah titik sambung maksimum	Nilai pengenalan dari gawai proteksi (a) A	Jumlah titik sambung maksimum
Titik penerangan (c)		10 16 20 ≥ 25	20 25 40 Tidak terbatas	8 12 16 20 ≥ 25	20 20 25 40 Tidak terbatas
KKB atau KK Fase tunggal atau Fase banyak (b) 10A	Tanpa penyaman udara permanen	16 20 25 32	8 10 12 16	16 20 25	3 4 6
	Dengan penyaman udara permanen (f)	16 20 25 32	15 20 25 35	16 20 25	3 4 6
KK fase tunggal atau fase Banyak 15A		16 20 25 32	1 1 2 4	16 20 25 32	1 1 2 4
KK fase tunggal atau fase Banyak 20A		20 25 32	1 1 2	20 25 32	1 1 2

CATATAN : untuk Tabel 4.4-1 dan Tabel 4.4-2

a) Nilai pengenalan gawai proteksi sirkit.

Lihat 4.4.1.4 untuk persyaratan yang berhubungan dengan penggunaan gawai proteksi sirkit yang mempunyai nilai pengenalan yang melebihi angka-angka di kolom 2 dan 4.

b) Sambungan yang dibatasi

Pada sirkit dengan penampang kurang dari $2,5 \text{ mm}^2$, tidak boleh disambungkan KKB atau KK fase satu 15A atau 20A, 4.4.1.4 melarang menyambung KKB pada sirkit yang diamankan oleh pemutus sirkit atau pengaman lebur kemampuan tinggi yang mempunyai nilai pengenalan melebihi 32A atau pada suatu sirkit yang diamankan oleh pengaman lebur semi tertutup yang dapat dikawati kembali yang mempunyai nilai pengenalan melebihi 25A.

c) Titik penerangan.

Suatu luminair penerangan dianggap terdiri dari satu atau lebih titik penerangan sesuai dengan jumlah titik di luminer itu yang dihubungkan dengan kabel fleksibel ke pengawatan tetap, atau sesuai dengan jumlah bagian-bagian yang dikendalikannya.

Sambungan penerangan pesta, tanda dan penerangan hiasan tidak boleh dipandang sebagai titik penerangan (lihat 4.4 2.3). Sistem rel penerangan harus dipandang sebagai dua (2) titik per meter rel.

Suatu peranti yang mempunyai nilai pengenalan tidak melebihi 100W yang dihubungkan magun, atau terhubung melalui KK yang terpasang lebih dari 2,3 m di atas lantai, dapat dipandang sebagai titik penerangan.

d) Kombinasi ganda dari KKB dalam kondisi B di instalasi rumah dan unit hunian individual. Untuk menetapkan jumlah titik di kolom 3 dan 5 Tabel 4.4-1 untuk kondisi B, suatu kombinasi ganda dari KKB yang mempunyai satu titik hubung pada pengawatan tetap dapat dipandang sebagai satu titik kurang dari pada jumlah KKB dalam kombinasi ganda itu.

e) Sirkuit pada instalasi rumah yang padanya tersambung KKB.

Kondisi A : Berlaku jika terdapat hanya satu sirkuit di instalasi atau jika kondisi B tidak dipenuhi.

Kondisi B : Berlaku jika terdapat dua atau lebih sirkuit di instalasi dan tidak satu sirkuit pun menyuplai lebih dari dua pertiga dari jumlah total KKB

f) Instalasi bukan rumah dengan penyaman udara magun.

Nilai yang tercantum dalam baris ini berlaku untuk gedung atau bagian dari gedung yang mengandung perlengkapan pemanas atau pendingin yang dipasang permanen, atau kedua-duanya, yang khusus disediakan sehingga penggunaan KKB bagi peranti pemanas atau pendingin ruangan yang portable menjadi tidak perlu.

Tabel 4.4-3 Pembebanan dan jumlah titik sambung pada sirkit akhir beban campuran dalam instalasi rumah

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nilai pengenalan dari gawai proteksi (a) A		Beban maksimum yang diperbolehkan A	Jumlah titik sambung maksimum	Kontribusi setiap titik pada beban total, A (jumlahnya tidak boleh melampaui nilai dalam kolom 3)					
Pemutus tenaga atau proteksi lebur kemampuan tinggi	Pengaman lebur yang dapat dikawati kembali			Titik pene- rangan (b)	KKB atau KK fase tunggal atau fase banyak 10 A (d, g)		KK fase tunggal atau fase banyak 15 A (g)	KK fase tunggal atau fase banyak 20 A (g)	Perlengkapan magun atau pegun yang dipasang magun (e)
					Kondis A	Kondisi B (c)			
10	-	10	20	0,5	-	-	-	-	Beban tersambung
16	-	16	20	0,5	4	1,1	15	-	
20	-	20	25	0,5	4	1	12	20	
25	-	25	30	0,5	4	1	10	18	
32	-	32	40	0,5	4	1	8	16	
-	8	8	20	0,5	-	-	-	-	
-	12	12	20	0,5	-	-	-	-	
-	16	16	20	0,5	4	1,1	15	-	
-	20	20	25	0,5	4	1	12	20	
-	25	25	30	0,5	4	1	10	18	
-	32	32	40	0,5	-	-	8	16	

Tabel 4.4-4 Pembebanan dan jumlah titik sambung tiap sirkit akhir beban campuran dalam instalasi bukan rumah

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nilai pengenalan dari gawai proteksi (a) A		Beban maksimum yang diperbolehkan A	Jumlah titik sambung maksimum	Kontribusi setiap titik pada beban total, A (jumlahnya tidak boleh melampaui dari nilai dalam kolom 3)					
Pemutus sirkit atau proteksi lebur kemampuan tinggi	Pengaman lebur yang dapat dikawati kembali.			Titik pene- rangan (b)	KKB atau KK fase tunggal atau fase banyak 10 A (g)		KK fase tunggal atau fase banyak 15 A (g)	KK fase tunggal atau fase banyak 20 A (g)	Perlengkapan magun atau pegun yang dipasang magun (e)
					Tanpa AC magun	Dengan AC magun (f)			
10	-	10	20	0,5	-	-	-	-	Beban tersambung
16	-	16	20	0,5	2	1,1	15	-	
20	-	20	25	0,5	2	1	12	20	
25	-	25	30	0,5	2,1	1	10	20	
32	-	32	35	0,5	2	1	8	16	
-	8	8	20	0,5	-	-	-	-	
-	12	12	20	0,5	-	-	-	-	
-	16	16	20	0,5	5,5	5,5	15	-	
-	20	20	20	0,5	5	5	12	20	
-	25	25	30	0,5	5	5	10	20	
-	32	32	35	0,5	4	4	8	16	

CATATAN Untuk Tabel 4.4-3 dan Tabel 4.4-4

- a) Nilai pengenalan gawai proteksi sirkit. Lihat 4.4 1.4 tentang persyaratan yang terkait pada penggunaan gawai proteksi sirkit dengan nilai pengenalan melebihi angka di kolom 1 dan 2.
- b) Titik penerangan. Suatu lumener penerangan dianggap terdiri atas satu atau lebih titik penerangan sesuai dengan jumlah titik di lumener yang dihubungkan dengan kabel fleksibel ke pengawatan tetap, atau sesuai dengan jumlah bagian-bagian yang dikendalikan. Sambungan penerangan pesta, tanda dan penerangan hias tidak boleh dipandang sebagai titik penerangan (lihat 4.4.2.3). Suatu peranti yang mempunyai nilai pengenalan tidak melebihi 100W yang disambungkan magun, atau tersambung melalui KK yang terpasang lebih dari 2,3 m di atas lantai, dapat dipandang sebagai titik penerangan.
- c) KKB kombinasi ganda dengan kondisi B di instalasi rumah dan unit hunian individual. Untuk menetapkan jumlah titik di kolom 4 dari Tabel 4.4-3 untuk kondisi B, suatu KKB kombinasi ganda yang mempunyai satu titik sambung pada pengawatan magun dapat dipandang sebagai satu titik kurang dari pada jumlah KK dalam KKB kombinasi ganda itu.
- d) Sirkit pada instalasi rumah yang padanya tersambung dengan KKB.

Kondisi A : Berlaku jika terdapat hanya satu sirkit di instalasi atau jika kondisi B tidak dipenuhi.

Kondisi B : Berlaku jika terdapat dua atau lebih sirkit di instalasi dan tidak satu sirkit pun menyuplai lebih dari dua pertiga dari jumlah total KKB

- e) Peranti magun atau pegun. Peranti magun atau pegun dapat dihubungkan secara magun atau melalui kotak kontak.
- f) Instalasi bukan rumah dengan penyaman udara magun.

Nilai-nilai yang tercantum dalam kolom ini berlaku untuk gedung atau bagian gedung yang mengandung perlengkapan pemanas atau penyaman yang dipasang magun atau kedua-duanya yang khusus disediakan, sehingga penggunaan KKB bagi peranti pemanas atau pendingin ruangan menjadi tidak perlu.

- g) Sambungan yang dibatasi.

Pada sirkit dengan penampang kurang dari $2,5 \text{ mm}^2$, tidak boleh disambungkan KKB atau KK fase satu 15A atau 20A.

4.4.1.4 Melarang menyambung KKB pada sirkit yang diamankan oleh pemutus sirkit atau pengaman lebur kemampuan tinggi yang mempunyai nilai pengenalan melebihi 32 A atau pada suatu sirkit yang diamankan oleh pengaman lebur semi tertutup yang dapat dikawati kembali yang mempunyai nilai pengenalan melebihi 25 A.

4.4.2 Jumlah titik per sirkit akhir sirkit akhir untuk aplikasi khusus dalam instalasi bukan rumah

4.4.2.1 Umum

Jumlah titik sambung yang boleh dipasang pada sirkit akhir untuk penggunaan khusus, harus sesuai dengan ketentuan pada 4.4.2.2 sampai 4.4.2.5.

Dalam kondisi tersebut, ketentuan-ketentuan ini dapat dipergunakan sebagai pengganti 4.4. Ketentuan dalam 4.4.2.2 sampai 4.4.2.5 dimaksudkan dalam hal diperlukan jumlah penyambungan titik yang lebih besar dari ketentuan di 4.4 karena sifat penggunaan khusus dari sirkit akhir.

4.4.2.2 Kotak kontak dan peranti listrik

Dalam hal suatu sirkit akhir yang melayani KK atau peranti yang terpasang secara permanen, diamankan oleh pemutus sirkit arus lebih di instalasi bukan rumah, jumlah titik pada sirkit tidak perlu dibatasi, bila :

- a) peranti-peranti tersebut adalah dari jenis yang sama atau KK dimaksudkan untuk penyambungan peranti yang sama, dan nilai pengenalan dari pemutus sirkit tidak melebihi 25A, misalnya dalam hal KKB yang besar jumlahnya diperlukan untuk menyuplai unit peragaan visual dalam suatu fasilitas pengolahan data atau kata, atau
- b) kabel yang panjang dari pusat distribusi yang diperlukan untuk menyuplai perlengkapan yang rendah, seperti pemotong rumput, perlengkapan perbengkelan, alat las, sebagai contoh, banyak KK dengan arus pengenalan yang tinggi yang diperlukan di dermaga atau jeti untuk melayani satu buah mesin las.

4.4.2.3 Sirkit khusus untuk penerangan

Jumlah titik per sirkit akhir dari sistim penerangan di bawah ini, dibatasi hanya oleh kemampuan hantar arus dari penghantar sirkit :

- a) penerangan tanda permanen dan penerangan hias.
- b) penerangan panggung, termasuk penerangan lantai penerangan tepi dan penerangan samping.
- c) Penerangan luar yang memerlukan kabel yang panjang, seperti lapangan olah raga, lapangan tenis, dermaga, lapangan bongkar muat, gedung terbuka dan sebagainya.
- d) Penerangan sementara untuk penerangan umum, penerangan tanda, penerangan tepi, penerangan pesta atau hias, dengan ketentuan bahwa arus beban total tidak melebihi 16 A.

4.4.2.4 Transformator untuk sistim lampu TL – Tabung Luah

Untuk sistem instalasi penerangan TL atau luah, transformator yang merupakan bagian dari sistem penerangan tanda, sistim penerangan tepi dan sejenis yang lengkap dapat dipasang paralel di sisi primer, dengan ketentuan bahwa beban terpasang total pada sirkit akhir, tidak melebihi kemampuan hantar arus dari penghantar sirkit.

4.4.2.5 Sirkit kereta penumpang lif

Untuk instalasi di dalam atau di atas kereta lif, boleh dipasang dua belas titik beban, dua diantaranya bisa terdiri dari KKB dapat disambung pada suatu sirkit yang mempunyai penghantar dengan penampang $1,5 \text{ mm}^2$ dan diamankan dengan pengaman lebur semi tertutup 12 A yang dapat dikawati kembali, atau pemutus sirkit atau pengaman lebur kemampuan tinggi 16 A.

4.5 Sirkit utama konsumen

4.5.1 Penampang minimum

Penghantar sirkit utama konsumen harus mempunyai penampang tidak kurang dari 4 mm^2 untuk penghantar berisolasi dan berpenyangga.

4.5.2 Sistem pengawatan

4.5.2.1 Umum

Setiap sistem pengawatan yang diakui oleh standar ini dapat digunakan untuk sirkit utama konsumen, asal memenuhi ketentuan-ketentuan dalam ayat-ayat berikut ini :

- a) Ayat 4.5.2.2 untuk kabel tanpa selubung pelindung dalam selungkup metal.
- b) Subpasal 4.11.7 untuk sistem pengawatan yang melayani perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif.
- c) Pasal 7.13 khususnya mengenai cara pemasangan kabel tanah.
- d) Ketentuan tentang sirkit cabang yang dilengkapi dengan pemutus sirkit yang bekerja berdasarkan arus sisa (GPAS)

4.5.2.2 Kabel tanpa selubung yang dipasang dalam selungkup metal

Kabel tanpa selubung dipasang dalam selungkup metal, tidak boleh digunakan sebagai sirkit utama konsumen. Hal ini tidak melarang penggunaan cara di bawah ini bagi sirkit utama konsumen:

- a) Kabel tanpa selubung, yang menggunakan kertas sebagai isolasi dengan selubung timah.
- b) Kabel tanpa selubung, yang berada dalam PHB metal.
- c) Kabel tanpa selubung, dipasang dalam selungkup metal dimana kabelnya dilindungi di sisi suplainya dengan gawai proteksi hubung pendek.

4.6 Susunan sirkit cabang dan sirkit akhir

4.6.1 Titik awal dari sirkit cabang dan sirkit akhir

Semua sirkit cabang dan sirkit akhir harus bermula dari PHB utama atau dari PHB distribusi. Semua penghantar fase dari suatu sirkit cabang atau sirkit akhir harus bermula dari satu PHB.

4.6.2 Penampang minimum sirkit

Penampang sirkit cabang harus mempunyai penampang tidak kurang dari 4 mm² untuk penghantar berisolasi dan berpenyangga.

4.6.3 Penurunan kemampuan hantar arus di sirkit cabang

4.6.3.1 Kemampuan hantar arus dari penghantar yang digunakan dalam setiap sirkit cabang tidak boleh diturunkan di bawah nilai pengenalan gawai proteksi sirkit sesuai dengan 4.2.7.

Penghantar dengan kemampuan hantar arus kurang dari nilai pengenalan gawai proteksi sirkit dari sirkit cabang dapat digunakan, dengan persyaratan berikut ini :

4.6.3.1.1 Umum

Bila dianggap perlu menyambungkan sirkit cabang yang kecil ke sirkit cabang yang lebih besar, misalnya pencabangan dari sirkit cabang vertikal yang besar di tiap lantai, atau dari sirkit cabang yang besar ke sejumlah sirkit pada papan pembagi, suatu cabang yang pendek dari sirkit cabang ke papan pembagi dapat dilakukan dengan penghantar yang kemampuan hantar arusnya lebih kecil, dengan ketentuan bahwa penghantar ini haruslah :

- a) mempunyai kemampuan hantar arus tidak kurang dari 20 % dari kemampuan hantar arus dari sirkit cabang yang lebih besar.
- b) dalam setiap kasus penampangnya tidak boleh lebih kecil dari 6 mm²;
- c) harus sependek mungkin, dan dalam hal apapun panjangnya tidak boleh melebihi 15 m, dan
- d) harus seluruhnya tertutup oleh logam atau material lain yang tidak dapat terbakar kecuali bila merupakan bagian dari PHB atau pengawatan bawah tanah.

Sebagai pilihan lain, sirkit cabang yang kecil dapat diamankan dengan pengaman lebur atau pemutus sirkit yang memenuhi persyaratan 4.2.8.1 sehubungan dengan penghantar yang lebih kecil dan yang dipasang dengan baik atau terpasang tetap pada titik pencabangan. Apabila terdapat lebih dari dua pencabangan per fase di titik mana saja, maka pengaman lebur atau pemutus sirkit haruslah merupakan suatu papan hubung bagi.

4.6.3.1.2 Sistem pengawatan di udara dan di bawah tanah

Persyaratan berikut ini harus dipenuhi :

- a) Setiap penghantar bertegangan dalam sistem pengawatan di udara atau di bawah tanah dan setiap penghantar bertegangan pada sisi suplai dari gawai proteksi di tiap bangunan yang berdiri sendiri, tidak boleh lebih kecil dari 6 mm².
- b) Pengawatan dalam setiap bangunan yang berdiri sendiri harus diperlakukan sebagai suatu instalasi terpisah untuk maksud pengontrolan dan proteksi pengawatan.
- c) Panjang sirkit dari titik pemunculannya dari tanah atau terminal dari sistem pengawatan udara tidak boleh melebihi 15 m.
- d) Pengawatan di tiap bangunan yang berdiri sendiri harus diselungkupi logam atau material lain yang tidak dapat terbakar, kecuali bila merupakan bagian dari papan hubung bagi atau pengawatan di bawah tanah.

Sebagai pilihan lain, sirkit cabang yang kecil yang diamankan dengan pengaman lebur atau pemutus sirkit yang memenuhi persyaratan 4.2.8.1 mengenai penghantar yang lebih kecil dan yang dipasang dengan baik atau terpasang tetap.

Apabila terdapat lebih dari dua pencabangan per fase di titik mana saja, maka pengaman lebur atau pemutus sirkit harus dianggap merupakan suatu papan hubung bagi.

4.6.4 Penurunan kemampuan hantar arus di sirkit akhir

4.6.4.1 Kemampuan hantar arus dari kabel yang digunakan dalam setiap sirkit akhir tidak boleh diturunkan di bawah nilai pengenalan dari alat proteksi sirkit.

Kabel dengan kemampuan hantar arus kurang dari nilai pengenalan gawai proteksi sirkit akhir dapat digunakan dalam hal-hal berikut :

a) Sirkit pengendali lampu indikator, sinyal dan rele.

Untuk sirkit pengendali lampu indikator, sinyal dan rele yang berhubungan dengan perlengkapan, kabel yang menghubungkan lampu-lampu tersebut pada sirkit akhir dapat dikurangi ukurannya asal tidak lebih kecil dari 0,5 mm² dengan ketentuan bahwa panjang kabel yang dikurangi ukurannya tersebut tidak lebih dari 2 m.

b) Sirkit asut motor. Bila suatu motor a.b. dilengkapi dengan pengasut Star-Delta, maka kabel penghubung antara motor dan pengasut boleh lebih kecil dari kabel sirkit, tetapi sekali-kali tidak boleh mempunyai kemampuan hantar arus lebih kecil dari $1/\sqrt{3}$ (kira-kira 58 %) dari arus pengenalan motor yang tersambung pada sirkit.

c) Sirkit kendali. Dalam hal sirkit kendali dipasang sesuai dengan 4.9.2.1

d) Sirkit kapasitor. Dalam hal sambungan dibuat pada kapasitor statis sesuai dengan 135 % dari arus pengenalan kapasitor.

e) Kabel fleksibel guna sambungan antara pengawatan magun dengan perlengkapan.

f) Jika kabel fleksibel digunakan untuk menyambungkan pengawatan tetap dengan perlengkapan, maka harus memenuhi ketentuan berikut :

1) pengawatan tetap diakhiri dengan kotak kontak atau kotak sambung yang sesuai.

2) kabel fleksibel harus sependek mungkin ($< 21\text{ m}$).

3) KHA kabel fleksibel tidak kurang dari arus pengenalan proteksi sirkit.

4) penampang kabel fleksibel lebih besar dari 0,75 mm.

4.7 Penghantar netral bersama

4.7.1 Sirkit utama konsumen dan sirkit cabang

Penghantar netral bersama dapat digunakan untuk sirkit utama konsumen dan sirkit cabang.

4.7.1.1 Kemampuan hantar arus dari netral bersama harus ditentukan dari kemampuan hantar arus dari penghantar aktif yang bersangkutan sesuai dengan 4.2.2.2.3.

Persyaratan tentang kemampuan hantar arus tidak berlaku bila suatu netral bersama berhubungan dengan lebih dari satu sirkit cabang sesuai dengan 4.6.2.1a)2) dengan ketentuan bahwa kemampuan hantar arus dari netral bersama tidak lebih kecil dari yang terbesar dari di bawah ini :

a) Kebutuhan maksimum dari penghantar yang bersangkutan.

b) 63 A.

4.7.2 Sirkit akhir

Penghantar netral bersama tidak boleh digunakan untuk dua atau lebih sirkit akhir.

4.7.2.1 Penghantar netral bersama dapat digunakan untuk penyambungan pada perlengkapan di bawah ini :

- a) Peranti fase banyak terpadu dan luminer penerangan yang disambung pada sirkit akhir sistem fase dua, tiga kawat dan fase tiga, empat kawat.
- b) Unit penyuplai tersendiri, seperti pelat panas dan bagian tungku yang terpisah dari suatu dapur listrik yang di suplai dari sirkit akhir terpisah dari fase berbeda dan diperlakukan sebagai peranti tunggal sesuai dengan 4.3.6.1.
- c) Kelompok luminer fase tunggal yang disusun untuk disambungkan pada sirkit akhir sistem dua fase tiga kawat, atau sistem tiga fase empat kawat, dengan ketentuan bahwa :
 - 1) Sirkit tersebut dikendalikan dan diamankan dengan pemutus sirkit yang bekerja pada semua penghantar aktif, dan
 - 2) Kontinuitas dari penghantar sirkit netral tidak tergantung pada terminal di luminer atau sakelar kendali.
- d) Peranti seperti pemanas air yang disuplai dari sumber suplai alternatif, asalkan :
 - 1) hanya satu suplai dapat disambung pada suatu saat, dan
 - 2) kedua suplai mempunyai sakelar pemisah bersama.

4.8 Pengendalian sirkit yang netralnya dibumikan langsung

4.8.1 Sakelar utama

4.8.1.1 Pengendalian

Suplai ke suatu instalasi harus dikendalikan dari PHB utama dengan sebuah atau beberapa sakelar utama yang mengendalikan seluruh instalasi.

Bagian instalasi berikut tidak perlu dikendalikan oleh satu atau beberapa sakelar utama :

- a) Sirkit utama konsumen.
- b) Perlengkapan penunjang, gawai ukur dan perkawatan yang terkait yang perlu disambung pada sisi sumber dari satu atau beberapa sakelar utama, asalkan pengawatan dan perlengkapan tersebut berada di dalam atau pada PHB
- c) Perlengkapan yang perlu disambung pada sisi sumber dari satu atau lebih sakelar utama menurut 4.11.
- d) Perlengkapan yang terkait dengan sumber alternatif dari pembangkit asalkan sesuai dengan standar nasional yang bersangkutan
- e) Pembatas arus gangguan.

Sakelar utama yang disusun dalam lebih dari satu kelompok dan berada dalam ruangan yang khusus terpisah sebagai ruangan sakelar dapat dianggap dipasang pada PHB utama asalkan susunan perlengkapan PHB telah mendapat persetujuan dari instansi berwenang.

CATATAN Dilarang menggunakan pemutus sirkit miniatur jenis tusuk (*plug-in*) sebagai sakelar utama.

4.8.1.2 Jumlah sakelar utama

Jumlah sakelar utama yang dipasang pada suatu PHB utama sebaiknya dibatasi sampai enam buah.

Pembatasan ini tidak berlaku pada sakelar:

- a) yang dipasang menurut 4.8.1.5;
- b) untuk pengendalian menurut 4.11;
- c) untuk pengendalian gawai penutup untuk sakelar utama dan perlengkapan yang terkait langsung lainnya yang harus disambung pada sisi sumber dari sakelar utama semacam itu.

4.8.1.3 Pencapaian ke sakelar utama

Sakelar utama harus dapat dicapai, sebagai berikut:

a) Umum

Sakelar utama harus mudah dicapai dan sarana untuk mengoperasikan sakelar tersebut harus tidak lebih dari 2 meter di atas tanah, lantai atau landasan.

b) Gedung dengan lebih dari satu penghuni

Sakelar utama harus dapat dicapai oleh tiap penghuni.

Satu atau lebih sakelar utama tidak harus dapat dicapai oleh tiap penghuni, yang dapat mencapai suatu atau lebih sakelar yang memisahkan bagian instalasi penghuni tersebut. Sakelar seperti itu tidak perlu mengendalikan sirkit cabang yang menyuplai bagian instalasi tersebut.

CATATAN Lihat 4.13.2.1 untuk persyaratan umum bagi pencapaian ke papan hubung.

4.8.1.4 Pemberian tanda

Sakelar utama harus diberi tanda sebagai berikut :

- a) Setiap sakelar utama harus diberi tanda: "SAKELAR UTAMA", dan harus dapat dibedakan dengan mudah dari sakelar lain dengan cara pengelompokan, pemberian warna atau dengan cara-cara yang sesuai sehingga dapat dioperasikan dengan cepat dalam keadaan darurat
- b) Bila ada lebih dari satu sakelar utama dalam suatu gedung, setiap sakelar utama harus diberi tanda yang menunjukkan instalasi atau bagian instalasi mana yang dikendalikannya
- c) Bila dengan membuka suatu sakelar utama mengakibatkan beroperasinya atau dipisahnya suatu suplai alternatif, maka harus diberi tanda yang menunjukkan posisi sakelar utama yang mengendalikan suplai alternatif itu.
- d) Bila suplai untuk suatu gedung diizinkan diberikan pada lebih dari satu titik, maka harus diberi suatu tanda jelas pada setiap papan hubung bagi utama, yang menunjukkan adanya suplai lain dan lokasi papan hubung bagi utama lainnya.

4.8.1.5 Sakelar utama dengan kendali jarak jauh

Bila sakelar utama dilengkapi dengan sistem kendali jarak jauh sesuai 4.8.1.2 a) maka ketentuan-ketentuan di bawah ini berlaku:

- a) Fasilitas untuk kendali jarak jauh harus terdiri atas suatu panel kendali dengan gawai yang telah disetujui untuk membuka dan menutup secara selektif semua sakelar yang dikendalikan.
- b) Fasilitas kendali jarak jauh harus ditempatkan dan diberi tanda sesuai dengan 4.8.1.3, 4.8.1.4, dan 4.13.1.2.
- c) Sirkuit kendali dan sirkuit sinyal di antara papan hubung bagi utama dan panel kendali harus beroperasi pada tegangan ekstra rendah atau harus disusun dan dipasang sedemikian rupa sehingga aman secara efektif terhadap sentuhan pada bagian-bagian yang bertegangan dalam keadaan kebakaran atau keadaan darurat lainnya.
- d) Sirkuit kendali harus dirancang, disusun dan dipasang untuk mencegah penutupan kembali dari sakelar utama secara tidak sengaja karena suatu kesalahan atau salah fungsi dari pengawatan sirkuit atau alat bantu.
- e) Sirkuit kendali jarak jauh untuk sakelar utama yang mengoperasikan perlengkapan pengendali api atau asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif harus memenuhi 4.11.7.
- f) Setiap sakelar utama yang dapat ditutup dari jarak jauh harus dilengkapi dengan gawai yang sesuai agar dapat dikunci pada posisi terbuka.
- g) Jumlah sakelar utama yang dapat dikendalikan dari jarak jauh tidak perlu dibatasi.

Suatu sarana untuk membuka sakelar utama dari jarak jauh dapat diadakan dengan sirkuit pembuka disuplai dari sisi beban alat hubung bagi yang bersangkutan.

4.8.2 Sakelar tambahan

4.8.2.1 Instalasi dalam gedung terpisah

Instalasi dalam gedung terpisah harus memenuhi persyaratan di bawah ini :

- a) Umum.

Suatu instalasi dalam gedung terpisah harus diperlakukan sebagai instalasi terpisah, bila gedung tersebut terpisah dari gedung atau bangunan tempat papan hubung bagi utama terpasang dan bila instalasi digedung terpisah tersebut :

- 1) mempunyai kebutuhan maksimum 100 A atau lebih per fase, dan
- 2) dilengkapi dengan papan distribusi.

b) Sakelar utama :

1) Umum.

Satu atau lebih sakelar utama, yang memenuhi persyaratan dalam 4.8.1, harus dipasang untuk mengendalikan instalasi dalam gedung terpisah yang dianggap sebagai instalasi terpisah sesuai dengan a).

2) Suplai oleh lebih dari satu sirkit cabang.

Jika suatu instalasi gedung terpisah, yang diperlakukan sebagai instalasi terpisah seperti di a) disuplai oleh lebih dari satu sirkit cabang maka suplai melalui tiap sirkit cabang tersebut harus dikendalikan oleh satu atau lebih sakelar utama sesuai dengan b) 1). Akan tetapi satu atau lebih sakelar utama yang terkait pada setiap sirkit cabang tidak perlu dipasang pada PHB yang sama yang terkait pada sirkit cabang lainnya, asal lokasi sakelar utama lainnya itu ditandai dengan suatu petunjuk yang menonjol dan tak dapat dihapus di sebelah setiap sakelar utama atau kelompok sakelar utama.

4.8.2.2 Multi instalasi

Hal-hal berikut berlaku pada multi instalasi:

a) Mengendalikan instalasi rumah. Setiap unit instalasi rumah tunggal yang merupakan bagian dari multi instalasi harus dilengkapi dengan satu atau lebih sakelar pemisah yang mudah dicapai untuk mengendalikan seluruh instalasi rumah; satu atau lebih sakelar itu tidak perlu mengendalikan setiap sirkit cabang yang menyuplai instalasi rumah akan tetapi :

1) harus dipasang pada suatu PHB, yang ditempatkan di masing-masing flat atau unit hunian yang bersangkutan atau mudah dicapai dari pintu masuk, dan harus ditempatkan tidak lebih dari satu tingkat di atas atau di bawah pintu masuk tersebut; dan –

2) harus ditandai dengan jelas bagian dari instalasi yang dikendalikannya dan dapat ditandai dengan cara pengelompokan, pemberian warna atau cara yang cocok lainnya sehingga sakelar-sakelar tersebut dapat mudah ditemukan dalam keadaan darurat.

b) Pengawatan yang terkait pada perlengkapan eksternal. Pengawatan yang –

1) terkait pada perlengkapan di luar unit hunian seperti tempat cuci dan garasi; dan –

2) tidak termasuk atau bersebelahan dengan unit hunian terkait selain yang terletak di daerah umum tidak boleh dianggap sebagai bagian dari instalasi rumah untuk keperluan a).

Dalam hal semacam itu perlengkapan harus dikendalikan oleh satu atau lebih sakelar yang dapat mudah dicapai oleh setiap penghuni sesuai dengan 4.8.1.3.

4.8.2.3 Sirkit cabang dan sirkit akhir lebih besar dari 100 A

Setiap sirkit cabang dan sirkit akhir dengan nilai pengenal lebih besar dari 100 A per fase harus dikendalikan dengan sakelar pemisah di papan hubung bagi di tempat sirkit berasal.

Persyaratan ini tidak berlaku bila pembatas arus gangguan atau pengaman lebur mengamankan sirkit cabang kecil yang dicabangkan dari sirkit cabang yang lebih besar, misalnya pencabangan dari sirkit cabang vertikal di setiap lantai dari gedung bertingkat.

4.8.2.4 Susunan dari suplai alternatif

Bila suatu instalasi atau bagian dari instalasi dilengkapi dengan suplai alternatif seperti pembangkit darurat atau baterai aki, maka suplai alternatif harus dikendalikan di sumber suplai atau di papan hubung bagi

4.8.3 Penyambungan sakelar utama

Setiap sakelar utama harus dipasang sedemikian hingga pengaman lebur atau pemutus sirkit yang terkait, tidak bertegangan bila sakelar tersebut dalam keadaan terbuka.

4.9 Proteksi sirkit yang netralnya dibumikan langsung

4.9.1 Sirkit cabang dan sirkit akhir

Setiap sirkit cabang atau sirkit akhir yang keluar dari papan hubung bagi masing-masing harus diamankan di papan hubung bagi dengan proteksi sirkit yang bekerja pada setiap penghantar aktif.

Proteksi ini dapat dilakukan dengan:

- a) pengaman lebur di setiap penghantar aktif.
- b) suatu pemutus sirkit dengan alat trip di setiap penghantar aktif, kecuali bila diperkenankan mempergunakan pemutus sirkit satu fase untuk proteksi setiap penghantar aktif dari suatu sirkit akhir yang melayani satu peranti, yang pengawatan internalnya hanya terdiri atas sambungan antara setiap fase dengan netral, atau
- c) suatu pemutus sirkit yang terdiri atas satu sampai dengan tiga alat trip guna proteksi penghantar aktif dari sejumlah sirkit cabang atau sirkit akhir yang keluar dari papan hubung bagi dari instalasi tersebut.

4.9.2 Sirkit kendali

4.9.2.1 Penghantar sirkit kendali untuk mengendalikan perlengkapan dari jarak jauh harus diamankan oleh suatu alat proteksi sirkit yang bekerja di setiap penghantar aktif yang ditempatkan di awal sirkit kendali

Penghantar dari sirkit kendali untuk perlengkapan yang dikendalikan dari jarak jauh harus dianggap telah diamankan secara tepat oleh alat proteksi arus lebih yang mengamankan sirkit yang menyuplai perlengkapan yang dikendalikan dengan jarak jauh itu dengan ketentuan bahwa penghantar-penghantar tersebut dipasang dalam selungkup metal atau bahan lain yang tidak dapat menyala, dan setiap kondisi di bawah ini berlaku:

- a) Kemampuan hantar arus dari penghantar sirkit kendali tidak kurang dari sepertiga dari kemampuan hantar arus dari penghantar sirkit cabang.
- b) Sakelar magnet, kontaktor, atau alat yang dikendalikan lainnya dan titik kendali (seperti tombol tekan, sakelar tekanan atau sakelar termostatik) keduanya terletak pada mesin yang sama dan sirkit kendalinya tidak melampaui batas mesin.
- c) Titik kendali (seperti tombol tekan, sakelar tekanan atau sakelar termostatik) terletak pada atau dalam jarak 0,3 m dari panel kendali atau perlengkapan dan panjang pengawatan kendali tidak melampaui 0,3 m dari panel dan perlengkapan.

- d) Pembukaan sirkit kendali dapat menimbulkan bahaya misalnya sirkit kendali dari motor pompa kebakaran, dan motor-motor sejenis.

CATATAN Lihat 4.11.8.4 mengenai persyaratan sirkit kendali motor pompa kebakaran.

4.9.3 Pengaman lebur di penghantar netral

4.9.3.1 Pengaman lebur tidak boleh dipasang di penghantar netral yang dibumikan secara langsung.

4.10 Pengendalian dan proteksi sirkit yang netralnya dibumikan tidak langsung

4.10.1 Bila penghantar netral dibumikan di sumber suplai melalui suatu pemutus sirkit, pengaman lebur, atau resistans pembatas arus, atau bila tidak ada penghantar yang dibumikan di sisi sumber suplai, maka setiap instalasi harus dikendalikan dan diamankan sesuai dengan persyaratan dari 4.8 dan 4.9 dan di samping itu:

- a) setiap sakelar utama harus membuka semua penghantar yang menyuplai instalasi atau sebagian dari instalasi yang dikendalikan, dan
- b) setiap sirkit yang keluar dari papan hubung bagi harus diamankan sesuai dengan 4.9.1.1 di setiap penghantar.

4.11 Perlengkapan pengendalian api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi darurat dan lif

4.11.1 Umum

4.11.1.1 Persyaratan dalam 4.11.2 sampai dengan 4.11.9 berlaku untuk instalasi listrik yang penting dalam gedung untuk pengoperasian secara aman dari : pengindera kebakaran, sistem peringatan dan pemadaman kebakaran, sistem pengendalian asap, sistem evakuasi dan penggunaan lif secara aman. Persyaratan ini dimaksud untuk menjamin agar suplai listrik ke perlengkapan yang diperlukan untuk beroperasi dalam keadaan darurat, tidak terputus karena tidak sengaja.

4.11.2 Perlengkapan penting

4.11.2.1 Perlengkapan pengendalian api dan asap kebakaran

Yang dimaksud dengan perlengkapan pengendalian api dan asap kebakaran dalam 4.11 adalah alat-alat berikut yang harus dapat dioperasikan dengan aman:

- a) Pompa *booster* hidran kebakaran.
- b) Pompa untuk sistem *sprinkler* air otomatis, penyiraman air atau sistem penyemprotan air dan sistem pemadam kebakaran lainnya yang sejenis
- c) Pompa untuk gulungan selang pemadam kebakaran yang merupakan satu-satunya proteksi terhadap kebakaran dalam gedung, yang tidak dilengkapi dengan *sprinkler* otomatis dan hidran kebakaran
- d) Sistem pengindera dan sistem alarm untuk kebakaran
- e) Perlengkapan sistem pengatur udara yang dimaksudkan untuk mengeluarkan dan mengendalikan penyebaran api dan asap kebakaran dalam ruangan.

Persyaratan dalam 4.11 di atas tidak berlaku bagi perlengkapan yang bila gagal beroperasi tidak mempengaruhi beroperasinya perlengkapan-perengkapan yang penting dengan aman, termasuk:

- a) Pompa untuk menjaga tekanan air (*jockey pump*) yang bila gagal beroperasi tidak mengganggu pompa hidran dan pompa *sprinkler* untuk menyuplai air dengan cukup
- b) Pompa untuk gulungan selang pemadam kebakaran, dalam hal gulungan selang pemadam kebakaran bukan satu-satunya perlengkapan pemadam kebakaran dalam gedung, misalnya bila tersedia sistem *sprinkler* air.

4.11.2.2 Perlengkapan evakuasi

Yang dimaksud perlengkapan evakuasi dalam 4.11 adalah termasuk hal-hal di bawah ini:

- a) Sistem peringatan dan sistem komunikasi dalam keadaan darurat;
- b) Sistem penerangan dari pusat evakuasi dalam keadaan darurat.

4.11.2.3 Lif

Yang dimaksud lif dalam 4.11 mencakup lif yang dikendalikan secara listrik yang dapat dipergunakan untuk personil, tapi tidak termasuk alat transport personil yang bila berhenti di suatu titik dalam jalurnya, orang masih dapat turun dengan selamat.

4.11.3 Sakelar utama

4.11.3.1 Umum

Setiap bagian dari suatu instalasi yang melayani perlengkapan pengendalian api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif harus dikendalikan oleh suatu sakelar utama yang terpisah dari sakelar yang mengendalikan instalasi lainnya.

Persyaratan ini tidak berlaku untuk alat penerangan dan kotak kontak yang dipasang untuk penyambungan sirkit yang menyuplai pompa kebakaran sesuai dengan 4.11.4.3.

4.11.3.2 Jumlah sakelar utama

Jumlah sakelar utama untuk mengendalikan perlengkapan pengendalian api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif, tidak perlu dibatasi.

4.11.3.3 Instalasi dalam gedung terpisah

Bila perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif dipasang dalam suatu gedung yang terpisah dari gedung tempat papan hubung bagi utama dipasang sesuai dengan 4.8.2.1, maka suatu sakelar yang dipasang dalam gedung yang terpisah untuk mengatur secara terpisah perlengkapan api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi atau lif, dapat dianggap sebagai sakelar utama sesuai dengan 4.11.3.1.

4.11.3.4 Lif khusus

Setiap lif atau setiap kelompok lif yang khusus dimaksudkan untuk operasi pemadaman kebakaran atau maksud-maksud darurat lainnya harus dikendalikan dan diamankan secara terpisah dari lif-lif lainnya.

4.11.4 Susunan

4.11.4.1 Suplai

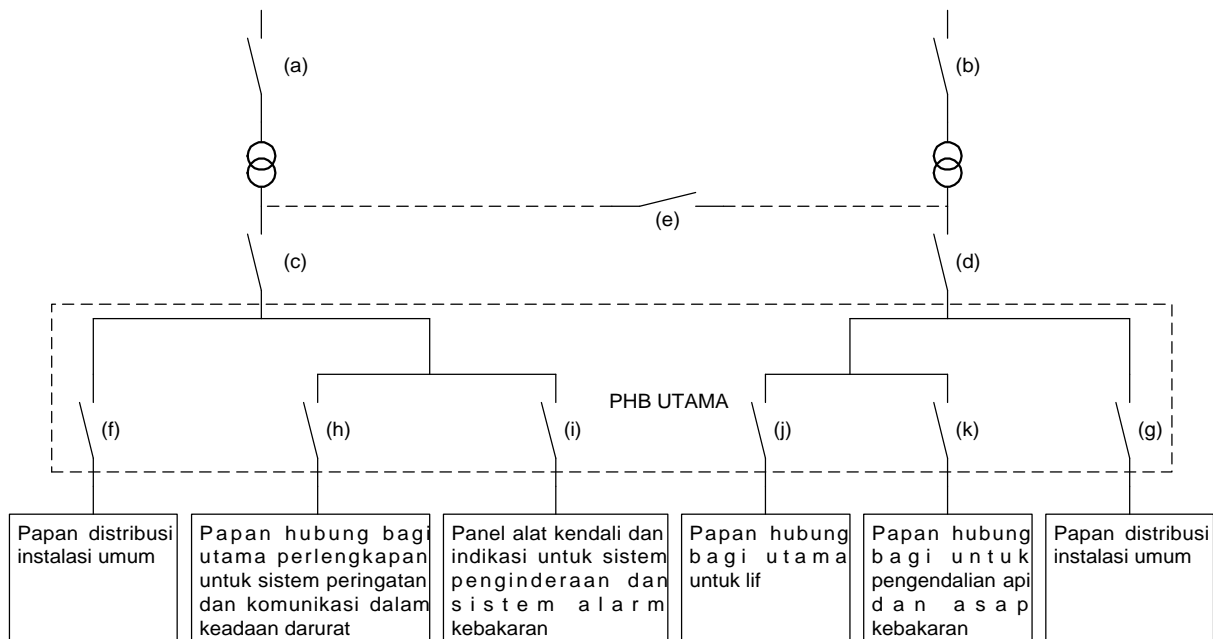
Sakelar utama untuk suplai perlengkapan pengendalian api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif, harus:

- a) diambil dari suatu titik di sisi suplai dari sakelar utama seluruh instalasi umum; dan
- b) tidak terpengaruh oleh pengendalian dari sakelar utama instalasi umum.

Persyaratan di atas tidak berlaku untuk :

- a) suatu sakelar tegangan tinggi yang mengendalikan suplai ke papan hubung bagi tegangan rendah, yang tidak perlu dianggap sebagai sakelar utama dari instalasi umum,
- b) suatu sakelar tegangan rendah yang tidak dianggap sebagai sakelar utama instalasi umum, bila hanya dapat dioperasikan oleh petugas yang berwenang dan diberi tanda yang sesuai.
- c) Mengunci suatu sakelar dapat dianggap suatu cara yang menjamin bahwa hal tersebut, hanya dapat dioperasikan oleh petugas yang berwenang.
- d) Sistem penginderaan dan sistem alarm otomatis untuk kebakaran dan sistem peringatan keadaan darurat yang disuplai dari sisi suplai dari papan distribusi dan dilengkapi dengan baterai cadangan.
- e) Perlengkapan pengendalian untuk api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif yang dipasang di gedung terpisah sesuai dengan 4.11.3.3 dengan ketentuan bahwa perlengkapan tersebut tersambung pada sisi suplai dari sakelar utama instalasi umum dari gedung yang terpisah tersebut, atau
- f) mendapat persetujuan dari instansi berwenang yang relevan mengenai :
 - 1) susunan sakelar yang pengoperasiannya menjamin tetap adanya suplai yang efektif dan aman
 - 2) suatu suplai alternatif yang bekerja bila suplai normal mengalami gangguan atau terputus.

Gambar 4.1 memberikan ilustrasi dari 4.11 4.1 a) dan b)



Gambar 4.1 Suplai untuk perlengkapan pengendalian api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif

CATATAN :

- a) Pemutus sirkit (a) dan (b) tidak dianggap sebagai pemutus sirkit utama instalasi umum
- b) Pemutus sirkit (c) dan (d) tidak dianggap sebagai pemutus sirkit utama instalasi umum bila kondisi dalam 4.11.4.1 2) berlaku
- c) Pemutus sirkit penghubung rel (e), bila ada, tidak dianggap sebagai pemutus sirkit utama instalasi umum, bila kondisi 4.11.4.1 2) berlaku.
- d) Pemutus sirkit (f) dan (g) adalah pemutus sirkit utama instalasi umum
- e) Pemutus sirkit (h), (i), (j) dan (k) adalah pemutus sirkit utama untuk perlengkapan pengendalian api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif.

4.11.4.2 Penyisipan pemutus sirkit

Pemutus sirkit tidak boleh disisipkan antara pemutus sirkit utama perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi atau lif dengan papan hubung bagi utama lif dan panel kendali untuk perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi atau lif.

Persyaratan ini tidak berlaku untuk sakelar alih yang dipasang untuk menyuplai daya dari sumber daya alternatif ke perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi atau lif asalkan sakelar alih ditempatkan:

- a) pada papan hubung bagi utama
- b) pada papan hubung bagi atau panel pengendali dari perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran atau perlengkapan evakuasi.
- c) di dalam ruang motor untuk lif.

4.11.4.3 Ruang pompa

Di dalam ruang yang khusus dipergunakan untuk ruang pompa hidran kebakaran, atau pompa *sprinkler*, perlengkapan penerangan dan satu kotak kontak dapat disambungkan sebagai sirkit akhir penyuplai daya ke pompa, asalkan:

- a) sirkit akhir diamankan terhadap arus lebih sesuai dengan 4.2.7 dan
- b) sistem pengawatan antara sirkit perlengkapan pompa dan gawai proteksi sirkit akhir tersebut harus sesuai dengan:
 - 1) persyaratan 4.6.4.1 mengenai kemampuan hantar arus dan instalasi, dan
 - 2) persyaratan dari 4.11.6.2 mengenai jenis pengawatan dan 4.11.7, mengenai pemisahan.

Sistem pengawatan antara gawai pelindung sirkit akhir dan perlengkapan penerangan atau kotak kontak tidak perlu memenuhi persyaratan 4.11.6.2 mengenai jenis pengawatan.

4.11.4.4 Selektivitas gawai proteksi sirkit

Bekerjanya gawai proteksi sirkit harus memiliki sifat selektif sehingga suplai daya ke perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif tidak akan dipengaruhi oleh gangguan pada instalasi umum.

Pembatas arus gangguan yang dipergunakan untuk mengamankan perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif, tidak boleh digunakan sebagai proteksi bagian apapun dari instalasi umum.

4.11.4.5 Perlindungan mekanik

Apabila sakelar dan alat pengendali yang merupakan bagian dari alat kendali perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi atau instalasi lif, dapat mengalami kerusakan mekanis karena lokasi atau kondisi pemakaiannya, sakelar dan alat pengendali harus terbuat dari jenis tertutup dari logam atau dilindungi oleh selungkup logam.

Tebal penutup logam atau selungkup logam harus mempunyai kekuatan yang tidak boleh kurang dari kekuatan baja lunak setebal 1,2 mm.

Persyaratan ini tidak perlu diberlakukan untuk:

- a) gawai penggerak termasuk titik panggil tanda bahaya kebakaran yang dioperasikan secara manual dan rele kendali bagi penyaman udara yang disambungkan ke dan dikendalikan oleh sistem tanda bahaya kebakaran yang memenuhi syarat, asalkan perlengkapan dilindungi oleh penutup bukan logam yang kuat sesuai dengan lokasinya.
- b) panel indikator kebakaran terdiri dari penutup logam dan kaca atau bahan transparan lain yang kuat, panel pengamat, atau.
- c) lampu-lampu, alat ukur dan perlengkapan indikator yang menonjol di atas permukaan tutup logam.

4.11.5 Pemberian tanda

4.11.5.1 Umum

Semua sakelar yang bekerja pada sirkit suplai daya untuk perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif harus ditandai dengan jelas untuk menunjukkan perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif yang dikendalikannya.

4.11.5.2 Sakelar utama

Sakelar utama yang mengendalikan perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif harus:

- a) diberi tanda sesuai dengan 4.11.5.1 untuk menunjukkan perlengkapan yang dikendalikannya.
- b) diberi tanda "JIKA TERJADI KEBAKARAN SAKELAR JANGAN DIBUKA" dan
- c) ditandai dengan warna atau cara lain yang cocok sesuai dengan 4.8.1.4.

4.11.5.3 Instalasi di gedung terpisah

Jika sakelar mengendalikan sakelar utama dari perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif yang dipasang di gedung terpisah sesuai dengan 4.11.3.3, sakelar-sakelar itu harus diberi tanda sesuai dengan 4.11.5.1 dan 4.11.5.2.

4.11.5.4 Lif khusus

Sakelar utama yang mengendalikan lif yang disusun sesuai dengan 4.11.3.4 harus diberi tanda sesuai dengan persyaratan 4.11.5.1 dan 4.11.5.2 dan dibedakan dari sakelar utama yang mengendalikan lif lain.

4.11.6 Sistem pengawatan

4.11.6.1 Umum

Sistem pengawatan untuk perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif harus mampu menyuplai perlengkapan tersebut jika terjadi kebakaran.

4.11.6.2 Jenis pengawatan

Sistem pengawatan yang menyuplai perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif termasuk sirkit utama konsumen harus dari jenis sebagai berikut:

- a) Kabel yang tetap dapat melayani perlengkapan bila mengalami kebakaran dan gangguan mekanik misalnya kabel berisolasi mineral dan berpelindung mineral dengan selubung tembaga atau kabel polimerik dengan KHA yang sesuai.
- b) Kabel yang tetap dapat menyuplai perlengkapan bila terjamah api dan dilindungi terhadap kerusakan mekanis dengan memasangnya dalam selungkup atau dipasang di tempat yang bebas gangguan mekanis (misalnya kabel polimerik yang tahan api dalam selungkup metal atau dipasang di tempat aman).

- c) Kabel dipasang dalam selungkup atau di lokasi yang memberikan perlindungan terhadap kebakaran dan kerusakan mekanik, misalnya kabel yang dipasang di bawah tanah, terkubur dalam semen, dinding atau lantai, atau dipasang dalam selungkup tahan api dan dilindungi terhadap kerusakan mekanis.

4.11.7 Pemisahan

4.11.7.1 Kabel dalam selungkup yang sama

Penghantar dari perlengkapan pengendalian api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif tidak boleh dipasang bersama dalam selungkup yang sama atau bersama penghantar sistem lain, kecuali diperoleh persetujuan dari instansi yang berwenang dalam bidang sistem yang bersangkutan.

Untuk keperluan pasal ini:

- a) Bila suatu selungkup atau saluran terbagi atas beberapa bagian dengan penyekat kontinu yang memberikan pemisahan yang efektif, maka setiap bagian dapat dianggap sebagai selungkup dan saluran yang terpisah.
- b) Sistem pengawatan sesuai dengan 4.11.6.2 dapat dianggap memenuhi syarat pemisahan dalam ayat ini.

4.11.7.2 Penghantar dalam kabel dengan inti banyak

Penghantar untuk perlengkapan pengendalian api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif, tidak boleh digabung satu dengan lainnya, dan tidak boleh digabung dengan penghantar instalasi lainnya dalam kabel dengan inti banyak.

4.11.8 Persyaratan tambahan bagi motor pompa kebakaran

4.11.8.1 Sakelar pemisah

Bila motor pompa kebakaran dikendalikan secara otomatis, maka disisi suplai dari pengendali motor harus dipasang sebuah sakelar pemisah yang dioperasikan secara manual.

Sakelar pemisah harus:

- a) harus dipasang di samping atau di atas gawai kendali motor pompa.
- b) dilengkapi dengan gawai pengunci.
- c) dilengkapi dengan gawai untuk mengunci sakelar dalam posisi tertutup.

4.11.8.2 Proteksi arus lebih

Perlengkapan proteksi arus lebih untuk sirkit yang menyuplai motor pompa kebakaran harus:

- a) mempunyai karakteristik waktu invers, dan
- b) mempunyai nilai pengenalan, atau dalam hal pemutus sirkit, disetel untuk:
 - 1) dapat dilalui 125 % arus beban penuh secara kontinu, dan

- 2) membuka sirkit dalam waktu tidak kurang dari 20 detik pada 600 % arus beban penuh motor.

Tidak boleh ada alat proteksi arus lebih lainnya dipasang antara pengontrol motor pompa dengan motor.

Bila ada lebih dari satu motor terpasang pada sirkit yang sama, maka perlengkapan proteksi arus lebih dapat ditentukan atau disetel untuk:

- a) dapat dialiri arus sebesar 125 % jumlah arus beban penuh semua motor yang beroperasi bersamaan.
- b) membuka sirkit dalam waktu tidak kurang dari 20 detik pada arus 600 % arus beban penuh dari motor terbesar.

4.11.8.3 Proteksi suhu lebih

Gawai proteksi suhu lebih tidak boleh dipasang untuk motor pompa kebakaran jika bekerjanya gawai tersebut dapat membatasi waktu bekerjanya perlengkapan dalam keadaan darurat.

Persyaratan ini dapat diubah oleh instansi berwenang yang melaksanakan pengawasan terhadap perlengkapan pengendali kebakaran.

4.11.8.4 Sirkit kendali

Sirkit kendali untuk pengoperasian motor pompa kebakaran harus:

- a) dihubungkan langsung antara penghantar aktif dan penghantar netral.
- b) Persyaratan ini melarang digunakannya transformator untuk sistem kendali.
- c) disusun sedemikian hingga penghantar aktif dari sirkit kendali dihubungkan langsung ke kumpulan kerja gawai di dalam pengasut dan
- d) tidak dilengkapi dengan gawai proteksi arus lebih selain dari yang disediakan untuk sirkit motor pompa sesuai 4.11.8.2.

4.12 Sakelar dan pemutus sirkit

4.12.1 Operasi

4.12.1.1 Kemampuan menyambung dan memutus

Setiap sakelar atau pemutus sirkit harus mampu menyambung dan memutus arus yang dapat mengalir dalam keadaan penggunaan alat tersebut dan harus berfungsi sedemikian hingga tidak membahayakan operator.

4.12.1.2 Kutub tunggal

Setiap sakelar atau pemutus sirkit kutub tunggal harus beroperasi pada penghantar aktif dari sirkit yang dihubungkan padanya.

4.12.1.3 Sirkit fase banyak

Setiap sakelar atau pemutus sirkit harus beroperasi bersamaan pada semua penghantar aktif sirkit yang dihubungkan padanya.

Ketentuan ini tidak perlu berlaku bagi:

- a) sakelar yang dikendalikan secara otomatis untuk mengendalikan motor, jika ada sakelar lain yang beroperasi bersamaan pada semua penghantar aktif dihubungkan seri dengannya.
- b) sakelar dalam sirkit kendali untuk mengendalikan kontaktor dan perlengkapan hubung lain yang dikendalikan dari jauh.
- c) sakelar atau pemutus sirkit dalam sirkit akhir dengan hubungan hanya antara penghantar aktif dan penghantar netral.

4.12.2 Sakelar di penghantar netral

Sakelar atau pemutus sirkit tidak boleh beroperasi pada penghantar netral dari:

- a) sistem yang arus kembali menggunakan perisai bumi.
- b) sirkit cabang yang netralnya digunakan untuk pembumian instalasi di luar gedung atau,
- c) sirkit cabang yang netralnya dibumikan langsung.

Suatu sakelar boleh beroperasi di penghantar netral dalam sistem, kecuali yang disebut dalam butir a) dan b) dalam keadaan berikut :

- a) bila sakelar kutub banyak mengandung kontak yang dimaksud untuk penyambungan di netral
- b) bila sakelar dihubungkan dengan sakelar tertentu sedemikian hingga kontak netral tidak dapat tetap terbuka ketika kontak aktif ditutup
- c) bila sakelar digunakan, dalam sirkit kendali pompa kebakaran, sesuai dengan 4.11.8.4.

4.13 Lokasi dan pencapaian PHB

4.13.1 Lokasi PHB

4.13.1.1 Umum

PHB harus:

- a) dipasang di lokasi yang cocok, yang kering dengan ventilasi yang cukup, kecuali bila PHB dilindungi terhadap lembab, dan
- b) ditempatkan sedemikian hingga PHB dan pencapaiannya tidak terhalang oleh bagian atau isi gedung atau bagian lainnya dalam gedung.

4.13.1.2 Lokasi PHB utama

Lokasi dari PHB utama harus memenuhi ketentuan di bawah ini:

a) Umum

PHB utama atau panel untuk kendali jarak jauh dari sakelar utama sesuai 4.8.1.5 harus ditempatkan tidak lebih jauh dari satu tingkat di atas atau di bawah jalan masuk gedung dan harus dapat dicapai dengan mudah dari jalan masuk.

Ketentuan ini tidak berlaku pada:

- 1) instalasi rumah
- 2) hal-hal lain yang telah memperoleh persetujuan.

b) Instalasi ganda

Dalam instalasi ganda, PHB utama tidak boleh ditempatkan di instalasi rumah.

4.13.1.3 Pemberian tanda mengenai lokasi PHB utama

Lokasi PHB utama harus ditunjukkan sebagai berikut:

a) Pemberian tanda pada pintu atau selungkup.

Bila suatu PHB utama terletak di dalam kamar atau selungkup, setiap pintu yang diperlukan untuk masuk bagi personel harus diberi tanda dengan jelas dan permanen yang menunjukkan ruangan atau kamar tempat PHB utama terletak.

Ketentuan ini tidak berlaku bagi PHB utama dalam suatu instalasi rumah tunggal.

b) Pemberian tanda lokasi dalam suatu instalasi.

Lokasi dari PHB utama dalam suatu instalasi harus ditunjukkan dengan tanda yang menyolok di semua pintu masuk utama ke instalasi atau pada panel indikator kebakaran. Tanda seperti itu harus mencantumkan "PHB UTAMA".

Ketentuan ini tidak berlaku bila lokasi PHB utama dapat diketahui dengan cepat karena ukuran dan perancangan instalasi yang baik. Contoh untuk instalasi yang dimaksud adalah instalasi rumah atau bila pintu ruangan PHB atau pintu selungkupnya terletak dekat, dan dapat dilihat dengan jelas dari pintu masuk utama ke instalasi.

4.13.1.4 Lokasi yang dilarang dan yang dibatasi

Lokasi-lokasi yang dilarang bagi PHB adalah sebagai berikut:

a) Tinggi di atas tanah, lantai atau platform.

Ketentuan di bawah ini berlaku untuk PHB yang berada di atas tanah, lantai atau platform.

1) Pada ketinggian 1,2 m di atas tanah, lantai atau platform.

Suatu PHB yang dipasang pada ketinggian kurang dari 1,2 m di atas tanah, lantai atau *platform* harus memenuhi setidaknya-tidaknya satu dari persyaratan di bawah ini :

- (a) Tertutup sepenuhnya dengan pintu, yang pembuka pintunya tidak kurang dari 1,2 m di atas tanah, lantai atau panggung.
- (b) Hanya terdiri dari perlengkapan yang bagian aktifnya berada dalam rumah atau kotak pelindungnya dan tidak dapat dicapai tanpa alat atau kunci.
- (c) Terletak di daerah yang hanya dapat dicapai oleh orang-orang yang berwenang.

2) Instalasi rumah dan instalasi ganda

Suatu PHB tidak boleh dipasang kurang dari 0,9 m di atas tanah, lantai atau platform pada lokasi berikut:

- (a) Instalasi rumah
- (b) Instalasi ganda, dimana pencapaian ke sakelar pemisah dari suatu instalasi individual disyaratkan sesuai 4.8.1.3 dan 4.8.2.2
- (c) Berdampingan atau dalam selungkup yang sama seperti pada (b).

b) Di dekat tandon air atau dapur listrik

Hal-hal berikut berlaku bagi PHB di dekat tandon air atau dapur listrik

1) Daerah terlarang.

Suatu PHB tidak boleh dipasang di dalam ruang yang dibatasi oleh bidang vertikal

- (a) 0,15 m dari tepi peranti pemasak, tungku, pelat panas atau peranti masak sejenis yang magun, memanjang dari lantai sampai ke langit-langit;
- (b) 0,15 m dari batas tandon air tempat cuci piring, tempat cuci tangan atau wadah sejenis, memanjang dari lantai sampai ke langit-langit;
- (c) 0,15 m dari keliling tandon air suatu kloset untuk buang air, atau tempat buang air kecil, tangki air, memanjang dari lantai sampai ke langit-langit, atau
- (d) 0,5 m dari keliling tandon air dari tungku pemanas untuk mencuci, bak cuci atau tempat mandi, memanjang dari lantai sampai ke langit-langit.

2) Lokasi terbatas.

Suatu PHB dapat dipasang di luar ruang yang ditentukan dalam butir 1) akan tetapi di dalam batas 2,5 m dari tandon air atau tepi suatu dapur pemasak hanya jika PHB mempunyai, atau dipasang di dalam suatu selungkup yang mempunyai suatu tingkat proteksi yang tinggi, tidak kurang dari IP23.

Persyaratan ini dianggap terpenuhi terhadap kebocoran air jika PHB dipasang dalam lemari yang mempunyai pintu-pintu yang tertutup dengan rapat (kedap air).

c) Dalam lemari penyimpanan.

Suatu PHB boleh dipasang di dalam sebagian dari lemari penyimpanan yang dirancang atau dibuat khusus untuk pemasangan PHB asal,

- 1) PHB ditempatkan di bagian depan dari lemari,
- 2) PHB dipisahkan dari bagian lain dari lemari; dan
- 3) PHB disusun sedemikian hingga pencapaian ke PHB tidak terhalang oleh struktur atau isi dari lemari

CATATAN :

- (a) Lihat 4.13.1.4 a) sehubungan dengan ketinggian di atas tanah, lantai atau platform.
- (b) Lihat 4.13.2.2 untuk persyaratan pencapaian PHB yang dipasang dalam lemari.

d) Di dekat pancuran mandi.

Suatu PHB tidak boleh dipasang di dalam ruang yang dibatasi oleh bidang vertikal berjarak 3,6 m (lihat 8.23.8) dari pusat mulut pancuran mandi dan memanjang dari lantai ke langit-langit

- e) Di dekat kolam renang, spa atau sauna. Suatu PHB tidak boleh dipasang di dalam atau di atas daerah kolam renang atau daerah kolam spa atau di dalam sauna
- f) Di tangga yang terisolasi dari kebakaran, lorong jalan dan lereng. Suatu PHB tidak boleh dipasang di dalam tangga yang terisolasi dari kebakaran, lorong, jalan lereng, atau sarana sejenis untuk jalan keluar darurat dari gedung.
- g) Di dekat gulungan selang kebakaran.

Suatu PHB tidak boleh dipasang di dalam lemari yang berisi gulungan selang kebakaran

h) Dekat dengan sprinkler kebakaran otomatis.

PHB berikut tidak boleh dipasang di sekitar sistem semprotan sprinkler otomatis:

- 1) PHB utama
- 2) dari mana sirkit untuk perlengkapan pengendalian api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi, lif berasal, sesuai dengan 4.11.3.1.

PHB yang diuraikan dibutir 1) dan 2) dapat dipasang di sekitar sistem sprinkler kebakaran otomatis bila sekurang-kurangnya satu dari persyaratan berikut ini dipenuhi.

- 1) PHB dilengkapi dengan suatu pelindung untuk menghindari dari semprotan air.
- 2) Semua kepala *sprinkler* yang dapat mengarahkan air pada PHB dilengkapi dengan deflektor yang sesuai.
- 3) Semua kepala *sprinkler* adalah dari jenis kering.
- 4) PHB mempunyai tutup dengan tingkat perlindungan IPX3 sesuai dengan 303.6.

4.13.1.5 PHB dengan bagian bertegangan yang terbuka

PHB yang mempunyai bagian bertegangan terbuka harus dipasang dalam daerah yang dapat dimasuki hanya oleh petugas yang berwenang dan yang dilengkapi dengan fasilitas penguncian.

4.13.2 Pencapaian PHB

4.13.2.1 Umum

Di sekeliling PHB harus disediakan ruangan yang cukup di segala sisinya supaya orang dapat lewat, untuk mengoperasikan dan menyetel semua perlengkapan dengan aman dan efektif, dan dapat segera keluar dari lingkungan PHB dalam keadaan darurat.

Ruangan tersebut dapat di peroleh dengan menyediakan:

- a) jarak bebas mendatar tidak kurang dari 0,6 m dari sembarang bagian dari PHB atau perlengkapan, termasuk pintu penutup PHB, dalam kedudukan normal dalam operasi, pembukaan dan penarikan keluar dan
- b) jarak bebas tegak lurus dari lantai dasar atau platform atau permukaan bidang jalan lainnya sampai ketinggian 2 m, atau suatu jarak yang tidak kurang daripada tinggi PHB, mana yang lebih besar.

Cara lain untuk menyediakan ruangan yang cukup di sekeliling PHB dapat digunakan, misalnya pintu penutup yang menutupi PHB yang disusun sedemikian sehingga pintu:

- 1) dapat dibuka tidak kurang dari pada 170 derajat dari kedudukan tertutup,
- 2) dapat dipertahankan pada posisi tersebut, dan
- 3) bila dipertahankan dalam kedudukan terbuka tidak menghambat penggunaan dari pintu terdekat lainnya dan mempertahankan pada jarak bebas yang dirinci dalam hal a) dan b).

Pintu penutup PHB dalam instalasi rumah tidak memerlukan jarak bebas mendatar 0,6 m bila dibuka dalam sembarang kedudukan, asalkan pintu mempunyai dimensi tegak lurus tidak lebih dari 0,9 m.

4.13.2.2 PHB di dalam atau di atas lemari atau penyangga

PHB yang dipasang di dalam lemari atau dipasang di atas penyangga atau dipasang di atas lemari harus ditempatkan sehingga perlengkapan PHB mudah dicapai.

Setiap sakelar, tungkai operasi atau kendali yang berhubungan dengan PHB tersebut, harus ditempatkan tidak lebih dari pada 0,6 m dari pinggir atau sisi lemari atau bangku sehingga orang dapat mencapai untuk mengoperasikan atau bekerja pada PHB.

4.13.3 Jalan masuk ke dalam selungkup PHB

Bila PHB dirancang sehingga orang dapat masuk ke selungkup PHB di panel belakang PHB untuk tujuan membuang atau mengganti suatu penghantar atau perlengkapan, harus diusahakan agar orang dapat masuk dan keluar dari tempat tersebut dengan cepat dan aman.

4.13.4 Jalan keluar dari daerah PHB

4.13.4.1 Jumlah jalan keluar

Fasilitas jalan keluar yang cukup harus disediakan, agar personil dapat meninggalkan daerah PHB dalam keadaan darurat.

Untuk PHB :

- a) yang panjangnya kurang atau sama dengan 3 m : setidaknya satu jalan keluar.
- b) yang panjangnya lebih dari 3 m : setidaknya dua jalan keluar yang berjarak cukup.

Bila tersedia ruang bebas sebesar 3 m sekeliling PHB dan perlengkapannya, termasuk pintu PHB, dalam semua posisi operasi normal, membuka dan menarik keluar, maka hanya satu jalan keluar harus disediakan.

4.13.4.2 Ukuran bagian yang terbuka atau pintu

Setiap bagian yang terbuka atau pintu dalam jarak 3 m dari PHB atau bagian dari padanya termasuk pintu PHB, dalam kedudukan operasi normal, membuka atau menarik keluar, yang dimaksud sebagai jalan keluar dari PHB bagi personil, harus tidak kurang dari 0,6 m lebar dan tinggi 2 m dari lantai PHB.

4.13.4.3 Arah membukanya pintu

Setiap pintu yang:

- a) terletak dalam jarak 3 m dari PHB, dengan nilai pengenal 200 A atau lebih per fase, atau dari perlengkapan PHB termasuk pintu PHB dalam setiap posisi pengoperasian, pembukaan atau penarikan, dan
- b) dimaksudkan sebagai jalan keluar personil meninggalkan daerah sekitar PHB, harus membuka ke arah luar dari PHB, tanpa menggunakan kunci atau alat, disisi pintu yang menghadap ke PHB.

CONTOH :

Perhitungan kebutuhan maksimum dan jumlah titik beban – perenacanaan instalasi listrik

CONTOH 1 :

Soal : Tentukan kebutuhan maksimum dari instalasi rumah tunggal, disuplai oleh fase tunggal 240 volt dengan beban seperti berikut :

24 buah	titik penerangan
10 meter	penerangan rel
9 buah	KKB tunggal
8 buah	KKB ganda
1 x 50 W	kipas sedot
1 x 1000 W	pemanas kawat (<i>strip heater</i>)
1 x 15 A	KKK
1 x 10 kW	dapur listrik
1 x 4,8 kW	pemanas air yang dikendalikan
1 x 3 kW	penerangan lapangan tenis

PENYELESAIAN :

Penentuan kebutuhan sesuai dengan Tabel 4.3.1 dan 4.3.

a) Kelompok beban A 1)

24 titik penerangan ditambah
 10 meter penerangan rel ditambah
 50 W kipas sedot = 45 titik
 $= 2 + 2 + 2 = 6A$

b) Kelompok beban A 2)

3000 W penerangan lapangan tenis $= \frac{3000}{240} \times 0,75 = 9,4 A$

c) Kelompok beban B 1)

9 KKB tunggal ditambah
 8 KKB ganda = 25 titik
 1000 W pemanas kawat = 1 titik
 $= 5 + 5 = 10 A$

d) Kelompok beban B 2)

15A KKK = 10A

e) Kelompok beban C

10.000 W dapur listrik = $41,67 A \times 0,5 = 20,8 A$

f) Kelompok beban F

Pemanas air yang dikendalikan 4.800 W = 20 A
 20 A ini lebih kecil dari jumlah beban dari kelompok beban lainnya, dengan demikian kebutuhan maksimum untuk beban ini adalah 0 (nol) A

Beban total = jumlah dari semua kelompok beban
 $= A 1) + A 2) + B 1) + B 2) + C + F$
 $= 6 + 9,4 + 10 + 10 + 20,8 + 0$
 $= 57,2 A$

CONTOH 2 :

Soal : Tentukan kebutuhan maksimum dari fase yang dibebani paling besar, dalam instalasi rumah, yang terdiri dari beban berikut :

26 buah titik penerangan
 24 meter KKB
 15 A KKK
 16,6 kW dapur listrik
 4 kW unit AC
 12,96 kW pemanas air sesaat
 3,6 kW pengering pakaian (cucian),

yang disuplai dengan tiga fase, dan disusun sebagai berikut:

Fase merah		Fase putih		Fase biru	
15 A	KKK		-		-
5 kW	pelat pemanas	5 kW	pelat pemanas	6,6 kW	tungku
4 kW	AC		-		-
4,32 kW	pemanas air sesaat	4,32 kW	pemanas air sesaat	4,32 kW	pemanas air sesaat
		3,6 kW	pengering pakaian		

PENYELESAIAN :

Cara penentuan kebutuhan di fase yang terbesar bebannya sesuai dengan Tabel 4.3.1, dengan asumsi instalasi diusahakan seimbang mungkin antara ketiga fasenya, sebagai berikut :

	Kelompok beban	Kolom	Fase M A	Fase P A	Fase B A
Penerangan	A 1)	2	-	-	5
KKB	B 2)	2	-	10	10
KK – 15 A	B 3)	2	10	-	-
Dapur listrik	C	2	10,4	10,4	13,7
AC	D	2	12,5	-	-
Pemanas air	E	2	6	6	6
Pengering pakaian	C	2	-	7,5	-
			38,9	33,9	34,7

Fase dengan beban terbesar : Merah = 38,9 A

CONTOH 3 :

Soal : Tentukan kebutuhan maksimum dari fase yang dibebani paling besar dari satu gedung rumah petak yang terdiri dari 80 unit petak, dengan beban berikut :

Penerangan	80 unit petak
KKB	80 unit petak
Dapur listrik	17 unit petak
2,5 kW (=10,4 A) pemanas kawat terpasang permanen	80 unit petak
Pemanas air cepat	80 unit petak

PENYELESAIAN :

Cara penentuan kebutuhan maksimum dari fase yang dibebani paling besar, berupa asumsi bahwa instalasi diatur seimbang, mungkin diantara ketiga fasenya sesuai dengan Tabel 4.3.1 adalah sebagai berikut :

- Jumlah unit petak per fase, fase 3 adalah $80/3 = 27$ di masing-masing dari 2 fasenya, dan 26 unit di fase lainnya. Ketentuan yang ada di kolom 5 dari Tabel 4.3.1 dapat dipergunakan untuk kelompok beban kecuali untuk dapur listrik.
- Jumlah dapur listrik per fase = $17/3 : 6$ buah masing-masing di dua fase dan 5 buah di fase lainnya. Ketentuan dalam kolom 4 Tabel 4.3.1 dapat dipergunakan untuk kelompok C, dapur listrik dan peranti masak.

1) Unit individual :

	Kelompok beban	Kolom	Beban (A)
Penerangan	A (i)	5	$27 \times 0,5 = 13,5 \text{ A}$
KKB	B (i)	5	$50 + (27 \times 1,9) = 101,3 \text{ A}$
Dapur listrik	C	4	$6 \times 2,8 = 16,5 \text{ A}$
Pemanas kawat	D	5	$27 \times 10,4 \times 0,75 = 210,6 \text{ A}$
dipasang permanen			
Pemanas air cepat	F	5	$100 + (27 \times 0,8) = 121,6 \text{ A}$
Beban total unit petak untuk fase yang terbesar bebannya			$= 463,8 \text{ A}$

2) Pelayanan umum.

Penerangan dipasang merata di ketiga fasenya yaitu :

$$7.500/3 = 2.500 \text{ W per fase}$$

(bila penerangan dipasang pada satu fase, beban di kelompok beban H adalah 7.500W).

20 KKB dipasang masing-masing 7 buah di dua fase, dan 6 buah di fase lainnya. 10 buah pemanas pakaian dipasang masing-masing 3 buah di dua fase, dan 4 buah di fase lainnya : beban di fase yang dibebani paling besar adalah $= 14.400 \text{ W}$.

Motor : 5,5 kW : 16,4 A per fase (sesuai nilai pada papan nama)

4 kW : 8,3 A per fase (sesuai nilai pada papan nama)

	Kelompok beban	Kolom	Beban A
Penerangan	H	5	$2.500/240 = 10,4 \text{ A}$
KKB	I	5	$7 \times 1 = 7 \text{ A}$
Pengering pakaian	J (i)	5	$0,5 (14.400/40) = 30,0 \text{ A}$
Lif	K	5	Nihil
Motor	K	5	$10,4 + (8,3 \times 0,5) = 14,6 \text{ A}$
Beban pelayanan umum untuk fase yang terbesar bebannya			$= 62 \text{ A}$

Beban total dari fase yang terbesar bebannya adalah $463,8 + 62,0 = 525,8 \text{ A}$

CONTOH 4 : Mengenai jumlah titik beban di sirkit akhir (4.4.1, Tabel 4.4-1 dan 4.4-4)

Soal : Tentukan jumlah KKB yang boleh dipasang pada sirkit akhir untuk kegunaan campuran yang terdiri dari kawat tembaga 2,5 mm² dipasang di udara yang di AC, diamankan dengan pemutus sirkit dalam suatu instalasi rumah, yang terdapat dua sirkit dengan beban yang sama melayani hanya KKB, yaitu sesuai kondisi B dalam Tabel 4.4.1 dan 4.4.4.

Beban di bawah ini adalah di luar beban KKB :

1 buah	pemanas ruangan permanen	= 2.400 W
1 buah	fan (kipas angin) permanen	= 40 W
1 buah	KKK untuk pemasangan fan permanen 120 W yang berkaitan dengan pemanas ruangan dengan perubahan yang lambat	= 120 W
2 buah	sistem alarm permanen, masing-masing 60 W	= 120 W
6 buah	titik penerangan masing-masing 60 W	= 360 W
Total		= 3.040 W

PENYELESAIAN :

Dari tabel mengenai KHA, untuk penghantar tembaga dengan pemasangan di udara, fase tunggal diperoleh, untuk penghantar berukuran 2,5 mm² yang diamankan dengan pemutus sirkit, KHA penghantar adalah 25 A. Oleh karenanya nilai pengenalan pemutus sirkit yang dipakai adalah 25 A.

Dalam kolom 3 Tabel 4.4-3, beban maksimum untuk pemutus sirkit 25 A adalah 25 A, dan nilai dari beban-beban yang diluar KKB adalah sebagai berikut :

Pemanas ruangan	= 10 A
Fan	= 0,2A
KK untuk Fan 120 watt	= 0,5A
2 sistem alarm	= 0,5A
6 titik penerangan	= 6 x 0,5 = 3 A
Total	= 14,2A

Sisa yang tersedia pada KKB adalah 25 A – 14,2 A = 10,8 A.

Dari kolom 7 Tabel 4.4-3 untuk sirkit pada kondisi B, setiap KKB mempunyai nilai kontribusi 1 A. Jumlah KKB yang dapat disambungkan adalah 10,8 A/1 A = 11 buah (dibulatkan). Dengan demikian sirkit campuran terdiri dari 11 titik + 11 titik = 22 titik beban dan tidak melampaui jumlah maksimum 30 titik sesuai kolom 4 dari Tabel 4.4-3.

CONTOH 5 :

Tentukan jumlah KKB yang dapat disambungkan pada suatu sirkit akhir campuran 240 V yang terdiri dari penghantar tembaga 4 mm², diamankan dengan suatu pengaman lebur setengah tertutup yang elemen bebannya dapat diganti, dalam suatu instalasi bukan rumah.

Di bawah ini adalah beban di luar KKB :

KKB – 15 A	= 3.600 W
2 buah penerangan masing-masing 60 W	= 120 W
KK untuk Fan permanen 40 watt	= 40 W
Jumlah	= 3.760 W

PENYELESAIAN :

Dari tabel mengenai KHA diperoleh untuk penghantar tembaga 4 mm² yang dipergunakan untuk beban campuran adalah 20 A. Dengan demikian maka nilai maksimum dari pengaman lebur yang boleh dipakai adalah 20 A.

Dari kolom 3 Tabel 4.4.4 diperoleh bahwa beban maksimum untuk pengaman lebur 20 A yang dapat diganti elemen leburnya adalah 20 A, sedangkan beban yang ada di luar KKB adalah sebagai berikut :

KK – 15 A		=	12	A
2 titik penerangan	2 x 0,5 A	=	1	A
KK untuk Fan 40 watt		=	0,2	A
			<hr/>	
Jumlah		=	13,2	A

Sisa yang tersedia pada KKB adalah $20\text{ A} - 13,2\text{ A} = 6,8\text{ A}$.

Dari kolom 6 Tabel 4.4.4 untuk kondisi sirkit yang ada tanpa AC permanen, setiap KKB memiliki kontribusi sebesar 5 A.

Jumlah KKB yang boleh dipasang adalah $\frac{6,8}{5} = 1,36 = 1$ (nilai dibulatkan)

Bagian 5 Perlengkapan listrik

5.1 Ketentuan umum

5.1.1 Syarat umum

5.1.1.1 Perlengkapan listrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga dalam kerja normal tidak membahayakan atau merusak, dipasang secara baik dan harus tahan terhadap kerusakan mekanis, termal dan kimiawi.

5.1.2 Proteksi dari gejala api

5.1.1.1 Perlengkapan listrik harus dipasang, dihubungkan dan diproteksi sedemikian rupa sehingga pelayanan dan pemeliharannya dalam keadaan kerja tidak menyebabkan bahan yang mudah terbakar menyala.

5.1.3 Perlengkapan

5.1.3.1 Perlengkapan listrik harus disusun dan dipasang sedemikian rupa sehingga pelayanan, pemeliharaan dan pemeriksaan dapat dilakukan dengan aman.

5.1.4 Bagian aktif

5.1.4.1 Isolasi bagian aktif atau bagian yang mengalirkan arus harus tahan lembab dan tidak mudah terbakar.

5.1.4.2 Ketentuan dalam 5.1.4.1 tidak berlaku untuk:

- a) Bagian yang dipasang dalam minyak atau media lain hasil kemajuan teknologi;
- b) Instrumen ukur randah (portabel) untuk tegangan rendah.

5.1.4.3 Selungkup logam dan rangka logam perlengkapan yang bertegangan ke bumi di atas 50 V, demikian pula yang dipasang dalam ruang lembab dan panas harus dibumikan secara baik dan tepat. Jika selungkup dan rangka logam ini dikelilingi lantai logam atau lantai yang dilapisi logam, maka selungkup dan rangka tersebut harus juga dihubungkan dengan lantai ini.

Sebagai gantinya, pada tegangan rendah, untuk menghindari tegangan sentuh yang membahayakan, boleh digunakan tindakan lain yang baik dan tepat.

5.1.5 Proteksi dari tegangan sentuh

5.1.5.1 Selungkup logam dan rangka logam yang dimaksud dalam 5.1.4.3 harus dilengkapi dengan sekrup atau terminal untuk pembumian. Gagang pelayanan dari logam atau sejenisnya harus dihubungkan dengan selungkup dan rangka itu secara baik dan tepat.

5.1.5.2 Yang ditetapkan dalam 5.1.4.3 dan 5.1.5.1 tidak berlaku untuk perlengkapan listrik yang pemasangannya diisolasi secara baik dan tepat, asal saja diambil tindakan sehingga dalam pelayanan, pemeliharaan dan pemeriksaan, tegangan sentuh yang membahayakan tidak dapat mengenai tubuh orang.

5.1.6 Proteksi terhadap tegangan lebih

5.1.6.1 Agar tahan terhadap tegangan lebih, perlengkapan harus mempunyai ketahanan tegangan impuls pengenalan yang tidak lebih kecil dari tingkat tegangan lebih yang berlaku di tempat instalasi sebagai yang dirinci dalam tabel di bawah ini:

Tabel 5.1-1 Tingkat ketahanan perlengkapan terhadap tegangan impuls

Tegangan pengenalan	Tegangan operasi maksimum fase ke netral Instalasi a.b. atau a.s.		Tingkat tegangan lebih transien (kV) yang diasumsikan untuk perlengkapan yang dipakai dalam bagian instalasi yang memenuhi berbagai kategori			
	Sistem fase tiga	Sistem fase tunggal dengan titik tengah	Kategori I	Kategori II	Kategori III	Kategori IV
V	V	V	V	V	V	V
220/380 230/400	300	300	1500	2500	4000	6000

5.1.6.2 Sesuai dengan 5.1.6.1 tersebut, perlengkapan dalam instalasi listrik terbagi dalam berbagai kategori (lihat IEC: 364-4-443) sebagai berikut:

5.1.6.2.1 Kategori I, ialah perlengkapan yang dipasang dalam berbagai bagian instalasi atau dalam perakitan yang keadaan tegangan lebih transiennya dibatasi sampai tingkat rendah tertentu.

CONTOH Perlengkapan dalam sirkit elektronik.

5.1.6.2.2 Kategori II, ialah perlengkapan yang dihubungkan dengan instalasi tetap.

CONTOH Pemanfaat atau peranti randah (portabel), dan piranti rumah tangga lain dengan beban yang sejenis.

5.1.6.2.3 Kategori III, ialah perlengkapan yang dihubungkan dengan instalasi tetap dan pada keadaan dimana keandalan dan ketersediaan perlengkapan memenuhi berbagai persyaratan tertentu.

CONTOH Sakelar untuk instalasi tetap dan perlengkapan untuk pemakaian di industri, yang dihubungkan permanen pada instalasi tetap seperti kapasitor, reaktor dan lain-lain.

5.1.6.2.4 Kategori IV, ialah perlengkapan yang dipakai pada awal/hulu instalasi (misalnya kWh meter dan perlengkapan gawai proteksi di PHB induk).

CONTOH Perlengkapan meter listrik dan perlengkapan untuk proteksi dari arus lebih.

5.1.7 Pengamanan gagang

5.1.7.1 Gagang pelayanan yang terbuat dari logam atau bahan lain, baik yang berisolasi maupun tidak, sama sekali tidak boleh bertegangan.

5.1.7.2 Pada perlengkapan tegangan rendah, bahan kayu dan sejenisnya hanya boleh digunakan untuk gagang pelayanan jika telah dicelupkan dalam bahan isolasi yang memenuhi syarat.

Gagang tersebut harus terpasang pada bagian rangkanya yang terisolasi atau dibumikan.

5.1.7.3 Pada perlengkapan untuk pelayanan (pengoperasian) tegangan menengah, gagang pelayanan dan sejenisnya harus disusun sedemikian rupa sehingga antara orang yang melayani dan bagian yang bertegangan terdapat suatu bagian yang dibumikan secara baik.

5.1.7.4 Ketentuan dalam 5.1.7.3 tidak berlaku untuk tang hubung dan tongkat hubung, yang sebagian besar terdiri dari atas bahan isolasi.

5.1.8 Pelayanan

5.1.8.1 Setiap peranti harus dapat dihubungkan dan diputuskan dengan sakelar.

5.1.8.2 Ketentuan dalam 5.1.8.1 tidak berlaku untuk lampu dan peranti kecil lainnya, atau kumpulan dari padanya, yang bersama-sama mempunyai daya tidak lebih dari 1,5 kW.

5.1.8.3 Perlengkapan untuk melayani sakelar motor dan mesin lain yang digerakkan dengan listrik, harus dipasang sedekat mungkin dengan mesin yang bersangkutan.

5.1.9 Pemberian tanda

5.1.9.1 Pada perlengkapan listrik harus dicantumkan keterangan teknis yang perlu.

5.2 Pengawatan perlengkapan listrik

5.2.1 Kabel fleksibel

5.2.1.1 Pemeliharaan kabel dan kabel fleksibel harus sesuai dengan maksud dan daerah penggunaannya (lihat Tabel 7.1-3 sampai dengan 7.1-6).

5.2.1.2 Kabel fleksibel hanya dapat digunakan untuk:

- a) pengawatan lampu gantung;
- b) pengawatan armatur penerangan;
- c) pengawatan lif;
- d) pengawatan derek dan kran;
- e) menghindarkan perambatan suara dan getaran;
- f) pengawatan lampu dan peranti randah;
- g) pengawatan peranti pegun untuk memudahkan pemindahan dan pemeliharaannya peranti tersebut.

Untuk penggunaannya tersebut dalam butir f) dan g) kabel fleksibel harus dilengkapi dengan tusuk kontak.

5.2.1.3 Kabel fleksibel tidak boleh digunakan dalam hal berikut:

- a) sebagai pengganti perkawatan pasangan tetap suatu bangunan;
- b) melewati lubang pada dinding, langit-langit atau lantai;

c) melalui lubang pada pintu, jendela dan semacamnya.

5.2.1.4 Kabel fleksibel sedapat mungkin hanya digunakan dalam satu potongan yang utuh tanpa sambungan atau cabang.

Sambungan pada kabel fleksibel hanya diperkenankan jika dipenuhi syarat tersebut dalam 7.11.1.9 hingga 7.11.1.12.

5.2.1.5 Masing-masing penghantar dari kabel atau kabel fleksibel tidak boleh lebih kecil ukurannya dari apa yang tertera dalam Tabel 7.1-1.

5.2.1.6 Kabel fleksibel yang tidak lebih kecil dari $0,75 \text{ mm}^2$, kabel pipih, atau kabel yang sifatnya sama, dipandang telah mempunyai proteksi arus lebih oleh gawai proteksi arus lebih seperti yang dikemukakan dalam 7.5. Kabel harus mempunyai KHA yang sesuai dengan arus pengenal perlengkapan yang dihubungkannya.

5.2.1.7 Kabel fleksibel harus dihubungkan pada perlengkapan atau pengikatnya sedemikian rupa sehingga tarikan tidak diteruskan langsung pada hubungan atau terminal.

5.2.2 Kabel lampu

5.2.2.1 Kabel lampu digunakan untuk instalasi dalam lampu, armatur penerangan, atau gawai sejenis dalam keadaan tertutup atau terlindung, bebas dari pengaruh tekukan atau puntiran.

Kabel lampu juga digunakan untuk menghubungkan armatur penerangan dengan sirkit akhir (lihat Tabel 7.1-3).

5.2.2.2 Kabel lampu tidak boleh lebih kecil dari $0,5 \text{ mm}^2$.

5.3 Armatur penerangan, fitting lampu, lampu dan roset

5.3.1 Proteksi terhadap sentuh langsung dan tak langsung

5.3.1.1 Armatur penerangan, fitting lampu, lampu, dan roset harus dibuat sedemikian rupa sehingga semua bagian yang bertegangan dan bagian yang terbuat dari logam, pada waktu pemasangan atau penggantian lampu, atau dalam keadaan lampu terpasang, teramankan dengan baik dari kemungkinan sentuhan.

5.3.1.2 Terhadap ketentuan dalam 5.3.1.1 dikecualikan fitting lampu penerangan pentas, penerangan reklame atau penerangan hias, dan fitting lampu di atas 150 W, yang proteksi dari sentuhan terjamin hanya dalam keadaan lampu terpasang.

5.3.1.3 Jika dihubungkan pada jaringan dengan penghantar netral yang dibumikan, selubung ulir fitting lampu pasangan tetap harus dihubungkan dengan penghantar netral (lihat 2.5.1.2).

5.3.1.4 Pada lampu tangan, sangkar pelindung, kait penggantung dan bagian lain yang terbuat dari logam harus diisolasi terhadap fitting lampunya.

5.3.1.5 Armatur penerangan harus terisolasi dari bagian lampu dan fitting lampu yang bertegangan.

5.3.1.6 Armatur penerangan harus terisolasi dari penggantung dan pengukuhnya yang terbuat dari logam, kecuali apabila pemindahan tegangan pada bagian ini praktis tidak akan menimbulkan bahaya.

5.3.1.7 Untuk tegangan ke bumi di atas 300 V armatur penerangan harus terisolasi dari penggantung dan pengukuhnya, kecuali bila perlengkapan tersebut dibumikan dengan baik. Untuk tegangan jaringan di atas 1000 V arus bolak-balik atau di atas 1500 V arus searah, kedua cara proteksi tersebut di atas harus dilaksanakan.

5.3.1.8 Pada armatur penerangan yang dapat dilepaskan, bagian yang bertegangan pada terminal penghubung harus diisolasi rangkap dari penggantung atau pengukuhnya dan harus cukup teramankan dari kemungkinan sentuhan.

5.3.1.9 Armatur penerangan untuk tegangan ke bumi di atas 300 V harus teramankan dari kemungkinan sentuhan selama penghantarnya bertegangan.

5.3.2 Pembumian

5.3.2.1 Pada sistem perkawatan dengan pipa logam yang dibumikan, armatur penerangan dari logam yang terhubung pada kotak sambung harus pula dibumikan.

5.3.2.2 Bagian logam terbuka

5.3.2.2.1 Semua bagian dari armatur penerangan, transformator dan selungkup perlengkapan yang terbuat dari logam dan bekerja pada tegangan ke bumi di atas 50 V harus dibumikan, kecuali untuk hal-hal tersebut dalam 3.3.1.2.

5.3.2.2.2 Bagian logam lain yang terbuka harus dibumikan kecuali bila bagian tersebut diisolasi dari bumi dan dari permukaan lain yang bersifat penghantar, atau berada di luar jangkauan tangan, seperti yang tersebut dalam 3.3.1.2.

5.3.2.3 Perlengkapan di dekat permukaan konduktif yang dibumikan

5.3.2.3.1 Armatur penerangan, fitting lampu, dan pelat penutup logam yang tidak dibumikan tidak boleh kontak dengan permukaan yang konduktif dan juga tidak boleh dipasang dalam jarak jangkauan tangan dari bak mandi, bak cuci pakaian, perlengkapan pipa air atau pipa uap, atau benda logam lain yang dibumikan.

5.3.2.3.2 Rantai tarik dari logam yang dipakai pada perlengkapan listrik di tempat tersebut di atas harus dilengkapi dengan penyambung dari bahan isolasi.

5.3.2.4 Armatur dianggap telah dibumikan jika telah dihubungkan mekanis secara tetap dan baik pada pipa logam yang dibumikan, pada penghantar pembumi kabel, atau disambung tersendiri dengan penghantar pembumi.

5.3.3 Persyaratan dalam keadaan khusus

5.3.3.1 Armatur penerangan di tempat lembab, basah, sangat panas, atau yang mengandung bahan korosi, harus terbuat dari bahan yang memenuhi syarat bagi pemasangan di tempat itu dan harus dipasang sedemikian rupa sehingga air tidak dapat masuk atau berkumpul dalam jalur penghantar, fitting lampu, atau bagian listrik lainnya.

5.3.3.2 Fiting lampu di ruang khusus

5.3.3.2.1 Seluruh bagian luar fitting lampu yang dipasang dalam ruang berdebu, lembab, sangat panas, berisi bahan mudah terbakar, atau mengandung bahan korosi, harus terbuat dari bahan porselin atau bahan isolasi lain yang sederajat. Terlepas dari keadaan ruang seperti disebutkan di atas, bagian luar fitting lampu yang bertegangan lebih dari 300 V ke bumi, harus selalu terbuat dari bahan porselin atau bahan isolasi lain yang sederajat.

5.3.3.2.2 Penyimpangan dari ketentuan dalam 5.3.3.2.1 di atas diperkenankan jika fitting lampu dipasang di luar jangkauan, dan bagian logam yang dalam keadaan normal tidak bertegangan dibumikan. Akan tetapi dalam ruang yang mengandung bahan korosi, ketentuan tersebut tetap berlaku.

5.3.3.3 Armatur penerangan

5.3.3.3.1 Armatur penerangan yang dipasang dekat atau di atas bahan yang mudah terbakar harus dibuat, dipasang atau terlindung sedemikian rupa sehingga bagian yang bersuhu lebih dari 90° tidak berhubungan dengan bahan yang mudah terbakar itu.

5.3.3.3.2 Lampu dalam ruang yang mengandung bahan atau debu yang mudah terbakar atau meledak harus dipasang dalam armatur penerangan yang kedap debu.

5.3.3.3.3 Lampu dalam ruang yang mengandung campuran gas yang mudah meledak harus dipasang dalam armatur penerangan dengan konstruksi sedemikian rupa sehingga gejala api, seandainya terjadi, tidak mengakibatkan ledakan.

5.3.3.4 Fiting lampu penerangan luar

5.3.3.4.1 Lampu untuk penerangan luar dan dalam ruang dengan air tetes harus kedap tetesan atau dipasang dalam armatur penerangan yang kedap tetesan.

5.3.3.4.2 Fiting lampu seperti termaksud dalam 5.3.3.4.1 di atas harus digantung dalam keadaan terisolasi, kecuali jika penggantung atau pasangannya dibumikan secara baik, atau jika fitting lampu dipasang di luar jangkauan tangan.

5.3.3.5 Perlengkapan untuk menaik-turunkan armatur penerangan besar yang dipasang di luar jangkauan tangan harus dipasang sedemikian rupa sehingga juru layannya tidak usah berdiri di bawah armatur tersebut.

5.3.3.6 Armatur penerangan yang mempunyai terminal penghubung di luar tidak boleh digunakan dalam etalase, kecuali bila armatur penerangan tersebut digantung dengan rantai.

5.3.4 Syarat kotak sambung dan kap armatur

5.3.4.1 Tutup roset dan kotak sambung untuk armatur lampu harus mempunyai cukup ruangan sehingga kabel dengan terminal penghubungnya dapat dipasang dengan baik.

5.3.4.2 Tiap kotak sambung harus dilengkapi dengan penutup, kecuali jika sudah tertutup oleh kap armatur, fitting lampu, kotak kontak, roset, atau gawai yang sejenis.

5.3.4.3 Bagian dinding atau langit-langit yang terbuat dari bahan mudah terbakar dan berada di antara sisi kap armatur dan kotak sambung harus ditutup dengan bahan yang tidak dapat terbakar.

CATATAN Kayu tidak termasuk dalam golongan bahan yang mudah terbakar.

5.3.5 Penunjang armatur

5.3.5.1 Armatur, fitting lampu, roset dan kotak kontak harus dipasang kokoh. Armatur yang beratnya lebih dari 2,5 kg atau salah satu ukurannya melebihi 40 cm tidak boleh dikokohkan dengan penutup ulir fitting lampu.

5.3.5.2 Apabila kotak sambung atau fitting dilengkapi dengan penunjang yang kuat maka armatur dapat dikokohkan kepadanya. Armatur yang beratnya lebih dari 20 kg harus dikokohkan terpisah dari kotak sambung.

5.3.6 Perkawatan armatur

5.3.6.1 Umum

5.3.6.1.1 Perkawatan pada atau di dalam armatur harus terpasang dengan rapi. Diameter kawat harus minimum 0,75 mm² dan sedemikian rupa sehingga kabel bebas dari gaya tarik dan kerusakan mekanik yang mungkin terjadi. Perkawatan yang berlebihan harus dihindarkan. Kabel harus dipasang sedemikian rupa sehingga bebas dari pengaruh suhu yang melebihi kemampuannya.

5.3.6.2 Kabel untuk bagian bergerak

5.3.6.2.1 Pada rantai gantung armatur dan bagian lain yang dapat bergerak harus digunakan kabel fleksibel.

5.3.6.2.2 Armatur dan kabel harus dipasang sedemikian rupa sehingga berat armatur atau bagian yang bergerak tidak menyebabkan tarikan pada kabel.

5.3.6.3 Hubungan dan percabangan

5.3.6.3.1 Armatur harus dipasang sedemikian rupa sehingga sambungan antara armatur dan kabel listrik instalasi dapat diperiksa tanpa harus memutuskan perkawatan, kecuali bila armatur dihubungkan dengan tusuk kontak dan kotak kontak.

5.3.6.3.2 Hubungan dan percabangan tidak boleh terletak dalam lengan atau tangkai armatur.

5.3.6.3.3 Hubungan atau percabangan harus sedapat mungkin dipusatkan.

5.3.6.3.4 Dalam armatur penerangan untuk tegangan ke bumi di atas 300 V tidak boleh ada percabangan atau hubungan.

5.3.6.4 Armatur sebagai saluran kabel

Armatur tidak boleh digunakan sebagai jalur kabel sirkit kecuali bila armatur itu memenuhi syarat bagi jalur kabel. Hal ini hanya diperkenankan bagi sirkit cabang tunggal yang memberi arus pada armatur tersebut pemasangannya dilaksanakan sebagai berikut :

- a) Armatur dipasang sambung-menyambung membentuk jalur kabel yang kontinu.
- b) Armatur digandengkan dengan cara pengawatan yang diizinkan. Kabel sirkit cabang yang letaknya tidak melebihi 7,5 cm dari ballas dalam kotak ballas harus dipandang sebagai kabel yang digunakan pada suhu tidak kurang dari 90 °C.

5.3.6.5 Polaritas pada armatur penerangan

Armatur penerangan harus dihubungkan sedemikian rupa sehingga semua kontak ulir atau kontak luar dari fitting lampu pijar terhubung pada penghantar netral.

5.3.6.6 Polaritas pada lampu uji

5.3.6.6.1 Kutub netral lampu uji harus dihubungkan tetap dengan penghantar netral instalasi.

5.3.6.6.2 Dalam instalasi untuk tegangan ke bumi di atas 300 V hanya boleh digunakan lampu uji yang dipasang tetap, dengan kedua kutubnya dihubungkan tetap pada bagian instalasi yang akan diperiksa.

5.3.6.6.3 Pada instalasi yang mempunyai penghantar netral, lampu uji randah yang digunakan haruslah yang bertegangan sama dengan tegangan antara dua penghantar fase atau antara dua penghantar sisi.

5.3.7 Konstruksi

5.3.7.1 Bahan dan konstruksi armatur penerangan

5.3.7.1.1 Armatur harus terbuat dari logam, atau bahan lain yang diizinkan dan dibuat sedemikian rupa sehingga terjamin kekuatan dan kekokohan mekaniknya. Pipa dan tempat masuknya harus dibuat sedemikian rupa sehingga kabel dapat dengan mudah dipasang dan dikeluarkan tanpa ada kemungkinan terjadinya kerusakan pada bahan isolasi atau putusya hubungan kabel.

5.3.7.1.2 Rumah armatur dan pelat logam yang tertanam harus dilindungi dari kemungkinan kerusakan korosi dan tebalnya tidak boleh kurang dari 0,6 mm.

5.3.7.1.3 Konstruksi rumah armatur yang tertanam tidak boleh menggunakan solder.

5.3.7.1.4 Bila armatur tidak seluruhnya terbuat dari logam maka jalur kabel harus dilapisi dengan logam atau bahan lain yang tidak dapat terbakar, kecuali bila digunakan kabel yang berpelapis atau berselubung timah hitam dengan fitting yang sesuai.

5.3.7.2 Lampu randah

5.3.7.2.1 Lampu randah dan lampu lantai boleh dihubungkan dengan kabel berselubung karet yang diizinkan bila pengawatannya ditempatkan bebas dari panas lampu.

5.3.7.3 Lampu tangan

5.3.7.3.1 Badan lampu tangan harus dibuat dari bahan yang baik dan tepat, tahan lembab, mengisolasi dan mempunyai cukup kekuatan mekanik.

5.3.7.3.2 Semua bagian aktif dari lampu dan fitting lampu harus diproteksi secara baik terhadap sentuhan, dalam keadaan lampu telah terpasang.

5.3.7.3.3 Sangkar pelindung, kait penggantung dan bagian logam yang lain harus diisolasi terhadap fitting lampu.

5.3.7.3.4 Lampu tangan randah dengan kabel fleksibel harus terbuat dari bahan isolasi yang baik. Ia harus dilengkapi dengan sangkar pelindung yang kuat, jika digunakan di tempat

yang mungkin menimbulkan kerusakan atau yang mengandung bahan yang mudah terbakar yang dapat menyentuhnya.

5.3.7.3.5 Ketentuan di atas tidak berlaku bagi lampu tangan untuk tegangan ke bumi setinggi-tingginya 50 V, asal gawai penghubung konstruksinya sedemikian rupa sehingga tidak mungkin dihubungkan pada instalasi dengan tegangan yang lebih tinggi.

5.3.7.4 Lampu uji

Kaca lampu pada lampu uji randah harus diberi selubung yang kokoh dengan konstruksi yang baik sebagai pengaman terhadap kemungkinan lampu meledak.

5.3.7.5 Pemberian tanda

5.3.7.5.1 Semua armatur yang memerlukan transformator, termasuk transformator balas atau autotransformator, harus ditandai jelas dengan keterangan tentang tegangan, frekuensi dan kuat arus dari transformator tersebut.

5.3.7.5.2 Pada fitting lampu harus dicantumkan keterangan tentang tegangan tertinggi yang diperkenankan.

5.3.7.5.3 Armatur penerangan harus diberi tanda mengenai watt maksimum dari lampunya. Tanda ini harus permanen dan harus dipasang di tempat yang mudah terlihat.

5.3.8 Fiting lampu dengan sakelar

5.3.8.1 Fiting lampu yang memakai sakelar harus dirancang sedemikian rupa sehingga tidak mungkin terjadi kontak antara penghantar masuk (termasuk selubung logamnya, jika ada) dan bagian sakelar yang bergerak atau tidak bertegangan.

5.3.8.2 Sakelar pada fitting lampu harus memutuskan/menghubungkan penghantar fase. Jika digunakan pada sirkit dua kawat tanpa penghantar netral, sakelar tersebut harus sekaligus memutuskan kedua penghantar listrik itu.

5.3.8.3 Dalam ruang lembab dan ruang sangat panas, lampu tangan dan lampu dengan tegangan ke bumi lebih dari 300 V tidak boleh menggunakan fitting lampu yang bersakelar (lihat juga 8.6.1.10)

5.3.10 Lampu dan perlengkapan bantu

5.3.10.1 Lampu untuk penggunaan umum pada sirkit penerangan tidak boleh dilengkapi dengan pangkal Edison E27 jika dayanya lebih dari 300 W, juga tidak boleh dilengkapi dengan pangkal Goliath E40 jika dayanya melebihi 1500 W. Di atas 1500 W hanya boleh digunakan pangkal lampu atau gawai lampu yang khusus.

5.3.10.2 Perlengkapan bantu lampu gas harus dipasang dalam kotak yang tidak mudah terbakar dan harus diperlakukan sebagai sumber panas.

5.3.11 Lampu tabung gas

5.3.11.1 Umum

5.3.11.1.1 Yang dimaksud dengan instalasi lampu tabung gas ialah instalasi lampu fluoresen, sodium, merkuri dan lampu sejenisnya dengan prinsip pelepasan gas untuk lampu penerangan, reklame dan tanda.

5.3.11.1.2 Setiap perlengkapan lampu tabung gas, seperti transformator, balas, kapasitor dan perlengkapan sejenis, harus tertutup seluruhnya di dalam selungkup dari bahan yang tidak dapat terbakar untuk mencegah meluasnya api apabila timbul.

5.3.11.1.3 Pemasangan bola dan tabung gas tidak boleh berhubungan dan bersinggungan dengan bahan yang mudah terbakar.

- a) Penghantar bertegangan lebih dari 1000 V harus dari jenis yang dilindungi dengan selubung logam ataupun selubung kawat, dilindungi dengan pipa logam yang memakai ulir, atau dengan saluran logam yang sama mutunya, kecuali bila hanya digunakan untuk penyambungan pendek di dalam fitting.
- b) Bila dimasukkan dalam pipa, maka penghantar dari transformator yang berbeda harus dimasukkan dalam pipa yang berlainan pula.
- c) Penghantar telanjang ataupun penghantar lain boleh juga digunakan asal penghantar yang berjarak cukup terhadap penghantar lain atau benda lain yang bersifat konduktif, lihat Tabel 5.3-1. Penghantar tersebut haruslah terlindung sedemikian rupa sehingga tidak ada kemungkinan tersentuh oleh orang.

Tabel 5.3-1
Jarak bebas minimum penghantar telanjang terhadap bumi (massa)
pada tegangan 250 V ke atas dalam sistem lampu tabung gas

Tegangan sirkit terbuka		Jarak bebas minimum antara penghantar telanjang atau antara penghantar
	Volt	cm
Melebihi	250	1,5
Tidak melebihi	1000	
Melebihi	1000	
Tidak melebihi	6000	2,5
Melebihi	6000	
Tidak melebihi	9000	3,5
Melebihi	9000	
Tidak melebihi	15000	4,0

5.3.11.1.4 Penyambungan klem penghantar transformator di sisi sekunder dengan lampu tabung gas harus memenuhi hal berikut:

- a) Menggunakan penghantar yang terdiri atas sekurang-kurangnya 7 kawat
- b) Terpasang erat pada tempatnya
- c) Terlindung dari kemungkinan rusak
- d) Tersambung dengan kerangka pada tempat yang paling dekat dengan ujung tabung

Bila penghantar ini digunakan di luar fitting lampu, isolasinya harus untuk kelas tegangan sekurang-kurangnya 400 V.

5.3.11.1.5 Tegangan lampu tabung gas tidak boleh lebih tinggi dari 15 kV.

5.3.11.2 Lampu tabung gas dengan sistem tegangan 1000 V atau kurang

5.3.11.2.1 Perlengkapan yang digunakan pada sistem penerangan lampu tabung gas yang dibuat untuk sistem tegangan 1000 V atau kurang harus dari jenis yang diizinkan untuk maksud penggunaannya.

5.3.11.2.2 Terminal lampu tabung gas dianggap bertegangan jika terminal lainnya terhubung pada tegangan lebih dari 300 V terhadap bumi.

5.3.11.2.3 Transformator dan semua klem harus dipasang dalam kerangka yang terselubung dan tidak mudah dibuka tanpa alat khusus.

- a) Untuk penyambungan dengan sumber tenaga listrik, lampu tabung gas harus dilengkapi dengan alat penyambung yang cocok. Transformator serta penghubungnya dengan perlengkapan yang diperlukan, harus ditempatkan dalam satu atau beberapa selungkup bahan isolasi yang tidak mudah menyala, yang mencegah kemungkinan tersentuhnya bagian yang bertegangan pada saat lampunya dipasang atau dilepas, sehingga yang dapat dicapai hanyalah fitting ataupun tempat penyambungan untuk memungkinkan penggantian lampu.
- b) Transformator harus dipasang sedekat mungkin pada lampu supaya penghantar sekundernya sependek mungkin.
- c) Transformator harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga bahan yang dapat terbakar yang terletak di dekatnya tidak akan terkena suhu melebihi 90 °C.

CATATAN Pemasangan transformator langsung pada bahan yang dapat terbakar (misalnya kayu) tidak dibenarkan.

5.3.11.2.4 Transformator yang berisi minyak tidak boleh digunakan.

5.3.11.2.5 Armatur yang dipasang pada sirkit arus searah harus dilengkapi dengan perlengkapan bantu dan resistans yang dibuat khusus untuk itu dan diizinkan untuk dipakai pada arus searah. Armatur ini harus diberi tanda pengenalan arus searah.

5.3.11.2.6 Dengan memperhatikan tegangan dalam rumah tinggal maka:

- a) Perlengkapan yang mempunyai sistem tegangan sirkit terbuka lebih dari 1000 V tidak boleh dipasang dalam rumah.
- b) Perlengkapan yang mempunyai sistem tegangan sirkit terbuka lebih dari 300 V terhadap bumi tidak boleh dipasang dalam rumah, kecuali jika pemasangannya sedemikian rupa sehingga bagian aktif tidak mungkin tersentuh.

5.3.11.2.7 Armatur dengan balas atau transformator terbuka harus dipasang sedemikian rupa sehingga ballas atau transformatornya tidak akan terkena bahan yang dapat terbakar (berjarak sekurang-kurangnya 35 mm).

5.3.11.2.8 Perlengkapan bantu termasuk reaktor, kapasitor, resistor dan sejenisnya yang tidak dipasang sebagai bagian dari armatur, harus dipasang dalam kotak logam yang dipasang tetap dan dapat dicapai, kecuali balas yang diizinkan untuk dipasang terpisah.

5.3.11.2.9 Suatu autotransformator yang digunakan sebagai bagian dari suatu balas yang menaikkan tegangan sampai lebih dari 300 V hanya dapat digunakan dengan sistem yang dibumikan.

5.3.11.3 Lampu tabung gas dengan sistem tegangan di atas 1000 V

5.3.11.3.1 Perlengkapan yang digunakan untuk sistem penerangan tabung gas dengan sistem tegangan di atas 1000 V harus terbuat dari jenis yang diizinkan penggunaannya.

5.3.11.3.2 Terminal lampu tabung gas harus dianggap sebagai bertegangan bila terminal lainnya dihubungkan pada tegangan ke bumi lebih dari 300 V.

5.3.11.3.3 Lampu yang dipasang pada transformator harus mempunyai panjang dan sifat yang tidak memungkinkan terjadinya tegangan lebih yang terus-menerus pada transformator.

5.3.11.3.4 Transformator yang digunakan harus dari jenis yang tertutup

5.3.11.3.5 Lilitan primer dan sekunder dari transformator yang digunakan untuk menaikkan tegangan tidak boleh disambung secara listrik yang satu dengan yang lain, selain itu bila tegangan sekunder dalam keadaan tanpa beban lebih tinggi dari 7,5 kV, maka titik tengah dari lilitan sekunder harus dibumikan (lihat 5.3.11.1.5).

5.3.11.3.6 Lilitan tegangan menengah atau tinggi transformator tidak boleh dihubungkan paralel maupun seri. Lilitan bertegangan lebih dari 1000 V dari dua transformator hanya boleh dihubungkan seri untuk membentuk suatu transformator yang dibumikan di titik tengahnya, dengan membumikan satu ujung dari masing-masing lilitannya.

5.3.11.3.7 Penghantar pembumian harus dari penghantar berisolasi dengan penampang minimum 2,5 mm².

5.3.11.3.8 Kabel yang digunakan untuk lampu tabung gas harus memenuhi syarat dan sesuai dengan tegangan sirkit.

5.3.11.3.9 Sambungan untuk tegangan lebih dari 1000 V di dalam fitting, harus dilakukan pada terminal atau konektor yang sesuai, atau dengan cara pemuntiran penghantar dengan sempurna.

5.3.11.3.10 Setiap armatur dan setiap sirkit sekunder dari lampu tabung gas dengan sistem tegangan di atas 1000 V harus mempunyai tanda dan tulisan yang jelas, misalnya, "Hati-hati 2000 V". Yang dituliskan adalah nilai tegangannya.

5.3.11.3.11 Penghantar atau sambungan telanjang yang bertegangan dan terpasang di tempat yang mudah tersentuh, harus dilindungi dengan selungkup dari bahan isolasi yang tidak mudah menyala dan cukup kuat atau dengan pelindung logam yang dibumikan.

5.3.11.3.12 Lampu tabung gas harus bebas dari sentuhan bahan yang mudah terbakar dan harus ditempatkan bebas dari kerusakan mekanis. Lampu tersebut harus disangga sedemikian rupa sehingga jarak antara tabung dengan benda lain (tidak termasuk penyangga) sekurang-kurangnya 1 cm.

5.3.11.3.13 Lampu tabung harus disangga dengan penyangga dari bahan yang tidak mudah terbakar, tidak higroskopis, dan dapat disetel. Jika penyangga jaraknya kurang dari 10 cm dari elektroda, maka penyangga itu harus juga tidak mudah menyala.

5.3.11.3.14 Fitting lampu ataupun instalasi lampu harus dapat dikontrol per kelompok dengan sebuah sakelar, yang memutuskan semua penghantar bertegangan pada sisi primer transformator, atau satu per satu dengan sakelar yang memutuskan penghantar bertegangan dari sisi sekunder transformator, yang menyalurkan tenaga listrik ke fitting lampu

tersebut. Sakelar harus terlihat dari fitting lampu atau instalasi lampu dan jika tidak demikian halnya maka ia harus dipasang sedekat mungkin dari instalasi lampu itu, dan dilengkapi dengan alat pengunci keadaan tak bertegangan.

5.3.11.3.15 Bagian yang harus dibuka untuk penggantian lampu haruslah dilengkapi dengan engsel, atau harus ditempuh cara lain sehingga bagian itu tidak terlepas dari kedudukannya.

Terminal dan sambungan lampu harus direncanakan sedemikian rupa, sehingga semua sambungan tegangan menengah atau tinggi terdapat dalam kotak selungkup dari bahan isolasi yang tidak dapat menyala, atau dari logam yang dibumikan.

5.3.12 Roset

5.3.12.1 Roset yang dipasang dalam ruang lembab atau basah harus dari jenis yang memenuhi syarat.

5.3.12.2 Roset harus mempunyai nilai pengenalan sekurang-kurangnya 660 W, 250 V dan arus maksimum 6A.

5.3.12.3 Untuk pengkawatan yang tampak, roset harus mempunyai alas dengan sekurang-kurangnya 2 lubang untuk tempat sekerup pengukuh, dan harus cukup tebal agar kabel dan terminalnya berada pada jarak sekurang-kurangnya 1 cm dari permukaan dinding atau langit-langit.

5.3.12.4 Roset tidak boleh digunakan untuk menghubungkan lebih dari satu saluran, kecuali bila roset dibuat khusus untuk penghubung banyak.

5.4 Tusuk kontak dan kotak kontak

5.4.1 Konstruksi tusuk kontak

5.4.1.1 Tusuk kontak harus dirancang sedemikian rupa sehingga ketika dihubungkan tidak mungkin terjadi sentuhan tak sengaja dengan bagian aktif.

5.4.1.2 Bahan

5.4.1.2.1 Tusuk kontak harus terbuat dari bahan yang tidak mudah terbakar, tahan lembab dan secara mekanik cukup kuat.

5.4.1.2.2 Tusuk kontak yang tidak terlindung tidak boleh dibuat dari bahan yang mudah pecah.

5.4.1.2.3 Sebagai pengecualian dari 5.4.1.2.1 di atas, tusuk kontak untuk kuat arus 16 A ke bawah pada tegangan rumah, boleh terbuat dari bahan isolasi yang tahan terhadap arus rambat.

5.4.1.3 Sambungan antara tusuk kontak dan kabel fleksibel harus baik untuk menghindari kerusakan mekanis.

5.4.1.4 Menghindari hubungan tusuk kontak tertukar

5.4.1.4.1 Dalam suatu instalasi, lubang kotak kontak dengan tegangan pengenalan tertentu tidak boleh dapat dimasuki tusuk kontak dengan tegangan pengenalan yang lebih rendah (lihat 3.3.2.4).

5.4.1.4.2 Lubang kotak kontak dengan arus pengenal tertentu tidak boleh dapat dimasuki tusuk kontak dengan arus pengenal yang lebih besar, kecuali bagi kotak kontak atau tusuk kontak dengan arus pengenal setinggi-tingginya 16 A.

CATATAN Untuk menghindari kesalahan memasukkan tusuk kontak ke dalam lubang kotak kontak tidak semestinya, dianjurkan agar:

- a) Dalam satu instalasi hanya ada satu macam kotak kontak saja;
- b) Kotak kontak dan tusuk kontak diberi tanda dengan menggunakan tulisan atau tanda lain yang jelas, yang membedakan tegangan/arus pengenal masing-masing;
- c) Kotak dari tusuk kontak mempunyai konstruksi yang berlainan sehingga lubang kotak kontak tidak dapat dimasuki oleh tusuk kontak yang tegangan/arus pengenalnya berlainan.

5.4.1.5 Pada kotak kontak dan tusuk kontak harus tercantum tegangan tertinggi dan arus terbesar yang diperbolehkan.

5.4.1.6 Tusuk kontak untuk tegangan domestik tidak boleh dipakai untuk menjalankan dan mematikan mesin atau peranti randah dengan daya lebih dari 2 kW dan arus pengenal lebih dari 16 A.

5.4.1.7 Tusuk kontak yang juga digunakan untuk melaksanakan pembumian harus mempunyai konstruksi sedemikian rupa sehingga pada waktu tusuk kontak dipasang pada kotak kontak, terjadi hal berikut:

- a) Kontak pengamannya terhubung sebelum kontak penghantar arus, sedangkan pada waktu dilepaskan, hubungan kontak pengamannya terlepas setelah kontak penghantar arus terputus;
- b) Kontak pengaman tusuk kontak tidak mungkin terhubung dengan lubang kotak kontak penghantar arus;
- c) Penghantar proteksi (pembumian) yang dihubungkan pada mesin atau pesawat terhindar dari kemungkinan bersentuhan dengan bagian aktif.

5.4.1.8 Susunan tusuk kontak

5.4.1.8.1 Tusuk kontak untuk tegangan ke bumi di atas 50 V harus disusun untuk juga melaksanakan pembumian. Rumah logam kotak kontak dan/atau tusuk kontak harus dihubungkan dengan kontak pembumian.

5.4.1.8.2 Tusuk kontak untuk tegangan ke bumi di atas 300 V harus disusun sedemikian rupa sehingga semua bagiannya tidak dapat dimasukkan atau dilepaskan dalam keadaan bertegangan.

5.4.1.8.3 Ketentuan dalam 5.4.1.8.1 di atas tidak berlaku untuk kotak kontak dalam ruang dengan lantai berisolasi, yang disekitarnya tidak terdapat bagian konduktif yang dihubungkan ke bumi dan dapat tersentuh, seperti instalasi air, gas atau pemanas dan juga tidak berlaku bagi kotak kontak untuk beban khusus, yang mempunyai isolasi pengaman atau beban khusus yang dipasang di luar jangkauan tangan.

5.4.1.9 Cara menghubungkan kabel

5.4.1.9.1 Penghubungan kabel randah dengan bagian instalasi yang dipasang tetap, begitu pula penghubungan kabel yang dipasang tetap dengan mesin dan peranti randah, harus dilaksanakan dengan tusuk kontak apabila penghubungan itu sifatnya tidak tetap.

5.4.1.9.2 Ketentuan dalam 5.4.1.9.1 di atas tidak berlaku:

- a) Pada penghubungan dengan penghantar geser atau penghantar kontak.
- b) Pada penghubungan sementara mesin yang besar, apabila terjamin bahwa mesin atau instalasi tersebut akan digunakan secara baik, sesuai dengan semua peraturan yang berlaku untuk pemasangan tetap.

5.4.1.9.3 Pada satu tusuk kontak hanya boleh dihubungkan satu kabel randah.

5.4.2 Ketentuan yang berkaitan dengan keadaan lingkungan

5.4.2.1 Kotak kontak dan tusuk kontak untuk penggunaan kasar harus dilengkapi dengan selungkup logam yang cukup kuat, atau dibuat dari bahan yang tahan terhadap kerusakan mekanik.

5.4.2.2 Tusuk kontak untuk ruang sangat panas, ruang lembab, dan ruang basah

5.4.2.2.1 Dalam ruang yang lembab dan sangat panas, tusuk kontak harus dilengkapi dengan kontak pembumian. Selungkup logam kotak kontak dan tusuk kontak harus dibumikan.

5.4.2.2.2 Kotak kontak dinding dalam ruang lembab harus dilengkapi dengan lobang pembuang air.

5.4.2.2.3 Kotak kontak yang dipasang di luar rumah tetapi terlindung dari cuaca, atau dipasang dalam ruang lembab, harus mempunyai penutup yang membuatnya kedap cuaca bila tusuk kontak tidak dimasukkan.

5.4.2.2.4 Kotak kontak yang dipasang di luar rumah dan terkena oleh cuaca, atau dipasang dalam ruang basah, harus dari jenis bertutup kedap cuaca, juga dalam keadaan kontak tusuk dimasukkan.

Pengecualian :

Kotak kontak, yang hanya kedap cuaca jika kontak tusuk tidak dimasukkan, dapat pula dipakai di luar rumah bila pemakaiannya diawasi dan tidak ditinggalkan begitu saja.

5.4.2.2.5 Kotak kontak yang dipasang di luar harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga tidak mungkin penutup kotak kontak terkena genangan air.

5.4.2.3 Dalam ruang akumulator dan ruang yang mengandung campuran gas yang meledak, tusuk kontak harus disusun sedemikian rupa sehingga bagiannya tidak dapat dimasukkan atau dilepaskan dalam keadaan bertegangan, dan dalam keadaan terhubung tidak dapat menimbulkan bunga api karena getaran atau kontak yang lepas.

5.4.2.4 Kotak kontak yang ditempatkan pada lantai harus tertutup dalam kotak lantai yang khusus diizinkan untuk penggunaan ini.

5.5 Motor, sirkit dan kendali

CATATAN Ikhtisar 5.5 diberikan pada Gambar 5.5-1.

5.5.1 Syarat umum

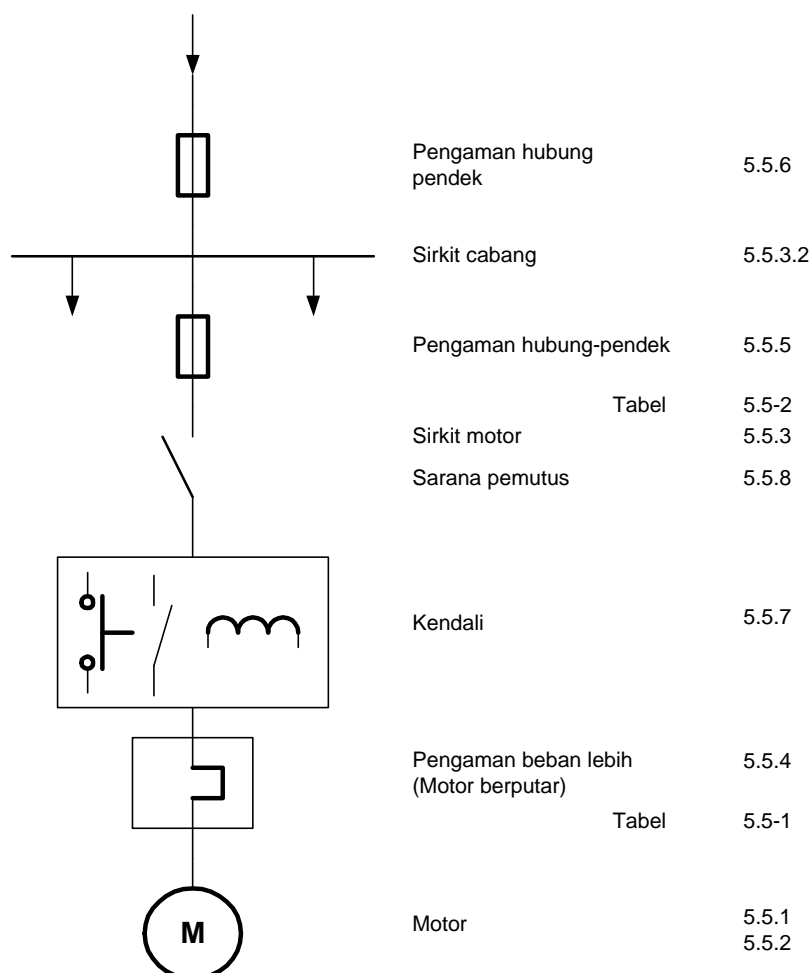
5.5.1.1 Pada pelat nama setiap motor harus terdapat keterangan atau tanda mengenai hal berikut:

- a) nama pembuat;
- b) tegangan pengenalan;
- c) arus beban pengenalan;
- d) daya pengenalan;
- e) frekuensi pengenalan dan jumlah fase untuk motor arus bolak balik;
- f) putaran per menit pengenalan;
- g) suhu lingkungan pengenalan dan kenaikan suhu pengenalan;
- h) kelas isolasi;
- i) tegangan kerja dan arus beban penuh sekunder untuk motor induksi rotor lilit;
- j) jenis lilitan : shunt, kompon, atau seri untuk motor arus searah;
- k) daur kerja.

5.5.1.2 Setiap motor dan lengkapannya yang hendak dipasang harus dalam keadaan baik serta dirancang dengan tepat untuk maksud penggunaannya dan sesuai dengan keadaan lingkungan tempat motor dan lengkapan tersebut akan digunakan.

5.5.1.3 Motor harus tahan tetes, tahan percikan air, tahan hujan, kedap air, atau memiliki kualitas lain yang sesuai dengan keadaan lingkungan tempat motor itu hendak dipasang.

Umum	5.5.1
Keadaan lingkungan	5.5.2
Ketentuan untuk tegangan di atas 1000 V	5.5.10
Pencegahan terhadap sentuhan	5.5.11
Pembumian	5.5.12



Gambar 5.5-1

5.5.1.4 Motor terbuka yang mempunyai komutator atau cincin pengumpul, harus ditempatkan atau dilindungi sedemikian rupa sehingga bunga api tidak dapat mencapai bahan yang mudah terbakar di sekitarnya.

5.5.1.5 Motor harus dipasang sedemikian rupa sehingga pertukaran udara sebagai pendinginnya cukup terjamin.

5.5.1.6 Pengendalian

5.5.1.6.1 Motor harus dipasang sedemikian rupa sehingga dapat dijalankan, diperiksa, dan dipelihara dengan mudah dan aman.

5.5.1.6.2 Pemasangan motor harus diusahakan sedemikian rupa sehingga pelat nama motor mudah terbaca.

5.5.1.6.3 Lengkapan pengatur dan perlengkapan kendali harus dapat dijalankan, diperiksa, dan dipelihara dengan mudah dan aman.

5.5.1.7 Motor yang dipasang magun harus dikukuhkan dengan sekrup, baut, atau pengukuh lain yang setaraf.

5.5.1.8 Motor harus dilindungi dengan tepat di tempat yang kemungkinan besar menimbulkan kerusakan mekanik.

5.5.2 Keadaan lingkungan

5.5.2.1 Dalam lingkungan yang lembab harus digunakan motor yang tahan lembab dan jalan masuk kabelnya harus dilengkapi dengan paking atau busung, atau harus dapat dipasang pipa berulir.

5.5.2.2 Lingkungan berdebu

5.5.2.2.1 Dalam lingkungan berdebu, motor harus tertutup rapat atau kedap debu, atau dirancang secara lain yang setaraf.

5.5.2.2.2 Dalam lingkungan berdebu, yang menyebabkan debu atau bahan beterbangan berkumpul di atas atau di dalam motor, sehingga mengakibatkan suhu yang berbahaya, harus digunakan jenis motor yang tidak menjadi terlalu panas dalam keadaan tersebut. Di tempat yang sangat berdebu, mungkin perlu digunakan motor yang berventilasi memakai pipa, atau motor ditempatkan dalam ruang kedap debu dengan pertukaran udara dari sumber udara bersih.

5.5.2.3 Motor yang ditempatkan dalam lingkungan gas atau uap yang mudah terbakar, harus memenuhi ketentuan dalam pasal yang bersangkutan dalam BAB 8.

5.5.2.4 Motor yang ditempatkan dalam lingkungan debu yang mudah terbakar harus memenuhi ketentuan dalam 8.5.

5.5.2.5 Motor yang ditempatkan dalam lingkungan bahan korosi, harus memenuhi 8.9.

5.5.3 Sirkuit motor

5.5.3.1 Penghantar sirkuit akhir yang menyuplai motor tunggal tidak boleh mempunyai KHA kurang dari 125 % arus pengenalan beban penuh. Di samping itu, untuk jarak jauh perlu digunakan penghantar yang cukup ukurannya hingga tidak terjadi susut tegangan yang berlebihan. Penghantar sirkuit akhir untuk motor dengan berbagai daur kerja dapat menyimpang dari ketentuan di atas asalkan jenis dan penampang penghantar serta pemasangannya disesuaikan dengan daur kerja tersebut.

5.5.3.2 Penghantar sirkuit akhir yang mensuplai dua motor atau lebih, tidak boleh mempunyai KHA kurang dari jumlah arus beban penuh semua motor itu ditambah 25 % dari arus beban penuh motor yang terbesar dalam kelompok tersebut. Yang dianggap motor terbesar ialah yang mempunyai arus beban penuh tertinggi.

5.5.3.3 Bila pemanasan penghantar berkurang karena motor bekerja dengan daur kerja tertentu, seperti pembebanan singkat, intermiten, atau karena tidak semua motor bekerja bersamaan, dapat digunakan penghantar utama yang lebih kecil daripada yang ditentukan dalam 5.5.3.2, asal penghantar tersebut mempunyai KHA cukup untuk beban maksimum yang ditentukan oleh ukuran dan jumlah motor yang disuplai, sesuai dengan sifat beban dan daur kerjanya.

5.5.4 Proteksi beban lebih

5.5.4.1 Proteksi beban lebih (arus lebih) dimaksudkan untuk melindungi motor, dan perlengkapan kendali motor, terhadap pemanasan berlebihan sebagai akibat beban lebih atau sebagai akibat motor tak dapat diasut.

Beban lebih atau arus lebih pada waktu motor beroperasi, bila bertahan cukup lama, akan mengakibatkan kerusakan atau pemanasan yang berbahaya pada motor tersebut.

5.5.4.2 Penggunaan

5.5.4.2.1 Dalam lingkungan dengan gas, uap, atau debu yang mudah terbakar atau mudah meledak, setiap motor yang dipasang tetap, harus diproteksi terhadap beban lebih.

5.5.4.2.2 Setiap motor fase tiga atau motor berdaya pengenalan satu daya kuda atau lebih, yang dipasang tetap dan dijalankan tanpa pengawasan, harus diproteksi terhadap beban lebih.

5.5.4.3 Gawai proteksi beban lebih yang dimaksud dalam 5.5.4.2 tidak boleh mempunyai nilai pengenalan, atau disetel pada nilai yang lebih tinggi dari yang diperlukan untuk mengasut motor pada beban penuh. Dalam pada itu waktu tunda gawai proteksi beban lebih tersebut tidak boleh lebih lama dari yang diperlukan untuk memungkinkan motor diasut dan dipercepat pada beban penuh.

5.5.4.4 Penempatan unsur sensor

5.5.4.4.1 Jika pengaman lebur digunakan sebagai proteksi beban lebih, pengaman lebur itu harus dipasang pada setiap penghantar fase.

5.5.4.4.2 Jika digunakan gawai proteksi yang bukan pengaman lebur, tabel berikut menentukan penempatan dan jumlah minimum unsur pengindera seperti kumparan trip, relai, dan pemutus termis.

Tabel 5.5-1
Penempatan unsur pengindera proteksi beban lebih

Jenis motor	Sistem suplai	Jumlah dan tempat unsur pengindera
Fase satu a.b. atau a.s.	2 kawat, fase satu a.b. atau a.s. tidak dibumikan	1, pada salah satu penghantar
Fase satu a.b	2 kawat, fase satu a.b atau a.s., 1 penghantar dibumikan	1, pada penghantar yang tak dibumikan
Fase tiga a.b	Setiap sistem fase tiga	2, pada dua penghantar fase

CATATAN Jika motor disuplai melalui transformator yang dihubungkan dalam segitiga bintang atau bintang segitiga, instalasi berwenang dapat mengharuskan pemasangan tiga unsur sensor, satu pada setiap penghantar.

5.5.4.5 Gawai proteksi beban lebih yang bukan pengaman lebur, pemutus termis atau proteksi termis, harus memutuskan sejumlah penghantar fase yang tak dibumikan secara cukup serta menghentikan arus ke motor.

5.5.4.6 Pemutus termis, relai arus lebih, atau gawai proteksi beban lebih lainnya, yang tidak mampu memutuskan arus hubung pendek, harus diproteksi secukupnya dengan gawai proteksi hubung pendek.

5.5.4.7 Proteksi arus lebih untuk motor yang digunakan pada sirkit cabang serba guna harus diselenggarakan sebagai berikut:

- a) Satu motor atau lebih tanpa proteksi beban lebih dapat dihubungkan pada sirkit cabang serba guna, hanya apabila syarat yang ditentukan untuk setiap dua motor atau lebih dalam 5.5.6 dipenuhi.
- b) Motor dengan nilai pengenal lebih dari yang ditentukan dalam 5.5.6 dapat dihubungkan pada sirkit cabang serba guna, hanya apabila tiap motor diproteksi beban lebih.
- c) Jika motor dihubungkan pada sirkit akhir serba guna dengan kontak tusuk, dan setiap proteksi beban lebih ditiadakan menurut butir 1) di atas, nilai pengenal kontak tusuk tidak boleh lebih dari 16 A pada 125 V atau 10 A pada 250 V. Jika proteksi beban lebih tersendiri, butir b) di atas mensyaratkan proteksi tersebut harus merupakan bagian dari motor atau peranti bermotor yang dilengkapi tusuk kontak.

CATATAN Nilai pengenal kotak kontak harus sesuai dengan penghantar yang menyuplainya sehingga nilai tersebut dapat dianggap menentukan nilai pengenal sirkit tempat motor dihubungkan.

- d) Gawai proteksi beban lebih, yang melindungi sirkit akhir tempat motor atau peranti bermotor dihubungkan, harus mempunyai waktu tunda yang memungkinkan motor diasut dan mencapai putaran penuh.

5.5.4.8 Gawai proteksi beban lebih yang dapat mengulang asut secara otomatis setelah jatuh karena arus lebih, tidak boleh dipasang, kecuali bila hal itu diperbolehkan untuk motor yang diproteksi. Motor yang setelah berhenti dapat diulang asut secara otomatis, tidak boleh dipasang bila ulang asut otomatis itu dapat mengakibatkan kecelakaan.

5.5.5 Proteksi hubung pendek sirkit motor

5.5.5.1 Setiap motor harus diproteksi tersendiri terhadap arus lebih yang diakibatkan oleh hubung pendek, kecuali untuk motor berikut:

- a) Motor yang terhubung pada sirkit akhir, yang diproteksi oleh proteksi arus hubung pendek yang mempunyai nilai pengenal atau setelan tidak lebih dari 16 A.
- b) Gabungan motor yang merupakan bagian daripada mesin atau perlengkapan, asal setiap motor diproteksi oleh satu atau lebih relai arus lebih, yang mempunyai nilai pengenal atau setelan yang memenuhi 5.5.4.3 dan yang dapat menggerakkan sebuah sakelar untuk menghentikan semua motor sekaligus.

5.5.5.2 Nilai pengenal atau setelan gawai proteksi

5.5.5.2.1 Nilai pengenal atau setelan gawai proteksi arus hubung pendek harus dipilih sehingga motor dapat diasut, sedangkan penghantar sirkit akhir, gawai kendali, dan motor, tetap diproteksi terhadap arus hubung pendek.

5.5.5.2.2 Untuk sirkit akhir yang menyuplai motor tunggal, nilai pengenalan atau setelan proteksi arus hubung pendek tidak boleh melebihi nilai yang bersangkutan dalam Tabel 5.5-2.

5.5.5.2.3 Untuk sirkit akhir yang menyuplai beberapa motor, nilai pengenalan atau setelan gawai proteksi hubung pendek, tidak boleh melebihi nilai terbesar dihitung menurut Tabel 5.5-2 untuk masing-masing motor, ditambah dengan jumlah arus beban penuh motor lain dalam sirkit akhir itu.

Tabel 5.5-2 Nilai pengenalan atau setelan tertinggi gawai proteksi sirkit motor terhadap hubung pendek

Jenis motor	Prosentase arus beban penuh	
	Pemutus sirkit %	Pengaman lebur %
Motor sangkar atau serempak, dengan pengasutan bintang segitiga., langsung pada jaringan, dengan reaktor atau resistor, dan motor fase tunggal	250	400
Motor sangkar atau serempak, dengan pengasutan autotransformator, atau motor sangkar reaktans tinggi.	200	400
Motor rotor lilit atau arus searah	150	400

5.5.5.3 Jumlah dan penempatan unsur pengindera gawai proteksi hubung pendek harus sesuai dengan ketentuan mengenai gawai proteksi beban lebih dalam 5.5.4.4

5.5.5.4 Gawai proteksi hubung pendek harus dengan serentak memutuskan penghantar tak dibumikan yang cukup jumlahnya untuk menghentikan arus ke motor.

5.5.5.5 Jika tempat hubungan suatu cabang ke saluran utama tak dapat dicapai, proteksi arus lebih sirkit motor boleh dipasang di tempat yang dapat dicapai, asal penghantar antara sambungan dan proteksi mempunyai KHA sekurang-kurangnya $\frac{1}{3}$ KHA saluran utama, tetapi panjangnya tidak boleh lebih dari 10 m, dan dilindungi terhadap kerusakan mekanik.

5.5.6 Proteksi hubung pendek sirkit cabang

5.5.6.1 Suatu sirkit cabang yang menyuplai beberapa motor dan terdiri atas penghantar dengan ukuran berdasarkan 5.5.3.2 harus dilengkapi dengan proteksi arus lebih yang tidak melebihi nilai pengenalan atau setelan gawai proteksi sirkit akhir motor yang tertinggi berdasarkan 5.5.5.2.3, ditambah dengan jumlah arus beban penuh semua motor lain yang disuplai oleh sirkit tersebut.

CATATAN :

a) Lihat contoh pada akhir 5.5.6 ini.

- b) Jika dua motor atau lebih dari suatu kelompok harus diasut serentak, mungkin perlu dipasang penghantar saluran utama yang lebih besar, dan jika demikian halnya maka perlu dipasang proteksi arus lebih dengan nilai pengenal atau setelan yang sesuai.

5.5.6.2 Untuk instalasi besar yang dipasangi sirkit yang besar sebagai persediaan bagi perluasan atau perubahan di masa datang, proteksi arus lebih dapat didasarkan pada KHA penghantar sirkit tersebut.

CONTOH : Pada 5.5.6

Sirkit cabang motor dengan tegangan kerja 230 V menyuplai motor berikut :

- a) Motor sangkar dengan pengasutan bintang segitiga, arus pengenal beban penuh 42 A;
- b) Motor serempak dengan pengasutan autotransformator, arus pengenal beban penuh 54 A;
- c) Motor rotor lilit, arus pengenal beban penuh 68 A

Masing-masing motor diproteksi terhadap hubung pendek dengan pemutus sirkit.

Tentukan :

- a) KHA penghantar sirkit cabang;
- b) Setelan proteksi hubung pendek sirkit cabang;
- c) Setelan proteksi saluran utama dari hubung pendek bila sirkit cabang itu disuplai oleh satu saluran utama yang juga menyuplai motor rotor lilit dengan arus pengenal beban penuh 68 A.

PENYELESAIAN (lihat Gambar 5.5-2) :

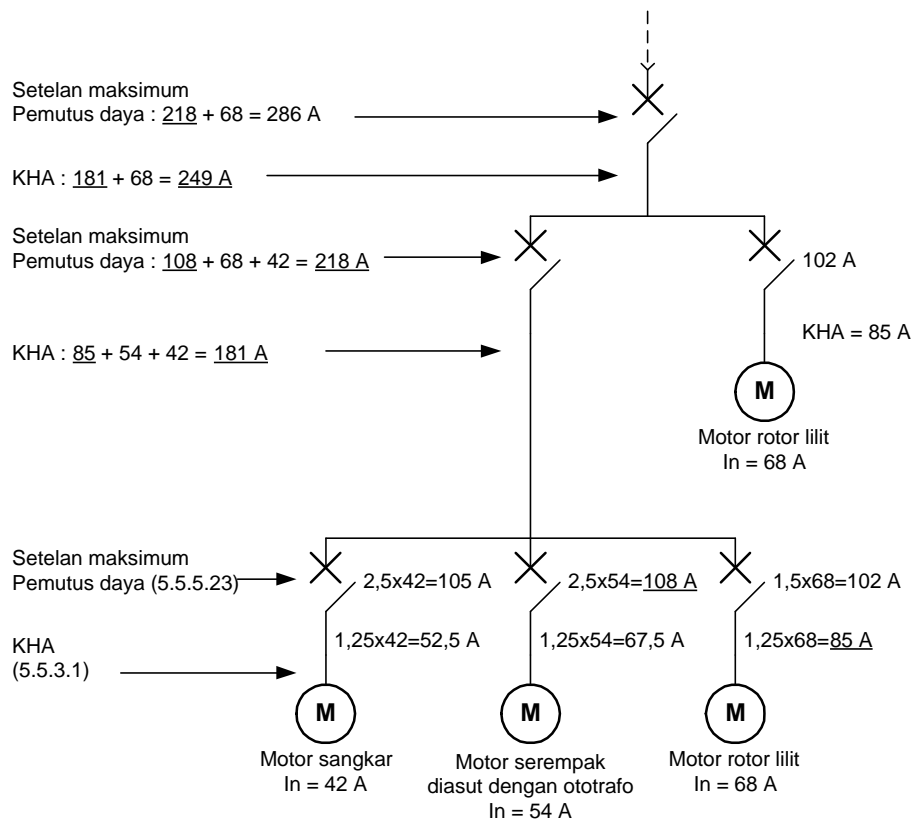
- a) Menurut 5.5.3.2 KHA tidak boleh kurang dari $42 \text{ A} + 54 \text{ A} + 1,25 \times 68 \text{ A} = 181 \text{ A}$;
- b) Menurut 5.5.6.1, setelan maksimum gawai proteksi masing-masing motor adalah sebagai berikut:

- 1) motor sangkar : $250 \% \times 42 \text{ A} = 105 \text{ A}$
- 2) motor serempak: $200 \% \times 54 \text{ A} = 108 \text{ A}$
- 3) motor rotor lilit : $150 \% \times 68 \text{ A} = 102 \text{ A}$

Menurut 5.5.4.3 setelan maksimum gawai proteksi sirkit cabang terhadap hubung pendek tidak boleh melebihi : $108 \text{ A} + 42 \text{ A} + 68 \text{ A} = 218 \text{ A}$

- c) Setelan maksimum gawai proteksi hubung pendek masing-masing sirkit cabang adalah 218 A dan $150 \% \times 68 \text{ A}$.

Setelan gawai proteksi hubung pendek saluran utama tidak boleh melebihi $218 \text{ A} + 68 \text{ A} = 286 \text{ A}$.



Proteksi motor jalan atau beban lebih harus disetel dekat pada arus pengenalnya. Pemilihan penghantar ditentukan oleh KHA yang dihitung seperti di atas.

Gambar 5.5-2 Contoh pada 5.5.6.1

5.5.7 Kendali

5.5.7.1 Yang dimaksud dengan kendali ialah sarana yang mengatur tenaga listrik, yang dialirkan ke motor dengan cara yang sudah ditentukan. Di dalamnya termasuk juga sarana yang biasa digunakan untuk mengasut dan menghentikan motor.

5.5.7.2 Setiap motor harus dilengkapi dengan kendali tersendiri, kecuali dalam hal berikut:

- Semua motor dengan daya pengenal tidak lebih dari 0,5 kW, yang disuplai oleh sirkit cabang yang diproteksi oleh gawai proteksi hubung pendek dengan nilai pengenal atau setelan tidak lebih dari 25 A, asal saja ada sakelar dalam ruang yang sama, yang dapat memutuskan suplai ke motor tersebut.
- Semua motor dengan daya pengenal tidak lebih dari 0,5 kW, yang dihubungkan ke catu daya dengan tusuk kontak.
- Semua motor yang merupakan bagian dari satu perkakas atau mesin, asal saja tersedia suatu sakelar bersama bagi semua motor tersebut.

5.5.7.3 Perancangan kendali

5.5.7.3.1 Tiap kendali harus mampu mengasut dan menghentikan motor yang dikendalikannya. Untuk motor arus bolak-balik kendali harus mampu memutuskan arus motor yang macet.

5.5.7.3.2 Suatu pengasut jenis autotransformator harus menyediakan satu kedudukan buka, satu kedudukan jalan dan sekurang-kurangnya satu kedudukan asut. Pengasut jenis autotransformator harus dirancang sedemikian rupa sehingga tidak dapat berhenti pada kedudukan yang membuat proteksi arus lebih tak bekerja.

5.5.7.3.3 Reostat untuk mengasut motor harus dirancang sedemikian rupa sehingga lengan-kontak tidak dapat diam berhenti pada segmen antara.

5.5.7.4 Instansi yang berwenang dapat menetapkan peraturan yang mengharuskan dilakukannya pembatasan arus asut sampai nilai tertentu bagi motor dengan daya pengenalan tertentu.

5.5.7.5 Bilamana motor dan mesin yang digerakkannya tidak tampak dari tempat kendali, instalasi harus memenuhi salah satu syarat berikut:

- a) Sarana pemutus kendali dapat dikunci dalam keadaan terbuka.
- b) Sakelar yang digerakkan dengan tangan, yang memutuskan hubungan motor dengan suplai dayanya, dipasang di tempat yang tampak dari tempat motor.

5.5.7.6 Kemungkinan yang dapat mengakibatkan bahaya pengasutan kembali secara otomatis setelah motor berhenti karena penurunan tegangan atau pemutusan suplai, harus dicegah dengan cara yang tepat.

5.5.7.7 Sirkit kendali

5.5.7.7.1 Sirkit kendali harus diatur sedemikian rupa sehingga akan terputus dari semua sumber suplai, jika sarana pemutus dalam keadaan terbuka. Sarana pemutus boleh terdiri atas dua gawai, satu diantaranya memutuskan hubungan motor dan kendali dari sumber suplai daya untuk motor, dan yang lain memutuskan hubungan sirkit kendali dari suplai dayanya. Bilamana digunakan dua gawai terpisah, keduanya harus ditempatkan berdampingan.

5.5.7.7.2 Bilamana digunakan transformator atau gawai lain untuk memperoleh tegangan yang lebih rendah bagi sirkit kendali dan ditempatkan pada kendali, transformator atau gawai lain tersebut harus dihubungkan ke sisi beban sarana sirkit kendali.

5.5.8 Sarana pemutus

5.5.8.1 Subpasal motor harus dilengkapi syarat bagi sarana pemutus, yakni gawai yang memutuskan hubungan motor dan kendali dari sirkit sumber dayanya.

5.5.8.2 Setiap motor harus dilengkapi dengan sarana pemutus tersendiri, kecuali motor dengan daya pengenalan tidak lebih dari 1,5 kW. Untuk tegangan rumah (domestik) sarana pemutus dapat digunakan untuk melayani sekelompok motor dalam hal berikut:

- a) Bilamana sekelompok motor menggerakkan beberapa bagian dari satu mesin atau perlengkapan, seperti perkakas listrik, dan alat pengangkat.
- b) Bilamana sekelompok motor diproteksi oleh satu perangkat proteksi arus lebih sebagaimana dibolehkan dalam 5.5.5.1.
- c) Bilamana sekelompok motor berada dalam satu ruang dan tampak dari tempat sarana pemutus.

5.5.8.3 Syarat bagi sarana pemutus

5.5.8.3.1 Sarana pemutus harus dapat memutuskan hubungan antara motor serta kendali dan semua penghantar suplai yang tak dibumikan, dan harus dirancang sedemikian rupa sehingga tidak ada kutub yang dapat dioperasikan tersendiri.

5.5.8.3.2 Sarana pemutus harus dapat menunjukkan dengan jelas apakah sarana tersebut pada kedudukan terbuka atau tertutup.

5.5.8.3.3 Sarana pemutus harus mempunyai kemampuan arus sekurang-kurangnya 115 persen dari arus beban penuh motor.

5.5.8.3.4 Sarana pemutus yang melayani beberapa motor atau melayani motor dan beban lainnya, harus mempunyai kemampuan arus sekurang-kurangnya 115% dari jumlah arus beban pada keadaan beban penuh.

5.5.8.4 Penempatan sarana pemutus

5.5.8.4.1 Sarana pemutus harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga tampak dari tempat kendali.

5.5.8.4.2 Jika sarana pemutus yang letaknya jauh dari motor, maka harus dipasang sarana pemutus lain berdekatan dengan motor, atau sebagai gantinya, sarana pemutus yang letaknya jauh harus dapat dikunci pada kedudukan terbuka.

5.5.8.4.3 Jika motor menerima daya listrik lebih dari satu sumber, maka harus dipasang sarana pemutus tersendiri untuk setiap sumber daya.

5.5.9 Tegangan di atas 1000 V

5.5.9.1 Ketentuan dalam Subpasal ini memperhatikan bahaya tambahan karena digunakannya tegangan di atas 1000 V dan merupakan tambahan atau perbaikan atas 1000 V dan merupakan tambahan atau perbaikan atas ketentuan lain dalam pasal ini.

5.5.9.2 Proteksi beban lebih bagi motor yang bekerja pada sistem tegangan di atas 1000 V harus berupa suatu pemutus daya yang dilengkapi dengan pengindera beban lebih, atau suatu sakelar proteksi beban lebih, yang kedua-duanya bersatu dengan kendali, yang membuka semua penghantar yang tak dibumikan dari motor sekaligus.

5.5.9.3 Tiap sirkit cabang motor yang bekerja pada sistem tegangan di atas 1000 V harus diproteksi terhadap arus lebih yang diakibatkan oleh hubung pendek, dengan proteksi yang dapat bekerja dan dikendalikan dengan aman.

5.5.9.4 Penghantar sirkit motor yang bekerja pada sistem tegangan di atas 1000 V harus tertutup seluruhnya dalam logam yang dibumikan, dan harus dilindungi secukupnya terhadap kerusakan mekanik.

5.5.10 Pencegahan terhadap sentuhan langsung

5.5.10.1 Bagian aktif yang terbuka pada motor dan kendali yang bekerja pada tegangan ke bumi di atas 50 V harus dihindarkan dari sentuh tak sengaja dengan selungkup atau dengan salah satu cara penempatan sebagai berikut:

- a) dipasang dalam ruang atau pengurung yang hanya dapat dimasuki oleh orang yang berwenang.

- b) dipasang di atas balkon, serambi, atau panggung yang ditinggikan dan diatur hingga tercegahlah sentuhan oleh orang yang tak berwenang.
- c) ditempatkan 2,5 meter atau lebih di atas lantai.
- d) dilindungi palang bagi motor yang bekerja pada sistem tegangan 1000 V atau kurang.

Untuk lengkapnya lihat 3.4.

5.5.11 Penumian

5.5.11.1 BKT motor pegun harus dibumikan jika terdapat salah satu keadaan berikut:

- a) Motor disuplai dengan penghantar terbungkus logam;
- b) Motor ditempatkan di tempat basah dan tidak terpencil atau dilindungi;
- c) Motor ditempatkan dalam lingkungan berbahaya;
- d) Motor bekerja pada tegangan ke bumi di atas 50 V.

5.5.11.2 BKT motor pegun, yang bekerja pada tegangan di atas 50V ke bumi, harus dibumikan atau dilindungi dengan cara isolasi ganda yang disahkan, atau dengan cara lain yang setaraf.

5.6 Generator

5.6.1.1 Generator harus dipasang di tempat yang kering, yang harus pula memenuhi persyaratan bagi motor seperti diuraikan dalam 5.5.1 dan 5.5.2.

5.6.1.2 Proteksi dari arus lebih

5.6.1.2.1 Generator dengan tegangan konstan harus diproteksi terhadap arus lebih dengan menggunakan pemutus daya atau pengaman lebur.

5.6.1.2.2 Generator arus searah dua kawat dapat menggunakan proteksi arus lebih hanya pada satu penghantar, kalau gawai proteksi arus lebih itu dilalui oleh seluruh arus yang dibangkitkan, kecuali arus yang melalui medan shuntnya. Gawai proteksi arus lebih tidak boleh membuka medan shuntnya.

5.6.1.2.3 Generator yang bekerja pada 65 V atau kurang dan dijalankan oleh motor tersendiri, dapat dianggap telah diproteksi oleh gawai proteksi arus lebih yang mengamankan motor, bila gawai proteksi ini bekerja kalau generator membangkitkan tidak lebih dari 150 persen dari arus pengenalan pada beban penuhnya.

5.6.1.3 Penghantar dari terminal generator ke proteksi pertama harus mempunyai kemampuan arus tidak kurang dari 115 % dari arus pengenalan yang tertera pada pelat nama generator.

5.6.1.4 Bagian aktif dari generator yang bertegangan di atas 50 V ke bumi harus dilindungi terhadap kemungkinan adanya sentuhan tak sengaja yang membahayakan.

5.6.1.5 Di tempat kabel melalui lubang dari selungkup, kotak pipa, atau penghalang, kabel itu harus dilindungi dengan pipa terhadap pinggiran lubang yang tajam. Pipa tersebut harus mempunyai permukaan yang licin, dan pembulatan yang cukup pada tempat ia akan

bersentuhan dengan penghantar. Bila digunakan pada tempat yang ada minyak, gemuk, atau zat lain, pipa harus dibuat dari bahan yang tak dapat rusak oleh zat tersebut.

5.7 Peranti randah

5.7.1 Kabel penghubung pada terminal

5.7.1.1 Terminal yang terdapat pada suatu mesin atau peranti randah, harus dibebaskan dari gaya tarik yang mungkin timbul oleh kabel penghubungnya.

5.7.1.2 Kabel penghubung yang dimaksud dalam 5.7.1.1, ditempat masuk ke dalam mesin atau peranti, harus terhindar dari kerusakan mekanik.

5.7.2 Pembumian

5.7.2.1 BKT peranti randah yang dipakai dalam ruang lembab atau sangat panas, selama terhubung pada sumber listrik harus diproteksi terhadap sentuh tak langsung sesuai dengan ketentuan 3.5.

5.7.2.2 Yang ditetapkan dalam 5.7.2.1 berlaku pula untuk mesin atau peranti randah yang pelayanannya memerlukan banyak tenaga jasmani.

5.7.2.3 Untuk pembumian atau peranti randah itu, harus digunakan penghantar pembumi, yang bersama-sama penghantar arus lainnya merupakan bagian dari satu kabel berinti banyak.

5.7.2.4 Menghubungkan kabel berinti banyak yang dimaksud dalam instalasi magun, termasuk penghantar pembuminya, harus menggunakan tusuk kontak yang cocok dengan kotak kontak instalasi agar penghantaran listrik berjalan baik.

5.7.2.5 Penghantar pembumi randah harus dihubungkan, ujung yang satu dengan badan mesin/peranti dan ujung yang lain dengan tusuk kontak, dengan menggunakan hubungan sekerup yang baik dan tepat, atau cara lain yang setaraf.

5.7.2.6 Yang ditetapkan dalam 5.7.2.3 sampai dengan 5.7.2.5 tidak berlaku untuk pemakaian dalam ruang tempat mesin dan peranti randah, hanya dipakai sekali-kali, asalkan dengan cara lain diusahakan suatu pembumian bagi BKT atau rangka logamnya.

5.7.2.7 Mesin dan peranti randah melalui rel

5.7.2.7.1 Dalam instalasi listrik pada kendaraan atau perlengkapan randah lain yang melalui rel, BKT instalasi itu, yang dalam keadaan kerja normal tidak bertegangan, harus mempunyai hubungan konduktif yang baik dengan rodanya. Dalam hal ini pembumian dilakukan melalui relnya, secara baik dan tepat.

5.7.2.7.2 Pengecualian dari ketentuan di atas adalah bila persyaratan sebagai diuraikan dalam 5.7.2.3 sampai dengan 5.7.2.5 dipenuhi.

5.8 Transformator dan gardu transformator

5.8.1 Umum

5.8.1.1 Pembebasan tegangan

5.8.1.1.1 Transformator harus dapat dibuat bebas tegangan secara tersendiri pada semua kutub atau fasenya, dengan baik dan tepat. Jika transformator dapat menerima tegangan dari beberapa sisi, maka masing-masing sisi harus diberi gawai yang memenuhi maksud ini.

5.8.1.1.2 Ketentuan dalam di atas tidak berlaku untuk transformator arus. Transformator tegangan boleh dibuat bebas tegangan secara berkelompok.

5.8.1.2 Dalam sirkit sekunder dari transformator arus tidak boleh terdapat proteksi arus lebih, atau sakelar yang memungkinkan pemutusan sirkit arus.

5.8.1.3 Transformator proteksi untuk tegangan sekunder tidak lebih dari 50 kV ke bumi harus mempunyai lilitan yang secara listrik terpisah.

5.8.1.4 Transformator ukur dan transformator lampu tangan harus dibumikan secara baik pada satu titik di bagian sekundernya.

5.8.1.5 Autotransformator penaik tegangan

5.8.1.5.1 Autotransformator penaik tegangan tidak boleh dihubungkan pada instalasi yang memperoleh suplai dari sistem yang tidak satu pun dari kutub suplainya dihubungkan dengan bumi.

5.8.1.5.2 Terminal bersama dari lilitan autotransformator harus dihubungkan dengan penghantar netral.

5.8.1.6 Ayat selanjutnya berlaku untuk instalasi dari semua transformator kecuali yang berikut:

- a) transformator arus;
- b) transformator jenis kering yang merupakan komponen alat lain;
- c) transformator yang merupakan bagian integral dari suatu gawai sinar X atau gawai frekuensi tinggi;
- d) transformator untuk penerangan tanda dan penerangan bentuk;
- e) transformator untuk penerangan pelepasan listrik.

5.8.1.7 Transformator dan gardu transformator harus mudah dicapai oleh petugas yang berwenang, untuk pemeriksaan dan pemeliharaan, dengan pengecualian sebagai berikut:

- a) Transformator jenis kering tegangan rendah yang ditempatkan secara terbuka pada dinding, tiang, atau konstruksi bangunan, tidak perlu mudah dicapai.
- b) Tranformator jenis kering tegangan rendah dan kurang dari 50 kVA dipasang dalam ruang yang tahan api dari gedung, tidak tertutup permanen oleh suatu konstruksi, dan dengan ventilasi yang cukup, tidak perlu mudah dicapai.

CATATAN Yang dimaksud dalam ayat ini dengan kata “ Transformator” ialah suatu transformator atau gabungan transformator yang terdiri atas dua atau tiga transformator fase tunggal dan yang bekerja sebagai suatu unit fase banyak.

5.8.1.8 Transformator minyak

5.8.1.8.1 Setiap transformator berisolasi minyak harus diproteksi dengan gawai proteksi arus lebih secara tersendiri pada sambungan primer, dengan kemampuan atau setelan tidak lebih dari 250 % dari arus pengenal transformator, kecuali bila gawai proteksi arus lebih sirkit primer telah memberikan proteksi seperti diuraikan di atas, dan kecuali untuk hal berikut.

Transformator berisolasi minyak boleh mempunyai gawai proteksi arus lebih pada sambungan sekunder, dengan kemampuan gawai proteksi arus lebih pada sambungan sekunder pengenal transformator, serta dilengkapi oleh pembuatnya dengan proteksi arus lebih tersendiri pada sambungan primer, asal gawai proteksi arus lebih dari saluran primer mempunyai kemampuan atau membuka pada nilai sebagai berikut:

- a) tidak lebih dari 6 kali arus pengenal transformator untuk transformator dengan impedans tidak lebih dari 6 %.
- b) tidak lebih dari 4 kali arus pengenal transformator untuk transformator dengan impedans antara 6 sampai 10 %.

5.8.1.9 Transformator kering

5.8.1.9.1 Setiap transformator kering harus diproteksi dengan proteksi arus lebih tersendiri pada sambungan primernya dengan tidak lebih dari 125% dari arus primer pengenal transformator, kecuali bila proteksi arus lebih dari sirkit primer telah memberikan proteksi seperti diuraikan di 5.8.1.9.2.

5.8.1.9.2 Transformator kering yang mempunyai gawai proteksi arus lebih pada sambungan sekunder, dengan kemampuan atau setelan tidak lebih dari 125 % dari arus sekunder pengenal transformator, tidak perlu mempunyai gawai proteksi arus lebih tersendiri pada sambungan primer, asal gawai proteksi arus lebih dari saluran primer mempunyai kemampuan atau setelan untuk membuka pada suatu harga arus tidak lebih dari 250 % dari arus pengenal transformator. Sebuah transformator kering yang oleh pembuatnya dilengkapi dengan gawai proteksi beban lebih termik yang dikoordinasikan dan diatur untuk menghentikan arus primer, tidak perlu mempunyai gawai proteksi arus lebih tersendiri pada saluran primer, asal gawai proteksi arus lebih dari saluran primer mempunyai kemampuan atau setelan untuk membuka harga arus sebagai berikut:

- a) tidak lebih dari 6 kali arus pengenal transformator untuk transformator dengan impedans tidak lebih dari 6 %.
- b) tidak lebih dari 4 kali arus pengenal transformator untuk transformator untuk transformator dengan impedans antara 6 sampai 10 %.

5.8.1.9.3 Transformator tegangan pasangan dalam atau dari jenis tertutup harus diproteksi dengan pengaman lebur pada sisi primer.

5.8.1.10 Kerja paralel

Transformator dapat dijalankan secara paralel dan disambung sebagai satu unit asal saja proteksi arus lebih untuk tiap transformator memenuhi persyaratan dalam 5.8.1.8.

Untuk mendapatkan pembagian arus beban yang seimbang, kedua transformator harus mempunyai persentase impedans pengenal yang sama dan dijalankan pada sadapan tegangan yang sama.

5.8.1.11 Perlindungan

Transformator harus dilindungi sebagai berikut:

- a) Perlindungan mekanik yang diperlukan untuk memperkecil kemungkinan kerusakan yang disebabkan oleh gangguan mekanik dari luar.
- b) Transformator kering harus diberi wadah atau selungkup yang tidak dapat terbakar dan tahan lembab, yang akan memberi perlindungan yang cukup terhadap masuknya benda asing secara tidak sengaja.
- c) Pemasangan transformator harus memenuhi persyaratan perlindungan terhadap bagian terbuka yang bertegangan seperti tertera dalam BAB 2.
- d) Tegangan kerja pengenal dari bagian terbuka yang bertegangan harus dinyatakan dengan tanda yang jelas pada perlengkapan atau bangunannya .

5.8.1.12 Transformator harus mempunyai ventilasi yang cukup untuk mencegah suhu transformator melampaui batas yang aman.

5.8.1.13 Semua BKT dari instalasi transformator, termasuk pagar pelindung dan sebagainya, harus dibumikan.

5.8.1.14 Tiap transformator harus diberi pelat nama di mana tercantum nama pembuat, kilovolt-ampere pengenal, frekuensi tegangan primer dan sekunder, jumlah serta jenis cairan isolasi bila digunakan; dan bila daya transformator melebihi 25 kVA harus dicantumkan pula nilai impedansnya, dan jenis hubung belitan (untuk fase tiga). Untuk transformator kering 100 kVA ke atas dicantumkan juga kelas isolasinya.

5.8.1.15 Untuk transformator kering pasangan dalam berlaku ketentuan berikut : Penempatan transformator dengan daya 100 kVA atau kurang harus berjarak sekurang-kurangnya 30 cm dari bahan yang mudah terbakar, kecuali bila dipisahkan dari bahan tersebut oleh penyekat yang mengisolasi panas dan tahan api, tegangan pengenalnya tidak melebihi 1000 V, dan transformator itu tertutup seluruhnya selain untuk ventilasinya.

5.8.2 Ketentuan khusus yang dapat berlaku pada bermacam-macam transformator

5.8.2.1 Transformator dengan daya lebih dari 100 kVA harus dipasang dalam ruang transformator untuk konstruksinya tahan api, kecuali bila diberi isolasi untuk kenaikan suhu 80 °C (kelas B) atau kenaikan suhu 150 °C (kelas H), dan berjarak dari bahan yang mudah terbakar tidak kurang dari 2 meter secara horizontal dan 4 meter secara vertikal atau dipisahkan oleh penyekat yang mengisolasi panas dan tahan api.

Transformator dengan sistem tegangan lebih dari 20.000 V harus dipasang dalam kubu transformator, lihat 5.8.3.

5.8.2.2 Transformator kering pasangan luar harus ditempatkan dalam selungkup yang tahan cuaca yang telah diizinkan oleh instansi yang berwenang.

5.8.2.3 Transformator minyak pasangan dalam harus dipasang dalam kubu transformator dengan konstruksi yang memenuhi ketentuan dalam 5.8.3 kecuali untuk hal-hal berikut :

- a) Untuk jumlah daya tidak melebihi 100 kVA, persyaratan untuk kubu transformator seperti ditentukan dalam 5.8.3 tidak berlaku, asal tebal dinding tidak kurang dari 10 cm dan dibuat dari bahan beton bertulang atau konstruksi lain yang memenuhi persyaratan.
- b) Pada sistem tegangan tidak melebihi 1000 V, kubu transformator tidak diperlukan, asal diadakan tindakan pengamanan yang baik, yaitu dijaga agar kebakaran minyak transformator tidak dapat menyalakan bahan lain, dan jumlah daya dari transformator dalam satu lokasi tidak melebihi 10 kVA dalam suatu bagian dari bangunan yang dapat digolongkan sebagai dapat terbakar, atau 75 kVA apabila bangunan sekelilingnya digolongkan sebagai suatu konstruksi bangunan tahan api.
- c) Transformator untuk tanur listrik dengan jumlah daya tidak melebihi 75 kVA dapat dipasang tanpa kubu transformator dalam gedung atau kamar yang konstruksinya tahan api, asal saja diambil tindakan secukupnya untuk menjaga agar api dari minyak transformator tidak meluas kebagian lain yang dapat terbakar.
- d) Transformator dapat dipasang dalam bangunan terpisah yang tidak sesuai dengan persyaratan yang tertera dalam pasal ini, asal baik bangunan maupun isinya tidak mengakibatkan suatu bahaya kebakaran terhadap bangunan atau barang lainnya, dan bangunan tersebut hanya digunakan untuk memberikan pelayanan listrik dan bagian dalamnya hanya dapat dicapai oleh orang yang berwenang.

5.8.2.4 Semua bangunan yang mudah terbakar, gedung dan bagiannya yang mudah terbakar, jalan darurat kebakaran, pintu dan jendela harus diproteksi dari api yang berasal dari transformator minyak yang terpasang pada atau ditempatkan di dekat gedung atau bahan yang mudah terbakar tersebut.

Cara proteksi yang lazim adalah pemisahan ruang, penggunaan penyekat yang tahan api, sistem penyemprot air otomatis, wadah yang menampung minyak dari tanki transformator yang pecah, dan cara lain yang diizinkan oleh instansi yang berwenang.

Penjelasan :

Salah satu atau beberapa cara proteksi di atas harus digunakan sesuai dengan tingkat bahaya yang mungkin terjadi bila instalasi transformator dapat menyebabkan bahaya kebakaran. Tempat penampung minyak dapat berbentuk tanggul penahan api, daerah yang dibatasi atau tempat yang diberi pinggiran, atau parit berisi batu pecah yang kasar.

5.8.3 Ketentuan untuk kubu transformator

5.8.3.1 Penempatan gardu transformator harus sedemikian rupa sehingga masih dapat diberi ventilasi udara tanpa menggunakan cerobong udara atau saluran udara, hal ini dapat dilaksanakan.

5.8.3.2 Dinding dan atap kubu transformator harus dibuat dari beton bertulang dengan kekuatan mekanik yang memadai dan mempunyai daya tahan terhadap api minimum 3 jam, atau konstruksi lain yang setaraf dan memenuhi ketentuan mengenai kubu transformator yang disahkan oleh instansi yang berwenang. Lantai kubu transformator yang berhubungan dengan tanah harus dibuat dari bahan beton yang tebalnya tidak kurang dari 10 cm. Akan tetapi apabila kubu transformator dibangun pada lantai dengan ruang kosong atau tingkat lain di bawahnya, maka lantai itu harus mempunyai kekuatan struktur yang cukup terhadap beban yang bekerja di atasnya dan mempunyai daya tahan terhadap api minimum selama 3 jam.

5.8.3.3 Pintu kubu transformator harus dilindungi sebagai berikut:

- a) Tiap pintu yang menuju ke dalam bangunan harus dilengkapi dengan daun pintu yang pas dan rapat.
- b) Kosen pintu bagian bawah atau penghalang harus cukup tinggi untuk dapat mengurung minyak yang berasal dari transformator terbesar dan tidak boleh kurang dari 10 cm.
- c) Pintu masuk harus dilengkapi dengan kunci, dan pintu harus selalu terkunci, dan hanya boleh dibuka dan dimasuki oleh orang yang berwenang.

Kunci dan grendel harus disusun sedemikian rupa sehingga pintu dapat dibuka dengan segera dan mudah dari dalam.

5.8.3.4 Bila diperlukan lubang ventilasi untuk memenuhi 5.8.3.1, lubang ventilasi tersebut harus dibuat sesuai dengan ketentuan sebagai berikut:

- a) Lubang ventilasi harus ditempatkan sejauh mungkin dari pintu jendela, jalan darurat kebakaran, dan barang yang mudah terbakar.
- b) Kubu transformator yang diberi ventilasi dengan cara sirkulasi udara alamiah boleh mempunyai satu atau beberapa lubang yang luasnya setengah dari seluruh luas lubang yang diperlukan untuk ventilasi, ditempatkan pada lantai dan sisanya pada dinding sisi dekat atap; atau seluruh luas lubang yang diperlukan untuk ventilasi berupa satu atau beberapa lubang ditempatkan pada atap atau dekat atap.
- c) Dalam hal kubu transformator diberi ventilasi ke bagian luar tanpa menggunakan saluran udara setelah dikurangi dengan luas yang dipakai untuk saringan, trali dan kisi-kisi untuk angin, tidak boleh kurang dari 1000 cm² untuk kapasitas transformator di bawah 50 kVA.
- d) Lubang ventilasi harus ditutup dengan trali, saringan, dan kisi-kisi angin yang cukup kuat demi keamanan.
- e) Saluran udara untuk ventilasi harus dibuat dari bahan yang tahan api.

5.8.3.5 Bila mungkin dilaksanakan, kubu transformator yang berisi transformator dengan daya lebih dari 100 kVA, harus diberi saluran pembuangan atau lengkapan lain, yang dapat digunakan untuk membuang air atau minyak yang terkumpul dalam kubu transformator. Bila ada saluran pembuangan, lantai harus merupakan sumuran yang menyorong ke bawah menuju ke saluran tersebut.

5.8.3.6 Sistem pipa atau saluran udara yang tidak ada hubungannya dengan instalasi listrik tidak boleh melalui kubu transformator. Bilamana hal ini tidak dapat dihindarkan, maka harus diusahakan agar perlengkapan dari sistem ini, yang memerlukan pemeliharaan tidak terletak di dalam kubu transformator. Langkah seperlunya harus diambil untuk mencegah kemungkinan rusaknya transformator yang disebabkan oleh kondensasi, kebocoran, atau rusaknya perlengkapan sistem pipa atau saluran udara tersebut di atas. Pipa atau fasilitas lain yang dipasang sebagai pencegah bahaya kebakaran atau untuk transformator yang didinginkan dengan air, dianggap ada hubungannya dengan instalasi listrik.

5.8.3.7 Dilarang menyimpan barang-barang dalam kubu transformator.

5.9 Akumulator

5.9.1 Ruang lingkup dan definisi

5.9.1.1 Persyaratan dalam pasal ini berlaku untuk semua instalasi tetap dari akumulator yang memakai asam atau alkali sebagai elektrolit dan yang terdiri atas beberapa sel yang tergabung dalam seri dengan tegangan pengenalan lebih dari 16 V.

5.9.1.2 Tegangan pengenalan akumulator harus dihitung dengan dasar tegangan 2 V tiap sel untuk jenis asam timbal, dan 1,2 V tiap sel untuk jenis alkali.

5.9.2 Perkawatan

5.9.2.1 Perkawatan dan perlengkapan yang disuplai dari akumulator harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- a) Perkawatan, peranti dan gawai lainnya yang disuplai dari akumulator harus memenuhi persyaratan yang mencakup ketentuan mengenai penghantar, peranti dan gawai lainnya yang bekerja dengan tegangan yang sama.
- b) Penghantar yang dibungkus dengan kain katun yang divernis, tidak boleh digunakan.
- c) Penghantar telanjang tidak boleh diisolasi dengan pita isolasi.
- d) Bila dipakai saluran logam, atau selubung logam lain dalam ruang akumulator, maka pada jarak sekurang-kurangnya 30 cm dari terminal sel, penghantar harus dimasukkan dalam pipa yang mengisolasi, tahan lembab, dan tahan terhadap pengaruh yang merusak dari elektrolit. Ujung pipa harus tertutup rapat untuk mencegah masuknya elektrolit.

5.9.3 Penyekatan dan isolasi

5.9.3.1 Penyekatan baterai akumulator dengan tegangan di atas 300 V diatur sebagai berikut:

- a) Jika terdapat tegangan ke bumi di atas 300 V, akumulator harus dipasang sedemikian rupa atau dilindungi dari sentuh langsung pada akumulator itu, atau pada penghantar telanjang yang langsung dihubungkan padanya, tidak mungkin terjadi.
- b) Baterai akumulator stasioner untuk tegangan ke bumi di atas 300 V harus dikelilingi dengan lantai yang mengisolasi secara baik dan tepat.

5.9.3.2 Penghantar yang tidak termasuk sirkit akumulator dan sirkit arus yang langsung dihubungkan padanya, yang berada dalam jarak capaian tangan dan di mana saja terdapat kemungkinan besar akan terjadi sentuhan, harus diisolasi dan dilindungi terhadap sentuhan. Di tempat lain penghantar tersebut di atas dapat digunakan penghantar regang telanjang di atas isolator lonceng atau isolator yang sekurang-kurangnya sederajat.

5.9.4 Rak dan baki

Rak dan baki harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a) Rak yang dimaksud dalam pasal ini ialah kerangka yang direncanakan sebagai penyangga sel atau baki. Rak tersebut harus kuat dan terbuat dari :

- 1) Kayu yang dipersiapkan sedemikian rupa sehingga tahan terhadap pengaruh yang merusak dari elektrolit; atau dari
 - 2) Logam yang dipersiapkan sedemikian rupa sehingga tahan terhadap pengaruh yang merusak dari elektrolit dan dilengkapi dengan bagian yang tidak menghantarkan listrik yang langsung menyangga sel, atau dengan bahan isolasi yang kontinu pada bagian yang dapat menyalurkan listrik; atau dari
 - 3) Konstruksi lain seperti gelas serat (*fiberglass*) atau dari bahan lain bukan logam, yang memenuhi syarat.
- b) Baki di sini merupakan kerangka seperti krat atau kotak yang tidak dalam, biasanya terbuat dari kayu atau bahan lain yang tidak menghantarkan listrik, yang dikonstruksikan atau dipersiapkan sedemikian rupa sehingga tahan terhadap pengaruh yang merusak dari elektrolit.

5.9.5 Ruang akumulator

5.9.5.1 Sepanjang dalam pasal ini tidak ditetapkan lain, akumulator stasioner harus dipasang dalam ruang kerja listrik terkunci, yang khusus disediakan untuk maksud itu, yang harus memenuhi ketentuan 8.3 (Ruang kerja listrik terkunci).

5.9.5.2 Sepanjang dalam pasal ini tidak ditetapkan lain untuk instalasi dalam ruang akumulator, berlaku ketentuan 8.9 (Ruang dengan gas yang korosif).

5.9.5.3 Akumulator stasioner harus diisolasi terhadap raknya, dan rak itu sendiri harus diisolasi terhadap bumi dengan lapisan antara yang terbuat dari bahan isolasi yang tahan lembab.

5.9.5.4 Bahan yang mudah menyala tidak boleh dipakai untuk akumulator stasioner, baik sebagai bahan cairnya, maupun sebagai bahan bakunya.

5.9.5.5 Lantai, dinding bagian konstruksi, dan bagian instalasi dalam ruang akumulator, sejauh yang diperlukan, harus tahan atau dilindungi terhadap pengaruh yang merusak dari elektrolit akumulator.

5.9.5.6 Ruang akumulator harus baik dan luas, supaya perlindungan, pemeliharaan dan pemeriksaan dapat dilaksanakan dengan mudah dan aman.

5.9.5.7 Pada tegangan ke bumi di atas 300 V, lebar gang yang diperlukan untuk pekerjaan yang disebut dalam 5.9.5.6 harus sekurang-kurangnya 1,50 m jika akumulator ditempatkan pada kedua sisi gang dan sekurang-kurangnya 1 m jika hanya ditempatkan pada salah satu sisi gang.

5.9.5.8 Dalam ruang akumulator, kabel yang digunakan harus tahan lembab dan tahan pengaruh yang merusak dari elektrolit akumulator.

5.9.5.9 Dalam ruang akumulator harus diusahakan penyegaran udara yang baik dan tepat.

5.9.5.10 Dalam ruang akumulator tidak boleh terdapat instalasi listrik atau bagian instalasi listrik selain yang digunakan untuk maksud ruang tersebut.

5.9.5.11 Mesin dan pesawat yang dapat mengakibatkan ledakan karena bunga api, tidak boleh terdapat dalam ruang akumulator.

5.9.5.12 Penerangan untuk ruang akumulator harus terdiri atas lampu pijar hampa saja. Jika dipakai pemegang lampu logam, maka lampu dan pemegangnya harus tertutup dari udara sekitarnya dengan selungkup kedap gas.

5.9.5.13 Makan, minum dan merokok dalam ruang akumulator dilarang, demikian juga ruang itu dengan membawa barang yang sedang menyala atau sedang berpijar. Larangan ini harus dinyatakan jelas dekat pintu.

5.9.6 Pengisi akumulator

5.9.6.1 Instalasi untuk mengisi akumulator randah harus dipasang dalam ruang kerja listrik yang khusus dimaksudkan untuk itu, dan yang hanya boleh dimasuki oleh pegawai yang melayani.

5.9.6.2 Instalasi termaksud dalam 5.9.6.1 harus memenuhi syarat tersebut dalam 5.9.3.2, 5.9.5.1, sampai dengan 5.9.5.7.

5.9.6.3 Penyimpangan terhadap ketentuan dalam 5.9.6.1 dan 5.9.6.2 diperkenankan untuk instalasi pengisian dengan daya setinggi-tingginya 500 W, dan tegangan pengisian ke bumi tidak lebih dari 500 V, dengan pengertian, bahwa instalasi ini harus dipasang dalam ruang yang hanya boleh dimasuki oleh petugas yang berwenang, dan lain daripada itu harus pula memenuhi syarat tersebut dalam 5.9.5.9 dan 5.9.5.11.

5.9.7 Pemberian tanda

532.7.1 Pemberian tanda harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- a) Di dalam atau pada ruang akumulator harus ada tanda yang jelas tentang tegangan, kuat arus pengisian maksimum, dan kuat arus pengosongan maksimum yang diperbolehkan, serta kapasitas baterainya.
- b) Pada baterai akumulator harus terdapat tanda polaritasnya dan tegangan kutubnya terhadap bumi jika baterai itu dibumikan.
- c) Akumulator dari suatu baterai harus memakai nomor urut.

5.10 Kapasitor

5.10.1 Instalasi

5.10.1.1 Ayat berikut berlaku untuk instalasi kapasitor suatu sirkit listrik di dalam atau pada suatu gedung.

Pengecualian:

- a) Kapasitor yang merupakan bagian dari perlengkapan lain harus sesuai dengan persyaratan perlengkapan tersebut.
- b) Kapasitor yang ditempatkan di tempat yang membahayakan harus memenuhi persyaratan yang bersangkutan dalam BAB 8.

5.10.1.2 Suatu instalasi kapasitor yang terdiri atas unit berisi cairan yang mudah terbakar lebih dari 10 liter, harus dimasukkan dalam ruang yang memenuhi persyaratan dalam 5.6.3.

5.10.1.3 Kapasitor harus dilindungi terhadap kerusakan mekanik dengan penempatan yang baik, dengan pagar atau penghalang yang sesuai, atau pengurung.

5.10.1.4 Kapasitor yang diberi selungkup dan penunjang yang terbuat dari bahan yang tidak dapat terbakar.

5.10.1.5 Transformator yang merupakan bagian dari suatu instalasi kapasitor, dan digunakan untuk menghubungkan kapasitor dengan suatu sirkit tenaga, harus dipasang sesuai dengan 5.6. Daya pengenal transformator dalam KVA tidak boleh kurang dari 135 persen dari daya pengenal kapasitor dalam KVA.

5.10.1.6 Kapasitor harus dilengkapi dengan suatu gawai untuk meluahkan muatan yang tersimpan.

- a) Sisa tegangan dari suatu kapasitor tegangan rendah harus turun sampai atau kurang dari 50 V dalam satu menit setelah kapasitor dilepas hubungannya dengan sumber, dan dalam 5 menit untuk kapasitor tegangan menengah atau tegangan tinggi.
- b) Sirkit peluahkan muatan dapat dihubungkan dengan terminal dari kapasitor, baik secara tetap maupun secara otomatis bila kapasitor diputuskan dari sumber tegangan. Tidak boleh digunakan gawai untuk menghubungkan sirkit peluahkan muatan yang dijalankan dengan tangan.

CATATAN Kumputan pada motor, transformator atau gawai lain yang langsung dihubungkan dengan kapasitor tanpa sakelar atau proteksi arus lebih yang ditempatkan di antaranya, merupakan gawai peluahkan muatan yang baik.

5.10.2 Penghantar

5.10.2.1 KHA penghantar sirkit kapasitor tidak boleh kurang dari 135 persen dari arus pengenal kapasitor. KHA penghantar yang menghubungkan kapasitor dengan terminal suatu motor, atau dengan penghantar sirkit motor harus mencukupi kebutuhan arus kapasitor yang diperlukan, tetapi tidak boleh kurang dari sepertiga dari KHA penghantar sirkit motor.

5.10.2.2 Proteksi dari arus lebih dilakukan sebagai berikut:

- a) Untuk tiap gugus kapasitor harus dipasang proteksi arus lebih pada tiap penghantar fase yang tidak dibumikan.

Pengecualian :

Tidak perlu dipasang proteksi arus lebih yang tersendiri jika kapasitor dihubungkan pada sisi beban dari proteksi arus lebih motor.

- b) Penyetelan proteksi arus lebih harus serendah mungkin.

5.10.2.3 Sarana pemisah

5.10.2.3.1 Untuk tiap gugus kapasitor harus dipasang sarana pemisah pada tiap penghantar fase yang tidak dibumikan.

Pengecualian :

Tidak perlu dipasang sarana pemisah tersendiri jika kapasitor disambung pada sisi beban dari proteksi arus lebih motor.

5.10.2.3.2 Sarana pemisah harus membuka semua penghantar fase yang tidak dibumikan secara sekaligus.

5.10.2.3.3 Sarana pemisah dapat dipakai untuk memutuskan hubungan kapasitor dengan sirkit, sebagai prosedur kerja yang biasa.

5.10.2.3.4 Kemampuan arus kontinu sarana pemisah tidak boleh kurang dari 135 % arus pengenalan kapasitor.

5.10.3 Pemasangan

Bila dalam pemasangan motor ada kapasitor yang disambungkan pada sisi beban, dan proteksi arus lebih motor yang dipakai dapat disetel, maka penyetelan proteksi arus lebih motor itu harus dikurangi sesuai dengan adanya perbaikan faktor kerja.

5.10.4 Penumbumian dan perlindungan

5.10.4.1 Selungkup logam kapasitor harus dibumikan.

5.10.4.2 Semua bagian bertegangan dari kapasitor yang dihubungkan dengan sirkit yang bertegangan ke bumi di atas 300 V, dan dapat dicapai oleh orang yang tidak berwenang, harus ditutup/diproteksi.

5.10.5 Pemberian tanda

Tiap kapasitor harus diberi pelat nama yang memberi keterangan mengenai:

- a) Nama pembuat
- b) Tegangan pengenalan
- c) Frekuensi
- d) KVA dan ampere
- e) Jumlah fase
- f) Volume cairan, kalau diisi dengan cairan yang mudah terbakar
- g) Nama cairan; bila diisi dengan cairan yang tidak mudah terbakar, hal ini harus disebutkan
- h) Gawat peluahan muatan, jika ada

5.11 Resistor dan reaktor

5.11.1.1 Resistor dan reaktor tidak boleh ditempatkan di tempat yang mudah terkena kerusakan mekanis. Bila ditempatkan dekat barang yang mudah terbakar, resistor dan reaktor harus dari jenis direndam dalam minyak atau tertutup dalam kotak atau lemari logam.

5.11.1.2 Kecuali jika dipasang pada panel penghubung yang terbuat dari bahan yang tidak dapat terbakar, dan kecuali kalau dipasang seperti dinyatakan dalam 5.11.1.3, resistor dan reaktor harus dipisahkan dari bahan yang dapat terbakar dengan jarak tidak kurang dari 30 cm.

5.11.1.3 Bila ditempatkan dalam jarak 30 cm dari bahan yang dapat terbakar, resistor dan reaktor harus dipasang sesuai ketentuan sebagai berikut:

- a) Resistor atau reaktor harus dipasang pada panel atau landasan yang dibuat dari bahan yang tidak terbakar dan tidak dapat menyerap air, seperti beton, marmer, dan sebagainya.
- b) Landasan harus mempunyai luas melebihi pinggiran perlengkapan, dan harus mempunyai tebal sebanding dengan ukuran dan berat perlengkapan tetapi tidak boleh kurang dari 1 cm.
- c) Landasan harus dipasang secara kuat di tempatnya dengan dudukan yang bebas dari alat pengukuh perlengkapan pada landasan.

5.11.1.4 Pencegahan sentuhan diatur sebagai berikut:

- a) Elemen resistor harus dicegah secara baik terhadap sentuhan yang tidak sengaja, baik dengan mengatur maupun dengan memberinya alat pelindung khusus.
- b) Jika untuk maksud ini digunakan selubung pelindung, pelindung ini harus dibuat dari bahan tahan api mempunyai kekuatan mekanik memadai.

5.11.1.5 Ketentuan mengenai reostat adalah sebagai berikut:

- a) Poros pelayanan reostat tidak boleh bertegangan
- b) Reostat harus disusun sedemikian rupa sehingga pada pelayanan yang baik dan tepat tidak dapat timbul busur api yang menyala terus.
- c) Dalam ruang berdebu dan dalam ruang dengan bahaya yang lebih besar atau bahaya ledakan, reostat harus dipasang dalam lemari logam, yang kedap debu dan tahan ledakan.

5.11.1.6 Ketentuan mengenai kontak adalah sebagai berikut:

- a) Kontak yang tetap atau dapat bergerak harus direncanakan sedemikian rupa sehingga bunga api dapat diperkecil sampai minimum.
- b) Kontak reostat harus dilindungi terhadap sentuhan dengan selungkup yang kuat, dapat dibuka, dibuat dari bahan yang baik dan tidak dapat terbakar.
- c) Kecuali jika membahayakan, ketentuan dalam butir b) tidak berlaku dalam ruang kerja listrik terkunci, ruang percobaan bahan listrik, dan laboratorium elektroteknik.

5.11.1.7 Reaktor harus dibuat dari bahan yang tidak dapat terbakar dan harus dipasang pada landasan yang tidak dapat terbakar pula.

5.11.1.8 Bila kotak atau wadah resistor atau reaktor hendak dipasang pada permukaan yang rata, hanya dudukannya saja yang boleh menempel pada permukaan; antara permukaan dan kotak harus terdapat ruang udara paling sedikit 6 mm.

5.11.1.9 Penghantar yang diisolasi dan dipakai untuk menghubungkan elemen resistor dengan gawai kendali harus tahan terhadap suhu kerja tidak kurang dari 90 °C.

Pengecualian :

Boleh juga digunakan isolasi penghantar jenis lain gawai asut motor.

5.12 Peranti pemanas

5.12.1 Peranti pemanas harus dirancang, dipasang, dihubungkan, dan/atau dilindungi sedemikian rupa sehingga :

- a) Pengoperasian dan pemeliharannya tidak menyebabkan bahaya terluka oleh gejala api, dan kerusakan mata oleh penyinaran cahaya;
- b) Tidak mungkin terjadi sentuhan yang tidak sengaja dengan bagian yang bertegangan dalam keadaan kerja normal;
- c) Bagian luar pada keadaan kerja normal, tidak mempunyai suhu yang dapat membahayakan atau merusak barang di dekatnya.

5.12.2 Bahan peranti pemanas harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- a) Harus tahan lembab, tahan panas, dan cukup tahan kerusakan mekanik.
- b) Harus tetap memiliki daya isolasi, juga pada suhu yang tinggi.
- c) Bagian yang dipasangi elemen pemanas yang bertegangan, atau yang mudah terkena busur api atau logam yang berpijar, harus terbuat dari bahan yang tidak terbakar.

5.12.3 Pembumian

5.12.3.1 BKT peranti pemanas yang dipakai dalam ruang lembab atau sangat panas, selama terhubung pada sumber listrik harus diproteksi terhadap sentuh tak langsung sesuai dengan ketentuan 3.3.

5.12.3.2 Ketentuan dalam 5.12.3.1 di atas berlaku pula untuk semua peranti pemanas randah dengan daya lebih dari 2 kW.

5.12.4 Pemberian tanda

5.12.4.1 Pada peranti pemanas harus terdapat keterangan tentang tegangan atau batas tegangan atau batas tegangan yang diperbolehkan untuk penggunaan peranti itu, dan juga arus pengenal serta dayanya.

5.12.4.2 Pada elemen pemanas, jika mungkin, harus terdapat keterangan tentang tegangan yang diperbolehkan untuk elemen itu dan resistansinya pada 30 °C, yang dicantumkan sedemikian rupa sehingga meskipun telah lama digunakan tetap dapat dibaca dengan jelas.

5.12.5 Lengkapan

5.12.5.1 Untuk semua peranti seterika dan pemanas listrik randah dengan daya lebih dari 50 W, yang menghasilkan suhu lebih dari 120 °C pada permukaan yang dapat bersentuhan dengan kabel penghubungnya, kabel penghubung ini dari jenis tahan panas.

5.12.5.2 Peranti seterika dan pemanas randah, yang akan digunakan pada barang yang mudah terbakar harus dilengkapi dengan alat penyangga yang sesuai. Alas penyangga

tersebut dapat merupakan bagian dari alat itu sendiri, atau merupakan suatu bagian yang terpisah.

5.12.6 Konstruksi

Peranti pemanas yang dicelupkan, harus dibuat dan dipasang sedemikian rupa sehingga bagian yang mengalirkan arus listrik tetap terisolasi dengan baik dari cairan di mana alat tersebut dicelupkan.

5.12.7 Gawai pembatas

5.12.7.1 Peranti pemanas air, yang dipasang tetap harus dilengkapi dengan gawai pembatas suhu dan katup pelepas tekanan.

Peranti pemanas demikian harus diberi tanda peringatan yang mencatumkan keharusan tersebut.

5.12.7.2 Peranti pemanggang roti, tungku pembuat kue yang randah harus dilengkapi gawai pembatas suhu untuk memutuskan arus.

CONTOH ceret pemasak air, penanak nasi, pemanas sayuran dan pelat masak.

5.12.7.3 Peranti pemanas badan harus dibuat dengan isolasi ekstra atau diberi proteksi tambahan. Gawai pemanasnya harus diberi pembatas suhu untuk memutuskan arus.

5.12.8 Pemanas zat cair

Peranti untuk memanaskan zat cair harus disusun sedemikian rupa sehingga zat cair itu tidak dapat masuk ke dalam ruang yang disediakan untuk menempatkan elemen pemanasnya, meskipun telah lama digunakan.

5.12.9 Keadaan ruang

5.12.9.1 Dalam ruang yang mengandung bahan yang dapat terbakar, campuran debu dan udara yang mudah meledak, bahan yang mudah menyala, atau bahan peledak, elemen pemanas harus tertutup kedap debu.

5.12.9.2 Dalam ruang yang mengandung gas atau uap yang mudah menyala atau meledak, elemen pemanas harus tertutup kedap gas.

5.13 Perlengkapan pemanas induksi dan dielektrik

5.13.1 Ruang lingkup dan umum

5.13.1.1 Ruang lingkup

Ketentuan dalam pasal ini berlaku bagi konstruksi dan instalasi perlengkapan pemanas induksi dan dielektrik, beserta lengkapannya yang digunakan dalam lingkungan industri dan bidang ilmu pengetahuan, tetapi tidak berlaku untuk perlengkapan kedokteran, kedokteran gigi atau peranti rumah tangga.

5.13.1.2 Perlengkapan pemanas yang dimaksud dalam pasal ini meliputi setiap perlengkapan yang digunakan untuk tujuan pemanasan dengan cara induksi atau dielektrik. Pemanasan induksi ialah pemanasan suatu bahan penghantar yang disebabkan oleh kerugian panas dari bahan tersebut apabila bahan itu ditempatkan dalam suatu medan

elektromagnet yang berubah-ubah. Pemanasan dielektrik ialah pemanasan suatu bahan bukan penghantar yang disebabkan oleh kerugian dielektrik bahan itu sendiri apabila bahan tersebut ditempatkan dalam suatu medan listrik yang berubah-ubah.

5.13.1.3 Perlengkapan pemanas induksi dan dielektrik tidak boleh dipasang dalam ruang dengan bahaya kebakaran atau ledakan seperti yang dimaksud dalam BAB 8 kecuali jika perlengkapan dan pengawatannya dirancang dan disyahkan untuk dipasang dalam ruang tersebut.

5.13.2 Perlengkapan motor generator

5.13.2.1 Perlengkapan motor generator meliputi semua perlengkapan yang berputar yang dijalankan oleh motor listrik atau secara mekanik oleh suatu penggerak utama, yang membangkitkan arus bolak-balik dengan frekuensi tertentu untuk pemanasan induksi dan atau dielektrik.

5.13.2.2 KHA penghantar suplai harus ditetapkan sesuai dengan 5.5.

5.13.2.3 Proteksi arus lebih harus diadakan pada sirkit suplai sesuai dengan ketentuan dalam 5.5.

5.13.2.4 Sarana pemutus

Sarana pemutus harus memenuhi ketentuan dalam 5.5. Setiap aparat pemanas harus dapat dipisahkan dari sirkit suplainya. Kemampuan sarana pemutus ini tidak boleh kurang dari arus pengenal yang tercantum pada pelat nama aparat tersebut. Sarana pemutus sirkit suplai dapat digunakan sebagai sarana pemutus aparat pemanas apabila sirkit hanya mensuplai sebuah perlengkapan.

5.13.2.5 Definisi sirkit keluaran

Sirkit keluaran meliputi semua komponen di luar generator, termasuk kontaktor, transformator, dan penghantar lainnya.

5.13.2.6 Sirkit keluaran

5.13.2.6.1 Sirkit keluaran generator harus terisolasi dari bumi, jika tegangan pengenal ke bumi di atas 500 V, sirkit keluaran harus dilengkapi dengan unit proteksi pembumian arus searah. Arus searah yang dimaksudkan pada sirkit keluaran tegangannya tidak boleh melampaui 30 V dan tidak boleh mempunyai kemampuan arus melebihi 5 mA. Pada sirkit keluaran dapat digunakan suatu transformator pemisah untuk menyesuaikan beban dengan sumbernya yang sekundernya tidak berada pada potensial bumi arus searah.

5.13.2.6.2 Untuk hubungan antar komponen pada suatu instalasi perlengkapan pemanas induksi yang lengkap harus digunakan kabel berinti banyak, rel penghantar atau kabel koaksial, yang diberi perlindungan yang tepat. Kabel harus dipasang dalam saluran bukan besi. Jika diperlukan, rel penghantar dilindungi dengan menggunakan selungkup bukan besi.

5.13.2.7 Dalam bagian kendali suatu aparat pemanas dapat digunakan arus bolak-balik dengan frekuensi rendah atau arus searah. Tegangan harus terbatas sampai paling tinggi 230 V ke bumi.

Kawat pejal yang dipilih yang digunakan harus yang berpenampang 0,75 mm² atau lebih besar, komponen yang berfrekuensi 50 Hz dapat digunakan. Sirkit elektronik yang

menggunakan alat “solid state” dan tabung elektronik dapat menggunakan sirkit cetak atau kawat yang berpenampang kurang dari 0,75 mm².

5.13.2.8 Kendali jarak jauh

5.13.2.8.1 Jika digunakan gawai kendali jarak jauh untuk mengendalikan tenaga listrik, harus digunakan sakelar pilih yang dilengkapi interlok untuk mencegah kemungkinan penggunaan tenaga dari sumber kendali lain.

5.13.2.8.2 Sakelar yang dijalankan dengan kaki harus diberi perisai yang melindungi tombol kontak untuk mencegah terjadinya penghubungan arus dengan tak sengaja.

5.13.3 Perlengkapan bukan motor generator

5.13.3.1 Ruang lingkup

Perlengkapan lain bukan motor generator meliputi semua unit pengali statik dan jenis osilator yang menggunakan tabung hampa dan atau perlengkapan *solid state*. Perlengkapan ini harus mampu mengubah arus bolak-balik atau arus searah menjadi arus dengan frekuensi yang sesuai untuk pemanasan induksi dan atau dielektrik.

5.13.3.2 Penghantar suplai

KHA penghantar suplai ditetapkan sebagai berikut:

- a) KHA penghantar sirkit tidak boleh kurang dari nilai arus pengenalan yang tercantum pada pelat nama perlengkapan tersebut.
- b) KHA penghantar yang mensuplai dua buah perlengkapan atau lebih tidak boleh kurang dari jumlah arus pengenalan yang tercantum pada pelat nama semua perlengkapan.

Pengecualian :

Apabila beberapa perlengkapan disuplai oleh satu saluran suplai, dan tidak mungkin semua perlengkapan itu bekerja serempak, untuk penghematan saluran KHA saluran ini bisa dikurangi, sampai mencapai jumlah arus terbesar ditambah dengan arus siaga dari perlengkapan lain, namun harus cukup untuk semua arus beban penuh dari mesin-mesin yang akan bekerja serempak.

5.13.3.3 Proteksi arus lebih

Proteksi arus lebih untuk perlengkapan secara keseluruhan harus mempunyai nilai pengenalan atau penyetelan yang tidak melebihi 200 % dari arus pengenalan pada pelat nama perlengkapan.

Proteksi arus lebih ini dapat terpisah atau merupakan bagian dari perlengkapan tersebut.

5.13.3.4 Sarana pemutus

Harus dipasang sarana pemutus yang mudah dicapai, yang dapat memisahkan setiap aparat pemanas dari sirkit suplai. Kemampuan sarana pemutus ini tidak boleh kurang dari daya pengenalan aparat yang tersebut pada pelat namanya. Sarana pemutus sirkit suplai dapat digunakan untuk memisahkan aparat pemanas apabila sirkit hanya mensuplai sebuah perlengkapan.

5.13.3.5 Definisi sirkit keluaran

Sirkit keluaran meliputi semua komponen keluaran di luar gawai konversi, termasuk kontaktor, transformator, rel penghantar lainnya.

5.13.3.6 Sirkit keluaran harus memenuhi hal sebagai berikut:

a) Keluaran gawai konverter

Sirkit keluaran gawai konverter (langsung atau digandeng) harus berada pada potensial bumi arus searah.

b) Hubungan antara gawai konverter dan aplikator kerja.

Apabila penghubung gawai konverter dan aplikator kerja panjangnya melebihi 60 cm, penghubung itu harus tertutup atau dilindungi dengan bahan bukan besi yang tidak dapat terbakar.

5.13.3.7 Frekuensi keluaran perlengkapan konverter

Keluaran arus bolak-balik dengan frekuensi antara 25 dan 60 Hz dapat dipakai untuk tujuan kendali, tetapi tegangannya ke bumi harus dibatasi setinggi-tingginya 230 V selama sirkitnya bekerja.

5.13.3.8 Kendali jarak jauh

5.13.3.8.1 Apabila digunakan gawai kendali jarak jauh untuk mengendalikan tenaga listrik, harus digunakan sakelar pilih yang dilengkapi interlok untuk mencegah kemungkinan penggunaan tenaga dari sumber kendali lain.

5.13.4 Perlindungan, pembumian dan penandaan

5.13.4.1 Selungkup

Aparat konverter (termasuk saluran arus searah) dan sirkit listrik frekuensi tinggi (tidak termasuk sirkit keluaran dan sirkit kendali jarak jauh), seluruhnya harus ditempatkan dalam satu atau beberapa selungkup tertutup dari bahan yang tidak dapat terbakar.

5.13.4.2 Semua panel kendali harus dibuat dengan konstruksi yang bagian depannya bebas tegangan.

5.13.4.3 Pencapaian tangan pada perlengkapan bagian dalam

Pintu atau tutup panel harus dapat dilepas, sehingga bagian dalam perlengkapan mungkin dicapai. Dalam hal penggunaan pintu untuk pencapaian bagian yang bertegangan ke bumi 500 V atau lebih arus bolak balik atau arus searah, pintu tersebut harus berkunci atau dilengkapi dengan interlok yang memenuhi persyaratan proteksi.

5.13.4.4 Tanda peringatan

Tanda "berbahaya" harus ditempatkan pada perlengkapan, dan harus dapat dilihat dengan mudah, meskipun pintu dibuka atau tutup panel dipindahkan dari bagian ruangan, apabila perlengkapan itu mempunyai tegangan ke bumi di atas 250 V a.b atau a.s.

5.13.4.5 Apabila dalam sirkit arus searah digunakan kapasitor lebih besar dari 0,1 mikrofarad, baik sebagai komponen saringan penyearah maupun sebagai peredam dan lain-lain, yang bertegangan lebih dari 240 V ke bumi, maka sebagai gawai pembumian harus digunakan resistans pelepasan atau sakelar pembumian. Lama waktu pelepasan harus sesuai dengan yang tersebut dalam 5.7.

Apabila digunakan penyearah tambahan, pada sisi keluaran resistor pelepasan harus dipasang kapasitor penyaring walaupun tegangan arus searahnya tidak melebihi 240 V ke bumi.

5.13.4.6 Untuk melindungi aplikator yang bukan merupakan jenis kumparan pemanas induksi, harus digunakan sangkar pengaman atau perisai yang mencukupi. Kumparan pemanas induksi dapat dilindungi dengan bahan isolasi pemanas. Sakelar interlok harus digunakan pada semua pintu panel berengsel, tutup panel yang dapat dilepas, atau alat lainnya yang dapat digunakan untuk mencapai aplikator dengan tangan.

Semua sakelar interlok harus dihubungkan sedemikian rupa sehingga semua tenaga listrik dibebaskan dari aplikator apabila salah satu pintu atau panel terbuka. Interlok tidak diperlukan pada pintu atau tutup panel apabila aplikator merupakan suatu kumparan pemanas induksi yang berada pada potensial bumi arus searah atau yang bekerja pada tegangan ke bumi kurang dari 230 V.

5.13.4.7 Pembumian dan pengikatan secara listrik

Potensial frekuensi radio yang timbul antara bumi dan semua bagian perlengkapan yang terbuka yang tidak menyalurkan arus, antara semua bagian perlengkapan dan benda sekitarnya, serta antara benda tersebut dan bumi, apabila hendak dibatasi besarnya sampai batas yang aman maka diperlukan pembumian dan atau pengikatan secara listrik yang pemasangannya harus sesuai dengan BAB 3 dengan memperhatikan sistem yang digunakan.

5.13.4.8 Pemberian tanda

Tiap aparat pemanas harus dilengkapi dengan pelat nama yang menyebutkan nama pabrik pembuatnya, frekuensi, jumlah fase, arus terbesar, kVA beban penuh dan faktor kerja pada beban penuh.

5.14 Pemanfaat dengan penggerak elektromekanis

5.14.1.1 Hubungan listrik

Pemanfaat yang memakai penggerak elektromekanis hanya boleh dihubungkan dengan system tegangan rendah.

5.14.1.2 Mainan untuk anak

Pemanfaat yang tujuannya untuk dipakai oleh anak-anak harus disambung dengan tegangan rendah setinggi-tingginya 25 V.

5.14.1.3 Pemanfaat untuk digunakan pada badan manusia

Pemanfaat untuk pemeliharaan badan dan lain-lain, yang selama penggunaannya bersentuhan langsung dengan badan manusia, harus dibuat dengan isolasi ganda atau dengan tegangan ekstra rendah 25 V.

CATATAN Ketentuan ini tidak berlaku untuk penghisap debu, mesin jahit, pemanfaat mesin dapur dan lain-lain.

5.14.1.4 Pemanfaat untuk tujuan lain

Pemanfaat di luar 5.14.1.2 sampai dengan 5.14.1.3 yang diberi arus bolak-balik lebih dari 75 V, harus dibuat dengan isolasi khusus atau dibuat dengan pentanahan pengaman.

Pengecualian ialah kipas angin dinding atau meja, jam dinding, bel listrik, dan lain-lain.

5.15 Mesin las listrik

5.15.1.1 Ruang lingkup pasal ini meliputi mesin las busur listrik, mesin las resistans listrik, dan mesin listrik lain yang dihubungkan dengan jaringan suplai listrik.

5.15.2 Mesin las busur listrik yang menggunakan transformator, penyearah, dan motor generator

5.15.2.1 KHA penghantar suplai

5.15.2.1.1 KHA penghantar suplai tidak boleh kurang dari besar arus primer pengenal dalam ampere yang dinyatakan pada pelat nama dikalikan dengan faktor yang didasarkan atas daur tugas atau waktu kerja pengenal dari mesin las sebagai berikut :

Tabel 5.15-1 Daur tugas mesin las listrik

Daur tugas %	Faktor perkalian
20	0,45
30	0,55
40	0,63
50	0,71
60	0,78
70	0,84
80	0,89
90	0,95
100	1,00
Untuk mesin las yang mempunyai waktu kerja normal satu jam, faktor perkaliannya 0,75	

5.15.2.1.2 KHA penghantar yang mensuplai sekelompok mesin las boleh kurang dari jumlah arus mesin las yang yang disuplai sebagaimana ditentukan dalam 5.15.2.1.1.

KHA penghantar tersebut harus ditentukan untuk tiap keadaan tersendiri sesuai dengan pembebanan tiap mesin las dengan kemungkinan tidak semua mesin las bekerja serempak.

Untuk menentukan beban setiap mesin las harus diperhitungkan besar dan lama pembebanan. Untuk perhitungan praktis, kemampuan hantar arus penghantar dapat dihitung berdasarkan penjumlahan dari 100 % besar arus sebagaimana ditentukan dalam 5.15.2.1.1 untuk dua mesin las yang terbesar, 85 % untuk mesin las terbesar ketiga, 70 % untuk mesin las terbesar keempat, dan 60 % untuk mesin las lainnya. Hal ini akan memberikan

keamanan yang cukup besar sehubungan dengan suhu yang diperkenankan untuk penghantar. Nilai persentase yang lebih rendah dari yang diberikan di atas dibolehkan jika daur tugas yang tinggi untuk setiap mesin las tidak dimungkinkan.

5.15.2.2 Proteksi arus lebih

5.15.2.2.1 Untuk mesin las: Setiap mesin las harus mempunyai proteksi arus lebih dengan nilai pengenalan atau setelan tidak melebihi 200 % dari arus primer pengenalan. Proteksi ini tidak diperlukan jika penghantar suplai mesin las sudah diproteksi oleh gawai proteksi arus lebih dengan nilai pengenalan atau setelan tidak melebihi 200 % dari arus pengenalan primer.

5.15.2.2.2 Untuk penghantar: Penghantar yang mensuplai satu mesin las atau lebih harus diproteksi dengan gawai proteksi arus lebih dengan nilai pengenalan atau setelan tidak melebihi 200 % dari KHA penghantar. Apabila nilai pengenalan standar terdekat, atau nilai setelan terdekat proteksi arus lebih yang dipilih sesuai dengan ketentuan di atas menyebabkan pemutusan yang tak dikendaki, maka boleh dipakai nilai pengenalan atau setelah lebih tinggi yang terdekat.

5.15.2.3 Sebuah sarana pemutus harus dipasang pada hubungan suplai dari tiap-tiap mesin las busur listrik yang tidak dilengkapi dengan pemutus arus sebagai bagian yang integral dari mesin las daya dan nilai pengenalnya tidak boleh kurang dari yang diperlukan untuk memberi proteksi terhadap arus lebih sebagaimana ditentukan dalam 5.15.2.2.

5.15.2.4 Tiap mesin las busur listrik harus dilengkapi dengan pelat nama yang memberikan keterangan mengenai:

Untuk mesin las busur listrik yang memakai transformator dan penyearah arus;
nama pembuat, frekuensi, jumlah fase, tegangan suplai, arus primer pengenalan, tegangan sirkit terbuka maksimum, arus sekunder pengenalan, dasar penentuan nilai pengenalan yaitu daur tugas atau waktu kerja pengenalan.

Untuk mesin las busur listrik motor generator;
nama pembuat, frekuensi pengenalan, jumlah fase, tegangan suplai, tegangan sirkit terbuka maksimum, arus keluar pengenalan, dasar penentuan nilai pengenalan yaitu daur tugas atau waktu kerja pengenalan.

5.15.3 Mesin las resistans

5.15.3.1 KHA penghantar suplai untuk mesin las resistans yang diperlukan untuk membatasi susut tegangan sampai pada suatu nilai yang diperkenankan untuk hasil kerja yang baik dari mesin las, biasanya lebih besar dari nilai yang diperlukan untuk mencegah suhu yang berlebihan sebagaimana ditetapkan dalam Subayat di bawah ini.

5.15.3.1.1 Mesin las tunggal

KHA pengenalan untuk penghantar bagi mesin las tunggal harus sesuai dengan ketentuan berikut:

- a) KHA dari penghantar suplai untuk sebuah mesin las yang pada waktu yang berbeda dapat bekerja pada nilai arus primer atau daur kerja yang berlainan harus tidak boleh kurang dari 70 % dari arus primer pengenalan untuk mesin las tidak otomatis, yang dijalankan dengan tangan.
- b) KHA penghantar suplai untuk mesin las yang dikawati untuk suatu kerja yang khusus yang arus primer pengenalan sebenarnya dan daur tugasnya diketahui dan tetap tidak

berubah, tidak boleh kurang dari hasil perkalian dari arus primer sebenarnya dan adur tugas mesin las yang dipakai.

Daur Tugas %	50	40	30	25	20	15	10	7,5	5 atau kurang
Faktor Perkalian	0,7 1	0,6 3	0,55	0,50	0,45	0,39	0,32	0,27	0,22

5.15.3.1.2 Kelompok mesin las

KHA penghantar yang mensuplai dua mesin las atau lebih, tidak boleh kurang dari jumlah nilai yang sebagaimana ditetapkan dalam 5.15.3.1.1 untuk mesin las terbesar yang disuplai, dan 60 % dari nilai yang didapatkan sebagaimana ditetapkan dalam 5.15.3.1.1 butir a) untuk semua mesin las lainnya yang disuplai.

Keterangan mengenai istilah:

- Arus primer pengenal ialah KVA pengenal dikalikan 1000 dan dibagi oleh tegangan primer pengenal, dengan memakai nilai sebagaimana tercantum pada pelat nama
- Arus primer sebenarnya adalah arus dari suplai selama mesin las beroperasi pada sadapan setelan kendali yang digunakan.
- Daur tugas adalah persentase waktu selama mesin las dibebani. Misalnya sebuah mesin las titik yang disuplai suatu sistem 50 Hz (180.000 daur/jam) yang mengerjakan 400 las per jam, (yaitu 400×15 , dibagi 180.000, dikalikan 100).
Sebuah mesin las kampuh (seam welder) yang beroperasi 2 daur “nyala” dan 2 daur “mati” mempunyai tugas 50%.

5.15.3.2 Proteksi arus lebih

Proteksi arus lebih untuk mesin las resistans harus memenuhi ketentuan 5.15.3.2.1.

Tetapi apabila nilai pengenal standar terdekat, atau nilai setelan terdekat proteksi arus lebih yang dipilih sesuai dengan ketentuan di atas menyebabkan pemutusan yang tidak dikehendaki, maka boleh dipakai nilai pengenal atau setelan lebih tinggi yang terdekat.

5.15.3.2.1 Tiap mesin las resistans harus mempunyai proteksi arus lebih yang mempunyai nilai pengenal atau setelan tidak melebihi 300 % dari arus primer pengenal dari mesin las, dengan pengecualian bahwa tidak diperlukan proteksi arus lebih untuk sebuah mesin las yang penghantar suplainya diproteksi oleh proteksi arus lebih yang mempunyai nilai pengenal atau setelan tidak melebihi 300 % dari KHA penghantar.

5.15.3.2.2 Penghantar yang mensuplai satu mesin las atau lebih harus diproteksi oleh proteksi arus lebih yang mempunyai nilai pengenal atau setelan tidak melebihi 300 % dari KHA penghantar.

5.15.3.3 Tiap mesin las resistans dan perlengkapan kendalinya harus dilengkapi dengan sakelar atau pemutus daya yang dapat memisahkan mesin las dan perlengkapan kendalinya dari sirkit suplai. Arus pengenal dari sarana pemutus nilai tidak boleh kurang dari KHA penghantar suplai sebagaimana ditetapkan dalam 5.15.3.1. Sakelar sirkit suplai tersebut dapat dipakai sebagai sarana pemutus mesin las jika sirkit tersebut hanya mensuplai satu mesin las.

5.15.3.4 Tiap mesin las resistans harus dilengkapi dengan pelat nama yang memberi keterangan mengenai: nama pembuat, frekuensi, tegangan primer, KVA pengenalan, tegangan sekunder maksimum dan minimum pada sirkit terbuka.

5.16 Mesin perkakas

5.16.1 Umum

5.16.1.1 Ruang lingkup

Ketentuan dalam pasal ini berlaku bagi ukuran dan proteksi arus lebih penghantar suplai ke mesin perkakas dan untuk data pada pelat nama mesin perkakas.

5.16.1.2 Definisi mesin perkakas logam dan plastik

Yang dimaksud dengan mesin perkakas dalam pasal ini ialah mesin yang digerakkan dengan tenaga listrik, dan tidak randah, dan digunakan untuk membentuk logam atau plastik dengan cara memotong, menempa, menekan dan mengerjakan teknik listrik atau dengan gabungan cara tersebut.

Yang dimaksud dengan mesin listrik ialah mesin yang digerakkan dengan tenaga listrik, dan tidak randah untuk membentuk plastik dengan menggunakan energi panas dan/atau mekanik dengan cara memotong dan menekan atau dengan gabungan cara tersebut.

5.16.1.3 Pemberian tanda

Pelat nama yang tetap harus dilekatkan pada perlengkapan kendali atau mesin di suatu tempat yang dapat dilihat dengan mudah setelah mesin itu terpasang. Pada pelat nama harus dicantumkan keterangan mengenai tegangan suplai, jumlah fase, frekuensi, arus beban penuh, serta arus pengenal yang terbesar.

CATATAN :

- a) Arus beban penuh tidak boleh kurang dari jumlah arus beban penuh semua motor dan perlengkapan lain yang mungkin bekerja serempak pada keadaan kerja biasa. Jika beban luar yang lebih dari ukuran biasa, membutuhkan penghantar yang lebih dari ukuran biasa, KHA yang dibutuhkan harus tercakup dalam data arus beban penuh.
- b) Apabila mesin tersebut membutuhkan lebih dari satu sirkit suplai, maka pelat nama harus memuat keterangan tersebut di atas bagi setiap sirkit suplai.

5.16.2 Penghantar

5.16.2.1 Penghantar sirkit suplai harus mempunyai KHA yang tidak kurang dari besarnya arus beban penuh yang tercatat ditambah dengan 25 % dari arus beban penuh motor terbesar yang tertulis pada pelat nama.

Untuk proteksi penghantar suplai ke mesin perkakas, lihat 5.5.6.1.

5.16.2.2 Mesin perkakas harus dilengkapi dengan sarana pemutus dan disuplai dari sirkit cabang yang diproteksi dengan pengamanan lebur atau pemutus sirkit.

5.16.2.3 Sarana pemutus boleh dilengkapi dengan proteksi arus lebih. Apabila proteksi arus lebih dipasang pada terminal penghantar suplai mesin perkakas, hal ini harus dicantumkan pada pelat nama.

5.17 Perlengkapan sinar X

5.17.1 Umum

5.17.1.1 Ruang lingkup

Ketentuan dalam pasal ini berlaku bagi semua perlengkapan sinar X yang bekerja pada semua frekuensi atau tegangan dan yang digunakan dalam bidang industri atau bentuk tujuan lainnya, kecuali bidang kedokteran.

5.17.1.2 Definisi

- a) Perlengkapan sinar X randah merupakan perlengkapan sinar X yang dirancang untuk dapat dibawa dengan tangan;
- b) Perlengkapan sinar X lincah, merupakan perlengkapan sinar X yang dipasang pada suatu dasar yang tetap, dilengkapi dengan roda sehingga mudah memindahkan seluruh perlengkapan;
- c) Perlengkapan sinar X yang dapat diangkat (*transportable*) merupakan perlengkapan sinar X yang dipasang pada suatu kendaraan/alat pengangkut atau yang dapat dengan mudah dibongkar-pasang pada suatu kendaraan/alat pengangkut untuk diangkat;
- d) Perlengkapan sinar X jenis kerja lama (*long time rating*), merupakan perlengkapan sinar X yang mempunyai waktu kerja selama 5 menit atau lebih;
- e) Perlengkapan sinar X jenis kerja singkat (*momentary rating*), merupakan perlengkapan sinar X yang mempunyai waktu kerja tidak melebihi 5 detik.

5.17.1.3 Ruang dengan bahaya kebakaran atau ledakan

Perlengkapan sinar X beserta perlengkapan yang berhubungan dengannya tidak boleh dipasang atau dioperasikan dalam ruang dengan bahaya kebakaran/ledakan kecuali bila perlengkapan tersebut dirancang untuk dioperasikan pada tempat yang dimaksud.

5.17.1.4 Hubungan ke sirkit suplai

5.17.1.4.1 Perlengkapan yang dipasang tetap dan perlengkapan pegun

Hubungan antara penyuplai tenaga dan perlengkapan sinar X yang dipasang tetap dan pegun harus menggunakan cara pengawatan yang memenuhi persyaratan PUIL 2000.

Pengecualian:

Perlengkapan yang disuplai oleh suatu sirkit cabang yang bekerja dengan arus pengenalan tidak melebihi 30 A, diperkenankan disuplai dengan menggunakan kontak tusuk dan kabel untuk tekanan mekanik berat.

5.17.1.4.2 Perlengkapan genggam dan perlengkapan randah

Tidak diperlukan sirkit akhir tersendiri bagi perlengkapan sinar X genggam dan randah yang berkapasitas tidak lebih dari 60 A. Kotak kontak yang dipasang pada sirkit akhir yang berkapasitas 50 A sampai 60 A yang mensuplai perlengkapan sinar X untuk kedokteran harus dari jenis yang memenuhi standar.

Perlengkapan sinar X dari semua kapasitas dari jenis genggam dan jenis randah harus disuplai dengan menggunakan kontak tusuk dan kabel untuk tekanan mekanik berat.

5.17.1.5 Sarana pemutus

Perlengkapan sinar X harus dilengkapi dengan sarana pemutus pada sirkit suplainya, yang harus dapat dilayani dari tempat yang mudah dicapai dari tempat kendali sinar X.

Kapasitas sarana pemutus tersebut sekurang-kurangnya harus sebesar nilai tertinggi antara 50% dari masukan yang diperlukan untuk perlengkapan jenis kerja singkat dan 100% dari masukan yang diperlukan untuk perlengkapan jenis kerja lama.

Bagi perlengkapan yang dihubungkan dengan sirkit akhir bertegangan 230 V ke bumi atau berkapasitas 30 A atau kurang, dapat digunakan tusuk kontak dan kotak kontak dari jenis yang dibumikan dan berkekuatan cukup sebagai sarana pemutus.

Pengecualian:

Persyaratan tersebut di atas tidak berlaku bagi perlengkapan sinar X jenis genggam atau randah dari semua kapasitas yang tersebut dalam 5.17.2.2.

5.17.1.6 Persyaratan sirkit dan proteksi arus lebih

KHA sirkit akhir dan nilai pengenalan gawai proteksi arus lebih harus sebesar nilai tertinggi antara 50% dari masukan yang diperlukan untuk perlengkapan jenis kerja singkat dan 100% dari masukan yang diperlukan untuk perlengkapan jenis kerja lama.

5.17.1.7 Jumlah penghantar dalam jalur kabel

Jumlah penghantar sirkit kendali yang dipasang dalam jalur kabel harus memenuhi ketentuan dalam BAB 7.

5.17.1.8 Ukuran penghantar terkecil

Kabel armatur jenis yang berselubung karet atau bahan termoplastik, dan kabel fleksibel berukuran penampang 1 mm² atau 1,5 mm² dapat digunakan dalam sirkit kendali dan sirkit kerja perlengkapan sinar X atau perlengkapan bantuannya apabila diproteksi oleh proteksi arus lebih yang bernilai pengenalan 16 A.

5.17.1.9 Pemasangan perlengkapan

Semua perlengkapan baru yang digunakan pada instalasi sinar X dan semua perlengkapan yang telah dipakai atau yang telah diperbaiki yang dipindahkan dan dipasangkan kembali pada suatu tempat yang baru, harus terdiri dari jenis yang memenuhi standar.

5.17.2 Kendali

5.17.2.1 Perlengkapan pasangan tetap dan perlengkapan pegun

5.17.2.1.1 Gawai kendali yang terpisah, disamping sarana pemutus, harus merupakan bagian dari suplai kendali sinar X atau dari sirkit primer transformator perlengkapan sinar X.

Gawai ini harus merupakan bagian dari perlengkapan sinar X, akan tetapi dapat ditempatkan dalam kotak yang terpisah, yang dipasang berdekatan dengan unit kendali sinar X.

5.17.2.1.2 Sebagai proteksi terhadap akibat kegagalan di sirkit tegangan tinggi, suatu gawai proteksi harus dapat digabungkan kedalam gawai kendali yang terpisah untuk mengendalikan beban (lihat pula 6.6.5.4).

5.17.2.2 Perlengkapan genggam dan perlengkapan randah harus memenuhi 5.17.2.1 tetapi gawai kendali manual yang bersangkutan harus ditempatkan pada atau di dalam perlengkapan tersebut.

5.17.2.3 Perlengkapan sinar X untuk kedokteran

5.17.2.3.1 Pada tiap perlengkapan jenis radiografik harus terdapat gawai pengukur waktu atau gawai otomatis pemutus penyinaran dan sakelar yang ditahan tangan yang menjalankan pengatur waktu, atau gawai yang otomatis memutuskan penyinaran dan mematikan perlengkapan jika dilepas.

5.17.2.3.2 Tiap perlengkapan jenis fluoroskopis harus dilengkapi dengan sakelar yang dirancang untuk dapat membuka secara otomatis, kecuali jika sakelar tersebut ditahan dalam keadaan tertutup oleh operator dan membuka jika dilepas.

5.17.2.3.3 Tiap perlengkapan jenis teraputik harus dilengkapi dengan sebuah pengukur waktu atau gawai otomatis pemutus penyinaran yang bukan merupakan jenis yang mengulang.

5.17.2.4 Perlengkapan sinar X untuk industri

5.17.2.4.1 Semua perlengkapan jenis radiografik dan fluoroskopik harus tertutup dengan efektif atau harus dilengkapi dengan interlok yang memutus suplai listrik perlengkapan tersebut secara otomatis untuk mencegah sentuhan pada bagian penghantar aktif.

5.17.2.4.2 Perlengkapan jenis difraksi atau irradiasi harus dilengkapi dengan tanda yang tanda yang jelas dan terlihat dengan mudah pada waktu perlengkapan mendapat suplai tenaga misalnya dengan lampu sinyal, meter yang mudah terbaca atau perlengkapan lain yang sederhana, kecuali jika perlengkapan tersebut tertutup secara efektif atau dilengkapi dengan interlok yang mencegah sentuhan terhadap bagian aktif selama bekerja.

5.17.2.5 Kendali untuk beberapa unit

Apabila lebih dari sebuah perlengkapan bekerja pada suatu sirkit yang sama yang bertegangan lebih dari 1000 V tiap perlengkapan atau tiap kelompok perlengkapan yang merupakan satu unit harus dilengkapi dengan suatu pemutus bertegangan lebih dari 1000 V atau sarana pemutus yang sederhana. Sarana pemutus ini harus dibuat berselungkup atau ditempatkan sedemikian rupa sehingga mencegah sentuhan langsung dengan bagian aktif.

5.17.3 Transformator dan kapasitor

5.17.3.1 Transformator dan kapasitor yang merupakan komponen perlengkapan sinar X tidak perlu memenuhi ketentuan dalam 5.8 dan 5.10.

5.17.3.2 Kapasitor harus dipasang dalam kotak tertutup dari logam yang dibumikan, atau dalam kotak terbuat dari bahan isolasi.

5.17.4 Perlindungan dan pembumian

5.17.4.1 Umum

5.17.4.1.1 Semua bagian yang bertegangan menengah atau bertegangan tinggi termasuk tabung sinar X, harus dipasang dalam selungkup tertutup yang dibumikan. Udara, minyak, gas, atau bahan isolasi lainnya yang sesuai dapat digunakan untuk mengisolasi tegangan menengah dan tegangan tinggi ke tabung sinar X. Komponen tegangan tinggi lainnya harus menggunakan kabel berperisai yang sesuai dengan tegangannya.

5.17.4.1.2 Kabel penghubung tegangan rendah ke unit yang berisi minyak seperti transformator, kondensor, alat pendingin minyak dan sakelar yang tidak tertutup sempurna, harus dari jenis yang tahan minyak.

5.17.4.2 Bagian logam perlengkapan sinar X atau lengkapannya (gawai kendali, meja standar tabung sinar X, tangki transformator, kabel berperisai, kepala tabung sinar X, dan lain-lain) yang tidak menyalurkan arus harus dibumikan menurut cara yang disebutkan dalam BAB 3. Perlengkapan genggam dan perlengkapan randah harus dilengkapi dengan kontak tusuk dari jenis yang dibumikan yang memenuhi standar.

5.18 Lampu busur

5.18.1.1 Lampu busur harus disusun atau dipasang sedemikian rupa sehingga partikel kecil yang berpijar dan berloncatan tidak akan membahayakan.

5.18.1.2 Dalam instalasi yang memancarkan sinar yang dapat menyebabkan pengaruh yang membahayakan manusia, maka pengaruh ini harus dihindarkan dengan tindakan yang baik dan tepat.

Bagian 6 Perlengkapan Hubung Bagi dan Kendali (PHB) serta komponennya

6.1 Ruang lingkup

6.1.1 Bab ini mengatur persyaratan PHB yang meliputi, pemasangan, sirkit, ruang pelayanan, penandaan untuk semua jenis PHB, baik tertutup, terbuka, dan pasangan dalam, maupun pasangan luar.

6.1.2 Bab ini mengatur juga persyaratan khusus untuk komponen yang merupakan bagian PHB.

6.2 Ketentuan umum

6.2.1 Penataan PHB

6.2.1.1 PHB harus ditata dan dipasang sedemikian rupa sehingga terlihat rapi dan teratur, dan harus ditempatkan dalam ruang yang cukup leluasa.

6.2.1.2 PHB harus ditata dan dipasang sedemikian rupa sehingga pemeliharaan dan pelayanan mudah dan aman, dan bagian yang penting mudah dicapai.

6.2.1.3 Semua komponen yang pada waktu kerja memerlukan pelayanan, seperti instrumen ukur, tombol dan sakelar, harus dapat dilayani dengan mudah dan aman dari depan tanpa bantuan tangga, meja atau perkakas yang tidak lazim lainnya.

6.2.1.4 Penyambungan saluran masuk dan saluran keluar pada PHB harus menggunakan terminal sehingga penyambungannya dengan komponen dapat dilakukan dengan mudah, teratur dan aman. Ketentuan ini tidak berlaku bila komponen tersebut letaknya dekat saluran keluar atau saluran masuk.

6.2.1.5 Terminal kabel kendali harus ditempatkan terpisah dari terminal saluran daya.

6.2.1.6 Beberapa PHB yang letaknya berdekatan dan disuplai oleh sumber yang sama sedapat mungkin ditata dalam satu kelompok.

6.2.1.7 PHB tegangan rendah atau bagiannya, yang masing-masing disuplai dari sumber yang berlainan harus jelas terpisah dengan jarak sekurang-kurangnya 5 cm.

6.2.1.8 Komponen PHB harus ditata dengan memperhatikan keadaan di Indonesia dan dipasang sesuai dengan petunjuk pabrik pembuat; jarak bebas harus memenuhi ketentuan tersebut dalam 6.2.9.

6.2.1.9 Sambungan dan hubungan penghantar dalam PHB harus mengikuti ketentuan dalam 7.11.

Semua mur baut dan komponen yang terbuat dari logam dan berfungsi sebagai penghantar, harus dilapisi logam pencegah karat untuk menjamin kontak listrik yang baik. Rel dari tembaga hanya memerlukan lapisan tersebut pada pemakaian arus 1000A ke atas. Sambungan dua jenis logam yang berlainan harus menggunakan konektor khusus, misalnya konektor bimetal.

6.2.2 Ruang pelayanan dan ruang bebas sekitar PHB

6.2.2.1 Di sekitar PHB harus terdapat ruang yang cukup luas sehingga pemeliharaan, pemeriksaan, perbaikan, pelayanan dan lalu lintas dapat dilakukan dengan mudah dan aman.

6.2.2.2 Ruang pelayanan di sisi depan, lorong dan emper lalu lintas yang dimaksud dalam 6.2.2.1. di atas pada PHB tegangan rendah, lebarnya harus sekurang-kurangnya 0,75 m, sedangkan tingginya harus sekurang-kurangnya 2 m (lihat Gambar 6.2-1).

6.2.2.3 Jika di sisi kiri dan kanan ruang bebas yang berupa lorong terdapat instalasi listrik tanpa dinding pengaman (dinding pemisah), lebar ruang bebas ini harus sekurang-kurangnya 1,5 m (lihat Gambar 6.2-1).

6.2.2.4 Pintu ruang khusus tempat PHB terpasang harus mempunyai ukuran tinggi sekurang-kurangnya 2 m dan ukuran lebar sekurang-kurangnya 0,75 m (lihat Gambar 6.2-1).

6.2.2.5 Dalam ruang sekitar PHB tidak boleh diletakkan barang yang mengganggu kebebasan bergerak.

6.2.2.6 PHB harus dipasang di tempat yang jelas terlihat dan mudah dicapai. Tempat itu harus dilengkapi dengan tanda pengenal seperlunya dan penerangan yang cukup.

6.2.2.7 Dinding dan langit-langit ruang tempat PHB dipasang harus terbuat dari bahan yang tidak mudah terbakar.

6.2.2.8 Untuk PHB terbuka tegangan rendah dengan rel telanjang melintang dalam ruang bebas, tinggi rel tersebut di atas lantai lorong harus sekurang-kurangnya 2,3 m.

6.2.2.9 Untuk PHB tegangan menengah

a) lebar ruang pelayanan antar dua PHB jenis tertutup yang berhadapan harus sekurang-kurangnya 1,5 m, dan antara PHB dengan dinding tembok harus sekurang-kurangnya 1 m.

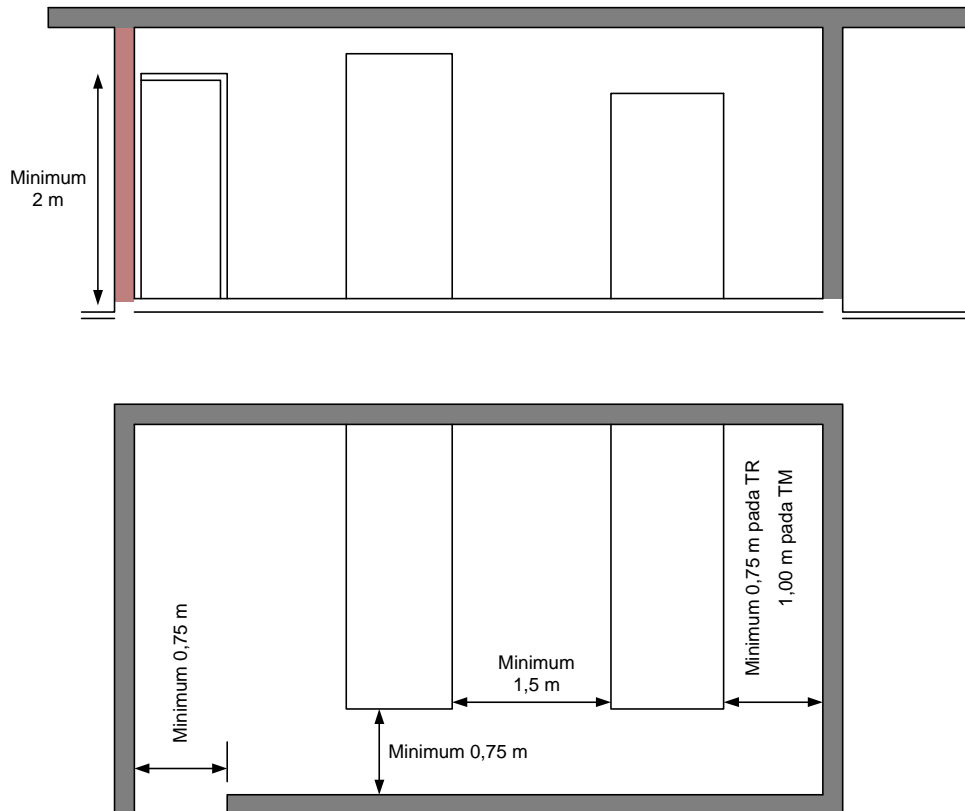
b) lebar ruang bebas untuk pemeliharaan antar sisi belakang dua PHB harus sekurang-kurangnya 1 m, dan antara sisi belakang PHB dengan dinding tembok harus sekurang-kurangnya 0,8 m.

6.2.2.10 Bila pada PHB terpasang tangkai penggerak yang menonjol ke luar, lebar ruang pelayanan tersebut dalam 6.2.2.9 diukur dari ujung tangkai tersebut.

6.2.2.11 Bila dalam ruang terdapat PHB tegangan rendah dan tegangan menengah, PHB tegangan rendah dianggap sebagai dinding tembok dan lebar ruang pelayanan PHB tegangan menengah harus sekurang-kurangnya 1 m.

6.2.2.12 Pada PHB yang terpasang pada bangunan sederhana, arus hubung pendek tidak boleh melebihi 6000 A.

6.2.2.13 PHB yang digunakan dalam bangunan sederhana harus dari jenis tertutup dengan bahan kotak yang tidak mudah terbakar.



Gambar 6.2-1 Ruang pelayanan

6.2.3 Penandaan

6.2.3.1 Di beberapa tempat yang jelas dan mudah terlihat pada sirkit arus PHB dipasang pengenalan yang jelas sehingga memudahkan pelayanan dan pemeliharaan.

6.2.3.2 Tiap penghantar fase, penghantar netral dan penghantar atau rel pembumi harus dapat dibedakan secara mudah dengan warna atau tanda sesuai dengan 7.2.

6.2.3.3 Untuk memudahkan pelayanan dan pemeliharaan, harus dipasang bagan sirkit PHB yang mudah dilihat.

6.2.3.4 Terminal gawai kendali harus diberi tanda atau lambang yang jelas dan mudah dilihat sehingga memudahkan pemeriksaan.

6.2.3.5 PHB yang ada gawai kendalnya harus dilengkapi dengan gambar beserta penjelasan secukupnya.

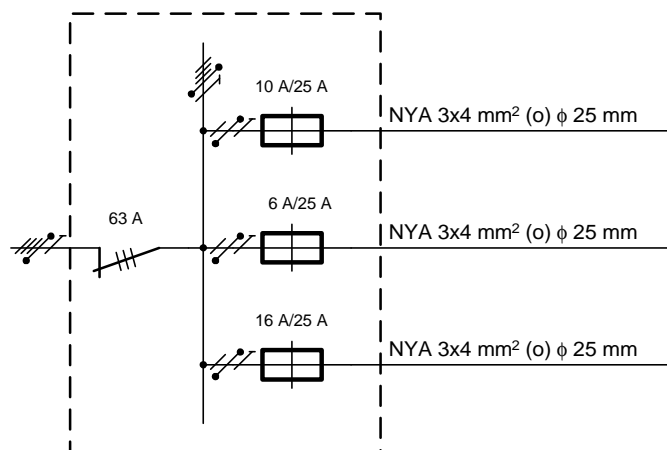
6.2.3.6 Pada gawai kendali harus ada tanda pengenalan dan keterangan yang jelas dan mudah dilihat sehingga memudahkan pelayanan.

6.2.3.7 Pada PHB harus dipasang tanda-tanda yang jelas dan tidak mudah terhapus sehingga terlihat pada kelompok mana perlengkapan disambungkan dan pada terminal mana setiap fase dan netral dihubungkan.

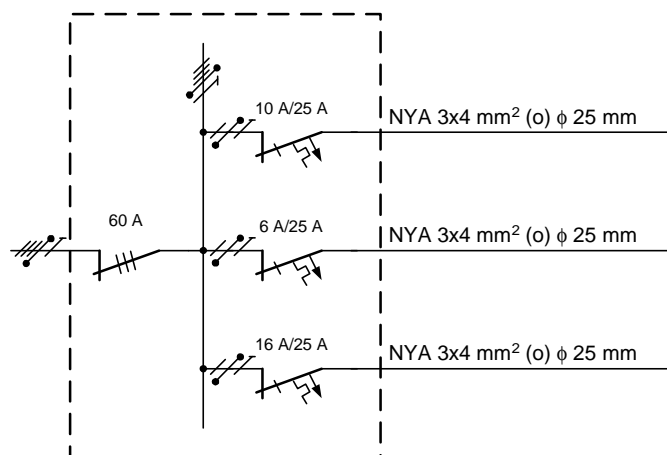
6.2.4 Pemasangan sakelar masuk

6.2.4.1 Pada sisi penghantar masuk dari PHB yang berdiri sendiri harus dipasang setidaknya satu sakelar, sedangkan pada setiap penghantar keluar setidaknya satu proteksi arus (lihat Gambar 6.2-2a atau 6.2-2b).

Sebagai alternatif untuk sakelar dengan proteksi arus lebih, atau pengaman lebur, dapat juga dipakai sakelar yang didalamnya terdapat proteksi arus yang dikehendaki, seperti pemutus sirkit (*Mini Circuit Breaker / MCB*) sebagaimana tertera dalam Gambar 6.2-2b. Apabila hal ini diterapkan maka pemutus sirkit yang akan digunakan harus dipilih yang sesuai, yaitu memiliki ketahanan arus hubung pendek paling tidak sama besar dengan arus hubung pendek yang mungkin terjadi dalam sirkit yang diamankan.



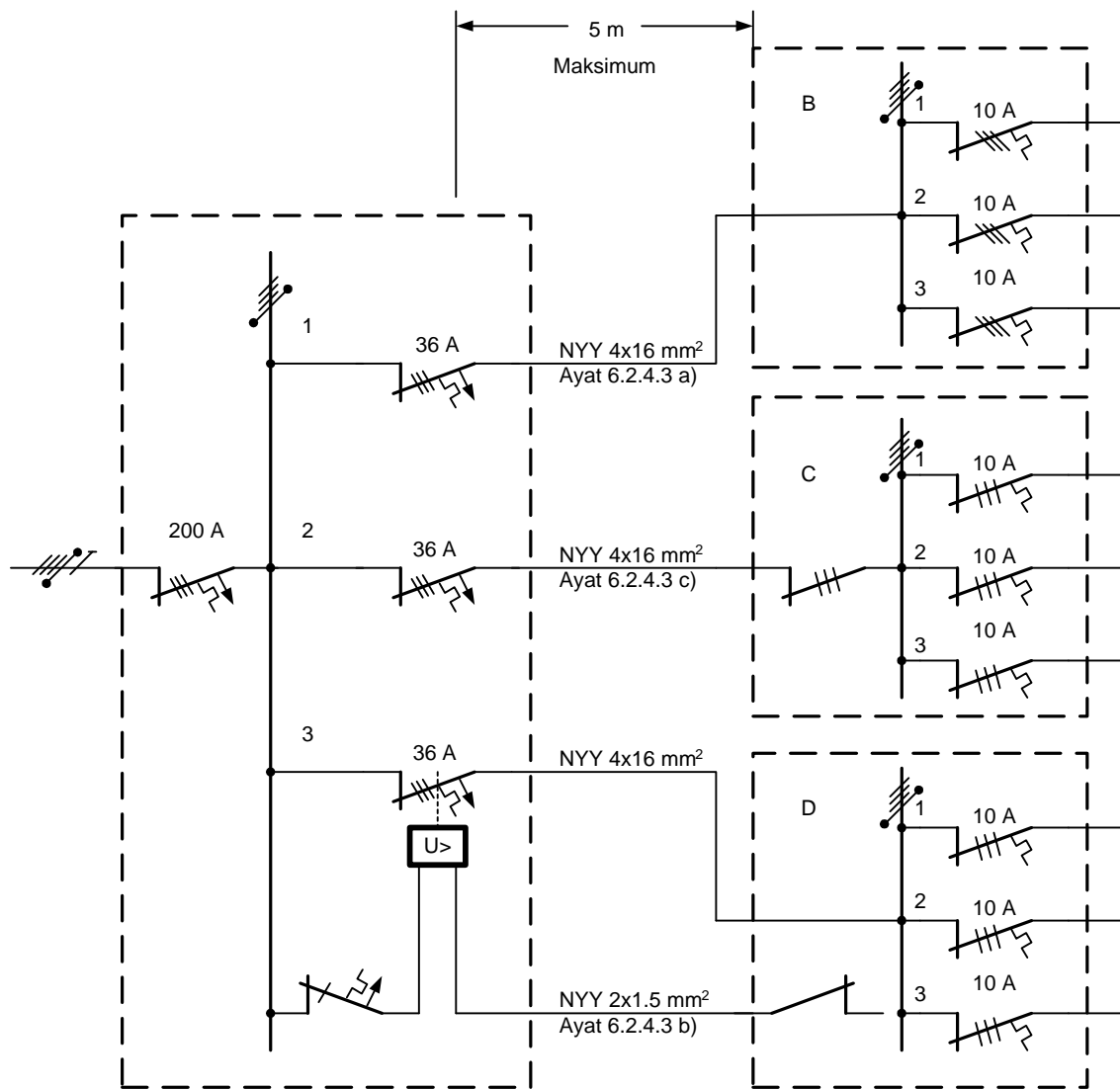
Gambar 6.2-2a Contoh gambar bagan untuk 6.2.4.1 dan 6.2.4.2



Gambar 6.2-2b Contoh gambar bagan untuk 6.2.4.1 dan 6.2.4.2

6.2.4.2 Sakelar masuk untuk memutuskan aliran suplai PHB tegangan rendah harus mempunyai batas kemampuan minimum 10 A, dan arus minimum sama besar dengan arus nominal penghantar masuk tersebut (lihat 4.2.2.2).

6.2.4.3 Sakelar yang dimaksud dalam 6.2.4.1 dan 6.2.4.2 di atas tidak diperlukan dalam hal berikut:

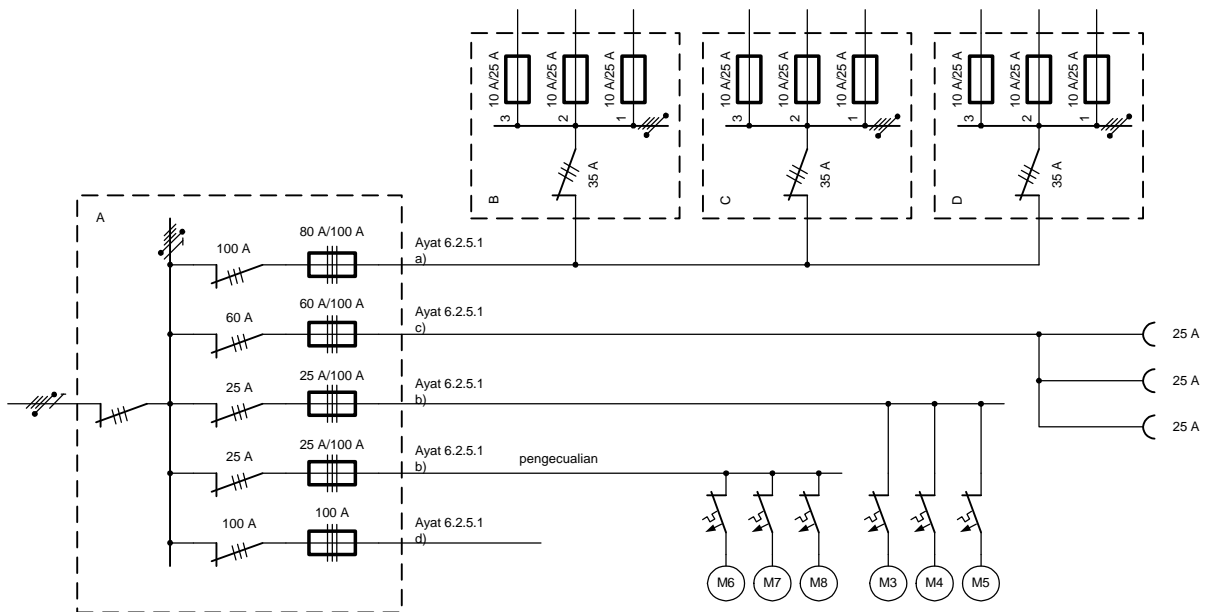


Gambar 6.2-3b Contoh gambar bagan untuk 6.2.4.3

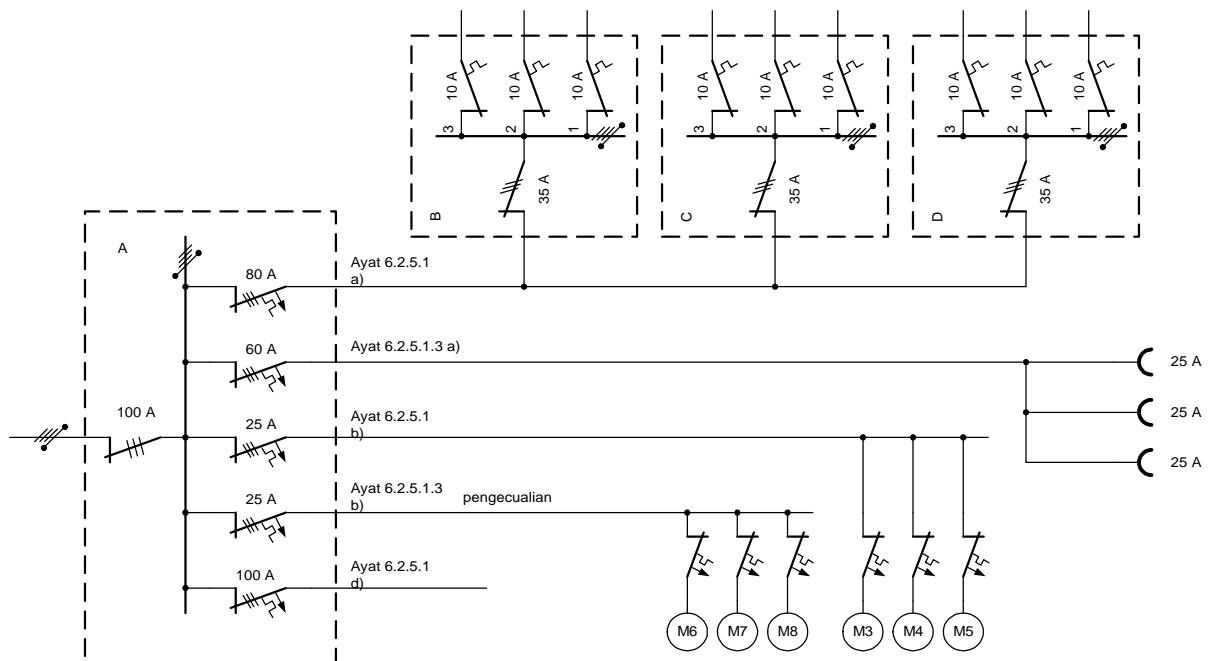
6.2.5 Pemasangan sakelar keluar

6.2.5.1 Pada sirkit keluar PHB harus dipasang sakelar keluar jika sirkit tersebut:

- a) mensuplai tiga buah atau lebih PHB yang lain (lihat Gambar 6.2-4a atau 6.2-4b).
- b) dihubungkan ke tiga buah atau lebih motor/perlengkapan listrik yang lain. Hal ini tidak berlaku jika motor atau perlengkapan listrik tersebut dayanya masing-masing lebih kecil atau sama dengan 1,5 kW dan letaknya dalam ruang yang sama (lihat Gambar 6.2-4a atau Gambar 6.2-4b), kecuali untuk tegangan menengah.
- c) dihubungkan ke tiga buah atau lebih kotak - kontak yang masing-masing mempunyai arus nominal lebih dari 16 A (lihat Gambar 6.2-4a atau Gambar 6.2-4b).
- d) mempunyai arus nominal 100 A atau lebih.



Gambar 6.2-4a Contoh gambar bagan untuk 6.2.5.1



Gambar 6.2-4b Contoh gambar bagan untuk 6.2.5.1

6.2.6 Pengelompokan perlengkapan sirkit

Pada PHB yang mempunyai banyak sirkit keluar fase tunggal, dan fase tiga, baik untuk instalasi tenaga maupun instalasi penerangan, gawai proteksi, sakelar, dan terminal yang serupa harus dikelompokkan sehingga:

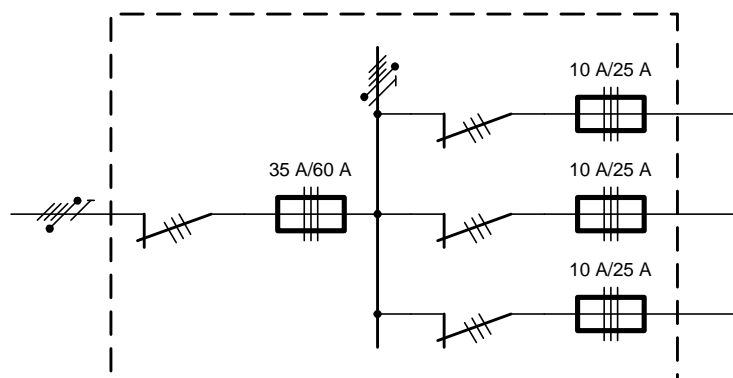
- tiap kelompok melayani sebanyak-banyaknya enam buah sirkit;
- kelompok perlengkapan instalasi tenaga terpisah dari kelompok perlengkapan instalasi penerangan;

c) kelompok perlengkapan fase tunggal, fase dua, dan fase tiga merupakan kelompok sendiri-sendiri yang terpisah.

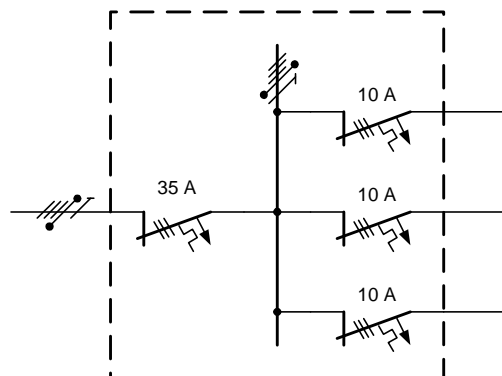
6.2.7 Penempatan pengaman lebur, sakelar, dan rel

6.2.7.1 Jika pengaman lebur dan sakelar kedua-duanya terdapat pada sirkit masuk, sebaiknya pengaman lebur dipasang sesudah sakelar (lihat Gambar 6.2-5a).

6.2.7.2 Jika pengaman lebur dan sakelar kedua-duanya terdapat pada sirkit keluar, sebaiknya pengaman lebur dipasang sesudah sakelar sebagaimana dimaksud 6.2.7.1 di atas (lihat Gambar 6.2-5a). Apabila sistem proteksi tidak menggunakan pengaman lebur tetapi menggunakan pemutus sirkit sejenis MCB (*mini circuit breaker*), maka ketentuan dalam 6.2.7.1 dan ayat ini tidak berlaku, tetapi diterapkan ketentuan seperti tersebut dalam 6.2.4.1 (lihat Gambar 6.2-5b).



Gambar 6.2-5a Contoh gambar bagan untuk 6.2.7.1



Gambar 6.2-5b Contoh gambar bagan untuk 6.2.7.2

6.2.7.3 Kemampuan sakelar pada suatu sirkit sekurang-kurangnya harus sama dengan kemampuan pengaman lebur pada sirkit tersebut.

6.2.7.4 Dalam memasang rel dan penghantar pada PHB untuk arus bolak-balik harus dihindari kemungkinan terjadinya pemanasan yang berlebihan yang disebabkan oleh arus pusar pada kerangka dan pipa pelindung yang terbuat dari bahan feromagnetis.

6.2. 8 Pemasangan pemisah

6.2.8.1 Bebas tegangan

Untuk memperoleh keadaan bebas tegangan pada semua kutub dan fase dalam instalasi untuk sistem tegangan di atas 1000 V arus bolak-balik atau di atas 1500 V arus searah, pemisah atau gawai sejenis harus dipasang pada:

- a) semua cabang dari sistem rel (lihat Gambar 6.2-6).
- b) kedua sisi pemutus di tempat yang mungkin bertegangan (lihat Gambar 6.2-7).

6.2.8.2 Gawai untuk pemisahan

6.2.8.2.1 Suatu gawai untuk pemisahan harus memisahkan secara efektif semua penghantar yang bertegangan. Gawai yang dipergunakan untuk pemisahan harus sesuai dengan 6.2.8.2.1.1 sampai 6.2.8.2.4.

6.2.8.2.1.1 Jarak pisah antar kontak atau antar sarana lainnya ketika dalam keadaan terbuka, tidak boleh kurang dari jarak yang tertera dalam Tabel 53a pada publikasi IEC 364-5-537.

6.2.8.2.1.2 Jarak pisah antar kontak yang terbuka dari suatu gawai harus terlihat atau ditunjukkan dengan jelas dan yakin dengan tanda “Buka” atau “Off”. Tanda seperti ini hanya akan terlihat bila jarak pisah antar kontak yang terbuka pada setiap kutub telah terpenuhi.

CATATAN Tanda yang diperlukan menurut ayat ini dapat dilakukan dengan mempergunakan tanda “0” dan “I” untuk menunjukkan tanda masing-masing kedudukan terbuka dan tertutup.

6.2.8.2.1.3 Gawai semikonduktor tidak boleh dipakai sebagai gawai pemisah.

6.2.8.2.2 Gawai untuk pemisahan harus didesain dan/atau dipasang sedemikian guna mencegah penutupan yang tidak dikehendaki.

CATATAN Penutupan semacam ini dapat disebabkan oleh misalnya kejutan atau getaran.

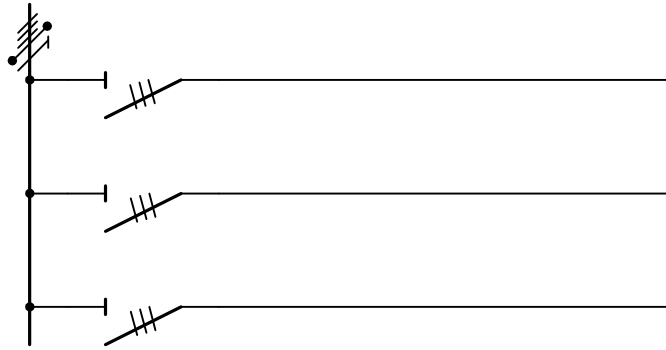
6.2.8.2.3 Harus dilakukan langkah untuk memproteksi gawai pemisah tanpa beban terhadap pembukaan yang tidak disengaja dan pembukaan yang tidak dikehendaki. Hal ini dapat dilakukan dengan cara menempatkan gawai dalam ruang yang terkunci atau dalam selungkup atau dengan penggembokan. Alternatif lain gawai pemisah dapat diberi interlok dengan pemutus beban.

6.2.8.2.4 Cara pemisahan sebaiknya dilakukan dengan gawai penyakelaran kutub banyak yang memisahkan semua kutub dari suplai yang relevan, tetapi gawai kutub tunggal yang ditempatkan bersebelahan satu dengan yang lain, tidak dilarang.

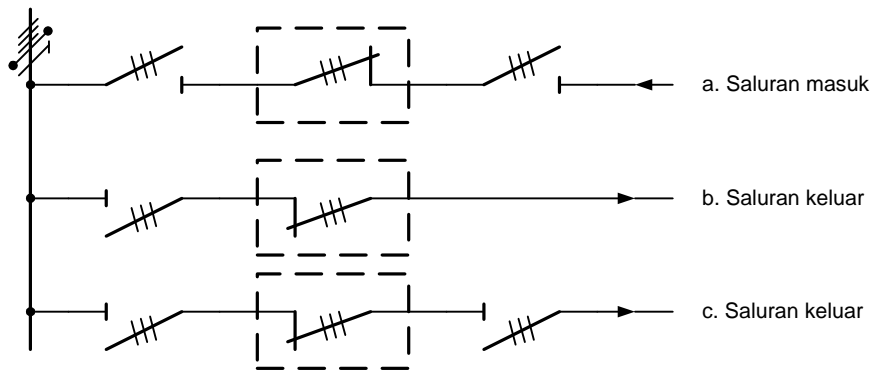
CATATAN Pemisahan dapat dilakukan misalnya dengan:

- a) pemisah, sakelar pemutus, kutub banyak atau kutub tunggal
- b) tusuk kontak dan kotak kontak
- c) pengaman lebur
- d) penghubung (*link*)

e) terminal khusus yang tidak memerlukan pemindahan kawat



Gambar 6.2-6 Contoh gambar bagan untuk 6.2.8.1 a)



Gambar 6.2-7 Contoh gambar bagan untuk 6.2.8.1 b)

6.2.8.3 Gawai penyakelaran buka untuk pemeliharaan mekanis

6.2.8.3.1 Gawai penyakelaran buka untuk pemeliharaan mekanis harus disisipkan di sirkit suplai utama. Jika untuk keperluan ini tersedia, gawai tersebut harus dapat memutuskan beban penuh dari bagian instalasi yang dimaksud. Gawai ini tidak perlu memutuskan semua penghantar yang bertegangan.

Pemutusan sirkit kendali pemicu atau yang sejenis hanya diperbolehkan jika :

- a) ada tambahan proteksi seperti penahan mekanis, atau
- b) persyaratan spesifikasi Publikasi IEC 364-5-537 untuk gawai kendali yang digunakan, dilengkapi kondisi yang ekuivalen dengan pemutusan langsung suplai utama.

CATATAN Pemutusan untuk pemeliharaan mekanis dapat dilakukan, misalnya dengan cara:

- a) sakelar kutub banyak;
- b) pemutus sirkit;
- c) kontaktor penggerak sakelar kendali;
- d) tusuk kontak dan kotak kontak.

6.2.8.3.2 Gawai penyalaklaran buka untuk pemeliharaan mekanis atau sakelar kendali untuk gawai semacam ini harus dioperasikan secara manual.

Jarak bebas antar kontak terbuka dari gawai harus jelas terlihat atau nyata dan ditunjukkan dengan yakin oleh tanda “Buka” atau “Off”. Indikasi dimaksud hanya akan terjadi bila posisi “Buka” atau “Off” pada tiap kutub dari gawai telah dicapai.

CATATAN Penandaan yang diperlukan dapat dilaksanakan dengan menggunakan simbol “O” dan “I” untuk mengetahui masing-masing posisi terbuka dan tertutup.

6.2.8.3.3 Gawai penyalaklaran buka untuk pemeliharaan mekanik harus didesain dan/atau dipasang sedemikian sehingga tercegah dari penutupan yang tak disengaja.

6.2.8.3.4 Gawai penyalaklaran buka untuk pemeliharaan mekanik harus ditempatkan dan ditandai sedemikian rupa, sehingga dapat segera diketahui dan digunakan dengan mudah.

6.2.9 Jarak minimum antar bagian yang telanjang

6.2.9.1 Untuk PHB yang ditata tempat pemasangan, jarak minimum antar setiap bagian bertegangan dan:

- a) semua Bagian Konduktif Terbuka (BKT), yaitu bagian yang bersifat penghantar yang tidak termasuk sirkit arus;
- b) bagian bertegangan lain dengan polaritas atau fase berbeda;
- c) bagian bertegangan lain dengan polaritas yang sama, yang dapat diputuskan hubungannya secara bebas;

harus sekurang-kurangnya 5 cm ditambah 2/3 cm untuk setiap kV tegangan nominalnya.

6.2.9.2 Ketentuan dalam 6.2.9.1. tidak berlaku dibagian belakang PHB, dalam peranti listrik dan juga jika dalam penyelenggaraannya akan menimbulkan kerusakan pada penyambungan peranti listrik.

6.2.10 Pembebanan yang berlebihan

6.2.10.1 Bagian PHB tidak boleh dibebani secara terus menerus dengan arus, tegangan atau frekuensi yang melebihi kemampuannya.

6.2.10.2 PHB harus tahan terhadap arus hubung pendek yang dapat timbul di dalamnya dengan cara memperhitungkan kerja gawai proteksi yang terpasang di depannya.

6.2.11 Bahan

Bahan yang digunakan harus dari jenis yang sesuai dengan cuaca dan lingkungan setempat.

6.2.12 Penempatan

PHB untuk tegangan menengah harus dipasang dalam ruang kerja listrik atau ruang kerja terkunci.

6.2.13 Pembumian

6.2.13.1 Pembumian rel pada PHB adalah sebagai berikut :

- a) bila pada PHB utama, rel proteksi dipakai juga sebagai rel netral (sistem TNC), rel tersebut harus dibumikan.
- b) bila pada PHB utama, rel proteksi terpisah dari rel netral, maka hanya rel proteksi saja yang harus dibumikan.
- c) bila pada PHB, sakelar pada saluran masuk dilengkapi dengan sakelar proteksi arus sisa, maka rel netral tidak boleh dibumikan.

6.3 Perlengkapan Hubung Bagi dan Kendali (PHB) tertutup

6.3.1 Umum

6.3.1.1 Rangka, rumah dan bagian konstruksi PHB tertutup harus terbuat dari bahan yang tidak mudah terbakar, tahan lembab dan kokoh.

6.3.1.2 Selain syarat yang tercantum dalam 6.2.8.1 pada PHB tertutup untuk sistem tegangan bolak balik di atas 1000 V atau untuk sistem tegangan searah di atas 1500 V harus dipenuhi pula ketentuan sebagai berikut:

- a) Di depan sakelar harus dipasang pemisah atau gawai lain yang sekurang-kurangnya sederajat untuk memastikan sakelar tersebut bebas tegangan.
- b) Pada pelayanan dari luar, keadaan kedudukan pemisah harus dapat dilihat dengan mudah dari tempat pelayanan.
- c) Pemisah harus dipasang, dibuat atau dilindungi sedemikian rupa sehingga pada keadaan terbuka semua bagian bertegangan cukup aman terhadap sentuhan langsung.
- d) Pengukuran, pemeriksaan pembumian, dan penghubungan singkat dari bagian yang akan dikerjakan harus dapat dilakukan dengan mudah dan aman.
- e) Semua bagian logam yang dalam keadaan normal tidak bertegangan, harus dibumikan secara baik.

6.3.1.3 PHB tertutup untuk sistem tegangan bolak balik di atas 1000 V atau tegangan searah di atas 1500 V yang tidak dipasang dalam ruang kerja listrik atau ruang kerja terkunci, selain harus memenuhi ketentuan dalam BAB 8 harus pula memenuhi ketentuan-ketentuan berikut:

- a) Pemisah tidak boleh dapat dilepas sebelum sakelar yang bersangkutan dibuka.
- b) Pintu PHB tidak boleh dapat dibuka sebelum pemisah yang bersangkutan terbuka.
- c) Pemisah tidak boleh ditutup selama pintu PHB yang bersangkutan masih terbuka
- d) Dalam keadaan pintu tertutup, sakelar tidak boleh dapat ditutup, selama pemisah bersangkutan masih dalam keadaan terbuka, atau dengan cara lain harus dapat dijamin bahwa pemisah itu hanya dapat ditutup jika sakelar dalam keadaan terbuka.

6.3.1.4 Sakelar masuk dan sakelar keluar PHB tertutup harus dapat dilayani dari luar, serta kedudukan atau posisi kerja sakelar itu harus dapat dilihat dengan mudah dari tempat pelayanan.

6.3.1.5 Di dalam PHB tertutup hanya boleh ada sambungan kawat yang diperlukan untuk penyambungan gawai listrik yang terdapat di dalam PHB tersebut; sambungan listrik untuk sistem hidrolik/pneumatik dan saluran pengukuran dikecualikan dari ketentuan ini asal dipasang secara teratur, teliti, dan sependek mungkin.

6.3.2 PHB tertutup pasangan dalam

6.3.2.1 PHB tertutup pasangan dalam yang ditempatkan dalam ruang khusus harus memenuhi ketentuan untuk ruang tersebut dalam BAB 8.

6.3.2.2 Di tempat untuk pekerjaan kasar yang memungkinkan terjadinya kerusakan mekanik, PHB tertutup pasangan dalam harus dibuat dengan konstruksi yang diperkuat. Jika dibuat dari konstruksi biasa, PHB tersebut harus diberi pelindung secukupnya sehingga tahan gangguan mekanis.

6.3.3 PHB tertutup pasangan luar

6.3.3.1 Konstruksi

6.3.3.1.1 Konstruksi PHB tertutup pasangan luar harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- a) Selungkup harus kokoh dan dibuat dari bahan yang tahan cuaca;
- b) Lubang ventilasi harus dibuat sedemikian rupa sehingga binatang dan benda kecil, serta air yang jatuh tidak mudah dapat masuk ke dalamnya;
- c) Semua komponen harus dipasang di bagian dalam sehingga hanya dapat dilayani dengan membuka tutup yang terkunci.

6.3.3.1.2 Pintu PHB harus memenuhi ketentuan berikut :

- a) Pintu atau penutup PHB yang dibuat dari logam harus diamankan dengan jalan membumikannya melalui penghantar fleksibel.
- b) Bila pintu PHB dibuat dari bahan isolasi, instrumen ukur dengan BKT yang terpasang pada pintu tersebut harus dihubungkan dengan penghantar proteksi PHB.
- c) Untuk melayani PHB, pintu hanya boleh dibuka dengan perkakas atau kuci pembuka sekerup. Lazimnya pintu terpasang jika PHB dalam keadaan bekerja.

6.3.3.2 Penempatan

6.3.3.2.1 PHB tertutup pasangan luar harus dipasang di tempat yang cukup tinggi sehingga tidak akan terendam pada waktu banjir, dan juga harus cukup kuat.

6.4 Perlengkapan Hubung Bagi dan Kendali (PHB) terbuka

6.4.1 Syarat umum

6.4.1.1 PHB terbuka harus dipasang dalam ruang kerja listrik atau ruang kerja terkunci yang dimaksud dalam BAB 8, kecuali jika sebagian atau seluruhnya ditempatkan dalam kurungan atau pagar sehingga sentuhan langsung dapat dihindari, atau jika ruang tersebut merupakan bagian dari ruang khusus seperti laboratorium listrik. Kurungan atau pagar pelindung itu jika terbuat dari logam harus dibumikan dengan baik.

6.4.1.2 PHB harus dibuat, dirakit dan dilindungi sedemikian rupa sehingga gejala api yang timbul pada waktu pelayanan atau dalam keadaan bekerja tidak akan membahayakan pegawai yang melayaninya atau menjalar ke bagian lain yang dapat terbakar.

6.4.1.3 Rel pada PHB terbuka harus memenuhi ketentuan dalam 6.2.9.1 dan 6.2.9.2.

6.4.1.4 Jika untuk mengganti pengaman lebur pintu harus dibuka, sedangkan PHB dalam keadaan bekerja, maka harus dirancang suatu pelindung terhadap sentuhan dengan bagian bertegangan.

6.4.2 PHB terbuka pasangan dalam

6.4.2.1 PHB terbuka pasangan dalam tidak boleh ditempatkan dekat saluran gas, saluran uap, saluran air atau saluran lain yang tidak ada kaitannya dengan PHB tersebut.

6.4.2.2 PHB terbuka pasangan dalam yang panjangnya maksimum 1,2 m dan lebar ruang bebas di belakangnya kurang dari 0,3 m, pemasangannya harus memenuhi ketentuan berikut:

- a) jarak antara bagian terbuka yang bertegangan listrik dan dinding di belakangnya harus sesuai dengan ketentuan dalam 6.2.9.1;
- b) pemeriksaan perlengkapan, serta pemasangan atau pembongkaran sambungan kawat dengan perkakas harus dapat dikerjakan dari depan;
- c) ruang bebas di belakang PHB yang tidak dipasang dalam ruang kerja listrik atau ruang kerja terkunci, harus dipagari dengan syarat pertukaran udara harus tetap terjamin.

6.4.2.3 Untuk PHB terbuka pasangan dalam yang panjangnya maksimum 1,2 m dan lebar ruang bebas di belakang kurang dari 0,3 m selain harus memenuhi 6.4.2.2. juga harus memenuhi ketentuan yang berikut:

- a) apabila sambungan listrik tidak dapat dikerjakan dari depan konstruksi PHB, maka harus memungkinkan dapat dikerjakan dari belakang.
- b) ruang bebas yang ada dalam ruang yang tidak termasuk ruang kerja listrik, harus dipagari dengan syarat pertukaran udara harus tetap terjamin.
- c) dinding di belakang PHB itu tidak boleh dibuat dari logam kecuali jika lebar ruang bebas tersebut 0,75 m atau lebih.

6.4.2.4 Pada PHB terbuka pasangan dalam yang panjangnya lebih dari 1,2 m dan bagian belakangnya terbuka, jika pelayanan serta pemeriksaan tidak dapat dilakukan dari depan maka :

- a) 1) di belakang PHB dan sepanjang PHB itu harus ada ruang bebas dengan ukuran tinggi minimum 2 m dan lebar minimum 0,75 m.
- 2) jika di kedua sisi ruang bebas pada ketinggian 2 m terdapat bagian yang bertegangan, maka lebar ruang bebas harus sekurang-kurangnya 1,5 m.
- b) ruang bebas menurut butir a) yang panjangnya kurang dari 6 m dan harus mempunyai sekurang-kurangnya satu jalan masuk di salah satu ujungnya sedangkan jika panjangnya lebih dari 6 m, maka pada kedua ujungnya harus diberi jalan masuk; jalan masuk itu harus mempunyai tinggi minimum 2 m dan lebar minimum 0,75 m dengan ketentuan, jika diberi pintu maka pintu itu harus dapat membuka keluar; (lihat 8.2.2.9). Gang pelayanan yang panjangnya lebih dari 6 m harus dapat dilewati melalui kedua ujung.
- c) dalam ruang bebas itu tidak boleh diletakkan barang-barang.

6.4.2.5 Di dekat PHB terbuka pasangan dalam tidak boleh dipasang saluran listrik yang tidak ada hubungannya dengan PHB tersebut. Ketentuan ini tidak berlaku jika PHB tersebut tertutup dengan baik.

6.4.2.6 Rel dan kawat penyambung tidak boleh ditempatkan di sebelah muka PHB terbuka, kecuali dalam ruang kerja listrik terkunci.

6.4.3 PHB terbuka pasangan luar

6.4.3.1 Ruang tempat PHB terbuka pasangan luar harus memenuhi ketentuan dalam BAB 8.

6.4.3.2 Semua gawai atau perlengkapan dan bahan penghantar yang dipasang pada PHB terbuka pasangan luar harus tahan terhadap pengaruh cuaca setempat.

6.4.3.3 Tempat pemasangan PHB terbuka pasangan luar harus merupakan perlengkapan yang tahan cuaca. Perlengkapan itu harus mempunyai saluran air sehingga dapat dicegah terjadinya genangan air.

6.5 Lemari hubung bagi, kotak hubung bagi dan meja hubung bagi

6.5.1 Bentuk

6.5.1.1 Bentuk PHB tertutup ada 3 macam yaitu:

- a) Bentuk lemari, yang selanjutnya disebut lemari hubung bagi, dengan ciri sebagai berikut:
 - 1) Selungkup dan kerangka umumnya terbuat dari logam, biasanya dari besi.
 - 2) Konstruksinya dimaksudkan untuk dipasang berdiri pada lantai, pada pondasi, pada dinding atau didalam dinding.
 - 3) Pada sebelah depan dipasang panel logam yang mencegah sentuhan langsung dengan bagian yang bertegangan. Pada sebelah lain bisa saja tidak dipasang pelindung (semi tertutup).
- b) Bentuk kotak, yang selanjutnya disebut kotak hubung bagi atau deretan kotak hubung bagi dengan ciri sebagai berikut :

- 1) Jika merupakan deretan kotak hubung bagi, kotak tersebut dipasang dengan kuat yang satu pada yang lain, dan jika perlu menggunakan kerangka.
 - 2) Selungkup dan kerangka kotak hubung bagi umumnya terbuat dari logam, biasanya dari besi atau aluminium.
- c) Bentuk meja, yang selanjutnya disebut meja hubung bagi dengan ciri mempunyai bidang untuk pelayanan yang mendatar atau miring, biasanya tingginya kurang dari 1 m.

6.5.1.2 PHB yang berbentuk lemari, kotak dan meja harus memenuhi ketentuan 6.2, 6.3.1, 6.3.2 dan 6.3.3.

6.5.2 Pemasangan

6.5.2.1 Lemari hubung bagi, kotak hubung bagi dan meja hubung bagi harus dipasang pada tempat yang sesuai, kering dan berventilasi cukup. Bila tidak, perlengkapan tersebut harus diamankan terhadap udara lembab.

6.5.2.2 Dengan tidak mengurangi ketentuan pada 6.2.2.2, bilamana PHB membuka ke depan, ruang bebas antara dinding atau benda tetap dan pintu-pintu PHB yang terbuka secara maksimal, atau antara dinding dan komponen PHB yang ditarik keluar, harus tidak kurang dari 0,45 m.

6.5.2.3 Bila pada tempat umum terpaksa harus ditempatkan lemari hubung bagi, maka pemasangannya harus pada ketinggian sekurang-kurangnya 1,2 m dari lantai sampai dengan alas lemari hubung bagi, atau diberi pagar agar tidak didekati oleh umum.

6.5.2.4 Untuk instalasi perumahan, lemari atau kotak hubung bagi harus dipasang sekurang-kurangnya 1,5 m di atas lantai.

6.5.2.5 Bila lemari/kotak hubung bagi tidak boleh dipasang dalam ruang cuci, maka ia harus ditempatkan pada jarak sekurang-kurangnya 2,5 m dari mesin cuci, kecuali bila lemari/kotak hubung bagi itu kedap air.

6.5.2.6 Lemari/kotak hubung bagi tidak boleh dipasang di ; kamar mandi, tempat cuci tangan, kamar kecil, di atas kompor, di atas bak air atau di tempat yang sejenis.

6.5.3 Konstruksi lemari dan panelnya

6.5.3.1 Panel lemari/kotak hubung bagi harus cukup tebal sehingga ketahanannya terhadap gaya mekanis memenuhi persyaratan.

6.5.3.2 Dinding dari lemari/kotak hubung bagi harus cukup tebal sehingga ketahanannya terhadap gaya mekanik memenuhi persyaratan, dan harus dibuat dari bahan yang tak dapat terbakar.

6.6 Komponen yang dipasang pada Perlengkapan Hubung Bagi dan Kendali (PHB)

6.6.1 Syarat umum

6.6.1.1 Komponen yang dipasang pada PHB harus dari jenis yang sesuai dengan syarat penggunaannya.

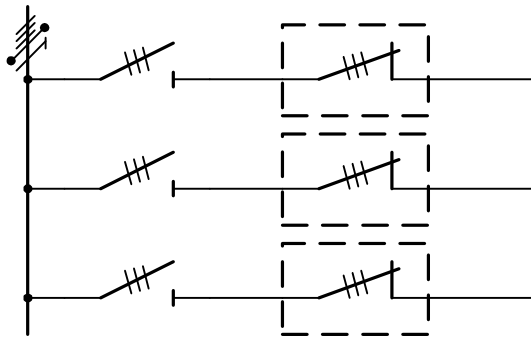
6.6.1.2 Kemampuan komponen yang dipasang pada PHB harus sesuai dengan keperluan.

6.6.1.3 Komponen yang dipasang pada PHB harus memenuhi ketentuan 2.1.1.2.

6.6.2 Sakelar, pemisah, pengaman lebur dan pemutus

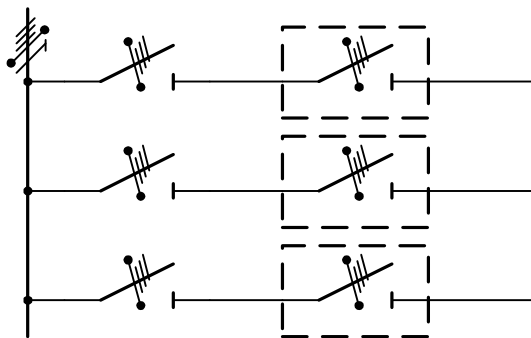
6.6.2.1 Sakelar, pemisah dan pemutus yang dipasang pada PHB harus mempunyai kutub yang jumlahnya sekurang-kurangnya sama dengan banyaknya fase yang digunakan. Semua kutub harus dapat dibuka atau ditutup secara serentak.

6.6.2.2 Untuk JTR dengan pembumian netral pengaman (TNC), sakelar, pemisah dan pemutus sirkit yang digunakan harus dari jenis tiga kutub, yakni hanya untuk membuka dan menutup penghantar fasenya saja. Penghantar netral tidak boleh diputuskan (lihat Gambar 6.6-1).



Gambar 6.6-1 Contoh gambar bagan untuk 6.6.2.2 dan 6.6.2.3

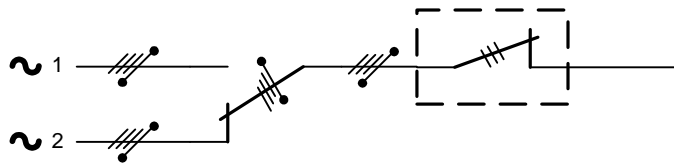
6.6.2.3 Untuk JTR dengan sistem pembumian pengaman (TT) boleh digunakan sakelar, pemisah atau pemutus sirkit dengan tiga kutub atau dengan empat kutub (lihat Gambar 6.6-1 atau 6.6-2).



Gambar 6.6-2 Contoh gambar bagan untuk 6.6.2.3 dan 6.6.2.4

6.6.2.4 Untuk JTR dengan sistem penghantar pengaman (IT), harus digunakan sakelar, pemisah atau pemutus sirkit empat kutub (lihat Gambar 6.6-2)

6.6.2.5 Untuk JTR dengan sistem pembumian pengaman atau penghantar pengaman (IT), pemindahan beban dari jaringan listrik umum ke mesin pembangkit sendiri harus menggunakan sakelar dengan empat kutub (lihat Gambar 6.6-3).



Gambar 6.6-3 Contoh gambar bagan untuk 6.6.2.5

6.6.2.6 Sakelar dan pemisah harus dipasang demikian rupa sehingga bagian yang bergerak tidak bertegangan dalam keadaan sakelar terbuka, dan tidak dapat menutup sendiri oleh gaya berat bagian bergerak tersebut.

6.6.2.7 Pemisah berkutub banyak yang dipasang pada PHB tertutup harus mempunyai pisau yang saling berhubungan secara mekanis dan dilengkapi dengan pelayanan mekanis.

6.6.2.8 Sakelar dengan minyak harus dipasang demikian rupa sehingga kebakaran yang timbul pada sakelar itu tidak dapat menjalar ke perlengkapan atau bangunan di sekitarnya.

6.6.2.9 Persyaratan proteksi hubung pendek

- a) Pemutus sirkit dan pengaman lebur harus mempunyai daya pemutus sekurang-kurangnya sama dengan daya hubung pendek ditempat pemasangan itu. Jika kurang harus diadakan proteksi lagi dengan pengaman lebur atau pemutus sirkit yang mempunyai daya pemutus yang cukup.
- b) Pengaman lebur tipe D, dengan arus nominal sampai dengan 25 A, tidak boleh dipasang dibelakang pengaman lebur dengan arus nominal lebih dari 200 A tanpa proteksi perantara, kecuali jika ada jaminan lain yang mencegah terjadinya kecelakaan yang berat pada hubung pendek.
- c) Pengaman lebur jenis terbuka tegangan rendah tidak digunakan lagi kecuali ditempatkan pada ruang khusus.

CATATAN Pada ruang terkunci yang hanya ditangani oleh orang yang berwenang.

6.6.2.10 Sakelar dan pemisah harus diberi tanda tentang tegangan tertinggi dan arus terbesar yang diperbolehkan untuknya.

6.6.2.11 Sakelar harus dibuat demikian rupa sehingga pada waktu hubungan diputuskan, tidak timbul busur api yang menyebar.

6.6.2.12 Untuk arus searah harus digunakan sakelar sentak.

6.6.2.13 Sakelar harus dibuat demikian rupa sehingga pada waktu hubungan kutub atau fase yang tidak dibumikan putus, semuanya diputuskan serempak. Ketentuan ini tidak berlaku bagi sakelar yang digunakan untuk menghubungkan dan memutuskan lampu dan peranti berdaya kecil yang lain, atau kumpulan dari padanya, yang daya gabungannya tidak lebih dari 2 kW.

6.6.2.14 Poros tangkai layan dari sakelar tuas, sakelar kotak, atau sakelar putar tidak boleh bertegangan.

6.6.2.15 Selungkup dari sakelar tuas harus tahan terhadap kerusakan mekanik.

6.6.2.16 Pemutus sirkit otomatis harus dilengkapi dengan gawai yang menjamin pemutusan secara bebas (*trip free mechanism*).

6.6.2.17 Pada pemutus sirkit otomatis yang dapat disetel harus disebutkan penyetelan arus tertinggi dan terendah.

6.6.2.18 Sakelar tidak boleh dipasang pada penghantar pembumian. Sakelar hanya boleh dipasang pada penghantar netral atau penghantar nol jika dapat dijamin bahwa pada saat sakelar tersebut dibuka atau ditutup, semua penghantar kutub atau penghantar fase juga ikut terbuka atau tertutup.

6.6.2.19 Dipandang dari segi perlindungan terhadap bahaya tegangan sentuh dan pencegahan terhadap kemungkinan tertukar elemen leburnya dengan yang berkemampuan lebih besar, maka pengaman lebur untuk arus nominal 25 A atau kurang harus diambil tipe D, atau jenis lain yang sederajat.

6.6.2.20 Pengaman lebur yang sudah putus tidak boleh diperbaiki untuk digunakan lagi, kecuali yang memang dirancang untuk dapat diperbaiki secara baik.

6.6.2.21 Pada pengaman lebur berulir, kawat atau penghantar suplai harus dihubungkan dengan kontak alas rumah patron.

6.6.2.22 Konstruksi bagian kontak sakelar harus dapat membersihkan sendiri permukaan kontakannya.

6.6.3 Instrumen ukur dan indikator

6.6.3.1 Instrumen ukur dan indikator yang dipasang pada PHB harus terlihat jelas dan harus ada petunjuk tentang besaran apa yang dapat diukur dan gejala apa yang ditunjukkan.

6.6.3.2 Instrumen ukur dan indikator yang dipasang pada PHB atau panel distribusi harus terhindar terhadap kemungkinan pengaruh induksi listrik sekitar, terlindung dari suhu yang melampaui suhu kerja maksimum, bebas dari getaran mekanik atau pengaruh lain yang dapat menurunkan mutu/akurasi instrumen ukur/indikator.

6.6.3.3 Instrumen ukur dan indikator yang dipasang pada PHB atau panel distribusi harus selalu terpelihara kehandalannya secara berkesinambungan dapat menampilkan penunjukkan yang benar sesuai dengan peruntukannya.

6.6.3.4 Pengawatan instrumen ukur dan indikator dalam PHB atau panel distribusi harus menggunakan kabel fleksibel yang mempunyai pelindung elektrik yang dapat dihubungkan dengan saluran pembumian.

6.6.4 Penghantar rel

6.6.4.1 Rel yang digunakan pada PHB harus terbuat dari tembaga atau logam lain yang memenuhi persyaratan sebagai penghantar listrik.

6.6.4.2 Besar arus yang mengalir dalam rel tersebut harus diperhitungkan sesuai kemampuan rel sehingga tidak akan menyebabkan suhu lebih dari 65 °C. Pada suhu sekitar 35 °C dapat digunakan ukuran rel menurut Tabel 6.6-1 dan 6.6-2 (Tabel pembebanan penghantar yang diperbolehkan untuk tembaga dan aluminium penampang persegi).

6.6.4.3 Lapisan yang digunakan untuk memberi warna rel dan saluran harus dari jenis yang tahan terhadap kenaikan suhu yang diperbolehkan.

6.6.5 Komponen gawai kendali

6.6.5.1 Komponen gawai kendali seperti tombol, sakelar, lampu, sinyal, sakelar magnet dan kawat penghubung harus mempunyai kemampuan yang sesuai dengan penggunaannya.

6.6.5.2 Komponen seperti tombol, sakelar kendali, dan sakelar pemilih harus mempunyai tanda atau warna yang memudahkan operator untuk melayaninya.

6.6.5.3 Penghantar atau kabel yang digunakan untuk gawai kendali dalam PHB harus berukuran sekurang-kurangnya $1,0 \text{ mm}^2$ kecuali penghantar atau kabel yang sudah terpasang dalam gawai kendali itu.

6.6.5.4 Proteksi sistem kendali harus terpisah dari proteksi yang lain.

6.6.6 Terminal dan sepatu kabel

6.6.6.1 Terminal harus terbuat dari paduan tembaga atau logam lain yang memenuhi persyaratan atau standar yang berlaku.

6.6.6.2 Dudukan terminal harus terbuat dari bahan isolasi yang tidak mudah pecah atau rusak oleh gaya mekanis dan termis dari penghantar yang disambung pada terminal tersebut.

6.6.6.3 Kemampuan terminal sekurang-kurangnya harus sama dengan kemampuan sakelar dari sirkit yang bersangkutan.

6.6.6.4 Sepatu kabel harus dibuat dari bahan yang sesuai dan kuat, dan ukurannya harus sesuai dengan kabel yang akan dipasang. Sepatu kabel yang dibuat dari bahan aluminium tidak boleh disambung dengan kabel tembaga atau sebaliknya, kecuali dengan menggunakan bimetal.

Pemegang kabel harus dapat memikul gaya berat, gaya tekan, dan gaya tarik yang ditimbulkan oleh kabel yang akan dipasang sehingga gaya-gaya tersebut tidak akan langsung dipikul oleh gawai listrik yang lain.

Tabel 6.6-1 Daftar pembebanan penghantar kontinu untuk tembaga penampang persegi

Ukuran	Penampang	Berat	Pembebanan kontinu (A)															
			Arus bolak-balik								Arus searah							
			Dilapisi lapisan konduktif Jumlah batang				Telanjang Jumlah batang				Dilapisi lapisan konduktif Jumlah batang				Telanjang Jumlah batang			
mm	mm ²	kg/m	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
12 x 2	24	0,23	123	202	-	-	100	182	-	-	123	202	-	-	108	210	-	-
15 x 2	30	0,27	148	240	-	-	128	252	-	-	148	240	-	-	128	255	-	-
15 x 3	45	0,40	187	316	-	-	162	282	-	-	187	316	-	-	162	305	-	-
20 x 2	40	0,36	205	350	-	-	185	315	-	-	210	370	-	-	190	330	-	-
20 x 3	60	0,53	237	394	-	-	204	384	-	-	237	435	-	-	203	395	-	-
20 x 5	100	0,89	325	470	-	-	290	495	-	-	330	570	-	-	300	515	-	-
25 x 3	75	0,67	287	766	-	-	245	412	-	-	287	530	-	-	275	485	-	-
25 x 5	125	1,11	385	670	-	-	350	600	-	-	400	680	-	-	360	620	-	-
30 x 3	90	0,80	350	600	-	-	315	540	-	-	448	630	-	-	325	570	-	-
30 x 5	150	1,34	448	760	-	-	379	672	-	-	475	800	-	-	425	725	-	-
40 x 3	120	1,07	460	780	-	-	420	710	-	-	470	820	-	-	425	740	-	-
40 x 5	200	1,78	576	952	-	-	482	836	-	-	576	1030	-	-	550	985	-	-
40 x 10	400	3,56	865	1470	2060	2800	715	1290	1650	2500	865	1550	2180	-	800	1395	1950	-
50 x 5	250	2,23	703	1140	1750	2310	588	994	1550	2100	703	1270	1870	-	660	1150	1700	-
50 x 10	500	4,46	1050	1720	2450	3330	852	1510	2200	3000	1020	1900	2700	-	1000	1700	2400	-
60 x 5	300	2,67	825	1400	1983	2650	750	1300	1800	2400	870	1500	2200	2700	780	1400	1900	2500
60 x 10	600	5,34	1230	1960	2800	3800	985	1720	2500	3400	1230	2200	3100	3900	1100	2000	2800	3500
80 x 5	400	3,56	1060	1800	2450	3300	950	1650	2700	2900	1150	2000	2800	3500	1000	1800	2500	3200
80 x 10	800	7,12	1590	2410	3450	4600	1240	2110	3100	4200	1590	2800	4000	5100	1450	2600	3600	4500
100 x 5	500	4,45	1310	2200	2950	3800	1200	2000	2800	3400	1400	2500	3400	4300	1250	2250	3000	3900
100x10	1000	8,90	1940	2850	4000	5400	1490	2480	3600	4800	1940	3600	4900	6200	1700	3200	4400	5500

CATATAN :

- Suhu sekitar 30 - 35 °C.
- Suhu penghantar tembaga maksimum 65 °C.

Tabel 6.6-2 Daftar pembebanan penghantar yang dibolehkan untuk aluminium penampang persegi

Ukuran	Penam- pang	Berat	Pembebanan kontinu (A)															
			Arus bolak-balik								Arus searah							
			Dilapisi lapisan konduktif Jumlah batang				Telanjang Jumlah batang				Dilapisi lapisan konduktif Jumlah batang				Telanjang Jumlah batang			
mm	mm ²	kg/m	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
12 x 2	24	0,06	100	180	-	-	84	142	-	-	105	185	-	-	80	145	-	-
15 x 2	30	0,08	125	215	-	-	100	166	-	-	130	225	-	-	95	175	-	-
15 x 3	45	0,12	150	265	-	-	126	222	-	-	155	270	-	-	115	220	-	-
20 x 2	40	0,11	165	280	-	-	120	220	-	-	170	295	-	-	125	225	-	-
20 x 3	60	0,16	245	425	-	-	159	272	-	-	200	350	-	-	150	280	-	-
20 x 5	100	0,27	325	550	-	-	195	350	-	-	270	460	-	-	200	370	-	-
25 x 3	75	0,20	240	410	-	-	190	322	-	-	245	430	-	-	185	340	-	-
25 x 5	125	0,34	310	535	-	-	230	430	-	-	320	550	-	-	235	440	-	-
30 x 3	90	0,24	280	480	-	-	205	3385	-	-	290	500	-	-	220	400	-	-
30 x 5	150	0,40	360	625	-	-	295	526	-	-	380	645	-	-	275	520	-	-
40 x 3	120	0,32	370	630	-	-	280	500	-	-	380	660	-	-	285	525	-	-
40 x 5	200	0,54	460	800	-	-	376	658	-	-	485	830	-	-	360	660	-	-
40 x 10	400	1,08	670	1200	1650	2250	557	975	1350	1800	700	1240	1750	-	540	1000	1420	-
50 x 5	250	0,67	560	970	1400	1850	455	786	1120	1500	590	1020	1500	-	445	815	1220	-
50 x 10	500	1,35	820	1440	1960	2660	667	1250	1600	2160	850	1520	2140	-	655	1220	1730	-
60 x 5	300	0,81	670	1160	1600	2120	500	900	1300	1730	700	1210	1700	2200	530	960	1420	1850
60 x 10	600	1,62	960	1680	2280	3040	774	1390	1900	2500	1000	1790	2500	3150	770	1430	2030	2600
80 x 5	400	1,08	880	1500	2000	2600	680	1170	1650	2230	910	1600	2200	2800	700	1260	1850	2400
80 x 10	800	2,16	1250	2140	2860	3800	983	1720	2360	3150	1300	2300	3200	4100	985	1840	2640	3400
100 x 5	500	1,35	1080	1880	2450	3100	820	1440	2000	2600	1120	2000	2700	3400	855	1550	2220	2900
100 x 10	1000	2,70	1520	2550	3400	4300	1190	2050	2800	3700	1580	2800	3900	5000	1200	2240	3200	4200

CATATAN :

- Suhu sekitar 30 - 35 °C.
- Suhu penghantar maksimum 65 °C.
- Untuk pemasangan 4 lapis dibagi dua kelompok dengan suhu udara 50 °C

Bagian 7 Penghantar dan pemasangannya

7.1 Umum

7.1.1 Persyaratan umum penghantar

7.1.1.1 Semua penghantar yang digunakan harus dibuat dari bahan yang memenuhi syarat, sesuai dengan tujuan penggunaannya, serta telah diperiksa dan diuji menurut standar penghantar yang dikeluarkan atau diakui oleh instansi yang berwenang.

7.1.1.2 Ukuran penghantar

7.1.1.2.1 Ukuran penghantar dinyatakan dalam ukuran luas penampang penghantar intinya dan satuannya dinyatakan dalam mm².

7.1.1.2.2 Ukuran luas penampang nominal kabel dan kabel tanah yang digunakan harus sesuai dengan Tabel 7.1-1, Tabel 7.1-1a dan Tabel 7.1-1b.

7.1.1.2.3 Penampang nominal penghantar telanjang yang digunakan harus sesuai dengan Tabel 7.1-2 kecuali bila ditentukan lain oleh instansi yang berwenang.

7.1.2 Kabel

7.1.2.1 Penggunaan

Penggunaan kabel harus sesuai dengan Tabel 7.1-3 dan 7.1-4, masing-masing untuk kabel instalasi dan kabel fleksibel.

7.1.2.2 Ketentuan tentang tegangan pengenalan dan tegangan kerja

Tegangan pengenalan dan tegangan kerja ditentukan seperti di bawah ini :

a) Tegangan pengenalan kabel dibedakan dalam tingkatan sebagai berikut :

- 1) Kabel Tegangan Rendah : 230/400 (300) V; 300/500 (400) V; 400/690 (600) V; 450/750 (690) V; 0,6/1 kV (1,2 kV)
- 2) Kabel Tegangan Menengah : 3,6/6 kV (7,2 kV); 6/10 kV (12 kV); 8,7/15 kV (17,5 kV); 12/20 kV (24 kV) dan 18/30 kV (36 kV)

CATATAN Nilai tegangan pengenalan di dalam tanda kurung adalah nilai tegangan kerja tertinggi untuk perlengkapan yang diperbolehkan untuk kabel. Untuk kabel tegangan rendah, tegangan kerja tertinggi antar fase ke netral sesuai SNI 04-0227-1994, Tegangan Standar (IEC Publikasi 38-1993)

b) Pada keadaan kerja terus menerus (lihat 7.3) yang tidak terganggu, kabel tanah harus mampu diberi tegangan kerja maksimum sesuai dengan tegangan tertinggi untuk perlengkapan sebagaimana tercantum dalam tanda kurung.

7.1.2.3 Perlindungan dan isolasi pengaman

Lapisan pelindung elektrik kabel tidak boleh digunakan sebagai penghantar netral, akan tetapi boleh dihubungkan dengan penghantar netral atau dibumikan.

7.1.3 Kabel tanah

7.1.3.1 Penggunaan kabel tanah dicantumkan dalam Tabel 7.1-5, 7.1-5a dan 7.1-6, untuk masing-masing jenis bahan penghantar dan isolasi.

7.1.3.2 Dalam menggunakan kabel tersebut di atas harus pula diperhatikan pembebanan dan cara pemasangan yang diatur dalam pasal-pasal yang bersangkutan.

7.1.3.3 Kabel tanah tidak boleh diberi tegangan kerja melampaui nilai tegangan tertinggi perlengkapan/kabel yang berkaitan dengan nilai tegangan pengenalan perlengkapan/kabel tersebut.

7.1.3.4 Perlindungan

7.1.3.4.1 Penghantar konsentris

7.1.3.4.1.1 Penghantar konsentris dapat digunakan sebagai penghantar netral dan penghantar pembumian dan bersamaan dengan itu juga sebagai lapisan pelindung listrik.

CATATAN Penghantar konsentris ialah suatu penghantar yang berfungsi juga sebagai lapisan pelindung yang menyelubungi masing-masing inti kabel tanah atau semua inti kabel tanah secara bersama-sama.

7.1.3.4.1.2 Luas penampang penghantar konsentris sama dengan atau lebih kecil dari luas penampang inti kabel tanah sesuai dengan Tabel 7.1-1a.

7.1.3.4.2 Lapisan pelindung listrik

7.1.3.4.2.1 Lapisan pelindung listrik dapat digunakan sebagai penghantar pembumian, sebagai pelindung terhadap tegangan sentuh, atau sebagai penyalur arus bocor atau arus hubung pendek ke bumi.

CATATAN Lapisan pelindung listrik ialah lapisan dari pita-pita atau kawat-kawat logam penghantar yang menyelubungi inti kabel tanah masing-masing atau semua inti kabel tanah bersama-sama.

7.1.3.4.2.2 Luas penampang geometris lapisan pelindung ini minimum 16 mm^2 dari tembaga murni yang mempunyai resistansi jenis tidak lebih dari $0,017241 \text{ ohm-mm}^2/\text{m}$.

7.1.3.4.2.3 Luas penampang geometris lapisan pelindung listrik kabel tanah tegangan pengenalan 0,6/1 kV (1,2 kV), 3,6/6 kV (7,2 kV), 6/10 kV (12 kV), 8,7/15 kV (17,5 kV), 12/20 kV (24 kV), dan 18/30 kV (36 kV), harus sesuai dengan Tabel 7.1-1b.

7.1.3.4.3 Lapisan pembatas medan listrik

Untuk membatasi pengaruh medan listrik harus digunakan kabel tanah yang mempunyai lapisan pembatas medan listrik. Lapisan pembatas medan listrik terdiri atas lapisan penghantar atau semikonduktor yang menyelubungi setiap inti di atas dan atau di bawah lapisan isolasi.

7.1.3.4.4 Lapisan pelindung mekanis (perisai) dapat digunakan sebagai penghantar pembumian :

a) Pada kabel tanah berinti banyak, yang resistansi arus searahnya lebih kecil dari 3,03 ohm/km pada suhu 20°C .

CATATAN Lapisan pelindung mekanis (perisai) terbuat dari kawat-kawat baja dan/atau pita baja yang digalvaniskan, atau berupa selubung logam, yang terutama dipakai sebagai pelindung terhadap gangguan mekanis.

- b) Pada kabel tanah berinti tunggal, dalam hal ini lapisan pelindung mekanis tersebut harus sengaja dibuat untuk maksud itu, dan harus pula terbuat dari bahan yang tidak magnetis.

7.1.3.4.5 Lapisan selubung luar

Untuk mencegah bahaya korosi haruslah digunakan kabel tanah yang mempunyai lapisan selubung luar yang terbuat dari bahan termoplastik, karet, yute dengan bitumen, atau bahan lainnya yang setaraf. Lapisan ini juga dapat berfungsi sebagai pelindung mekanis pada waktu pemasangan.

7.1.3.4.6 Bila perlu, jenis perlindungan atau perlindungan lain tercantum pada Tabel 7.1-5a dan 7.1-6.

7.1.3.4.7 Kabel berinti banyak yang berperisai logam magnetis (misalnya kabel jenis N2XFGbY 4 x 50 mm²) tidak boleh digunakan sebagai penghantar arus fase tunggal dengan penggabungan secara paralel.

7.1.3.4.8 Kabel berinti tunggal yang berperisai logam magnetis tidak boleh digunakan sebagai penghantar a.b

Pengecualian atas 7.1.3.4.7 dan 7.1.3.4.8 di atas dapat dilakukan dengan memperhitungkan pemanasan tambahan karena induksi pada perisai antara lain dengan cara mengurangi pembebanan.

7.1.4 Penghantar udara di sekitar bangunan

7.1.4.1 Penghantar udara telanjang yang dipasang di sekitar bangunan, direntangkan di antara tiang-tiang khusus untuk itu pada isolator. Penggunaannya dalam ruang khusus diatur dalam 7.12.4.

7.1.4.2 Konstruksi dan ketentuan yang harus dipenuhi oleh penghantar udara telanjang adalah sebagai berikut :

- a) Untuk penghantar udara tembaga telanjang (BCC) lihat Tabel 7.1-7, kecuali bila ditentukan lain oleh instansi yang berwenang;
- b) Untuk penghantar udara aluminium telanjang (AAC) lihat Tabel 7.1-8, kecuali bila ditentukan lain oleh instansi yang berwenang;
- c) Untuk penghantar udara aluminium campuran (AAAC) lihat Tabel 7.1-9, kecuali bila ditentukan lain oleh instansi yang berwenang.

7.1.4.3 Kabel udara berisolasi

Kabel udara berisolasi yang dipasang di sekitar bangunan direntangkan di antara tiang-tiang khusus tanpa isolator atau pada alat pemegang yang dibuat khusus untuk itu. Penggunaan dan syarat-syarat bagi kabel udara berisolasi tercantum dalam Tabel 7.1-10.

7.1.5 Penghantar jenis lain

Penghantar jenis lain yang tidak disebut dalam peraturan ini (misalnya kabel berisolasi mineral, karet EPR atau lainnya) penggunaannya di atur oleh instansi yang berwenang.

7.2 Identifikasi penghantar dengan warna

7.2.1 Ketentuan umum

7.2.1.1 Peraturan warna selubung penghantar dan warna isolasi inti penghantar yang tercantum dalam pasal ini berlaku untuk semua instalasi tetap atau sementara, termasuk instalasi dalam perlengkapan listrik.

Hal tersebut di atas diperlukan untuk mendapatkan kesatuan pengertian mengenai penggunaan sesuatu warna atau warna loreng yang digunakan untuk mengenal penghantar, guna keseragaman dan mempertinggi keamanan.

7.2.2 Penggunaan warna loreng hijau-kuning

7.2.2.1 Warna loreng hijau-kuning hanya boleh digunakan untuk menandai penghantar pembumian, penghantar pengaman, dan penghantar yang menghubungkan ikatan penyama potensial ke bumi.

7.2.3 Penggunaan warna biru

7.2.3.1 Warna biru digunakan untuk menandai penghantar netral atau kawat tengah, pada instalasi listrik dengan penghantar netral. Untuk menghindarkan kesalahan, warna biru tersebut tidak boleh digunakan untuk menandai penghantar lainnya. Warna biru hanya dapat digunakan untuk maksud lain, jika pada instalasi listrik tersebut tidak terdapat penghantar netral atau kawat tengah. Warna biru tidak boleh digunakan untuk menandai penghantar pembumian.

7.2.4 Penggunaan warna untuk pengawatan dengan kabel berinti tunggal

7.2.4.1 Untuk pengawatan di dalam perlengkapan listrik disarankan agar hanya digunakan satu warna, khususnya warna hitam, selama tidak bertentangan dengan 7.2.2.1 dan 7.2.3.1. Bila dalam pembuatan dan pemeliharaan perlengkapan tersebut, dianggap perlu menggunakan lebih dari satu warna, maka penggunaan warna lain dan warna loreng lain tidak dilarang.

Jika diperlukan satu warna tambahan lagi untuk mengidentifikasi bagian pengawatan secara terpisah, dianjurkan mendahulukan pemakaian warna coklat.

7.2.5 Pengenal untuk inti atau rel

7.2.5.1 Sebagai pengenal untuk inti atau rel digunakan warna, lambang, atau huruf seperti tersebut dalam Tabel 7.2-1.

Untuk kabel berisolasi *polyethylene* selanjutnya disingkat PE, *polyvinyl chloride* selanjutnya disingkat PVC, dan *cross linked polyethylene* selanjutnya disingkat XLPE yang bertegangan pengenal lebih dari 1000 V, pengenal tersebut di atas tidak diharuskan.

7.2.6 Warna untuk kabel berselubung berinti tunggal

7.2.6.1 Kabel berselubung berinti tunggal boleh digunakan untuk fase, netral, kawat tengah, atau penghantar pembumian asalkan isolasi kedua ujung kabel yang terlihat (bagian yang dikupas selubungnya) dibalut dengan pembalut berwarna yang dibuat khusus untuk itu, atau dengan cara lain yang memenuhi Tabel 7.2-1.

7.2.7 Warna selubung kabel

Warna selubung kabel berselubung untuk instalasi tetap ditentukan dalam Tabel 7.2-2.

7.3 Pembebanan penghantar

7.3.1 Pembebanan terus menerus kabel instalasi dengan isolasi tunggal

7.3.1.1 Kabel instalasi inti tunggal berisolasi PVC yang dimaksud dalam Tabel 7.1-3 baris 1 sampai dengan baris 5, tidak diperbolehkan dibebani arus melebihi Kuat Hantar Arus (KHA) yang tercantum pada Tabel 7.3-1, untuk masing-masing luas penampang nominal serta jenis penghantar tembaga.

7.3.1.2 Untuk kabel instalasi inti tunggal berisolasi karet yang dimaksud dalam Tabel 7.1-3 baris 14 sampai dengan baris 16 (misalnya NGA), nilai yang tercantum pada Tabel 7.3-1 harus dikoreksi sesuai dengan Tabel 7.3-2.

7.3.1.3 Untuk suhu keliling yang lebih tinggi dari 30 °C, Tabel 7.3-1 harus pula dikoreksi sesuai dengan Tabel 7.3-2 dan 7.3-3.

7.3.1.4 Di dalam ruang yang mempunyai suhu ruang atau suhu keliling lebih tinggi dari 55 °C, haruslah digunakan kabel instalasi tahan panas yang khusus dibuat untuk maksud itu (misalnya N2GAU).

7.3.1.5 Tabel 7.3-1 hanya berlaku untuk kabel instalasi dengan isolasi tunggal yang terpasang di dalam pipa instalasi sesuai dengan 7.13 dan Tabel 7.8-1 atau Tabel 7.8-2, atau di udara yang dipasang sesuai dengan 7.12.1. Nilai-nilai KHA dalam 7.3-1 tersebut tidak hanya berlaku untuk sistem 1 sampai 3 kawat, tetapi juga untuk sistem 4 kawat. Dapat digunakan juga untuk sistem 5 kawat asalkan salah satu kawatnya adalah kawat penghantar proteksi.

7.3.2 Pembebanan terus menerus kabel instalasi dengan isolasi dan selubung PVC dan kabel fleksibel

7.3.2.1 Kabel instalasi berinti banyak dengan isolasi dan selubung PVC yang dimaksud pada Tabel 7.1-3 baris 6 sampai dengan baris 13, dan Tabel 7.1-4 baris 1 sampai dengan baris 5, tidak diperbolehkan dibebani arus melebihi KHA yang tercantum pada Tabel 7.3-4 untuk masing-masing luas penampang nominal serta bahan penghantar tembaga. Nilai-nilai KHA dalam 7.3-1 tersebut tidak hanya berlaku untuk sistem 1 sampai 3 kawat, tetapi juga untuk sistem 4 kawat. Dapat digunakan juga untuk sistem 5 kawat asalkan salah satu kawatnya adalah kawat penghantar proteksi.

7.3.2.2 Untuk kabel dengan isolasi dan selubung karet seperti yang dimaksud dalam 7.1.2.1 dan Tabel 7.1-4 lajur 6 sampai dengan 14, nilai yang tercantum pada Tabel 7.3-4, harus dikoreksi sesuai Tabel 7.3-2.

7.3.2.3 Untuk suhu keliling yang lebih tinggi dari 30 °C, Tabel 7.3-4 harus pula dikoreksi sesuai dengan Tabel 7.3-2 dan 7.3-3.

7.3.2.4 Di dalam ruang yang mempunyai suhu ruang atau suhu keliling lebih tinggi dari 55 °C, haruslah digunakan kabel berisolasi tahan panas yang khusus dibuat untuk maksud itu (misalnya NSLFou).

7.3.3 Pembebanan terus menerus dan proteksi kabel berisolasi dan berselubung jenis lain

7.3.3.1 Pembebanan terus menerus kabel berisolasi dan berselubung jenis lain (misalnya kabel berisolasi mineral, karet silikon) diatur lebih lanjut oleh instansi yang berwenang.

7.3.4 Pembebanan terus menerus kabel tanah berisolasi PVC

7.3.4.1 Kabel tanah berisolasi PVC yang dimaksud dalam Tabel 7.1-5 tidak diperbolehkan dibebani arus melebihi KHA yang tercantum pada Tabel 7.3-5a, 7.3-5b, 7.3-6a, 7.3-6b, 7.3-7a, 7.3-7b, 7.3-8a dan 7.3-8b.

7.3.4.2 KHA yang tercantum pada tabel tersebut di atas dihitung atas dasar kondisi berikut:

- a) Suhu penghantar maksimum untuk isolasi PVC: 70 °C
- b) Untuk pemasangan di dalam tanah dengan siklus harian, beban penuh terus menerus selama maksimum 10 jam dan selanjutnya beban maksimum 60 % dari pada KHA yang tersebut dalam 7.3.4.1 selama minimum 10 jam.
- c) Kabel tanah terpasang di udara dengan syarat sebagai berikut:
 - 1) Jarak minimum antara permukaan kabel tanah dan benda tetap, dinding, landasan atau tutup: 2 cm.
 - 2) Untuk kabel tanah yang berdekatan, jarak antara permukaan kedua kabel tanah tersebut. minimum 2D (D = diameter luar kabel).
 - 3) Bilamana kabel tanah dipasang satu di atas yang lain, maka jarak minimum adalah 30 cm.

7.3.4.3 Faktor koreksi

KHA yang tercantum dalam tabel tersebut dalam 7.3.4.1 harus dikoreksi sebagai berikut:

- a) Untuk kabel tanah berinti lebih dari 4 serta berluas penampang 1,5 mm² sampai dengan 10 mm² dan bertegangan 0,6/1 kV (1,2 kV), KHA harus dikoreksi sesuai dengan Tabel 7.3-13.
- b) Untuk kabel tanah yang ditanam di dalam tanah yang mempunyai resistans-panas-jenis lain dari 100 °C cm/W, KHA harus dikoreksi dengan faktor yang tercantum dalam Tabel 7.3-14.
- c) Untuk kabel tanah yang ditanam dalam tanah dengan suhu keliling yang berbeda dari 30 °C, KHA harus dikoreksi dengan faktor yang tercantum dalam Tabel 7.3-15a.
- d) Untuk kabel tanah yang ditanam dalam tanah bersama-sama, KHA harus dikoreksi dengan faktor-faktor yang tercantum dalam Tabel 7.3-16a untuk a.s. dan a.b., sedangkan Tabel 7.3-16b dan 7.3-17 untuk a.b.
- e) Untuk kabel tanah yang dipasang di udara pada suhu keliling yang lain dari 30 °C, KHA harus dikoreksi dengan faktor yang tercantum dalam Tabel 7.3-18.

- f) Untuk kabel tanah yang dipasang bersama-sama di udara, KHA harus dikoreksi dengan faktor yang tercantum dalam Tabel 7.3-19 dan 7.3-20 untuk sistem a.s. dan a.b. Dalam penggunaan tabel tersebut harus diperhatikan faktor dan jumlah kabel seperti yang tercantum pula dalam kedua Tabel 7.3-19 dan 7.3-20 tersebut.

7.3.4.4 KHA yang tercantum dalam 7.3-5a, 7.3-5b, 7.3-6a, 7.3-6b, 7.3-7a, 7.3-7b, 7.3-8a dan 7.3-8b serta faktor koreksinya seperti yang dimaksudkan dalam 7.3.4.3 dihitung atas dasar kondisi berikut:

- a) Kabel tanah dipasang 70 cm dalam tanah.
- b) Resistans-panas-jenis dari tanah 100 °C cm/W.
- c) Resistans-panas-jenis bahan isolasi PVC : 600 °C cm/W & XLPE : 350 °C cm/W
- d) Suhu maksimum penghantar untuk kabel tanah berisolasi PVC adalah 70 °C.

7.3.5 Pembebanan terus menerus kabel tanah berisolasi kertas, berpelindung logam (timbangan atau aluminium)

7.3.5.1 Kabel tanah berisolasi kertas yang dimaksud pada Tabel 7.1-6 tidak diperbolehkan dibebani arus melebihi KHA yang tercantum pada Tabel 7.3-21a sampai dengan 7.3-28b.

7.3.5.2 KHA yang tercantum pada tabel tersebut di atas dihitung atas dasar kondisi berikut:

- a) Untuk pemasangan di dalam tanah dengan daur harian beban penuh selama terus menerus maksimum 10 jam dan selanjutnya diikuti maksimum 60 % dari kuat arus seperti yang tertera dalam tabel di atas selama minimum 10 jam.
- b) Kabel tanah terpasang di udara baik sendiri maupun merupakan suatu kumpulan terikat membentuk suatu segitiga, dengan syarat sebagai berikut :
 - 1) Jarak minimum antara permukaan kabel tanah dan benda tetap seperti dinding, ubin atau tutup : 2 cm.
 - 2) Jarak antara permukaan kabel tanah dan atau kumpulan kabel tanah terdekat adalah 2D (D = garis tengah luar kabel tanah atau ikatan kabel tanah).
 - 3) Jarak antara 2 kabel bilamana kabel tanah dipasang yang satu di atas yang lain adalah minimum 30 cm.

7.3.5.3 Faktor koreksi

KHA yang tercantum dalam tabel tersebut dalam 7.3.5.1 serta memenuhi ketentuan 7.3.5.2 harus dikoreksi sebagai berikut:

- a) Untuk kabel tanah berpelindung aluminium untuk masing-masing inti, KHA harus dikoreksi sesuai dengan Tabel 7.3-24.
- b) Untuk kabel tanah yang ditanam di dalam tanah yang mempunyai resistans panas jenis lain dari 100 °C cm/W, KHA harus dikoreksi sesuai dengan faktor-faktor yang tercantum dalam Tabel 7.3-29.

- c) Untuk kabel tanah yang ditanam dalam tanah dengan suhu keliling yang berbeda dari 30 °C, KHA harus dikoreksi sesuai dengan faktor-faktor yang tercantum dalam Tabel 7.3-30.
- d) Untuk kabel tanah yang ditanam dalam tanah bersama-sama, KHA harus dikoreksi dengan faktor yang tercantum dalam Tabel 7.3-31 dan 7.3-32 tergantung dari sistem arusnya (a.s atau a.b).
- e) Untuk kabel tanah yang dipasang di udara pada suhu keliling yang lain dari 30 °C, KHA harus dikoreksi dengan faktor yang tercantum dalam Tabel 7.3-33.
- f) Untuk kabel tanah yang dipasang bersama-sama di udara, KHA harus dikoreksi dengan faktor yang tercantum dalam Tabel 7.3-34 dan 7.3-35 tergantung dari sistem arusnya (a.s atau a.b).

Dalam menggunakan tabel tersebut harus diperhatikan faktor jarak dan jumlah kabel tanah seperti yang dicantumkan pula dalam kedua Tabel 7.3-34 dan 7.3-35 tersebut.

7.3.5.4 KHA yang dicantumkan dalam Tabel 7.3-21a sampai dengan 7.3-28b, serta faktor koreksinya seperti yang dimaksudkan dalam 7.2.5.3 dihitung atas dasar kondisi berikut:

- a) Kabel tanah ditanam sedalam 70 cm dalam tanah.
- b) Resistans-panas-jenis tanah dari 100 °C cm/W.
- c) Resistans-panas-jenis dari bahan isolasi PVC:600 °C cm/W dan isolasi XLPE : 350 °C cm/W
- d) Suhu maksimum dari penghantar:
 - 1) Kabel berbalut dengan tegangan pengenalan:

0,6/1 kV (1,2 kV) sampai dengan 3,6/6 kV (7,2 kV)	: 80 °C
6/10 kV (1,2 kV)	: 65 °C
 - 2) Kabel berinti tunggal, kabel berpelindung pada tiap inti dan kabel H (kabel berpelindung kertas yang berlapis logam) dengan tegangan pengenalan:

0,6/1 kV (1,2 kV) sampai dengan 3,6/6 kV (7,2 kV)	: 80 °C
6/10 kV (1,2 kV)	: 70 °C
8,7/15 kV (17,5 kV) dan 12/20 kV (24 kV)	: 65 °C
18/30 kV (36 kV)	: 60 °C

7.3.5.5 Kabel tanah seperti yang tercantum dalam Tabel 7.3-6a, dan 7.3-6b apabila perlu diproteksi dengan gawai proteksi, maka harus dipilih gawai proteksi yang mempunyai arus nominal lebih rendah dari KHA kabel tanah tersebut, pada suatu luas penampang yang tertentu dengan memperhatikan 7.3.5.1 sampai dengan 7.3.5.4.

7.3.6 Pembebanan terus menerus kabel tanah berisolasi XLPE

7.3.6.1 Kabel tanah berisolasi XLPE yang dimaksud pada Tabel 7.1-5a, tidak diperbolehkan dibebani arus melebihi KHA yang tercantum pada Tabel 7.3-9a, 7.3-9b, 7.3-10a, 7.3-10b, 7.3-11a, dan 7.3-11b.

7.3.6.2 KHA yang tercantum dalam tabel tersebut pada 7.3.6.1 dihitung atas dasar keadaan berikut:

- a) Suhu penghantar maksimum 90 °C;

- b) Untuk pemasangan di dalam tanah dengan daur harian beban terus-menerus selama maksimum 10 jam, dan selanjutnya dengan 60% dari beban tersebut selama minimum 10 jam;
- c) Kabel tanah terpasang di udara dengan syarat sebagai berikut :
 - 1) Jarak minimum antara permukaan kabel tanah dan benda tetap, dinding, landasan, atau tutup adalah 2 cm.
 - 2) Jarak dengan kabel tanah yang terdekat minimum 2D antara permukaan kedua kabel tanah tersebut ($D = \text{diameter luar kabel}$).
 - 3) Bilamana kabel tanah dipasang yang satu di atas yang lain, jarak minimum antara kabel itu 30 cm.

7.3.6.3 KHA yang tercantum dalam Tabel 7.3-9a, 7.3-9b, 7.3-10a, 7.3-10b, 7.3-11a, dan 7.3-11b harus dikoreksi sebagai berikut:

- a) Untuk kabel tanah yang ditanam dalam tanah dan mempunyai resistans-panas-jenis lain dari $100\text{ }^{\circ}\text{C cm/W}$, KHA harus dikoreksi sesuai dengan faktor yang tercantum dalam Tabel 7.3-14.
- b) Untuk kabel tanah yang dipasang di udara dengan suhu keliling yang berbeda dengan $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, KHA harus dikoreksi dengan faktor yang tercantum dalam Tabel 7.3-15a.
- c) Untuk kabel tanah yang ditanam dalam tanah bersama-sama, KHA harus dikoreksi dengan faktor yang tercantum dalam Tabel 7.3-16b.
- d) Untuk kabel tanah yang dipasang bersama-sama di udara, KHA harus dikoreksi dengan faktor yang tercantum dalam Tabel 7.3-19 dan 7.3-20, masing-masing untuk sistem arus searah dan arus bolak balik. Dalam menggunakan tabel tersebut jumlah kabel harus diperhatikan juga.

7.3.6.4 KHA yang tercantum dalam tabel tersebut dalam 7.3.6.1 serta faktor koreksinya seperti yang dimaksudkan dalam 7.3.6.3 dihitung atas dasar keadaan berikut:

- a) kabel tanah ditanam sedalam 70 cm dalam tanah;
- b) resistans-panas-jenis tanah $100\text{ }^{\circ}\text{C cm/W}$;
- c) resistans-panas-jenis bahan isolasi XLPE $350\text{ }^{\circ}\text{C cm/W}$;
- d) resistans-panas-jenis bahan isolasi PVC $600\text{ }^{\circ}\text{C cm/W}$;
- e) suhu maksimum penghantar dengan isolasi XLPE : $90\text{ }^{\circ}\text{C}$.

7.3.7 Pembebanan terus menerus penghantar udara di luar bangunan

7.3.7.1 Penghantar udara di luar bangunan yang dimaksud dalam 7.1.4.2 tidak diperbolehkan dibebani arus melebihi KHA yang tercantum dalam Tabel 7.3-36 sampai dengan 7.3-39.

Penjelasan :

Pada keadaan keliling yang berlainan dengan yang tercantum dalam Tabel 7.3-36 sampai dengan 7.3-39, KHA penghantar udara telanjang harus dihitung sesuai dengan keadaan tersebut serta dengan cara memasangnya.

7.3.7.2 KHA terus-menerus dari penghantar udara berisolasi seperti yang dimaksud dalam Tabel 7.1-3 dan Tabel 7.1-10 adalah seperti yang tercantum dalam Tabel 7.3-4 dan 7.3-12a untuk kabel udara tegangan rendah, dan Tabel 7.3-12b untuk kabel udara tegangan menengah.

7.3.7.3 Faktor koreksi untuk suhu udara keliling yang lain dari 30 °C, khusus untuk penghantar udara berisolasi tercantum dalam Tabel 7.3-2 kolom 3.

7.4 Pembebanan penghantar dalam keadaan khusus

7.4.1 Definisi

7.4.1.1 Pembebanan singkat

Yang dimaksud dengan pembebanan singkat ialah pembebanan dengan waktu kerja singkat, tidak melampaui 4 menit, disusul dengan waktu istirahat yang cukup lama, sehingga penghantar menjadi dingin kembali sampai suhu keliling.

7.4.1.2 Pembebanan intermiten

Yang dimaksud dengan pembebanan intermiten ialah pembebanan berdaur (periodik) dengan waktu kerja tidak melampaui 4 menit diselingi dengan waktu istirahat (beban nol atau berhenti), yang cukup lama untuk mendinginkan penghantar sampai suhu kelilingnya.

7.4.2 Perhitungan pembebanan singkat dan intermiten

7.4.2.1 Pembebanan singkat

Pada pembebanan singkat penghantar boleh dibebani lebih tinggi dari KHA dengan suatu faktor K_s . Untuk perhitungan praktis, K_s dapat dihitung sebagai berikut:

$$K_s = \frac{t_d}{t_b}$$

dengan:

t_d = jumlah waktu kerja singkat (t_b) ditambah dengan waktu yang minimum dibutuhkan penghantar untuk dapat menjadi dingin sampai suhu kelilingnya

t_b = jangka waktu kerja singkat, tidak lebih dari 4 menit

7.4.2.2 Pembebanan intermiten

Pada pembebanan intermiten penghantar boleh dibebani lebih tinggi dari KHA dengan faktor K_i . Untuk perhitungan praktis, K_i dapat dihitung sebagai berikut:

$$K_i = 0,875 \frac{t_s}{t_b}$$

dengan:

t_s = waktu daur kerja intermiten, tidak lebih dari 10 menit.

t_b = waktu pembebanan, tidak lebih dari 4 menit

7.4.2.3 Ketentuan dalam 7.4.2.2, tidak berlaku untuk penghantar tembaga yang mempunyai luas penampang nominal kurang dari 10 mm² atau aluminium kurang dari 16 mm².

7.5 Proteksi arus lebih

7.5.1 Ketentuan umum

7.5.1.1 Dengan memperhatikan 7.5.1.2, penghantar harus diproteksi dengan gawai proteksi (pengaman lebur atau pemutus sirkit) yang harus dapat membuka sirkit dalam waktu yang tepat bila timbul bahaya bahwa suhu penghantar akan menjadi terlalu tinggi.

Gawai proteksi harus dipilih yang mempunyai nilai arus pengenalan lebih rendah atau sama dari KHA penghantar dengan memperhatikan ketentuan-ketentuan di 3.24.

7.5.1.2 Apa yang ditetapkan dalam 7.5.1.1 tidak berlaku untuk:

- a) penghantar pembumian dan penghantar penyalur arus bocoran.
- b) penghantar netral, bila:
 - 1) penghantar tersebut merupakan bagian instalasi sirkit cabang dua kawat yang diberi arus dari sistem distribusi dalam tanah yang dipasang demikian rupa sehingga netralnya bertegangan mendekati tegangan bumi.
 - 2) penghantar tersebut dihubungkan pada sistem distribusi di atas tanah yang dihubungkan langsung pada sistem dalam tanah tersebut di atas.
 - 3) pemutus sirkit tersebut dalam 7.5.1.1, pada waktu menyambung atau memutus netral, secara otomatis menyambung atau memutus fase pada waktu bersamaan.
- c) penghantar yang berhubungan dengan kutub yang dibumikan dari sistem arus searah berkutub dua, bila:
 - 1) ada cukup jaminan bahwa sisi kutub ini tetap bertegangan mendekati tegangan bumi di semua titik.
 - 2) pemutus sirkit tersebut dalam 7.5.1.1 pada waktu menyambung atau memutus kutub yang dibumikan tersebut, secara otomatis menyambung atau memutus kutub lainnya pada waktu yang bersamaan.
- d) penghantar penyambungan di dalam perangkat hubung bagi, antara perangkat hubung bagi dan dinamo, generator, atau akumulator, dan pada umumnya di semua tempat, dimana sebagai akibat melelehnya pengaman lebur atau bekerjanya pemutus sirkit, dapat timbul bahaya; atau pemasangan pengaman lebur atau pemutus sirkit tidak mungkin karena bentuk instalasinya, kecuali bila penghantar dipasang demikian rupa sehingga tidak menimbulkan bahaya kebakaran.

7.5.1.3 Apabila kabel yang tercantum dalam Tabel 7.1-3 dan 7.1-4 perlu diproteksi dengan gawai proteksi, dipilih gawai proteksi sebagai berikut:

- a) Untuk kabel instalasi berisolasi tunggal yang tercantum dalam kolom 1 Tabel 7.3-1, sesuai kolom 5 atau 6 untuk masing-masing luas penampang nominal.

- b) Untuk kabel yang tercantum dalam kolom 1 Tabel 7.3- 4 sesuai dengan kolom 4 untuk masing-masing luas penampang nominal.

Perlu diperhatikan pula ketentuan dalam 7.5.1.2 dan 7.7.

7.5.1.4 Apabila kabel tanah yang tercantum dalam Tabel 7.1-5 perlu diproteksi dengan gawai proteksi, harus dipilih gawai proteksi yang mempunyai nilai arus pengenal sama dengan atau lebih rendah dari KHA kabel tanah tersebut dalam Tabel 7.3-5a sampai dengan 7.3-8b dengan memperhatikan 7.3.4.

7.5.1.5 Apabila kabel yang tercantum dalam Tabel 7.1-5a perlu diproteksi dengan gawai proteksi, harus dipilih gawai proteksi yang mempunyai nilai arus pengenal sama dengan atau lebih rendah dari KHA kabel tanah tersebut dalam Tabel 7.3-9a1, 7.3-9a2, 7.3-9b, 7.3-10a, 7.3-11a, 7.3-11b.

7.5.1.6 Apabila kabel tanah yang tercantum dalam Tabel 7.1-6a dan 7.3-6b perlu diproteksi dengan gawai proteksi, harus dipilih gawai proteksi yang mempunyai nilai arus pengenal sama dengan atau lebih rendah dari KHA kabel tanah tersebut dalam Tabel 7.3-21a sampai dengan 7.3-23 dengan memperhatikan 7.3.5.

7.5.2 Penempatan gawai proteksi arus lebih

7.5.2.1 Pengaman lebur atau pemutus sirkit untuk proteksi dari arus lebih dapat ditempatkan di sembarang tempat dari sirkit arus. Antara ujung sisi masuk penghantar dan pengaman lebur atau pemutus sirkit yang berikut dari penghantar tersebut tidak boleh ada percabangan.

7.5.2.2 Bila penampang penghantar mengecil, maka penghantar dengan penampang yang kecil harus juga diproteksi terhadap pemanasan yang berlebihan karena arus lebih. Proteksi dari arus lebih tersebut dapat ditiadakan, bila panjang penghantar dengan penampang yang mengecil tersebut tidak lebih dari 2 meter.

Bagian penghantar ini harus dipasang demikian rupa sehingga tidak dapat menyebabkan terjadinya bahaya kebakaran. Bagian penghantar ini tidak boleh ditempatkan pada alas yang dapat terbakar, misalnya kayu (lihat juga 4.6.3.1.1).

7.5.2.3 Bila beberapa sirkit arus dihubungkan dengan jaringan atau penghantar, misalnya melalui sebuah PHB maka penghantar tersebut dianggap telah diproteksi dari arus lebih, bila jumlah arus pengenal dari pengaman lebur atau penyetelan dari pemutus sirkit yang melindungi penghantar masuk terhadap beban lebih, sama atau lebih kecil dari arus pengenal pengaman lebur atau penyetelan dari pemutus sirkit yang melindungi penghantar masuk terhadap beban lebih.

7.5.2.4 Pada hal tertentu proteksi arus dari suatu penghantar dengan pembebanan intermiten atau singkat dapat ditiadakan, misalnya pada instalasi kran atau sejenis.

7.5.2.5 Pengaman lebur atau pemutus sirkit dapat ditiadakan, bila berdasarkan sifat dari peranti dapat dipastikan bahwa penghantar tidak akan mendapat beban lebih dari nilai yang tersebut dalam Tabel 7.3-1 dan 7.3-4.

7.5.2.6 Sehubungan dengan 7.5.1.1 dan 7.5.1.2, penghantar yang dapat dialiri arus dari dua ujung harus diproteksi pada kedua ujungnya.

CATATAN Pemutus sirkit yang disebut dalam 7.5 ini, tidak mencakup pemutus sirkit yang hanya membuka secara otomatis bila suhu dari perlengkapan/peranti listrik atau motor melewati nilai tertentu.

7.5.3 Penempatan gawai proteksi arus hubung pendek

7.5.3.1 Pada sisi masuk dari penghantar harus dipasang pengaman lebur atau pemutus sirkit terhadap bekerjanya arus hubung pendek.

Syarat ini dianggap telah dipenuhi, bila pada sisi masuk dari penghantar telah dipasang pengaman lebur atau pemutus sirkit terhadap arus lebih, yang daya pemutusannya memenuhi syarat untuk hubung pendek.

7.5.4 Proteksi penghantar yang dihubungkan paralel

7.5.4.1 Dengan memperhatikan 7.5.4.3, dua penghantar yang dihubungkan paralel masing-masing harus diproteksi pada sisi masuk dengan pengaman lebur atau pemutus sirkit sesuai dengan penampang tembaga.

Penghantar aktif yang mempunyai penampang nominal 4 mm^2 atau kurang, dan penghantar pembumian dengan penampang nominal kurang dari 4 mm^2 tidak boleh dihubungkan paralel.

7.5.4.2 Dengan memperhatikan 7.5.4.3, masing-masing dari tiga penghantar atau lebih yang dihubungkan paralel harus diproteksi pada kedua ujungnya dengan pengaman lebur atau pemutus sirkit sesuai dengan penampang tembaga.

7.5.4.3 Apa yang ditetapkan dalam 7.5.4.2 tidak berlaku untuk penghantar dengan penampang tembaga 50 mm^2 atau lebih yang dipasang paralel dan disusun demikian rupa sehingga penghantar tersebut tidak dapat menimbulkan bahaya kebakaran, kecuali itu kedua ujung penghantar tersebut harus dihubungkan satu dengan yang lainnya demikian rupa sehingga terjamin pembagian arus yang cukup, dan pada sisi masuknya diberi gawai proteksi yang arus nominalnya sesuai dengan arus beban total:

- a) Di dalam hal penghantar dengan penampang tembaga sama dihubungkan paralel, sesuai dengan jumlah arus yang diijinkan untuk penghantar.
- b) Di dalam hal penghantar dengan penampang tembaga yang tidak sama, yang dihubungkan paralel, sesuai dengan jumlah penampang tembaga dari semua penghantar dikalikan dengan kepadatan arus yang diijinkan untuk penghantar dengan penampang tembaga yang terbesar.

CATATAN Jika penghantar dihubungkan paralel, arusnya akan terbagi tidak sama, terutama bila penghantar tersebut pendek, dan bila menurut 7.5.4.1, sampai dengan 7.5.4.3 pada penghantar tersebut dipasang pengaman lebur. Mengingat hal ini, maka pada umumnya dihindari hubungan paralel penghantar dengan penampang tembaga kurang dari 50 mm^2 .

7.6 Proteksi penghantar dari kerusakan karena suhu yang sangat tinggi atau sangat rendah

7.6.1.1 Penghantar dengan bahan isolasi yang tercantum dalam Tabel 7.6-1, pembebanan dan pemasangannya harus memperhatikan suhu batas yang diperbolehkan.

7.7 Proteksi sirkit listrik

7.7.1 Sirkit penerangan

7.7.1.1 Sirkit penerangan domestik (rumah) hanya boleh diproteksi sampai 25 A. Sirkit lampu tabung gas bertekanan tinggi dan lampu tabung, dan juga sirkit penerangan dengan fitting jenis E 40, dapat diproteksi dengan pengaman lebur atau pemutus sirkit arus lebih yang lebih tinggi. Dalam hal ini harus diperhatikan beban yang diijinkan dari penghantar tersebut dan bahan instalasinya.

7.7.1.2 Pada proteksi arus lebih dari sirkit kotak kontak baik yang 2 kutub maupun yang 3 kutub, harus diperhatikan bukan saja beban yang diijinkan dari penghantar, tetapi juga kuat arus pengenal dari kotak kontak yang dipasang. Artinya diambil nilai terendah dari keduanya.

7.7.1.3 Instalasi domestik sirkit penerangan dengan kotak kontak 2 kutub sampai arus nominal 16 A, maupun sirkit yang hanya terdiri dari kotak kontak sirkit penerangan dengan kotak kontak 2 kutub sampai arus nominal 16 A, hanya boleh diproteksi dengan pemutus sirkit jenis cepat sampai 16 A.

7.8 Isolator, pipa instalasi dan lengkapannya

7.8.1 Umum

7.8.1.1 Semua isolator, pipa instalasi, dan lengkapannya harus dibuat serta diperiksa menurut standar yang dikeluarkan atau diakui oleh instansi yang berwenang.

7.8.1.2 Sistem ukuran

Ukuran isolator, pipa instalasi dan lengkapannya dinyatakan dengan sistem ukuran metris.

7.8.2 Isolator

7.8.2.1 Isolator, seperti isolator rel, isolator lonceng, isolator jepit, dan lain-lainnya harus terbuat dari porselin atau dari bahan lain yang sekurang-kurangnya sederajat.

7.8.2.2 Syarat konstruksi

7.8.2.2.1 Isolator harus mempunyai sudut lekuk yang licin dan tidak tajam untuk menghindari kerusakan penghantar pada waktu pemasangan.

7.8.2.2.2 Isolator harus demikian rupa sehingga pada keadaan terpasang penghantar tidak bersentuhan yang satu dengan yang lain, atau dengan bagian gedung atau benda lain.

7.8.2.3 Syarat mekanis, termis dan elektris

Isolator harus cukup tahan terhadap tembusan dan loncatan listrik dan terhadap arus rambat, lagi pula harus cukup tahan terhadap gaya mekanis perubahan suhu dan cuaca, sesuai dengan keadaan kerja setempat.

7.8.3 Pipa instalasi

7.8.3.1 Pipa instalasi harus memenuhi ketentuan dan persyaratan yang dikeluarkan atau diakui oleh instansi yang berwenang.

7.8.3.2 Bahan

Pipa instalasi harus terbuat dari bahan yang tahan terhadap tekanan mekanis, tahan terhadap panas, tidak menyalakan nyala api, dan tahan kelembaban, misalnya baja, PVC atau bahan lain yang sederajat.

7.8.3.3 Syarat konstruksi

7.8.3.3.1 Pipa instalasi harus dibuat demikian rupa sehingga dapat melindungi secara mekanis penghantar yang ada di dalamnya dan harus tahan terhadap tekanan mekanis yang mungkin timbul selama pemasangan dan pemakaian.

7.8.3.3.2 Permukaan bagian dalam dan luar pipa instalasi haruslah licin dan rata, tidak boleh terdapat lubang atau tonjolan yang tajam atau cacat lainnya yang sejenis. Bagian dalam maupun luar pipa tersebut harus dilindungi secara baik terhadap karat.

7.8.3.3.3 Pada bagian dalam dan pada ujung dari bagian penyambungan pipa tidak boleh terdapat bagian yang tajam. Permukaan dan pinggiran atau bibir lewat mana penghantar ditarik harus licin dan tidak tajam.

Pada ujung bebas pipa instalasi yang terbuat dari baja harus dipasang selubung masuk (tule) yang berbentuk baik dan terbuat dari bahan yang awet.

7.8.3.3.4 Pipa instalasi dan bagian penyambungannya harus dapat disambung dengan baik.

7.8.3.3.5 Benda bantu bengkok harus mempunyai jari-jari lengkung sekurang-kurangnya 3 kali garis tengah luar pipa instalasi tersebut.

Pembengkokan pipa instalasi harus dilaksanakan demikian rupa sehingga tidak terjadi penggepengan dan keretakan.

Jari-jari lengkung pembengkokan pipa tersebut, diukur dari bagian dalam pembengkokan tidak boleh kurang dari:

- 3 D untuk pipa PVC
- 4 D untuk pipa baja sampai 16 mm
- 6 D untuk pipa baja lebih dari 16 mm

D adalah garis tengah luar pipa instalasi.

7.8.3.4 Syarat mekanis, termis dan elektrik

7.8.3.4.1 Pipa instalasi dan bagian penyambungannya harus tahan terhadap tekanan mekanis.

Pipa jika dibengkokkan, ditekan, kena pukulan, atau dalam suhu di atas normal selama ataupun sesudah pemasangan, tidak boleh menjadi retak atau pecah ataupun berubah bentuknya sehingga pemasangan penghantar di dalamnya menjadi sukar atau penghantar akan rusak di dalamnya.

7.8.3.4.2 Pipa dan bagian penyambung pipa dari PVC harus tidak menyalakan api.

7.8.3.4.3 Pipa dan bagian penyambung pipa dari PVC harus mempunyai resistans isolasi sesuai dengan ketentuan standar yang berlaku.

7.8.4 Pemasangan isolator

7.8.4.1 Isolator harus dipasang demikian rupa sehingga penghantar yang dipasang padanya tetap berada pada jarak yang ditetapkan antara penghantar yang satu dan yang lain, antara penghantar dan dinding, antara penghantar dan bagian konstruksi dan lain sebagainya.

CATATAN Untuk kabel rumah jenis NGA dan NYA, jarak minimum antara penghantar yang satu dan yang lainnya adalah 3 cm, dan antara penghantar dan dinding atau bagian lain dari gedung adalah 1 cm.

7.8.4.2 Isolator lonceng dan isolator yang sederajat harus demikian rupa sehingga, zat cair tidak dapat berkumpul di dalamnya.

7.8.4.3 Semua isolator harus dipasang cukup kuat, sehingga dapat menjamin instalasi dari kerusakan mekanis pada keadaan pemakaian normal.

7.8.4.4 Isolator harus dipasang demikian rupa sehingga tidak terjadi gaya mekanis lebih pada penghantar.

7.8.5 Memasang pipa instalasi

7.8.5.1 Umum

Pemasangan pipa instalasi harus demikian rupa sehingga penghantar dapat ditarik dengan mudah setelah pipa dan lengkapannya dipasang, serta penghantar dapat diganti dengan mudah tanpa membongkar sistem pipa.

Ketetapan ini tidak berlaku bagi penghantar dengan penampang tembaga 10 mm² atau lebih, asalkan pipa tersebut dipasang di tempat yang terlihat jelas dan mudah dicapai.

7.8.5.2 Pipa instalasi tidak boleh merupakan bagian dari sirkit listrik.

7.8.5.3 Pipa instalasi yang terbuat dari logam dan terbuka yang terdapat dalam jarak jangkauan tangan harus dibumikan dengan baik sesuai 3.8.1.1.1a), kecuali bila pipa instalasi logam tersebut digunakan untuk menyelubungi kabel yang mempunyai isolasi-ganda atau digunakan hanya untuk menyelubungi kawat pembumian. Contoh kabel berisolasi ganda yaitu kabel NYM.

7.8.5.4 Pipa instalasi harus dipasang tegak lurus atau mendatar.

7.8.5.5 Pipa dan lengkapannya yang tidak dimaksudkan untuk bersifat kedap gas, harus mempunyai ventilasi serta jalan ke luar pengeringan pada tempat dimana ada kemungkinan cairan embun akan berkumpul. Lubang pengeringan atau ventilasi yang dimaksud di atas tidak boleh dibuat pada pipa itu sendiri.

7.8.5.6 Lengkapan seperti kotak periksa, kotak tarik, siku bengkok, siku siku, dan siku T harus dipasang demikian rupa sehingga penarikan kembali penghantar atau pemasangan penghantar tambahan tetap dimungkinkan.

Di antara dua kotak tarik tidak boleh ada dua siku bengkok atau 20 m pipa lurus. Siku S yang tumpul dianggap satu siku bengkok.

7.8.5.7 Pemakaian siku T seperti yang dimaksud dalam ayat di atas, harus dibatasi pada tempat-tempat sebagai berikut:

- a) Pada ujung pipa tepat di belakang armatur penerangan, kotak-kontak atau kotak penghubung.
- b) Pada jalur pipa antara 2 kotak tarik yang panjangnya tidak lebih dari 10 m, dimana dapat dipasang 1 siku pada kedudukan tidak lebih dari 0,5 m dari kotak tarik yang mudah dicapai, asalkan semua bengkokan yang lain pada jalur pipa tersebut tidak lebih dari 90 derajat.

7.8.5.8 Khusus dalam pemakaian pipa instalasi dengan kampuh terbuka terlipat harus diperhatikan hal berikut:

- a) Tidak boleh dibengkokan.
- b) Alur kampuh harus berada di bawah pada pemasangan mendatar dan menghadap dinding pada pemasangan tegak lurus.

7.8.5.9 Pipa instalasi yang tidak tertanam dengan sempurna harus dipasang secara baik dengan menggunakan alat penopang dan klem yang cocok atau dengan alat yang sekurang-kurangnya sederajat.

Jarak antara tempat pemasangan alat penopang atau klem tidak dibolehkan lebih dari 1 meter.

7.8.5.10 Khusus dalam pemakaian pipa bukan logam (misalnya pipa PVC) harus diperhatikan hal berikut:

- a) Dengan mengingat 7.8.3.3, pipa bukan logam hanya boleh digunakan pada suhu keliling yang tinggi bilamana dapat dijamin suhu kerjanya tidak melampaui batas yang diijinkan.

CATATAN Pipa PVC dan siku bantunya mungkin tidak sesuai untuk tempat dengan suhu kerja normal pipa yang melebihi 60 °C.

- b) Dengan mengingat 7.8.5.9, cara penopangan pipa PVC kaku yang tidak ditanam dengan sempurna, harus memungkinkan pemuaian panjang dan pengerutan pipa tersebut, yang mungkin terjadi dengan adanya perubahan suhu pada keadaan kerja normal.
- c) Pipa logam yang dilapisi keseluruhannya (dalamnya, luarnya, ujungnya) dengan bahan isolasi dianggap sebagai pipa bukan logam: dalam pemasangannya harus diambil tindakan pencegahan yang tepat agar bagian logam pipa tersebut tidak berhubungan dengan bagian logam lain yang ada.

7.9 Jalur penghantar

7.9.1 Umum

7.9.1.1 Jalur penghantar adalah sarana untuk memegang dan atau menopang kawat, kabel atau rel, yang direncanakan untuk digunakan hanya untuk keperluan tersebut.

7.9.1.2 Jalur penghantar dapat terbuat dari logam atau dari bahan isolasi/bukan logam, yang diijinkan untuk digunakan oleh instansi yang berwenang.

7.9.2 Jenis jalur penghantar

- a) jalur penghantar permukaan (dari logam atau bukan logam)

- b) jalur penghantar bawah lantai
- c) jalur penghantar lantai logam berbentuk sel
- d) jalur penghantar kerangka
- e) jalur penghantar lantai beton berbentuk sel
- f) jalur kawat.

7.9.3 Penggunaan

7.9.3.1 Jalur penghantar permukaan dari logam dan bukan logam dimaksudkan untuk dipasang di tempat yang kering.

7.9.3.2 Jalur penghantar bawah lantai dipasang di bawah permukaan lantai beton atau lantai dari bahan lain, misalnya dalam kantor dimana sisi atas jalur penghantar dipasang rata dengan lantai beton dan ditutup dengan linoleum atau tutup lantai lain yang sejenis.

7.9.3.3 Jalur penghantar lantai logam berbentuk sel adalah ruang dengan lubang seperti pipa di dalam lantai logam berikut fitting yang bersangkutan, yang dapat digunakan sebagai selubung penghantar.

7.9.3.4 Jalur penghantar kerangka adalah kerangka dari baja yang digunakan untuk pemasangan kawat dan kabel listrik di dalamnya. Jalur penghantar ini juga dipakai pada rumah tinggal.

7.9.3.5 Jalur penghantar lantai beton berbentuk sel adalah ruang dengan lubang seperti pipa di dalam lantai yang terbuat dari beton khusus untuk itu, yang bersama dengan fitting logam yang bersangkutan direncanakan untuk memberikan jalan kearah sel lantai.

7.9.3.6 Jalur kawat adalah jalur dari plat logam dengan tutup berengsel atau tutup yang dapat diambil, untuk tempat dan perlindungan kawat dan kabel listrik.

7.9.4 Syarat umum

7.9.4.1 Syarat yang harus dipenuhi oleh jalur penghantar adalah seperti berikut:

- a) Dilindungi luar dan dalam terhadap korosi, khususnya untuk yang dari logam besi.
- b) Tidak dipasang di tempat dengan kemungkinan terjadinya kerusakan berat.
- c) Tidak dipasang di tempat yang berbahaya.
- d) Secara mekanis harus tersambung secara kontinu.
- e) Jumlah penghantar yang dipasang tidak boleh lebih dari yang ditetapkan dalam perancangan.

7.9.5 Syarat perancangan

7.9.5.1 Jalur penghantar hanya boleh dipasang pada suatu konstruksi bangunan bilamana konstruksi tersebut sudah dirancang untuk menggunakan jalur penghantar tersebut.

7.10 Syarat umum pemasangan penghantar (sampai dengan 1.000 volt)

7.10.1 Daerah penggunaan

Pemasangan penghantar harus memperhatikan daerah penggunaan seperti yang tercantum dalam Tabel 7.1-3 sampai dengan 7.1-6.

7.10.2 Pemasangan penghantar harus dilaksanakan demikian rupa sehingga tercapai suatu keseluruhan yang baik dan aman serta kelangsungan kerja terjamin.

7.10.3 Pemasangan penghantar harus dilaksanakan demikian rupa sehingga instalasi itu tahan terhadap pengaruh gaya elektrodinamik dan pembebanan termis yang merusak akibat arus hubung pendek yang mungkin timbul.

7.10.4 Untuk melaksanakan pemasangan yang baik, harus dipilih penghantar yang memenuhi persyaratan ditinjau dari KHA, kekuatan isolasi, dan pembebanan mekanis sesuai Tabel-tabel 7.1.3, 7.1.4, 7.1.5, 7.1.6, 7.1.7 dan 7.1.10.

7.10.5 Penghantar harus dilindungi terhadap kerusakan mekanis dengan cara pemasangannya yang tepat atau dengan selubung khusus. Pada jarak yang masih terjangkau oleh tangan, penghantar harus diberi perlindungan yang memenuhi syarat terhadap kerusakan mekanis, kecuali pada tempat tertutup.

7.10.6 Penghantar yang boleh dipasang di dalam pipa instalasi ialah penghantar berisolasi dengan bahan isolasi yang sesuai dengan keperluan itu dan dengan kemampuan isolasi yang cukup, sesuai yang tercantum pada Tabel 7.1.3.

7.10.7 Yang boleh dipasang di dalam tanah atau di dalam air hanya kabel yang dibuat khusus untuk itu (lihat Tabel 7.1-5 dan 7.1-6).

7.10.8 Kabel instalasi (misalnya NYM) di dalam dan di bawah plesteran, pada atau di atas langit-langit dan di dalam dinding berongga dapat dianggap sebagai instalasi di luar jangkauan tangan serta dianggap telah dilindungi secara mekanis. Di tempat-tempat tersebut di atas, kabel instalasi harus dipasang tegak lurus atau mendatar.

7.10.9 Pada pemasangan kabel berisolasi dan berinti tunggal (misalnya kabel rumah NYA) di dalam pipa, yang boleh dipasang di dalam suatu pipa hanya kabel dari satu sirkit daya dan atau sirkit bantu.

7.10.10 Pada pemasangan kabel atau kabel tanah yang berinti banyak, boleh dipasang lebih dari satu sirkit daya dalam satu pipa instalasi, berikut sirkit bantu yang diperuntukkan bagi sirkit daya itu.

7.10.11 Kalau sirkit bantu dipasang terpisah dari sirkit daya, maka penghantar dari beberapa sirkit bantu tersebut boleh disatukan di dalam satu pipa atau dipakai kabel tanah berinti banyak.

7.10.12 Apabila beberapa sirkit daya yang dipasang di dalam satu pipa mempunyai tegangan yang berbeda-beda, maka kabel atau kabel tanah berinti banyak yang digunakan untuk itu haruslah dipilih dari yang sesuai dengan tegangan kerja yang tertinggi.

7.10.13 Penghantar satu sirkit daya tidak boleh dibagi ke dalam beberapa pipa, kabel atau kabel tanah berinti banyak yang berbeda-beda, yang mengandung juga sirkit daya yang lain.

7.10.14 Pada pemasangan kabel berinti banyak, penghantar netral dari suatu sirkit tidak boleh digunakan sebagai penghantar netral sirkit yang lain, kecuali pada perlengkapan hubung bagi asalkan luas penampang penghantar netral itu minimum sama dengan jumlah luas penampang normal dari penghantar netral masing-masing sirkit daya.

7.10.15 Beberapa sirkit daya selama tidak terpotong penghantarnya boleh dilewatkan bersama-sama melalui satu kontak tarik tanpa menggunakan isolasi pemisah. Isolasi pemisah diperlukan pada kotak tarik tersebut bila dilakukan penyambungan sirkit daya termaksud di atas. Untuk itu harus diperhatikan ketentuan 7.11.1.2.

7.10.16 Sambungan kabel, selubung logam, pelindung konsentris dan lapisan pelindung mekanis harus saling dihubunghantarkan dengan baik, kecuali bila disyaratkan bahwa gawai-gawai itu dipisahkan.

7.10.17 Pada pencabangan atau penyambungan dari penghantar yang selubung atau pelindung logamnya dibumikan, pelindung logam tersebut harus dihubunghantarkan dengan baik, kecuali jika masing-masing bagian dari selubung atau pelindung logam itu telah dibumikan dengan baik pada kedua sisi pencabangan atau penyambungannya.

7.10.18 Bumi tidak boleh sekali-kali digunakan sebagai penghantar balik untuk instalasi arus kuat, untuk hal semacam itu harus digunakan penghantar tersendiri.

7.10.19 Di dalam bangunan pada persilangan atau pendekatan antara kabel arus kuat dan kabel arus lemah harus diambil tindakan untuk melindungi penghantar listrik arus lemah (telekomunikasi) terhadap pengaruh yang berbahaya atau merusak dengan membuat jarak minimum sebesar 1 cm atau dengan satu dinding pemisah. Klem dari instalasi arus kuat dan arus lemah yang letaknya berdekatan harus di susun terpisah dan diletakkan demikian rupa sehingga mudah dibedakan yang satu dengan yang lain.

7.10.20 Di luar bangunan penghantar listrik arus kuat dan bagian konstruksi yang bersangkutan, sedapat mungkin berjarak minimum 1 m dari penghantar listrik arus lemah (telekomunikasi) yang tidak dilindungi oleh pelindung elektromagnetik.

7.10.21 Sistem penghantar penyalur arus harus merupakan sirkit yang tidak terputus. Pipa gas, pipa air, bumi, dan benda logam lain yang kegunaan utamanya bukan untuk penyalur arus tidak diperbolehkan dipakai sebagai pengganti penyalur arus.

7.10.22 Penghantar netral atau penghantar nol sistem penghantar penyalur arus dalam bangunan pada seluruh panjangnya harus berisolasi, yang memenuhi ketentuan yang sama dengan yang disyaratkan untuk penghantar kutub atau penghantar fase dari sistem yang bersangkutan, kecuali jika penghantar kutub atau penghantar fase ini juga tidak berisolasi.

7.10.23 Penghantar netral dan penghantar nol dalam bangunan, termasuk pula semua penghantar cabang yang dihubungkan padanya harus dapat dikenal secara jelas dan seragam pada seluruh panjangnya sesuai dengan 7.2.2 dan 7.2.3.

7.10.24 Pada penghantar netral atau penghantar nol tidak boleh dipasang sakelar, kecuali sesuai dengan 4.12.2.

7.10.25 Penghantar yang terpasang akan tetapi tidak dipakai lagi, harus dibebaskan dari sumber tegangan. Penghantar tersebut tidak boleh tinggal bersama-sama dengan penghantar yang masih bertegangan, kecuali jika kedua ujungnya diproteksi secara baik dari sentuh langsung (misalnya ujung kabelnya ditutup dengan isolasi secara baik atau dihubungkan dengan klem yang tertutup).

7.11 Sambungan dan hubungan

7.11.1 Umum

7.11.1.1 Penyambungan antar penghantar harus dilakukan dengan baik dan kuat dengan cara sebagai berikut:

- a) Penyambungan selongsong dengan sekrup
- b) Penyambungan selongsong tanpa sekrup
- c) Penyambungan selongsong dipres
- d) Penyambungan solder (sambungan mati)
- e) Penyambungan dengan lilitan kawat
- f) Penyambungan las atau las perak (sambungan mati)
- g) Penyambungan puntiran kawat padat dengan memuntir dan memakai las dop.

7.11.1.2 Sambungan harus diberi isolasi yang memberikan jaminan yang sama dengan isolasi penghantar yang disambungkan. Sambungan yang dapat dibuka kembali (misalnya sambungan selongsong dengan sekrup) harus dapat mudah dijangkau.

7.11.1.3 Penyambungan kabel hanya boleh dilakukan :

- a) di dalam kotak tarik atau kotak hubung untuk instalasi pipa
- b) di dalam kotak sambung atau mof untuk kabel dan kabel tanah

7.11.1.4 Bahan dan perlengkapan yang digunakan untuk penyambungan dan penghubung harus memenuhi persyaratan yang ditentukan untuk penghantar yang disambungkan atau dihubungkan, misalnya jumlah inti, luas penampang penghantar, dan macam bahan isolasinya.

7.11.1.5 Terminal penghubung

7.11.1.5.1 Terminal penghubung, misalnya pada sakelar atau kotak kontak, tidak boleh digunakan untuk lebih dari satu inti.

7.11.1.5.2 Apabila terminal penghubung tersebut secara khusus dibuat juga untuk menyambung, maka terminal tersebut boleh digunakan baik sebagai penyambung maupun sebagai penghubung.

7.11.1.6 Terminal perlengkapan lampu tidak boleh digunakan untuk menyambung penghantar utama instalasi tetap di luar perlengkapan tersebut.

7.11.1.7 Setiap sambungan atau hubungan harus dilaksanakan dengan baik, sehingga tahan terhadap beban terus-menerus ataupun keadaan hubung pendek yang mungkin terjadi.

7.11.1.8 Semua hubungan kabel fleksibel pada perlengkapan listrik harus dilaksanakan dengan baik dan rapi seperti tercantum dalam 7.11.1.9.

7.11.1.9 Hubungan kabel fleksibel harus tahan terhadap gaya tarik dan gesekan. Selubung kabel harus tahan terhadap pengelupasan dan inti penghantar terhadap puntiran. Inti pengaman, kalau ada, di dalam hubungan tersebut di atas harus demikian panjangnya sehingga apabila hubungan tersebut terlepas, maka inti pengaman tersebut akan putus paling akhir. Alat untuk mengurangi beban tersebut tidak boleh bertegangan dan harus demikian rupa konstruksinya, sehingga kerusakan mekanis dari penghantar yang dilindungi terhadap gaya tarik dapat dihindarkan.

7.11.1.10 Penekukan kabel fleksibel pada lubang pemasukan harus dihindarkan, misalnya dengan menghaluskan tepi lubang pemasukan atau dengan menggunakan tule. Membuat simpul dan mengikat mati penghantar fleksibel pada perlengkapan listrik tidak dibolehkan.

7.11.1.11 Ujung penghantar kabel fleksibel yang dihubungkan pada perlengkapan listrik harus dibuat demikian rupa sehingga kawat halus (kawat banyak) penghantar tersebut tidak tersebar. Hal ini dapat dicapai dengan jalan menyolder, menggunakan selongsong, atau dengan menggunakan sepatu kabel sesuai dengan 7.11.3.2. Sepatu kabel yang disolder tidak dibolehkan pada tempat hubungan, dimana terdapat getaran kerja.

7.11.1.12 Sambungan pada kabel instalasi yang fleksibel

Sambungan antara kabel instalasi yang fleksibel lainnya boleh dilaksanakan dengan pertolongan kotak sambung.

7.11.1.13 Larangan sambungan dengan solder

Sambungan dengan solder tidak boleh dipakai pada setiap bagian instalasi di mana suhunya akan melampaui 120 °C. Sambungan dengan solder tidak boleh dipakai pada penghantar yang mengalami gaya mekanis.

7.11.1.14 Fluks untuk solder

Dalam membuat sambungan solder untuk penghantar tidak boleh digunakan fluks yang menyebabkan korosi. Air keras atau cairan asam lainnya tidak boleh digunakan dalam proses penyolderan.

7.11.2 Sambungan kabel dan kabel tanah

7.11.2.1 Cara penyambungan

Pada kabel dan kabel tanah, penyambungan harus dilaksanakan dengan solder, dengan selongsong disekrup atau dipres, atau dengan cara lain yang sekurang-kurangnya sederajat.

7.11.2.2 Kotak sambung (mof)

Semua sambungan kabel dan kabel tanah harus ditutup dengan kotak sambung, kecuali:

- a) Bila sambungan dilakukan di instalasi terbuka
- b) Bila sambungan ada di belakang atau di dalam rumah PHB.
- c) Bila sambungan dibuat di dalam armatur lampu.
- d) Bila sambungan dilakukan dengan cara yang membenarkan tidak diperlukannya kotak sambung.

Jika digunakan kotak sambung, maka harus dari bahan yang tidak dapat terbakar.

CATATAN Sambungan kabel tidak diperbolehkan terdapat di dalam pipa, tetapi boleh di dalam kotak penghubung atau kotak tarik. Kotak sambung harus dipasang demikian rupa sehingga dapat dipertahankan kelangsungan mekanis dari pipa, lapisan pelindung pipa dan sebagainya yang dimasukkan di dalamnya. Kelangsungan elektrisnya harus tetap dipertahankan secara efektif.

7.11.2.3 Sambungan antar kabel instalasi berisolasi ganda

Sambungan antar kabel instalasi berisolasi ganda dari PVC karet, harus diisolasi dan diselubungi dengan bebat PVC karet, atau bebat lain yang dibenarkan sampai tebalnya tidak kurang dari isolasi kabel. Bila digunakan bebat karet atau bebat lain yang terpengaruh oleh kelembaban, maka keseluruhan sambungan tersebut harus ditutup dengan bebat kedap air atau dapat pula sambungan tersebut diisolasi dan dilindungi dengan cara perlindungan yang setaraf dengan cara yang tersebut di muka.

7.11.2.4 Sambungan antar kabel tanah berselubung logam atau berperisai

Sambungan antar semua jenis kabel tanah berselubung logam atau berperisai harus dibuat sebagai berikut:

- a) Di dalam kotak sambung, dengan syarat lapisan logam atau perisai kabel tersebut harus ikut masuk sampai suatu batas tertentu di dalam kotak sambung tersebut.
- b) Di dalam suatu tabung timbel yang diselubungkan pada selubung luar kabel.
- c) Dengan cara lain yang dibenarkan, dimana sambungan harus diisolasi secara tepat dan bila dipakai kotak sambung, maka kotak sambung ini harus diisi dengan komponen isolasi yang tahan lembab.

7.11.2.5 Sambungan pada kabel tanah penghantar aluminium

Bila dibuat sambungan antar kabel tanah berpenghantar aluminium (contoh: NAKHBA), maka harus diperhitungkan adanya lapisan oksida aluminium, perbedaan koefisien muai-panjang antara aluminium dan logam lain, lunaknya aluminium, dan perlunya pencegahan terhadap korosi.

CATATAN Pada penyambungan penghantar aluminium, diperlukan teknik khusus dan harus mengikuti petunjuk pabrik kabel.

7.11.2.6 Tekanan pada sambungan dan hubungan penghantar

Semua kabel harus dipasang demikian rupa sehingga pada setiap hubungan dan sambungan tidak terdapat tekanan atau tarikan yang tidak dikehendaki.

7.11.2.7 Penyambungan kabel udara aluminium dengan kabel tembaga ke rumah, harus menggunakan sambungan khusus.

7.11.3 Cara menghubungkan

7.11.3.1 Semua hubungan penghantar pada terminal harus baik secara mekanis dan listrik. Hubungan penghantar pada kotak hubung dan semacamnya harus dengan cara menjepit penghantar, sehingga hubungan tersebut tidak akan mengendur atau menjadi terlalu panas pada keadaan kerja normal. Penjepitan tidak boleh terpengaruh oleh tekanan jika penjepit terbuat dari bahan bukan logam atau logam yang tidak cukup keras, yang mungkin meleleh

atau berubah bentuknya karena tekanan. Terminal harus terbuat dari bahan tahan karat. Peraturan ini tidak menghalangi penggunaan fitting lampu hias untuk pemasangan sementara, yang dihubungkan pada penghantar secara ditusukkan; juga tidak menghalangi penyolderan kawat kecil pada terminal rele dan alat kecil semacam itu, atau cara penghubungan lain yang disetujui oleh instansi yang berwenang.

7.11.3.2 Penghantar berkawat banyak (termasuk penghantar fleksibel)

Hubungan penghantar kawat banyak (tujuh atau lebih) harus dilaksanakan sebagai berikut:

- a) Disolder atau dipres pada sepatu kabel.
- b) Dijepit pada kotak hubung yang mempunyai alat yang dapat mencegah penyebaran kawat-kawat.
- c) Kawat-kawat disatukan terlebih dahulu dengan cara menyolder bersama dan kemudian menjepitnya antara permukaan logam atau dengan skrup penjepit.
- d) Dimasukkan terlebih dahulu ke dalam selongsong, kemudian disolder atau dipres.
- e) Cara lain yang sudah diijinkan.

7.11.3.3 Penghantar aluminium

Penghantar aluminium harus dihubungkan dengan penjepit jenis khusus yang dibuat demikian rupa sehingga tekanan pada penghantar dapat tersebar merata dan lapisan oksida dapat dihilangkan dari permukaan penghantar.

Penghantar aluminium tidak boleh dihubungkan dengan terminal dari kuningan atau logam lain berkadar tembaga tinggi, kecuali bila terminal itu telah diberi lapisan yang tepat atau telah diambil tindakan lain untuk mencegah korosi.

7.11.3.4 Hubungan bersama

Dua penghantar atau lebih hanya boleh dihubungkan bersama pada satu terminal dengan menggunakan sepatu kabel, selongsong atau alat hubung lain yang telah diijinkan, apabila terminal tersebut berbentuk demikian rupa sehingga semua penghantar terjepit dengan baik, tanpa menyebabkan terpotongnya kawat penghantar.

Jika terminal tersebut tidak cukup untuk dimasuki semua penghantar, maka harus digunakan terminal majemuk dengan penjepit yang cukup untuk menjepit dengan baik semua penghantar tersebut.

7.11.4 Hubungan kabel instalasi permanen dengan perlengkapan listrik

7.11.4.1 Perlengkapan listrik dapat disambungkan pada sirkit instalasi dengan salah satu cara tersebut di bawah ini, kecuali perlengkapan listrik tertentu yang memerlukan cara khusus.

- a) Kabel yang dipasang dalam pipa biasa atau pipa fleksibel, atau kabel berpelindung yang untuk selanjutnya tidak perlu dilindungi lagi, harus dihubungkan dan dikokohkan dengan baik pada perlengkapan listrik yang bersangkutan.

Bila kedudukan perlengkapan listrik perlu digeser-geser pada pemakaiannya, pengawatannya harus demikian rupa sehingga bersifat fleksibel tanpa merusak kabel,

misalnya dengan menggunakan pipa fleksibel. Pipa fleksibel itu harus dihubungkan dan dikokohkan dengan baik pada pipa biasa perlengkapan listrik tersebut.

- b) Pengawatan permanen dari instalasi harus berujung pada kotak kontak yang sesuai, atau pada kotak sambung atau alat sambung yang lain; hubungan pengawatan selanjutnya ke perlengkapan yang lain; hubungan pengawatan selanjutnya ke perlengkapan listrik harus dilaksanakan dengan menggunakan kabel fleksibel yang dihubungkan secara baik pada kedua ujungnya.
- c) Pada instalasi terbuka atau saluran udara, penyambungan harus dilaksanakan dengan cara dan perlengkapan yang sudah diijinkan.

7.11.5 Penutupan ujung kabel tanah yang terbuka

7.11.5.1 Dalam keadaan bagaimanapun, penghantar dan isolasinya yang terbuka dari kabel tanah berisolasi kertas yang di impregnasi harus dilindungi terhadap masuknya kelembaban dengan jalan penutupan yang tepat.

Ujung kabel tanah yang berisolasi termoplastik dan XLPE, harus ditutup rapat kalau ada kemungkinan masuknya air ke dalam kabel.

7.12 Instalasi dalam bangunan

7.12.1 Kabel rumah tanpa selubung

7.12.1.1 Kabel rumah tanpa selubung berisolasi PVC (yaitu NYA, NYAF) dan berisolasi karet (NGA), tidak boleh dipasang di dalam atau pada kayu, dan tidak boleh pula langsung pada, di dalam, atau di bawah plesteran.

7.12.1.2 Di dalam gedung, kabel rumah tersebut harus dipasang demikian rupa sehingga mempunyai jarak minimum 1 cm terhadap dinding atau bagian bangunan, bagian konstruksi, rangka dan sebagainya, dengan memperhatikan 7.10.1.5.

7.12.1.3 Jarak bebas antara kabel rumah tersebut yang satu dengan yang lain, pada pemasangan di dalam gedung serta pada isolator jepitan atau isolator rol, harus sekurang-kurangnya 3 cm, kecuali apabila kabel-kabel rumah tersebut merupakan cabang paralel dari polaritas atau fase sama, yang tidak dapat diputuskan sendiri-sendiri.

7.12.1.4 Pada setiap isolator jepit atau isolator rol tidak dibolehkan dipasang lebih dari satu kabel rumah tersebut, kecuali apabila kabel rumah tersebut merupakan cabang paralel dari polaritas atau fase yang sama, yang tidak dapat diputuskan sendiri-sendiri.

7.12.1.5 Jika kabel rumah tersebut bertumpu pada isolator rol atau isolator jepit dan menggunakan penghantar yang berpenampang nominal $1,5 \text{ mm}^2$ atau $2,5 \text{ mm}^2$, jarak titik tumpu kabel rumah tidak boleh lebih dari 1 m. Bila penghantar tersebut berpenampang nominal 4 mm^2 atau lebih, dan bertumpu pada isolator yang memenuhi syarat mekanis, jarak titik tumpu tersebut dapat diperbesar sampai maksimum 6 m.

7.12.1.6 Kabel rumah tersebut tidak boleh dipasang secara dibelitkan pada isolator, kecuali pada ujung tarikan regang.

7.12.1.7 Bilamana kabel rumah tersebut dipasang bersilang baik dengan sesama kawat berisolasi, maupun dengan bagian bangunan, konstruksi atau rangka dan sebagainya, maka pemasangan tersebut harus demikian rupa sehingga jaraknya tidak kurang dari 1 cm.

7.12.1.8 Kabel rumah tersebut di atas, yang pemasangannya diregangkan pada isolator harus tegang serta terlihat jelas. Sesuai dengan 7.8.4.3 isolator harus dipasang dan diatur demikian rupa sehingga tidak terjadi gaya mekanis lebih pada penghantar.

7.12.1.9 Kabel rumah tersebut hanya boleh dipasang di ruangan lembab bila ia dipasang di dalam pipa PVC, pipa baja yang tertutup dan berulir (lihat 8.6.1.7) atau di dalam armatur penerangan yang sesuai untuk itu.

7.12.2 Kabel instalasi berselubung

7.12.2.1 Kabel instalasi berselubung yang tercantum dalam Tabel 7.1-3 boleh dipasang dengan pertolongan penjepit langsung pada, di dalam, atau di bawah plesteran; atau dalam ruangan lembab. Kabel instalasi tersebut boleh juga di pasang langsung pada bagian bangunan, konstruksi, rangka, dan sebagainya, asalkan lapisan pelindungnya tidak menjadi rusak karena cara pemasangannya (tergencet, sobek, dan sebagainya). Bila kabel jenis ini dipasang di dalam beton, harus digunakan pipa instalasi yang memenuhi syarat.

CATATAN Kabel instalasi jenis NYM bukanlah jenis kabel tanah, karena itu dalam keadaan bagaimanapun tidak boleh ditanam di dalam tanah.

7.12.2.2 Jarak antara klem-klem kabel instalasi tersebut pada 7.12.2.1 harus cukup sehingga kabel tersebut tidak terlihat melendut.

7.12.2.3 Kotak sambung dan kotak hubung dari kabel instalasi (yang mempunyai lapisan pelindung) harus dibuat demikian rupa sehingga cukup memberi jaminan bahwa kelembaban tidak dapat masuk dan inti kabel tidak menjadi rusak. Persyaratan tersebut di atas tidak diperlukan bagi kabel berselubung PVC pada tempat yang kering.

7.12.2.4 Dalam keadaan normal lapisan pelindung logam dan penghantar telanjang tambahan pada kabel instalasi, bilamana ada, (misalnya pada jenis kabel instalasi NHYRUZY), tidak boleh dipakai secara khusus sebagai penghantar arus, penghantar nol (netral) atau penghantar pembumian.

7.12.2.5 Kabel instalasi dengan lapisan pelindung logam keras (contoh : NYRAMZ) boleh dipasang di atas, di dalam atau di bawah plesteran hanya dalam ruang kering.

7.12.3 Pemasangan kabel instalasi pipih

7.12.3.1 Kabel instalasi pipih (NYIFY) hanya boleh dipasang dalam ruangan kering dan hanya di dalam dan di bawah plesteran.

7.12.3.2 Kabel instalasi pipih harus seluruhnya tertutup plesteran, kecuali di dalam rongga pada loteng dan dinding yang terbuat dari beton, batu, atau bahan lain yang tidak dapat terbakar.

7.12.3.3 Kabel instalasi pipih tidak boleh dipasang pada bahan yang dapat terbakar, misalnya kayu, walaupun ditutup dengan plester.

7.12.3.4 Tidak dibenarkan untuk menumpuk kabel instalasi pipih.

7.12.3.5 Kabel instalasi pipih tidak boleh dipasang di dalam ruang yang terbuat dari kayu.

7.12.3.6 Untuk pemasangan kabel instalasi pipih hanya boleh digunakan alat dan cara, yang tidak merusak atau merubah bentuk selubung isolasinya.

CATATAN Misalnya dapat digunakan plester dari gips atau klem yang disesuaikan dengan bentuk penghantarnya dan terbuat dari bahan isolasi atau juga dari logam dengan lapisan (antara) isolasi, perekat atau paku dengan kepala yang di isolasi.

7.12.3.7 Sebagai lengkapan bagi kabel instalasi pipih hanya boleh dipakai kotak yang terbuat dari bahan isolasi.

7.12.4 Penghantar telanjang

7.12.4.1 Pemasangan penghantar telanjang di ruang domestik (rumah) tidak diperbolehkan, kecuali untuk penghantar pembumian. Pemasangan penghantar telanjang yang bertegangan hanya diperbolehkan di ruang kerja listrik terkunci serta di tempat kerja di mana kemungkinan bahaya sentuhan dapat dihindarkan.

7.12.4.2 Penghantar telanjang hanya boleh dipasang dengan mempergunakan isolator yang berkonstruksi baik dan tepat, baik dipandang dari segi beban mekanis maupun elektris.

7.12.4.3 Jarak antar penghantar telanjang, kecuali jika merupakan cabang paralel yang berpolaritas atau berfase sama yang tidak dapat diputuskan sendiri-sendiri adalah sebagai berikut:

- a) minimum 20 cm bilamana jarak titik tumpu antar isolasi lebih dari 6 m.
- b) minimum 15 cm bilamana jarak titik tumpu antar isolator antara 4 m dan 6 m.
- c) minimum 5 cm bilamana jarak titik tumpu antar isolator kurang dari 2 m.

7.12.4.4 Jarak antar penghantar telanjang dan dinding, serta bagian bangunan konstruksi, rangka dan sebagainya, harus sekurang-kurangnya 5 cm.

CATATAN Untuk tegangan menengah, jarak tersebut dalam 7.12.4.3 dan 7.12.4.4 harus ditambah dengan 2/3 cm untuk setiap kV penuh dari tegangannya.

7.12.5 Pemasangan kabel instalasi yang fleksibel

7.12.5.1 Penggunaan kabel instalasi yang fleksibel, sedapat mungkin dibatasi, hanya dalam hal penggunaan kabel instalasi yang tidak fleksibel tidak dimungkinkan.

CATATAN Kabel instalasi yang fleksibel (bukan kabel fleksibel), mempunyai derajat yang sama dengan kabel instalasi, hanya saja karena penghantarnya terbuat dari banyak kawat, maka kabel ini mempunyai sifat fleksibel.

7.12.5.2 Jika untuk melindungi kabel instalasi yang fleksibel, kabel tersebut dimasukkan ke dalam selubung logam, maka selubung ini harus disusun dan dipasang demikian rupa sehingga tidak menyebabkan kerusakan pada beban isolasi kabel dan pada selubung logam itu sendiri, selain itu selubung tersebut harus dibumikan dengan baik.

7.12.5.3 Dalam ruangan kerja listrik terbuka maupun terkunci, serta dalam ruangan dengan bahaya ledakan kabel instalasi yang fleksibel tidak boleh dilengkapi dengan selubung logam.

7.12.5.4 Kabel lampu gantung atau pendel (contoh NYPLYw), harus digantungkan demikian rupa sehingga inti kabel tersebut bebas dari gaya tarik, dengan cara menggunakan tali kabel yang dikokohkan pada roset langit-langit atau perlengkapan lainnya yang sejenis.

7.12.6 Pemasangan kabel fleksibel

7.12.6.1 Penghantar untuk perlengkapan listrik tersebut di bawah ini harus dari jenis kabel fleksibel seperti tercantum dalam Tabel 7.1-4.

- a) Perlengkapan listrik yang untuk maksud tertentu, misalnya untuk pemeliharaan dan penghubungan, harus dapat dipindah-pindahkan seperti : alat pemanas ruangan, alat pemanas air, *air conditioner*, mesin cuci dan lemari es.
- b) Perlengkapan yang karena cara pemakaiannya, misalnya karena getaran, berpindah-pindah tempat secara terbatas.
- c) Perlengkapan yang tetap letaknya, tetapi terminalnya bukan untuk instalasi tetap atau tidak dapat dimasuki penghantar instalasi tetap.

Pelaksanaan hubungan fleksibel, harus sesuai dengan 7.11.1.9.

7.12.6.2 Kabel fleksibel dari perlengkapan listrik yang tetap letaknya yang dimaksud pada 7.12.6.1, bila dihubungkan dengan instalasi tetap secara permanen, harus melalui suatu klem pada kotak yang tidak dapat dipindah-pindahkan.

Perlengkapan listrik yang dimaksud dalam 7.12.6.1, bila akan disambung secara tidak permanen pada suatu instalasi tetap, harus menggunakan alat yang sesuai dengan peraturan mengenai hal tersebut ialah 5.4 dengan memperhatikan ketentuan 4.4.

7.12.6.3 Bilamana timbul kemungkinan adanya suatu beban tarik pada kabel fleksibel, maka tidak boleh digunakan klem sekrup terminal sebagai satu-satunya yang bekerja sebagai alat pengurang beban tarik. Untuk itu digunakan klem kabel, atau alat pengurang beban tarik lainnya, misalnya tali atau jepitan karet.

7.12.6.4 Pada tempat dengan kemungkinan besar dapat terjadi kerusakan mekanis atau perlakuan kasar pada kabel fleksibel, hanya boleh digunakan kabel fleksibel yang selubungnya cukup tahan terhadapnya (misalnya NMH atau NMHou).

7.13 Pemasangan penghantar dalam pipa instalasi

7.13.1 Hanya kabel rumah yang tidak rusak boleh dipasang di dalam pipa instalasi.

7.13.2 Di dalam pipa instalasi tidak boleh ada sambungan penghantar; penyambungan penghantar ini harus dilaksanakan dalam kotak sambung atau kotak cabang yang diperuntukkan bagi maksud itu.

7.13.3 Kabel rumah berisolasi karet (NGA) dan berisolasi PVC (NYA) harus dipasang di dalam pipa instalasi; jika tidak, maka harus ditempuh cara-cara tersebut dalam 7.12.1.

7.13.4 Kabel rumah dan kabel instalasi hanya boleh dimasukkan/ditarik ke dalam pipa instalasi setelah pipa untuk setiap sirkit daya terpasang lengkap.

7.13.5 Kabel rumah dan kabel instalasi tidak boleh dipasang dalam pipa sebelum pekerjaan kasar, antara lain pembetonan dan plesteran, diselesaikan.

7.13.6 Jumlah kabel rumah berisolasi karet (NGA) dan berisolasi PVC (NYA) yang dipasang dalam pipa, harus memungkinkan penarikan dengan mudah. Jumlah kabel rumah tersebut, tidak boleh melebihi apa yang tercantum dalam Tabel 7.8-1 dan 7.8-2.

7.13.7 Untuk macam kabel rumah tersebut yang mempunyai diameter luar lebih besar dari apa yang terdapat dalam tabel, jumlahnya harus dikurangi sehingga penarikan yang dimaksud di atas dapat dilakukan dengan mudah, dengan memperhatikan 7.13.1.8.

7.13.8 Untuk jenis penghantar, yang ukurannya tidak tercantum dalam Tabel 7.8-1 dan 7.8-2, jumlah dan ukuran penghantar yang boleh dimasukkan dalam satu pipa instalasi harus ditentukan sehingga faktor pengisian tidak lebih dari ketentuan di dalam tabel di bawah ini :

Tabel 7.13-1 Faktor pengisian maksimum

Jumlah penghantar dalam pipa	Faktor pengisian %
1	50
2	40
3 atau lebih	35

$$\text{Faktor pengisian} = \frac{\text{Jumlah luas penampang seluruh penghantar}}{\text{Luas penampang dalam pipa}} \times 100\%$$

7.13.9 Kabel rumah dari sistem arus bolak-balik yang dipasang di dalam pipa yang bersifat magnetis (misalnya: pipa instalasi dari baja) harus dikelompokkan sehingga kabel rumah yang tersebut di bawah ini berada dalam pipa yang sama :

Pada sistem fase tiga : Kabel rumah dari ketiga fase dan kawat netralnya (kalau ada)

Pada sistem fase dua : Kabel rumah dari kedua fase dan kawat netralnya (kalau ada)

Pada sistem fase tunggal : Kabel rumah dari fase dan kawat netralnya.

7.14 Penghantar seret dan penghantar kontak

7.14.1 Penghantar telanjang yang bertegangan dari penghantar seret dan penghantar kontak dan bagian telanjang yang tergolong di dalamnya, harus dilindungi secara baik dan tepat dari sentuhan, dengan cara pemasangannya atau dengan pertolongan perlengkapan khusus.

7.14.2 Di tempat yang dekat dan mudah terlihat dari penghantar seret dan penghantar kontak harus terdapat perlengkapan pengaman yang dapat dilayani dari bawah, yang dapat membuat penghantar tersebut bebas tegangan dan mem-pertahankannya tetap bebas tegangan.

7.14.3 Jika penghantar seret dan penghantar kontak terbagi dalam dua bagian atau lebih maka masing-masing bagian harus dapat dibuat bebas tegangan dan dipertahankan tetap bebas tegangan.

7.14.4 Kedudukan kerja sakelar bagian atau pemisah bagian harus dapat dilihat jelas dari tempat pelayanannya, sedang kedudukan terbukanya harus dapat dijamin dengan cara menguncinya atau cara lain yang sekurang-kurangnya sederajat, dan anak kuncinya diserahkan kepada pegawai ahli yang bertanggung jawab dan ditugaskan untuk itu.

7.15 Pemasangan kabel tanah

7.15.1 Umum

7.15.1.1 Pada pemasangan kabel tanah harus diperhatikan konstruksi dan karakteristik kabel yang bersangkutan, seperti tercantum dalam Tabel 7.1-5 dan 7.1-6.

7.15.1.2 Pemasangan kabel di dalam tanah harus dilakukan dengan cara demikian rupa sehingga kabel itu cukup terlindung terhadap kerusakan mekanis dan kmiawi yang mungkin timbul di tempat kabel tanah tersebut dipasang.

Letak kabel tanah tersebut harus ditandai dengan patok tanda kabel yang kuat, jelas, dan tidak mudah hilang.

CATATAN Perlindungan terhadap kerusakan mekanis pada umumnya dianggap mencukupi bila kabel tanah itu ditanam:

- a) Minimum 0,8 m di bawah permukaan tanah pada jalan yang dilewati kendaraan.
- b) Minimum 0,6 m di bawah permukaan tanah yang tidak dilewati kendaraan.

7.15.1.3 Bahaya kebakaran, meluasnya dan akibatnya harus sejauh mungkin dikurangi dengan cara pemasangan kabel tanah yang tepat. Selubung luar harus dibuang jika hal ini disyaratkan untuk mencegah meluasnya bahaya api; kecuali bila selubung luar tersebut dari bahan yang sukar terbakar.

7.15.1.4 Kabel tanah harus diletakan di dalam pasir atau tanah halus, bebas dari batu-batuan, di atas galian tanah yang stabil, kuat, rata, dan bebas dari batua-batuan dengan ketentuan tebal lapisan pasir atau tanah halus tersebut tidak kurang dari 5 cm di sekeliling kabel tanah tersebut.

CATATAN Sebagai tambahan perlindungan, maka di atas urugan pasir dapat dipasang beton, batu, atau bata pelindung.

7.15.1.5 Pada umumnya kabel tanah untuk tegangan yang lebih tinggi harus dipasang di bawah kabel tanah untuk tegangan yang lebih rendah, kabel tanah listrik arus kuat di bawah kabel tanah telekomunikasi.

7.15.1.6 Pada persilangan antara berkas kabel tanah, haruslah diambil salah satu tindakan proteksi seperti diuraikan dalam butir a) dan b) di bawah ini, kecuali jika salah satu dari berkas kabel tanah yang bersilangan itu terletak di dalam saluaran pasangan batu, beton, atau bahan semacam itu yang mempunyai tebal dinding sekurang-kurangnya 6 cm.

- a) Di atas berkas kabel tanah yang terletak di bawah harus dipasang tutup pelindung dari lempengan, atau pipa belah dari beton atau sekurang-kurangnya dari bahan tahan api yang sederajat. Tutup pelindung ini pada kedua ujungnya harus menjorok ke luar sekurang-kurangnya 0,5 m dari berkas kabel yang terletak di atas, diukur dari kabel sisi luar sedangkan tutup pelindung ini harus sekurang-kurangnya 5 cm lebih lebar dari berkas kabel yang terletak di bawah.
- b) Di atas berkas kabel tanah yang terletak di atas, dipasang pipa belah dari beton atau dari bahan lain yang cukup kuat, tahan lama dan tahan api. Pipa belah ini harus dipasang menjorok ke luar sekurang-kurangnya 0,5 m dari berkas yang terletak di bawah, diukur dari kabel sisi luar.

7.15.2 Persilangan dan pendekatan kabel tanah dengan kabel tanah instalasi telekomunikasi

7.15.2.1 Pada tempat persilangan dengan kabel tanah telekomunikasi, kabel tanah dilindungi pada bagian atasnya dengan pipa belah, plat atau pipa dari bahan bangunan yang tidak dapat terbakar. Kabel tanah tegangan menengah ataupun tegangan rendah harus dipasang di bawah kabel tanah telekomunikasi.

7.15.2.2 Jika kabel tanah menyilang di atas kabel tanah telekomunikasi dengan jarak lebih kecil dari 0,3 m untuk kabel tanah tegangan rendah dan 0,5 m untuk kabel tanah tegangan menengah, maka perlu tambahan perlindungan pada sisi kabel tanah yang menghadap kabel telekomunikasi dengan memasang plat atau pipa dari bahan bangunan yang tidak dapat terbakar. Perlindungan ini harus menjorok ke luar paling sedikit 0,5 m dari kedua sisi persilangan itu.

7.15.2.3 Kabel tanah telekomunikasi dan kabel tanah yang dipasang sejajar harus dipasang dengan jarak sejauh mungkin, misalnya dengan menempatkannya pada sisi-sisi jalan yang berlainan. Kabel tanah yang letaknya berdekatan dengan kabel tanah telekomunikasi dengan jarak kurang dari 0,3 m untuk kabel tanah tegangan rendah dan kurang dari 0,5 m untuk kabel kabel tanah tegangan menengah, harus diselubungi sepanjang pendekatan tersebut dengan pipa belah, plat atau pipa yang terbuat dari bahan bangunan yang tidak dapat terbakar dan diberi tanda khusus.

7.15.2.4 Pelindung kabel tersebut pada 7.15.2.1, 7.15.2.2 dan 7.15.2.3 baik pada kabel tanah, arus kuat maupun pada kabel tanah, telekomunikasi, harus menjorok ke luar paling sedikit 0,5 m dari kedua ujung tempat persilangan pada pendekatan itu.

7.15.2.5 Kabel tanah di dalam tanah harus dipasang pada jarak paling sedikit 0,3 m dari bagian instalasi telekomunikasi yang terletak dalam tanah; bila jarak tersebut sama atau lebih dari 0,3 m, akan tetapi lebih kecil dari 0,8 m, maka kabel tanah itu harus dilindungi dengan pipa belah, plat, atau pipa, yang menjorok ke luar sepanjang minimum 0,5 m dari kedua ujung tempat bersilangan dan pendekatan itu.

7.15.2.6 Kalau kabel tanah arus kuat di dalam tanah berada diantara bagian-bagian tiang, angker, atau bagian penunjang yang terletak di dalam tanah dari instalasi telekomunikasi, maka kabel tanah itu harus dilindungi dengan pipa belah, plat atau pipa. Kestabilan tiang tidak boleh terganggu olehnya.

7.15.2.7 Kabel tanah telekomunikasi yang diletakkan di dalam jalur kabel dianggap telah terlindung.

7.15.3 Persilangan dan pendekatan kabel tanah dengan jalan kereta rel dan jalan raya

7.15.3.1 Kabel tanah lazimnya tidak boleh mendekati rel kereta dalam jarak 2 m diukur secara proyeksi mendatar, kecuali pada persilangan.

7.15.3.2 Kabel tanah yang dipasang berdekatan atau menyilang dengan jarak lebih kecil dari 0,3 m dari kabel instalasi listrik Perusahaan Kereta Api atau perusahaan lain harus diletakkan di dalam jalur kabel atau pipa yang terdiri dari bahan bangunan yang tidak dapat terbakar atau pipa PVC. Pelindung itu harus menjorok ke luar paling sedikit 0,5 m pada kedua ujung tempat pendekatan atau persilangan tersebut.

7.15.3.3 Kabel tanah di dalam tanah harus mempunyai jarak minimum 0,3 m akan tetapi lebih kecil dari 0,8 m, kabel tanah itu harus dilindungi dengan pipa, plat, atau pipa, yang panjangnya ke luar paling sedikit 0,5 m pada kedua ujung tempat pendekatan.

7.15.3.4 Pada persilangan dengan jalan kendaraan bermotor yang dikeraskan dan jalan kereta rel, kabel tanah harus dipasang di dalam pipa atau selubung baja atau bahan lain yang cukup kuat, tahan lama dan tahan api.

Panjang dan garis tengah dalam dari pipa atau selubung ini, harus dipilih sehingga kabel tanah itu dapat dikeluarkan tanpa membongkar jalan tersebut.

7.15.3.5 Pipa pelindung atau jalur kabel harus menjorok keluar, paling sedikit 0,5 meter dari kedua sisi rel terluar atau tepi pinggir dari jalan kendaraan bermotor.

7.15.3.6 Di bawah pekarangan dan bangunan dari Perusahaan Kereta Api atau perusahaan lain yang dipakai untuk tempat bekerja, pemasangan semua kabel tanah harus memenuhi persyaratan yang sama dengan untuk di bawah rel, yang tercantum dalam 7.15.3.4.

7.15.4 Persilangan dan pendekatan kabel tanah dengan saluran air dan bangunan pengairan

7.15.4.1 Pada persilangan dengan saluran air, kabel tanah harus diletakkan paling sedikit 1 m di bawah dasar saluran air yang direncanakan, dan harus ditanam dalam lapisan pasir.

7.15.4.2 Pada persilangan dengan saluran air laut, kabel tanah harus diletakkan sedapat mungkin 2 m di bawah dasar saluran air laut yang direncanakan.

7.15.4.3 Pada persilangan kabel tanah harus diletakkan paling sedikit 0,3 m di bawah atau di atas kabel listrik pengairan dan kabel tanah itu harus dilindungi dengan pipa yang terbuat dari bahan bangunan yang tidak dapat terbakar; perlindungan tersebut harus menjorok ke luar paling sedikit 0,5 m dari sisi kabel yang disilangnya.

7.15.4.4 Kabel tanah yang dipasang berdekatan dengan kabel listrik pengairan dengan jarak lebih kecil dari 0,3 m harus diletakkan dalam jalur atau pipa dari bahan yang tidak dapat terbakar.

7.15.4.5 Kabel tanah tidak boleh terletak lebih dekat dari 0,3 m dari bagian bangunan pengairan yang terletak di dalam tanah. Bila jarak tersebut sama atau lebih dari 0,3 m akan tetapi kurang dari 0,8 m, maka kabel tanah itu harus dilindungi dengan pipa belah, plat atau pipa yang panjangnya menjorok ke luar paling sedikit 0,5 m dari kedua tempat pendekatan.

7.15.4.6 Kabel tanah di bawah bangunan pengairan harus mempunyai perisai dan harus ditutupi dengan pipa belah atau plat, kecuali hal itu tidak dibenarkan karena alasan elektris. Kabel tanah yang tidak mempunyai perisai mekanis harus dimasukkan ke dalam pipa atau jalur kabel.

7.15.4.7 Di bawah jalan pengairan kabel tanah harus ditanam sedalam paling sedikit 0,8 m.

7.15.4.8 Letak dari kabel tanah yang dipasang melintas di bawah saluran air harus ditandai pada kedua tepinya sehingga dapat dilihat oleh pengemudi kapal.

7.15.5 Pendekatan kabel tanah dengan instalasi listrik di atas tanah

7.15.5.1 Jarak kabel tanah harus dipertahankan sekurang-kurangnya 0,3 m, diukur secara proyeksi mendatar dari bagian konstruksi penghantar listrik di atas tanah (lihat 7.16.14.1).

7.15.5.2 Bila jarak tersebut pada 7.15.5.1 lebih dari 0,3 m tetapi kurang dari 0,8 m, kabel tanah itu harus dilindungi dengan pipa dari baja atau bahan yang kuat, tahan lama, dan

tahan api, atau dengan perlindungan yang sekurang-kurangnya sederajat. Perlindungan ini harus menjorok sekurang-kurangnya 0,5 m dari kedua ujung tempat yang jaraknya kurang dari 0,8 m.

7.15.6 Kabel tanah yang keluar dari tanah

7.15.6.1 Kabel tanah yang dipasang keluar dari tanah pada tempat di luar bangunan harus dipasang di dalam pipa atau selubung dari baja atau dari bahan lain yang cukup kuat sampai di luar jangkauan tangan, kecuali jika telah terdapat perlindungan lain yang sekurang-kurangnya sederajat.

7.16 Pemasangan penghantar udara di sekitar bangunan

7.16.1 Umum

7.16.1.1 Pemasangan penghantar udara arus kuat di luar bangunan, harus dilaksanakan demikian rupa sehingga penghantar udara tersebut, baik langsung maupun oleh sebab lain tidak menyebabkan timbulnya pengaruh yang membahayakan, merusak atau mengganggu penghantar listrik lain dalam keadaan bekerja normal.

7.16.2 Penghantar udara

7.16.2.1 Pada pemasangan penghantar udara baik yang telanjang maupun yang berisolasi, harus diperhatikan ketentuan konstruksi dan penggunaan yang tercantum dalam 7.1.4.

7.16.2.2 Luas minimum penampang nominal penghantar udara harus sekurang-kurangnya menurut apa yang tercantum dalam Tabel 7.16-1.

7.16.2.3 Apabila Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR) dipasang bersilangan ataupun sejajar dengan saluran telekomunikasi, saluran telekomunikasi ini harus berada di bawah SUTR dengan jarak seperti tersebut pada Tabel 7.16.5.

7.16.2.4 Pemasangan sejajar Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) dan saluran telekomunikasi tidak dibenarkan. Apabila keadaan tidak memungkinkan, jarak antara penghantar SUTM diukur mendatar harus lebih besar dari 2,5 m.

7.16.2.5 Apabila pada tiang pada jalur yang sama dipasang SUTM dan SUTR, maka pada setiap 3 tiang harus dipasang penghantar pembumian yang dihubungkan dengan penghantar netral.

7.16.3 Jarak penghantar udara tegangan rendah dengan tanah dan dengan benda lain

7.16.3.1 Jarak antara dua penghantar udara telanjang.
Pada pemasangan penghantar udara telanjang harus diperhatikan jarak minimum antara 2 penghantar seperti tercantum dalam Tabel 7.16-2.

7.16.3.2 Jarak antara penghantar udara dan tanah
Jarak antara penghantar udara dan tanah diukur dari titik terendah lendutan penghantar udara harus sekurang-kurangnya seperti tercantum dalam Tabel 7.16-3.

7.16.3.3 Jarak bebas antara penghantar udara dan benda lain
Penghantar udara telanjang selain pada titik tumpunya atau pada tempat penyambungan tidak boleh bersinggungan dengan benda lain. Benda lain yang terdekat misalnya dahan atau daun, bagian bangunan dan lain-lain harus sekurang-kurangnya berjarak 0,5 m dari penghantar udara telanjang tersebut.

7.16.3.4 Jarak titik tumpu penghantar udara

Jarak titik tumpu penghantar udara tidak boleh melebihi apa yang tercantum dalam Tabel 7.16-4.

7.16.3.5 Jarak minimum antara penghantar udara dan penghantar telekomunikasi.

Apabila penghantar udara dipasang berdekatan dengan jaringan telekomunikasi, maka harus diperhatikan jarak minimum seperti yang tercantum dalam Tabel 7.16-5.

7.16.4 Penghantar udara telanjang tegangan rendah di atas atap bangunan

7.16.4.1 Penghantar luar tegangan rendah yang dipasang di atas atap, harus dipasang demikian rupa sehingga pekerjaan pemeliharaan atap itu, sedikit mungkin mengalami hambatan dan pekerjaan itu dapat dilaksanakan secara aman dengan mengindahkan keselamatan seperlunya, walaupun penghantar itu masih bertegangan.

7.16.4.2 Penghantar udara telanjang yang dipasang pada tiang atap harus demikian rupa sehingga jarak antara penghantar udara dengan bagian bangunan atau atap (termasuk juga cerobong asap dan antena TV atau radio) yang terdekat sekurang-kurangnya 1,5 m.

7.16.4.3 Dengan memperhitungkan keadaan terburuk pada kerja normal, penghantar di manapun juga letaknya, tingginya harus sekurang-kurangnya 2,5 m (di luar jangkauan tangan) dari balkon, bordes, lorong, panggung dan tempat lain yang menjulang tinggi, yang pada keadaan biasa didatangi atau dilewati orang; kecuali jika dilengkapi dengan pelindung, sehingga dapat dipastikan bahwa dari tempat tersebut tidak dapat terjadi penjamahan penghantar.

7.16.4.4 Kecuali penghantar udara telanjang di atas atap pabrik, bengkel, dan gudang, ketentuan tersebut dalam 7.16.4.2 tidak berlaku untuk hal berikut ini:

- a) Untuk penghantar sambungan di atas atap yang tidak lazim dilalui orang, yang menyilang hubungan atap itu dengan sudut lebih dari 45 derajat, penghantar ini boleh berjarak sekurang-kurangnya 1,25 m dari atap yang bersangkutan.
- b) Untuk penghantar sambungan rumah yang terakhir di atas atap yang tidak lazim dilalui orang, penghantar ini boleh berjarak sekurang-kurangnya 1,25 m diukur melalui udara, dari bagian atap yang bersangkutan.

CATATAN Atap membuat sudut lebih dari 15 derajat dengan bidang mendatar dianggap atap yang tidak lazim dilalui orang.

7.16.4.5 Untuk penghantar sambungan rumah sederhana diperbolehkan menyimpang dari ketentuan dalam 7.16.4.1 sampai dengan 7.16.4.4, apabila pelaksanaan ketentuan di atas menimbulkan keberatan yang berarti (teknis dan ekonomis); penyimpangan tersebut diatur oleh instansi yang berwenang.

7.16.5 Proteksi penghantar udara tegangan rendah dari hubung pendek, tegangan lebih dan beban mekanis**7.16.5.1 Pembebasan penghantar udara dari tegangan**

Penghantar udara dalam keadaan bekerja harus dapat dibuat bebas tegangan dengan jalan pemutusan sirkit tersebut dengan perlengkapan yang khusus dipasang untuk keperluan itu, di tempat tertentu (tempat pencabangan, tempat permulaan dari penghantar udara) yang letaknya mudah dicapai.

7.16.5.2 Kemungkinan timbulnya hubung pendek

Timbulnya arus hubung pendek yang berbahaya pada penghantar udara telanjang harus dapat dicegah dengan tindakan/cara yang baik dan tepat (misalnya dengan memperhatikan jarak antar penghantar yang ditetapkan dalam 7.16.3.1 atau akibat dari arus hubung pendek tersebut dibuat demikian rupa sehingga tidak menimbulkan kerusakan.

7.16.5.3 Proteksi dari tegangan lebih

Penghantar udara yang panjangnya lebih dari 200 m pada tempat yang diperlukan untuk memproteksi perlengkapan mesin dan pesawat yang dihubungkan padanya harus dilengkapi dengan proteksi tegangan lebih yang dipasang secara baik dan tepat, kecuali bila dengan tindakan/cara lain yang tepat dapat dicegah timbulnya tegangan lebih yang berbahaya, atau bila akibat dari tegangan lebih tersebut dibuat demikian rupa sehingga tidak menimbulkan kerusakan.

7.16.5.4 Pada penghantar udara bertegangan rendah hanya boleh digunakan proteksi tegangan lebih dengan konstruksi tertutup.

7.16.5.5 Beban dari penghantar udara

Penghantar udara dan semua lengkapannya dalam keadaan kerja harus cukup tahan terhadap semua beban listrik yang melaluinya seperti yang tercantum pada 7.2.5.1, serta pula harus cukup kuat terhadap segala pengaruh beban mekanis yang mungkin timbul.

7.16.6 Perlindungan terhadap gas, uap dan lain-lain

7.16.6.1 Pada tempat dimana penghantar dapat memperoleh pengaruh yang membahayakan seperti rusak disebabkan oleh pengaruh gas, uap dan sebagainya, harus digunakan penghantar yang cukup tahan terhadap pengaruh itu, atau yang dilindungi dengan lapisan yang baik dan tepat.

7.16.7 Kawat tambat dan tiang sangga

7.16.7.1 Kawat tambat dan tiang sangga termasuk juga penjangkarannya harus ditempatkan dan dipasang demikian rupa sehingga tidak membahayakan lalu lintas dan tidak melukai orang yang lewat.

7.16.7.2 Pada kawat tambat logam untuk tiang logam yang tidak cukup dibumikan harus dipasang isolator tarik untuk tegangan kerja penuh diluar jangkauan tangan dari bumi dan jika mungkin pada jarak mendatar sekurang-kurangnya 1 m dari tiang.

7.16.8 Penghantar udara berisolasi dipasang pada tembok dan lain-lain

7.16.8.1 Kabel udara yang dipasang pada dinding tembok bangunan harus berjarak tetap sekurang-kurangnya 5 cm terhadap bangunan itu sedangkan jarak antar titik tumpu penghantar itu tidak boleh lebih dari 10 m.

7.16.9 Jarak bagian konstruksi penghantar udara terhadap kabel tanah

7.16.9.1 Bagian konstruksi penghantar udara, misalnya pondasi tiang harus berjarak sekurang-kurangnya 0,3 m yang diukur secara proyeksi mendatar terhadap kabel tanah telekomunikasi atau kabel tanah sebagaimana juga diatur pada 7.15.5.1.

7.16.9.2 Bila jarak tersebut pada 7.16.14.1 lebih dari 0,3 m tetapi kurang dari 0,8 m, maka persyaratan yang tersebut dalam 7.15.5.2 harus dipenuhi.

7.16.9.3 Peraturan yang dimaksud pada 7.16.14.1 dan 7.16.14.2 tidak berlaku bagi kabel naik ditempat kabel tersebut keluar dari tanah, akan tetapi ketentuan dalam 7.15.6.1 harus dipenuhi.

7.16.10 Penghantar udara yang tidak bekerja atau yang tidak digunakan

7.16.10.1 Penghantar udara yang tidak digunakan dan panjangnya lebih dari 200 m harus dibumikan dengan baik.

7.16.10.2 Penghantar udara yang tidak digunakan akan tetapi tidak dibongkar harus dikontrol dan dipelihara dengan cara sama seperti dalam keadaan normal.

7.17 Pemasangan penghantar khusus

Pemasangan penghantar lain yang tidak atau belum diatur dalam peraturan ini diatur oleh instansi yang berwenang.

Tabel 7.1-1 Luas penampang nominal kabel dan kabel tanah

Kabel dan kabel tanah instalasi tetap dari aluminium atau tembaga				Kabel dan kabel tanah instalasi tetap dari aluminium atau tembaga bentuk sektor	Kabel fleksibel, lebih fleksibel, sangat fleksibel dari tembaga
mm ²				mm ²	mm ²
(a)	(b)	(c)	(d)		
1	2	3	4	5	6
0,5	0,5 ^{*)}	-	-	-	0,5
0,75	0,75 ^{*)}	-	-	-	0,75
1,0	1,0 ^{*)}	-	-	-	1,0
1,0	1,5 ^{*)}	-	-	-	1,0
2,5	2,5 ^{*)}	-	-	-	2,5
4	4	-	-	-	4
6	6	-	-	-	6
10	10	-	-	10	10
16	16	16	-	16	16
-	25	25	-	25	25
-	35	35	-	35	35
-	50	50	-	50	50
-	70	70	-	70	70
-	95	95	-	95	95
-	120	120	-	120	120
-	150	150	-	150	150
-	185	185	-	185	185
-	240	240	-	240	240
-	300	300	-	300	300
-	400	400	-	400	400 ^{**)}
-	500	500	-	500	500 ^{**)}
-	630	630	800	630	-
-	800	-	1000	-	-
-	1000	-	1200	-	-

CATATAN :^{*)} Hanya untuk tembaga^{**)} Tidak digunakan untuk kabel sangat fleksibel

a) Berbentuk pejal bulat

b) Berbentuk dipilin bulat

c) Berbentuk dipilin bulat dipadatkan

d) Penghantar bulat terdiri dari sektor-sektor

Tabel 7.1-1a Luas penampang penghantar konsentris

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Luas penampang inti mm ²	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400
Luas penampang konsentris mm ²	16	16	25	25	50	70	70	95	120	150	185

Tabel 7.1-1b Jumlah luas penampang geometri pelindung listrik

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Luas penampang nominal inti mm ²	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400
Jumlah luas penampang geometri lapisan pelindung listrik mm ²	16	16	16	16	16	16	25 ^{*)}	25 ^{*)}	25 ^{*)}	25	35

^{*)} Untuk kabel yang dipasang dalam tanah adalah 16 mm²;
Untuk kabel berinti tunggal yang dipasang dalam tanah adalah 16 mm².

KETERANGAN :

Luas penampang nominal (LPN) suatu penghantar konsentris di dapat dari pengukuran listrik.

Luas penampang geometri (LPG) suatu pelindung listrik didapat dari pengukuran geometri.

Tabel 7.1-2 Luas penampang nominal penghantar udara telanjang

Penghantar udara tembaga telanjang	Penghantar udara aluminium atau campuran Aluminium telanjang
mm ²	mm ²
1	2
6	-
10	-
16	16
25	25
35	35
50	50
70	70
95	95
120	120
150	150
185	185
240	240
300	300
400	400
500	500
-	630
-	800
-	1000

Tabel 7.1-3 Daftar konstruksi kabel instalasi

No	Nama kabel	Nomenklatur	Tegangan nominal (antara penghantar)	Jumlah inti	Luas penampang nominal inti mm ²	Daerah penggunaan			
						Dalam ruang kering	Dalam ruang lembab, basah dan yang sejenis, juga di alam terbuka	Dalam tempat kerja dan gudang dengan bahaya kebakaran	Dalam tempat kerja dan gudang dengan bahaya ledakan
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Kabel lampu termoplastik	NYFA	230/400 (300)	1,3 & 4	0,5 & 0,75	Untuk pasangan tetap di dalam dan pada lampu			
		NYFAF	230/400 (300)	1,3 & 4	sda				
		NYFAZ	230/400 (300)	2	sda				
		NYFAD	230/400 (300)	3	sda				
2	Kabel lampu termoplastik tahan panas sampai 105 °C	NYFAw	230/400 (300)	1,3 & 4	0,5 1	Untuk pasangan tetap di dalam dan pada lampu			
		NYFAFw	230/400 (300)	1,3 & 4	0,5 1				
		NYFAZw	230/400 (300)	2	0,5 & 0,75				
		NYFADw	230/400 (300)	3	0,5 & 0,75				
3	Kabel rumah termoplastik	NYA	400/690 (600)	1	0,5 400	Dalam pipa yang dipasang di atas atau di dalam plesteran (pada kamar mandi di rumah dan di hotel, hanya pipa plastik), pasangan terbuka pada isolator di atas plesteran di luar jangkauan tangan, dalam alat listrik, lemari hubung bagi	Tidak diperbolehkan	Tidak diperbolehkan	Tidak diperbolehkan
		NYAF	400/690 (600)	1	0,5 400				

Tabel 7.1-3 (lanjutan)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	Kabel termoplastik khusus	NSYA NSYAF NSYAW	400/690 (600) 400/690 (600) 400/690 (600)	1 1 1	1,5 .. 400 1,5 .. 400 1,5 .. 400	sda	Dipasang secara terbuka pada isolator di luar jangkauan tetapi tidak di alam terbuka. Terutama sebagai penghantar masuk di luar jangkauan tangan.	Dipasang di pipa plastik di atas dan di dalam plesteran	Dalam lemari hubung-bagi diperbolehkan
5	Kabel lampu tabung termoplastik	NYL	4000 atau 8000 terhadap tanah	1	1,5	Hanya di dalam pipa baja dalam udara, atau dalam pipa seperti itu di atas dan di bawah plesteran, selanjutnya untuk dipasang dalam kotak lampu reklame dan benda relief juga dalam kanal hantaran dari logam (juga pada kendaraan)	Tidak diperbolehkan	Tidak diperbolehkan	
6	Kabel termoplastik pipih a. berselubung karet b. berselubung termoplastik	NYIF NYIFY	230/400 (300) 230/400 (300)	2 ... 5 2 ... 5	1,5 & 2,5 1,5 & 2,5 Pada kabel berinti 2 dan 3, juga sampai 4 mm ²	Di dalam dan di bawah plesteran juga pada kamar mandi di rumah dan di hotel di dalam celah-celah dari langit-langit dan dinding tanpa plesteran, yang terbuat dari bahan yang tidak dapat terbakar selanjutnya dalam langit-langit balok kayu dari bangunan masif antara langit-langit palsu dan langit-langit yang diplester. Tidak diperbolehkan pada rumah kayu dan bangunan yang dipakai untuk pertanian.	Tidak diperbolehkan	Tidak diperbolehkan	Tidak diperbolehkan

Tabel 7.1-3 (lanjutan)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	Kabel gantung termoplastik tahan panas sampai 105°C	NYPLY	230/400 (300)	2 ... 4	0,75	Untuk lampu gantung ringan			
8	a. Kabel rumah termoplastik berselubung b. Kabel rumah termoplastik berselubung oval	NYM NYM-O	230/400 (300) 230/400 (300)	1 ... 5 2 dan 3	1,5 ... 35 Bila berinti tunggal hanya sampai 16 mm ²	Di atas, di dalam dan di bawah plesteran. Juga di atas kayu	Di atas, di dalam dan di bawah plesteran juga di atas kayu	Di atas, di dalam dan di bawah plesteran juga di atas kayu	Di atas, di dalam dan di bawah plesteran dengan memperhatikan pengaruh kimia dan termis. Juga di atas kayu
9	Kabel termoplastik berperisai logam	NYRAMZ	230/400 (300)	2 ... 5	1 ... 5	sda	Tidak diperbolehkan	Di atas, di dalam dan di bawah plesteran. Juga di atas kayu	Sda
10	Kabel termoplastik berperisai logam berselubung termoplastik	NYRUZY NYRUYr	300/500 (400) 300/500 (400)	2 ... 5 2 ... 5	1,5 ... 25 1,5 ... 25 Berinti lima hanya sampai 16 mm ²	Di atas, di dalam dan di bawah plesteran, tetapi tidak pada kamar mandi dalam rumah dan hotel. Juga di atas kayu.	Di atas, di dalam dan di bawah plesteran. Juga di atas kayu	Di atas, di dalam dan di bawah plesteran. Juga di atas kayu	Tidak diperbolehkan
11	Kabel termoplastik berperisai logam berpelindung elektris berselubung termoplastik.	NHYRUZY NHYRUZYr	300/500 (400) 300/500 (400)	2 ... 5 2 ... 5	1,5 ... 25 1,5 ... 25 Berinti lima hanya sampai 6 mm ²	Di atas, di dalam dan di bawah plesteran, tetapi tidak pada kamar mandi dalam rumah dan hotel, dalam ruangan dengan instalasi frekuensi tinggi. Juga di atas kayu.	Di atas di dalam dan di bawah plesteran, dalam ruang dengan instalasi frekuensi tinggi. Juga di atas kayu	Di atas di dalam dan di bawah plesteran, dalam ruang dengan instalasi frekuensi tinggi. Juga di atas kayu	Tidak diperbolehkan

Tabel 7.1-3 (lanjutan)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	Kabel termoplastik berselubung timah hitam dan termoplastik.	NYBUY	300/500 (400)	2 ... 5	1,5 ... 35 Berinti lima hanya sampai 6 mm ²	Di atas, di dalam dan di bawah plesteran, tetapi tidak pada kamar mandi dalam rumah dan hotel. Juga di atas kayu.	Di atas, di bawah plesteran. Juga di atas kayu	Di atas, di dalam dan di bawah plesteran. Juga di atas kayu	Di atas, di dalam dan di bawah plesteran. Dengan memperhatikan pengaruh kimia dan termis. Juga di atas kayu
13	Kabel termoplastik lampu tabung dengan selubung termoplastik	NYLRZY	4000 dan 8000 terhadap tanah.	1	1,5	Di atas, dan di bawah plesteran. Juga di atas kayu.	Di atas, dan di bawah plesteran. Juga di atas kayu.	Tidak diperbolehkan	Tidak diperbolehkan
14	Kabel rumah karet	NGA	300/500 (400)	1	1 ... 95	Dalam pipa yang di pasang di atas atau di dalam plesteran (pada kamar mandi di rumah dan hotel hanya pipa plastik). Pemasangan terbuka pada isolator di atas plesteran di luar jangkauan tangan, dalam alat listrik, lemari hubung bagi.	Tidak diperbolehkan	Tidak diperbolehkan	Tidak diperbolehkan
15	Kabel karet tahan panas	N2GAU N2GAU	300/500 (400) 300/500 (400)	1 1	1 ... 95 0,5 ... 95	Pemasangan dalam pipa di atas dan di bawah plesteran juga di dalam dan pada lampu	Tidak diperbolehkan	Pemasangan di dalam pipa plastik di atas dan di bawah plesteran.	Di dalam lemari hubung bagi
16	Kabel karet	NPL	230/400 (300)	2 dan 3	0,75	Untuk lampu gantung ringan.		Tidak diperbolehkan	

CATATAN :

- a) Kabel instalasi dalam tabel di atas tidak boleh dipasang pada atau di dalam tanah, serta tidak boleh pula dipasang sebagai kabel udara.
- b) Nilai tegangan pengenalan di dalam tanda kurung adalah nilai kerja tegangan tertinggi antara fase dan netral yang diperbolehkan.
- c) Untuk kabel berpenghantar tembaga, Nomenklaturnya dimulai dengan huruf N...

Tabel 7.1 – 4 Daftar konstruksi kabel fleksibel untuk dihubungkan dengan peralatan listrik yang dapat dipindah-pindahkan atau bergerak

No.	Nama penghantar	Nomenklatur	Tegangan nominal (antara penghantar)	Jumlah inti	Luas penampang nominal inti mm ²			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Kabel termoplastik ringan	NLYZ	230/400 (300)	2	0,1	Ya	Hanya dalam ruang kering	Untuk menyambung alat listrik tangan yang sangat ringan (alat cukur, jam meja dll). beban arus dan panjang hantaran tidak boleh lebih dari 1 A dan 2 m.
2	Kabel termoplastik kembar dua dan tiga	NYZ NYD	230/400 (300) 230/400 (300)	2 3	0,5 & 0,75 0,5 & 0,75	Ya	Hanya dalam ruang kering	Dengan tekanan mekanik sedikit, untuk alat listrik tangan yang ringan, misalnya : pes, radio, alat cukur, dsb. Tidak untuk peralatan listrik termis.
3	Kabel termoplastik ringan berselubung termoplastik	NYLHY rd NYLHY n	230/400 (300) 230/400 (300)	2..4 2..3	0,5..0,75 0,5..0,75	Ya	Hanya dalam ruang kering	Dengan tekanan mekanik sedikit, untuk alat listrik tangan yang ringan, misalnya : mesin kantor, lampu meja dsb. Tidak untuk peralatan listrik termis.
4	Kabel termoplastik sedang berselubung termoplastik	NYMHYrd NYMHYfl	230/400 (300) 230/400 (300)	2..7 2	0,5...0,25 0,75	Ya	Hanya dalam ruang kering untuk peralatan listrik domestik juga dalam ruang lembab semen tara.	Dengan tekanan mekanik sedang, misalnya : untuk mesin cuci, lemari es dsb. Tidak untuk peralatan listrik termis.

Tabel 7.1 – 4 (lanjutan)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	Kabel termoplastik pipih fleksibel berselubung karet	NYFLY	300/500 (400)	4...6 4...8 4...12	1.....6 1.....4 1.....2,5	Ya	Hanya dalam ruang kering	Dengan tekanan mekanis sedang, sebagai penghantar tenaga dan kontrol misalnya : pada alat angkat, alat transport, mesin kerja dsb. bila penghantar hanya tertekuk pada sisi pipihnya saja.
6	Kabel karet berurat banyak berselubung karet	NSA	230/400 (300)	2 & 3	0,75...1,5	Tidak	Dalam ruang kering	Dengan tekanan mekanis sedikit, untuk alat listrik ringan misalnya setrika.
7	Kabel karet ringan berselubung karet	NLH	230/400 (300)	2....4	0,75...4	Ya	Dalam ruang kering tapi tidak dalam bengkel	Dengan tekanan mekanis sedikit, untuk alat listrik ringan misalnya penghisap debu, setrika, panggangan roti dsb.
8	Kabel karet sedang berselubung karet	NMH NMHou	300/500 (400)	1...4	0,5 & 0,75	Ya	Dalam ruang ke ring & lembab dalam tempat kerja dengan bahaya kebakaran diperbolehkan mulai penampang 1,5 cm ² . Dalam tempat kerja dengan bahaya kebakaran, untuk maksud pertanian & di alam terbuka. Dalam air dan untuk keperluan industri dsb., hanya dengan NMHoc atau NMHoc(rf) Tidak boleh diregangkan seperti penghantar udara.	Dengan tekanan mekanis sedang : untuk alat listrik dapur, bengkel, pertanian, misalnya: pemanas air yang besar, lampu tangan dan alat listrik tangan. Dengan tekanan mekanis sedang, untuk alat listrik tangan seperti alat bor dsb, dimana penghantar penyambungannya terkena tekanan karena tekukan dan puntiran.

Table 7.1 – 4 (lanjutan)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	Kabel karet panggung berselubung khusus	NTSK	300/500 (400)	2	2,5....35	Ya	Di ruang kering, digantung pada panggung	Bilamana digantung, maka harus dijahitkan pada selubung luar kabel yang terbuat dari kain tenda.
10	Kabel las	NSLFFou	200	1	16 95	-	Dalam ruang kering dan lembab, juga di alam terbuka	Tahan terhadap puntiran dan tekukan.
11	Kabel karet berselubung sangat fleksibel	NMHVou	230/400 (300)	2 4	0,75 ... 1,5 Dua inti hanya sampai 0,75 mm ²	Ya	Di ruang kering dan lembab juga di alam terbuka.	Tahan terhadap puntiran dan tekukan
12	Kabel karet berselubung pipih sangat fleksibel	NGFLGou	300/500 (400)	4....6 4....8 4....12	16 4 1.....2,5	Ya	Di ruang kering dan lembab juga di alam terbuka.	Dengan tekanan mekanis sedang sebagai penghantar tenaga dan kontrol, mesin kerja dsb. Bila penghantar tertekuk hanya pada sisi pipihnya saja.
13	Kabel karet berat berselubung karet	NSHou	450/750 (690)	1 2...4 5 6	1,5.....400 1,5.....185 1,5.....70 1,5.....6	Ya	Dalam ruang kering dan lembab, dalam ruang kerja dengan bahaya kebakaran dan ruang kerja pertanian, juga dalam alam terbuka dan dalam air untuk keperluan industri dsb. Dalam ruang kerja dengan bahaya ledakan.	Dengan tekanan mekanis berat, untuk alat listrik berat seperti mesin pembangkit listrik dan motor yang bergerak, motor kerja listrik, mesin pertanian dan pada pembangunan.

Tabel 7.1 – 4 (lanjutan)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	Kabel karet berat berselubung karet berpelindung elektrik	NSHCou	450/750 (690)	2.....4	1,5.....16	Ya	Dalam ruang kering dan lembab, dalam ruang kerja dengan bahaya kebakaran dan ruang kerja pertanian, juga dalam alam terbuka dan dalam air untuk keperluan industri dsb. Dalam ruang kerja dengan bahaya ledakan.	Dengan tekanan mekanis berat, untuk alat listrik berat seperti mesin pembangkit listrik dan motor yang bergerak, motor kerja listrik, mesin pertanian dan pada pembangunan.

CATATAN Kabel fleksibel dalam tabel di atas tidak boleh di pasang pada atau di dalam tanah, serta pula tidak boleh dipasang sebagai kabel udara.

Tabel 7.1 – 5 Daftar konstruksi dan penggunaan kabel tanah berisolasi dan berselubung termoplastik

No.	Nama kabel tanah	Nomenklatur ¹⁾	Tegangan nominal ²⁾	Jumlah inti	Luas penampang nominal ^{3) 4)} mm ²	Perlindungan/ penghantar konsentris	Penggunaan utama	Penggunaan dengan pembatasan
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Kabel tanah berisolasi dan berselubung termoplastik	NY ³⁾	0,6/1 (1,2) 3,6/6 (7,2)	1 ... 4 3	1,5 400 2,5 400	Tanpa	Kabel tenaga : Di dalam ruang, saluran kabel, dan di alam terbuka, untuk mesin tenaga, lemari penghubung, instalasi industri bila diharapkan tidak terjadi kerusakan mekanis.	Dalam tanah dengan pelindung bila diperhitungkan kemungkinan terjadi kerusakan mekanis. Dengan NAYY disyaratkan tindakan pengamanan khusus.
		NAYY ³⁾	0,6/1(1,2) 3,6/6(7,2)	1 4 3	25 400 35 400 Bila berinti tunggal bisa sampai 500 mm ² .		Bila berinti banyak (lebih dari 5) untuk kabel kontrol.	Bila paralel dengan kabel tenaga atau penghantar udara TM dan TT perlu diperhatikan pengaruhnya.
2	Kabel tanah berisolasi dan berselubung termoplastik dengan perisai pita baja	NYBY	Sda	2 4 3 dan 4 3 dan 4	4..... 400 ⁴⁾ 25.....400 25.....400	Dobel perisai pita baja yang digalvaniskan	Di dalam ruang, saluran kabel, dan di dalam tanah untuk instalasi industri dan lemari penghubung, serta untuk mesin tenaga bila mungkin terdapat gangguan mekanis ringan.	Dalam penggelarannya harus diperhatikan agar kabel tanah ini tidak mengalami tarikan-tarikan yang berlebihan atas pengaruhnya.
		NAYBY		2 4 3 dan 4 n 4 1	25.....400 35.....400 35.....400 10.....400	Dobel perisai pita aluminium		
3	Kabel tanah berisolasi dan berselubung termoplastik dengan perisai kawat baja	NYFGbY NYRGbY	Sda	2..... 4 3 dan 4 3 dan 4	1,5 400 25 400 25 400	Perisai kawat baja bundar atau pipih yang digalvaniskan	NYFGbY dan NAYFGbY : di dalam ruang, saluran kabel dan dialam terbuka, dan di dalam tanah untuk mesin tenaga, untuk instalasi industri dan lemari penghubung, bila diharapkan terjadi gangguan mekanis sedang.	NYFGby dan NAYFGbY : di dalam air dan sungai, bila tidak akan terjadi gang guan gaya tarik mekanis.
		NAYFGbY NAYRGbY		2 4 3 dan 4 3 dan 4	25 400 35 400 35 400		NYRGbY dan NAYRGbY : untuk pemasangan dalam tanah, didalam ruang saluran kabel dan alam terbuka, bila disyaratkan perlindungan mekanis yang lebih tinggi atau tekanan tarik yang lebih besar pada waktu montase dan pada waktu pembebanan.	NYRGbY dan NAYRGbY : di dalam air dan sungai, bila tidak akan terjadi gangguan gaya tarik mekanis

Tabel 7.1-5 (lanjutan)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	Kabel tanah berisolasi dan berselubung termoplastik dengan penghantar konsentrik.	NYCY NYCWY NAYCY NAYCWY	0,6/1 (1,2) 3,6/6 (7,2) 6/10 (12)	14 3 dan 4 3 dan 4 1 4 3 dan 4 3 dan 4	1,5 400 25400 25400 25400 35.....400 35.....400 Bila berinti tunggal bisa sampai 500 mm ² , sampai 100mm ² bisa berinti banyak	Berpenghan -tar konsentris tembaga (c) Penghantar konsentris tidak membelit urat-urat (zigzag)-(CW) Luas penam pang nominal penghantaran konsentris maksimum 240 mm ²	NYCY dan NAYCY : untuk jaringan listrik dengan penghantar konsentris, untuk pemasangan dalam tanah, di dalam ruang, saluran kabel dan alam terbuka; untuk penerangan jalan dan sambungan rumah dalam jaringan listrik, diperlukan pengaman mekanis tambahan. NYCWY dan NAYCWY : Untuk jaring listrik dengan penghantar konsentris bergelombang yang pada pencabangan tidak dipotong, untuk pemasangan dalam tanah di dalam ruang, untuk penerangan jalan dan sambungan rumah dalam jaringan listrik, diperlukan pengamanan mekanisme tambahan.	NYCY dan NAYCY : Pada waktu montase dan pada waktu pembebanan dapat dibebani gaya mekanis ringan (lihat lajur 1) NYCWY dan NAYCWY : Pada waktu montase dan pada waktu pembebanan dapat dibebani gaya mekanis ringan (lihat lajur 1).
5	Kabel tanah berisolasi dan berselubung termoplastik dengan lapisan pelindung listrik.	NYSY NAYSY	Sda	3 dan 4 3 dan 4 1 4 3 dan 4 3 dan 4	25 400 25 400 35 400 35 400 35 400	Berpelindung listrik dari bahan tembaga sesuai 7.1.3.4.2	Di dalam ruangan sempit karena radius tekuknya yang kecil untuk instalasi mesin tenaga dan lemari penghubung. Disebabkan karena ringannya, sebagai kabel tanah tepat untuk daerah dengan perbedaan tinggi yang besar.	Di dalam memilih penampang lapisan Cu perlu diperhatikan syarat pembumian jaringan.
6	Kabel tanah berisolasi dan berselubung termoplastik dengan penghantar	NYCEY NAYCEY	Sda	3 dan 4 3 dan 4 2 4 3 dan 4 3 dan 4	25 400 25 400 35 400 35 400 35 400	Penghantar konsentris melilit setiap urat, jumlah luas penampang semua penghantar konsentris sesuai 7.1.3.4.2.	Di dalam ruang, saluran kabel, di alam terbuka dan di dalam tanah untuk mesin tenaga, instalasi industri dan lemari penghubung.	Dalam memilih pemasangan penghantar konsentris Cu perlu diperhatikan syarat pembumian dari jaringan.

Tabel 7.1-5 (lanjutan)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	Kabel tanah berisolasi dan berselubung termoplastik dengan lapisan pelindung listrik membungkus tiap inti	NYSEY NAYSEY	Sda	3 dan 4 3 dan 4 3 dan 4 3 dan 4	25 400 25 400 35 400 35 400	Lapisan pelindung listrik melilit setiap urat, luas penampang pelindung listrik yang membungkus tiap urat sesuai 7.1.3.4.2.	Di dalam ruang, saluran kabel, di alam terbuka dan di dalam tanah untuk mesin tenaga, instalasi industri dan lemari penghubung.	Dalam memilih pemasangan penghantar konsentris Cu perlu diperhatikan syarat pembumian dari jaringan.
8	Kabel tanah berisolasi dan berselubung termoplastik dengan lapisan pelindung listrik dan lapisan pembatas medan magnet.	NYHSY NAYHSY	Sda	1 dan 4 1 dan 4 1 dan 4 1 dan 4	25 400 25 400 35 400 35 400	Lapisan pelindung listrik melilit sesuai 7.1.3.4.2. dan lapisan pembatas medan magnet pada setiap inti.	Di dalam ruang, saluran kabel, di alam terbuka dan di dalam tanah untuk mesin tenaga, instalasi industri dan lemari penghubung. Dalam memilih penampang lapisan Cu perlu diperhatikan syarat resistansi dari jaringan.	Karena susut dielektris yang rendah, tepat untuk jaringan umum yang sangat panjang.

CATATAN :

- a) Untuk kabel berpenghantar aluminium, Nomenklaturnya dimulai dengan huruf kombinasi NA
- b) Untuk kabel tanah bertegangan pengenal lebih dari 0,6/1 kV (1,2 kV), luas penampang penghantar terkecil adalah 25 mm² untuk Cu, dan 35 mm² untuk Al.
- c) Untuk 1,5 s/d 10 mm² berpenghantar tembaga bisa berurat banyak, bila berinti tunggal berpenghantar aluminium minimum 35 mm².
- d) Kabel tanah berinti 4 juga dengan ukuran 2,5 mm²
- e) Untuk menahan kebocoran terhadap air secara radial maupun longitudinal, kabel jenis ini dapat diberi lapisan khusus, yang tidak mengandung bahan selulosa.
- f) Untuk keperluan khusus, misalnya menyeberangi sungai, kabel jenis ini dapat diberi perisai aluminium atau stainless steel yang berombak-ombak (*corrugated*), atau untuk kabel berselubung timbal harus dilindungi dengan perisai kawat bulat.
- g) Kecuali bahan XLPE (Cross linked Polyethylene), boleh juga digunakan PE (*Polyethylene*) sebagai bahan isolasi kabel, dalam hal ini nomenklaturnya adalah N2Y (atau NA2Y).

Tabel 7.1-5a Daftar konstruksi dan penggunaan kabel tanah berisolasi XLPE dan berselubung PVC

No.	Nama kebel tanah	Nomenklatur	Tegangan nominal kV	Jumlah inti	Luas penampang nominal mm ²	Perlindungan	Penggunaan utama	Penggunaan dengan pembatasan
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Kabel tanah berisolasi XLPE, berselubung termoplastik dengan lapisan pelindung elektris.	N2XSY NA2XSY	3.6/6 (7,2) 6/10 (12) 8,7/15 (17,5) 12/20 (24) 18/30 (36) 3.6/6 (7,2) 6/10 (12) 8,7/15 (17,5) 12/20 (24) 18/30 (36)	1 dan 3 1 dan 3	10 ... 1000 16 ... 1000 25 ... 1000 35 ... 1000 50 ... 1000 10 ... 1000 16 ... 1000 25 ... 1000 35 ... 1000 50 ... 1000	Berpelindung elektris pita kawat tembaga	Di dalam ruang, di dalam saluran, untuk trafo distribusi pada sistem dengan netral dibumikan melalui resistans	Di dalam tanah bila terdapat cukup perlindungan mekanis.
2	Kabel tanah berisolasi XLPE dan berselubung termoplastik berpenghantar konsentris	N2XCY NA2XCY	sda	1 dan 3	sda	Penghantar konsentris	Di dalam ruang, dan saluran, untuk trafo distribusi pada sistem dimana netral dibumikan langsung	Sda
3	Kabel tanah berisolasi XLPE dan berselubung termoplastik dengan perisai pita baja dan lapisan pelindung elektris pada tiap inti.	N2XSEYBY NA2XSEYBY	sda	3 3	sda	Perisai pita baja dan lapisan pelindung pita/kawat tembaga pada tiap inti.	Di dalam ruang, di dalam saluran di alam terbuka.	Di dalam tanah dengan perlindungan bila gangguan mekanis sering terjadi.
4	Kabel tanah berisolasi XLPE dan berselubung termoplastik dengan pelindung elektris pada tiap inti.	N2XSEY NA2XSEY	sda	1 dan 3 1 dan 3	sda	Pelindung elektris pita/kawat tembaga tiap inti	Di dalam ruang, di dalam saluran di alam terbuka.	Di dalam tanah dengan per-lindungan bila gangguan mekanis sering terjadi.
5	Kabel tanah berisolasi XLPE dan berselubung termoplastik dengan perisai kawat dan pita baja dan lapisan pelindung elektris pada tiap inti.	N2XSEYFGby NA2XSEYFGby	sda	1 dan 3	sda	Perisai kawat dan pita baja dan lapisan pelindung elektris pita/kawat tembaga pada tiap inti	Di dalam ruang dan saluran, untuk trafo distribusi pada sistem di mana netral dibumikan langsung	sda

CATATAN :

- a) Untuk kabel berpenghantar aluminium, Nomenklaturnya dimulai dengan huruf kombinasi NA
- h) Untuk kabel tanah bertegangan pengenal lebih dari 0,6/1 kV (1,2 kV), luas penampang penghantar terkecil adalah 25 mm² untuk Cu, dan 35 mm² untuk A1.
- i) Untuk 1,5 s/d 10 mm² berpenghantar tembaga bisa berurat banyak, bila berinti tunggal berpenghantar aluminium minimum 35 mm².
- j) Kabel tanah berinti 4 juga dengan ukuran 2,5 mm²
- k) Untuk menahan kebocoran terhadap air secara radial maupun longitudinal, kabel jenis ini dapat diberi lapisan khusus, yang tidak mengandung bahan selulosa.
- l) Untuk keperluan khusus, misalnya menyeberangi sungai, kabel jenis ini dapat diberi perisai aluminium atau stainless steel yang berombak-ombak (*corrugated*).
- m) Kecuali bahan XLPE (Cross linked Polyethylene), boleh juga digunakan PE (*Polyethylene*) sebagai bahan isolasi kabel, dalam hal ini momenklaturnya adalah N2Y (atau NA2Y).

Tabel 7.1-6 Daftar konstruksi dan penggunaan kabel tanah berisolasi kertas

No .	Nama kabel tanah	Nomenklatur	Tegangan pengenalan kV	Jumlah inti	Luas penampang nominal mm ²	Perlindungan	Penggunaan utama	Penggunaan dengan pembatasan
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Kabel tanah berisolasi kertas berselubung timbal dengan lapisan luar bahan serat. S.d.a Inti berpelindung medan magnet dari kertas logam	NKA NAKA NHKA NAHKA	0,6/1 (1,2) 3,6/6 (7,2) 6/10 (12) 8,7/15 (17,5) 12/20 (24) 18/30 (36) 8,7/15 (17,5) 12/20 (24) 18./30 (36)	1 ... 5 1.3 dan 4 1.3 dan 4 1.3 dan 4 1.3 dan 4 3 3 3	25 ... 500 Umumnya berinti tunggal 25 ... 500	Berpelindung selubung timbal	Di dalam gedung dalam saluran kabel juga di luar bangunan, bila tidak diperlukan perlindungan khusus terhadap karat	Bila cukup perlindungan terhadap kemungkinan kerusakan secara mekanis, boleh ditanam
2	Kabel tanah berisolasi kertas berselubung timbal dengan lapisan luar bahan termoplastik. S.d.a Inti berpelindung medan magnet dari kertas logam	NKY NAKY NHKY NAHKY	Sda	Sda	25 ... 500 Umumnya berinti tunggal 25 ... 500	Berpelindung selubung timbal	Di dalam gedung dalam saluran kabel juga di luar bangunan, baik untuk tempat yang mengandung bahaya karat terhadap timah hitam (timbal)	Sda
3	Kabel tanah ber isolasi kertas berselubung timbal dengan perisai pita baja dan lapisan luar anti karat. S.d.a Inti berpelindung medan magnet dari kertas logam	NKB-R NAKB-R NHKB-R NAHKB-R	sda	sda	25 ... 500 Umumnya berinti tunggal 25 ... 500	Berpelindung selubung timbal dan berperisai pita baja serta lapisan tahan karat	Di dalam ruang yang kering dan dalam saluran kabel. Tahan terhadap gangguan mekanis ringan.	

Tabel 7.1-6 (lanjutan)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	Kabel tanah berisolasi kertas berselubung timbal dengan perisai pita baja dan lapisan luar dari bahan serat. S.d.a Inti berpelindung medan magnet dari kertas logam	NKBA (GPLK) NAKBA NHNKBA NAHNKBA	S.d.a	S.d.a	25 ... 400 25 ... 400	Berpelindung selubung timbal dan berperisai pita baja serta lapisan luar dari serat.	Langsung ditanam dalam tanah	
5	Kabel tanah berisolasi kertas berselubung timbal dengan perisai pita baja dan lapisan luar dari bahan serat dengan bahan peredam api. S.d.a Inti berpelindung medan magnet dari kertas logam	NKBA-fl NAKBA-fl NHNKBA-fl NAHNKBA-fl	S.d.a	S.d.a	25 ... 400 25 ... 400	Seperti lajur 4 (NKBA) dengan pelindung tam bahan terhadap kebakaran.	Langsung di tanam dalam tanah. Baik untuk tempat yang mengandung bahaya kebakaran.	
6	Kabel tanah berisolasi kertas berselubung timbal dengan perisai pita baja dan lapisan luar dari bahan termoplastik. S.d.a Inti berpelindung medan magnet dari kertas logam	NKBY NAKBY NHNKBY NAHNKBY	S.d.a	S.d.a	25 ... 500 25 ... 500	Berpelindung selubung timbal dan berperisai pita baja.	Langsung di tanam dalam tanah. Baik untuk tempat yang mengandung bahaya karat.	
7	Kabel tanah berisolasi kertas berselubung timbal dengan perisai kawat baja pipih dan lapisan luar dari bahan serat. S.d.a Inti berpelindung medan magnet dari kertas logam	NKFA NAKFA NHNKFA NAHNKFA	0,6/1 (1,2) 3,6/6 (7,2) 6/10 (12) 8,75/15 (17,5) 12/20 (24) 18/30 (36)	S.d.a	25 ... 500 25 ... 400	Berpelindung selubung timbal dan berperisai kawat baja pipih	Langsung di tanam dalam tanah, dimana mungkin timbul gaya tarik mekanis.	Bila lapisan luar dari bahan serat berlapis dua dan cukup berisi bahan tahan karat, boleh dipasang di dalam air.

Tabel 7.1-6 (lanjutan)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	Kabel tanah berisolasi kertas berselubung timbal dengan perisai kawat baja bulat dan lapisan luar dari bahan serat. S.d.a Inti berpelindung medan magnet dari kertas logam	NKRA NAKRA NHNKRA NAHNKRA	0,6/1 (1,2) 3,6/6 (7,2) 6/10 (12) 8,7/15 (17,5) 12/20 (24) 8,75/15 (17,5) 12/20 (24) 18/30 (36)	S.d.a	25 ... 500 25 ... 400	Berpelindung selubung timbal dan berperisai kawat baja bulat.	Langsung di tanam dalam tanah, dimana mungkin timbul gaya tarik mekanis.	Bila lapisan luar dari bahan serat berlapis dua dan cukup berisi bahan tahan karat, boleh di-pasang di dalam air.
9	Kabel tanah berisolasi kertas berselubung timbal dengan perisai lapislapis dari kawat baja bulat dan lapisan luar dari bahan termoplastik. S.d.a Inti berpelindung medan magnet dari kertas logam	NKRFGbY NAKRFGbY NHNKRFGbY NHNKRFGby-R	Sda	S.d.a	25 ... 500 25 ... 400	Berpelindung selubung timbal dan berperisai kawat baja bentuk Z.	Langsung ditanam dalam tanah, dan di dalam air dimana terdapat gaya-gaya tarik mekanis. Baik untuk tempat-tempat yang mengandung bahaya korosi.	
10	Kabel tanah berisolasi kertas berselubung timbal dengan perisai lapislapis dari kawat baja berbentuk Z dan lapisan luar dua lapis bahan serat. S.d.a Inti berpelindung medan magnet dari kertas logam.	NKZAA NAKZAA NHNKZAA NAHNKZAA	Sda	Sda	25 ... 500 25 ... 400	Berpelindung selubung timbal dan berperisai dua lapis kawat baja bulat.	Langsung ditanam dalam tanah, dan di dalam air dimana banyak terjadi gaya tarik mekanis	

Tabel 7.1-6 (lanjutan)

11	Kabel tanah berisolasi kertas berselubung timbal berperisai kawat baja bulat tanpa lapisan luar. S.d.a Inti berpelindung medan magnet dari kertas logam.	NKFGb-R NAKFGb-R KHKFGb-R NAHKFGb-R	Sda	Sda	25 ... 500 25 ... 400	Berpelindung selubung timbal dan berperisai kawat baja pipih.	Di dalam ruang kering dan tabung kabel. Baik untuk tempat-tempat di mana pada waktu pemasangannya kabel harus ditarik.	
12	Kabel tanah berisolasi kertas berselubung timbal berperisai kawat baja bulat tanpa lapisan luar. S.d.a Inti berpelindung medan magnet dari kertas logam.	NKRGb-R NAKRGb-R NHKRGb-R NAHKRGb-R	Sda	Sda	25 ... 500 25 ... 400	Berpelindung selubung timbal dan berperisai kawat baja bulat.	Di dalam ruang kering dan tabung kabel. Baik untuk tempat-tempat di mana pada waktu pemasangannya kabel harus ditarik keras.	
13	Kabel tanah berisolasi kertas berselubung aluminium berlapisan luar bahan termoplastik. S.d.a Inti berpelindung medan magnet dari kertas logam.	NKLY NAKLY NHKLY NAHKLY	Sda	Sda	25 ... 500	Berpelindung selubung aluminium	Di dalam gedung, saluran kabel atau di luar gedung.	Langsung ditanam dalam tanah bila cukup perlindungan mekanis.
14	Kabel tanah berisolasi kertas berselubung tembaga bergelombang dan berlapisan luar bahan termoplastik. S.d.a Inti berpelindung medan magnet dari kertas logam.	NKWKZY NAKWKZY NHKWKZY NAHKWKZY	Sda	Sda	25 ... 500 25 ... 400	Berpelindung selubung tembaga bergelombang	Di dalam gedung, saluran kabel atau di luar gedung bila diperlukan fleksibilitas pada saat pemasangannya.	

Tabel 7.1-6 (lanjutan)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	Kabel tanah masing-masing inti berselubung timbal, seluruhnya berperisai pita baja dan lapisan luar bahan serat S.d.a Inti berpelindung medan magnet dari kertas logam.	NEKBA NAUKBA	6/10 (12) 8,7/15(17,5) 12/20 (24)	3 3 3	25 ... 400	Masing-masing inti berpelindung berselubung timbal dan kabel berperisai pita baja.	Langsung ditanam dalam tanah	
		NHEKBA NAHKEBA	6/10 (12) 8,7/15(17,5) 12/20 (24)	3 3 3	25 ... 400			
16	Kabel tanah masing-masing inti berselubung timbal, dan masing-masing diberi pula lapisan pita bahan termoplastik seluruhnya diberi perisai pita baja dan lapisan luar bahan serat. S.d.a Inti berpelindung medan magnet dari kertas logam.	NEKEBA NAEKEBA	6/10 (12) 8,7/15(17,5) 12/20 (24)	3 3 3	25 ... 400	Masing-masing inti berpelindung berselubung timbal yang satu dengan yang lainnya tidak berhubungan, kabel berperisai pita baja.	Langsung ditanam dalam tanah	
		NHKEBA NAHEKEBA	6/10 (12) 8,7/15(17,5) 12/20 (24)	3 3 3	25 ... 400			
17	Kabel tanah aluminium berisolasi kertas berselubung aluminium berlapis pita-pita bahan termoplastik dan bahan lapisan bahan termoplastik. S.d.a Inti berpelindung medan magnet dari kertas logam	NKLEY NAKLEY	0,6/1 (1,2) 3,6/6 (7,2) 6/10 (12) 8,7/15(17,5) 12/20 (24) 18/30 (36)	1 ... 5 1,3 dan 4 1,3 dan 4 1,3 dan 4 1,3 dan 4 1,3 dan 4	25 ... 400	Berpelindung selubung aluminium	Di dalam gedung, saluran kabel dan di luar gedung	Bila cukup perlindungan terhadap gangguan mekanis boleh ditanam.
		NHKLEY NAHKLEY	8,7/15(17,5) 12/20 (24) 18/30 (36)	3 3 3	25 ... 400			

Tabel 7.1-7 Konstruksi penghantar udara tembaga telanjang (BCC)

Luas penampang nominal mm ²	Luas penampang sebenarnya mm ²	Jumlah kawat	Diameter kawat tembaga nominal mm	Diameter penghantar nominal mm	Berat penghantar kira-kira (kg/km)	Kuat tarik putus penghantar N		
						Setengah keras		Keras
						Min.	Maks.	Min.
1	2	3	4	5	6	7a	7b	7c
6	5,94	1	2,75	2,75	52,8	2.050	2.550	2.600
10	12,37	7	1,5	4,5	112	4.050	5.000	5.150
16	16,84	7	1,75	5,25	153	4.900	6.800	6.900
25	27,83	7	2,25	6,75	252	9.000	11.100	11.400
35	34,36	7	2,5	7,5	310	11.250	13.850	13.850
50	49,48	7	3,0	9,0	447	15.700	19.350	19.800
50	45,70	19	1,75	8,75	414	15.000	18.450	18.750
70	75,55	19	2,25	11,25	597	24.450	30.100	31.000
95	93,27	19	2,5	12,5	846	30.200	37.150	37.800
100	99,30	7	4,25	12,75	900	31.250	38.550	39.350
120	112,85	19	2,75	13,75	1025	36.150	44.500	45.750
150	147,11	37	2,25	15,75	1337	47.650	58.300	60.300
185	181,62	37	2,5	17,5	1651	58.500	71.950	73.650
240	238,76	19	4,0	20,0	2173	75.150	92.700	88.700
240	242,54	61	2,25	20,25	2208	78.550	96.600	99.450
300	299,43	61	2,5	22,5	2726	96.450	118.650	124.050
400	431,18	61	3,0	27,0	3933	136.900	168.700	172.400
500	506,04	61	3,25	29,25	4615	160.650	197.300	202.450

Tabel 7.1-8 Konstruksi penghantar udara aluminium telanjang (AAC)

Luas penampang nominal mm ²	Luas penampang sebenarnya mm ²	Jumlah kawat	Diameter kawat aluminium nominal mm	Diameter penghantar nominal mm	Berat penghantar kira-kira kg/km	Kuat tarik putus penghantar N
1	2	3	4	5	6	7
16	16,84	7	1,75	5,25	46	3.050
25	27,83	7	2,25	6,75	76	4.800
35	34,36	7	2,5	7,5	94	5.700
50	49,48	7	3,0	9,0	135	7.950
50	45,7	19	1,75	8,75	126	8.200
70	75,55	19	2,25	11,25	208	12.950
95	93,27	19	2,5	12,5	256	15.650
120	112,85	19	2,75	13,75	310	18.500
150	147,11	37	2,25	15,75	406	25.250
185	181,62	37	2,5	17,5	501	30.450
240	242,54	61	2,25	20,25	670	39.400
300	299,43	61	2,5	22,5	827	47.550
400	431,18	61	3,0	27,0	1195	65.450
500	506,04	61	3,25	29,25	1402	75.450
630	643,24	91	3,0	33,0	1782	97.650
800	754,91	91	3,25	35,75	2092	112.600
1000	1005,06	91	3,75	41,25	2785	146.350

Tabel 7.1-9 Konstruksi penghantar udara campuran aluminium telanjang (AAAC)

Luas penampang nominal	Luas penampang sebenarnya	Jumlah kawat	Diameter kawat campuran aluminium nominal	Diameter penghantar nominal	Berat penghantar kira-kira	Kuat tarik putus penghantar
mm ²	mm ²		mm	mm	kg/km	N
1	2	3	4	5	6	7
16	16,84	7	1,75	5,25	46	4.700
25	27,83	7	2,25	6,75	76	7.750
35	34,36	7	2,5	7,5	94	9.600
50	49,48	7	3,0	9,0	135	13.850
50	45,7	19	1,75	8,75	126	12.750
70	75,55	19	2,25	11,25	208	21.100
95	93,27	19	2,5	12,5	256	26.100
120	112,85	19	2,75	13,75	310	31.550
150	147,11	37	2,25	15,75	406	41.100
185	181,62	37	2,5	17,5	501	50.750
240	242,54	61	2,25	20,25	670	67.750
300	299,43	61	2,5	22,5	827	83.700
400	431,18	61	3,0	27,0	1195	120.550
500	506,04	61	3,25	29,25	1402	141.400
630	643,24	91	3,0	33,0	1782	179.750
800	754,91	91	3,25	35,75	2092	211.000
1000	1005,06	91	3,75	41,25	2785	280.850

Tabel 7.1-10 Kabel udara

No.	Jenis kabel	Nomenklatur	Tegangan pengenal kV	Jumlah inti	Luas penampang pengenal mm ²	Contoh penggunaan
1	2	3	4	5	6	7
1.	Kabel udara berselubung termoplastik dengan tali penggantung baja	NYM-T	0,3/0,5 (0,4)	2 . . 5	1,5 . . 35	Sebagai penghantar udara di luar bangunan
2.	Kabel udara berisolasi termoplastik dengan penguat kawat penggantung, berselubung termoplastik	NYMZ	0,3/0,5 (0,4)	2 . . 5	1,5 . . 16	s.d.a
3.	Kabel udara ber-penghantar tembaga keras dengan isolasi termoplastik	NFYM	0,6/1 (1,2)	1	6 . . 50	s.d.a
4.	Kabel pilin udara ber-penghantar tembaga atau aluminium berisolasi PVC	NFY NFAY	0,6/1 (1,2)	2	Cu: 6 – 25 A1: 10 – 25	s.d.a
5.	Kabel pilin udara ber-penghantar tembaga atau aluminium berisolasi XLPE	NF2X NFA2X	0,6/1 (1,2)	2 . . 6	Cu: 6 – 25 A1: 35 – 120	s.d.a
6.	Kabel pilin udara ber-penghantar aluminium berisolasi XLPE dengan tali penggantung baja	NFA2XSEY-T	3,6/6 (7,2) 6/10 (12) 8,75/15 (17,5) 12/20 (24) 18/30 (36)	3 . . 4	A1: 35 – 120	s.d.a

Tabel 7.2-1 Pengenal inti atau rel

Inti atau rel	Pengenal		
	Dengan huruf	Dengan lambang	Dengan warna
1	2	3	4
A. Instalasi arus bolak-balik : fase satu fase dua fase tiga netral	L1 / R L2 / S L3 / T N		merah kuning hitam biru
B. Instalasi perlengkapan listrik : fase satu fase dua fase tiga	U / X V / Y W / Z		merah kuning hitam
C. Instalasi arus searah : positif negatif kawat tengah	L + L - M	+ -	tidak ditetapkan tidak ditetapkan biru
D. Penghantar netral	N		biru
E. Penghantar pembumian	PE		loreng kuning hijau-

Tabel 7.2-2 Warna selubung kabel berselubung PVC dan PE untuk instalasi magun (pasangan tetap)

No.	Jenis kabel	Tegangan pengenal V	Warna selubung
1	2	3	4
1.	Kabel berisolasi PVC	500	putih
2.	Kabel udara berisolasi PE, PVC atau XLPE	600 – 1000	hitam
3.	Kabel tanah berselubung PVC dan PE	600 – 1000	hitam
4.	Kabel tanah berselubung PVC dan PE	> 1000	merah

Tabel 7.3-1 KHA terus menerus yang diperbolehkan dan proteksi untuk kabel instalasi berinti tunggal berisolasi PVC pada suhu keliling 30 °C dan suhu penghantar maksimum 70 °C

Jenis Penghantar	Luas penampang nominal mm ²	KHA terus menerus		KHA pengenalan gawai proteksi	
		Pemasangan dalam pipa ^(x) sesuai 7.13	Pemasangan di udara ^(xx) sesuai 7.12.1	Pemasangan dalam pipa	Pemasangan di udara
1	2	3	4	5	6
NYFA NYFAF NYFAZ NYFAD NYA NYAF NYFAw NYFAFw NYFAZw NYFADw dan NYL	0,5	2,5	-	2	-
	0,75	7	15	4	10
	1	11	19	6	10
	1,5	15	24	10	20
	2,5	20	32	16	25
	4	25	42	20	35
	6	33	54	25	50
	10	45	73	35	63
	16	61	98	50	80
	25	83	129	63	100
	35	103	158	80	125
	50	132	198	100	160
	70	165	245	125	200
	95	197	292	160	250
	120	235	344	250	315
	150	-	391	-	315
	185	-	448	-	400
	240	-	5285	-	400
	300	-	608	-	500
	400	-	726	-	630
	500	-	830	-	630

CATATAN ^(x) Untuk satu atau lebih kabel tunggal tanpa selubung

^(xx) Untuk kabel tunggal dengan jarak sekurang-kurangnya sama dengan diameternya

Tabel 7.3-2 Faktor koreksi untuk KHA terus menerus untuk kabel instalasi berinti tunggal berisolasi karet/PVC pada suhu keliling 30 °C dengan suhu penghantar maksimum 70 °C

Suhu keliling °C	% dari nilai KHA menurut Tabel 7.3-1 kolom 4	
	Bahan isolasi karet	Bahan isolasi PVC
1	2	3
$t \leq 30^{\circ}\text{C}$	98	100
$30^{\circ}\text{C} < t \leq 35^{\circ}\text{C}$	90	94
$35^{\circ}\text{C} < t \leq 40^{\circ}\text{C}$	80	87
$40^{\circ}\text{C} < t \leq 45^{\circ}\text{C}$	69	80
$45^{\circ}\text{C} < t \leq 50^{\circ}\text{C}$	56	71
$50^{\circ}\text{C} < t \leq 55^{\circ}\text{C}$	40	62

Tabel 7.3-3 Faktor koreksi untuk KHA terus menerus untuk kabel instalasi tunggal berisolasi terbuat dari bahan khusus tahan panas pada suhu keliling di atas 55 °C

Suhu keliling °C		% dari nilai menurut Tabel 7.3-1 kolom 4
Penghantar dengan batas suhu kerja 100 °C	Penghantar dengan batas suhu kerja 180 °C	
1	2	3
$55^{\circ}\text{C} < t \leq 65^{\circ}\text{C}$	$55^{\circ}\text{C} < t \leq 145^{\circ}\text{C}$	100
$65^{\circ}\text{C} < t \leq 70^{\circ}\text{C}$	$145^{\circ}\text{C} < t \leq 150^{\circ}\text{C}$	92
$70^{\circ}\text{C} < t \leq 75^{\circ}\text{C}$	$150^{\circ}\text{C} < t \leq 155^{\circ}\text{C}$	85
$75^{\circ}\text{C} < t \leq 80^{\circ}\text{C}$	$155^{\circ}\text{C} < t \leq 160^{\circ}\text{C}$	75
$80^{\circ}\text{C} < t \leq 85^{\circ}\text{C}$	$160^{\circ}\text{C} < t \leq 165^{\circ}\text{C}$	65
$85^{\circ}\text{C} < t \leq 90^{\circ}\text{C}$	$165^{\circ}\text{C} < t \leq 170^{\circ}\text{C}$	53
$90^{\circ}\text{C} < t \leq 95^{\circ}\text{C}$	$170^{\circ}\text{C} < t \leq 175^{\circ}\text{C}$	38

Tabel 7.3-4 KHA terus menerus yang diperbolehkan untuk kabel instalasi berisolasi dan berselubung PVC, serta kabel fleksibel dengan tegangan pengenal 230/400 (300) volt dan 300/500 (400) volt pada suhu keliling 30 °C, dengan suhu penghantar maksimum 70 °C

Jenis kabel	Luas penampang	KHA terus menerus	KHA pengenal gawai proteksi
	mm ²	A	A
1	2	3	4
	1,5	18	10
	2,5	26	20
	4	34	25
	6	44	35
	10	61	50
	16	82	63
NYIF			
NYIFY			
NYPLYw	25	108	80
NYM/NYM-0	35	135	100
NYRAMZ	50	168	125
NYRUZY			
NYRUZYr	70	207	160
NHYRUZY	95	250	200
NHYRUZYr	120	292	250
NYBUY			
NYLRZY, dan	150	335	250
Kabel fleksibel	185	382	315
berisolasi PVC	240	453	400
	300	504	400
	400	-	-
	500	-	-

Tabel 7.3-5a KHA terus menerus untuk kabel tanah berinti tunggal, berpenghantar tembaga, berisolasi dan berselubung PVC, dipasang pada sistem a.s. dengan tegangan kerja maksimum 1,8 kV; serta untuk kabel tanah berinti dua, tiga dan empat berpenghantar tembaga, berisolasi dan berselubung PVC yang dipasang pada sistem a.b. fase tiga dengan tegangan pengenal 0,6/1 kV (1,2 kV), pada suhu keliling 30 °C.

Jenis kabel	Luas penampang mm ²	KHA terus menerus					
		Berinti tunggal		Berinti dua		Berinti tiga dan empat	
		di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara
1	2	3	4	5	6	7	8
NYY NYBY NYFGbY NYRGbY NYCY NYCWY NYSY NYCEY NYSEY NYHSY NYKY NYKBY NYKFGBY NYKRGbY	1,5	40	26	31	20	26	18,5
	2,5	54	35	41	27	34	25
	4	70	46	54	37	44	34
	6	90	58	68	48	56	43
	10	122	79	92	66	75	60
	16	160	105	121	89	98	80
	25	206	140	153	118	128	106
	35	249	174	187	145	157	131
	50	296	212	222	176	185	159
	70	365	269	272	224	228	202
	95	438	331	328	271	275	244
	120	499	386	375	314	313	282
	150	561	442	419	361	353	324
	185	637	511	475	412	399	371
	240	743	612	550	484	464	436
	300	843	707	525	590	524	481
	400	986	859	605	710	600	560
	500	1125	1000	-	-	-	-

CATATAN KHA terus menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.4.2 dan 7.3.4.4.

Tabel 7.3-5b KHA terus menerus untuk kabel tanah berinti tunggal, berpenghantar aluminium, berisolasi dan berselubung PVC, dipasang pada sistem arus searah dengan tegangan kerja maksimum 1,8 kV; serta untuk kabel tanah berinti dua, tiga dan empat berpenghantar aluminium, berisolasi dan berselubung PVC yang dipasang pada sistem arus fase tiga dengan tegangan pengenalan 0,6/1 kV (1,2 kV), pada suhu keliling 30 °C

Jenis kabel	Luas penampang nominal mm ²	KHA terus menerus					
		Berinti tunggal		Berinti dua		Berinti tiga dan empat	
		di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara
1	2	3	4	5	6	7	8
NAYY NAYBY NAYFGbY NAYRGbY NAYCY NAYCWY NAYSY NAYCEY NAYSEY dan NAYHSY	4	45	36	36	29	32	26
	6	57	45	45	37	40	34
	10	76	62	61	51	53	46
	16	102	82	79	70	69	62
	25	134	125	102	91	93	83
	35	180	145	125	113	111	102
	50	215	176	147	138	133	124
	70	265	224	178	174	165	158
	95	319	271	218	210	198	190
	120	683	314	245	244	227	221
	150	409	361	280	281	254	252
	185	464	412	316	320	290	289
	240	543	484	369	378	341	339
	300	615	548	414	460	387	377
	400	719	666	481	550	446	444
	500	821	776	-	-	-	-

CATATAN KHA terus-menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.4.2 dan 7.3.4.4.

Tabel 7.3-6a KHA terus menerus untuk kabel tanah berinti banyak, berpenghantar tembaga, berisolasi dan berselubung PVC dengan tegangan pengenalan 3,6/6 kV (7,2 kV) dan 6/10 kV, pada suhu keliling 30 °C

Jenis kabel	Luas penampang nominal mm ²	KHA terus menerus			
		Tegangan pengenalan 3,6/6 kV (7,2 kV)		Tegangan pengenalan 6/10 kV	
		di tanah	di udara	di tanah	di udara
1	2	3	4	5	6
	10	-	-	-	-
	16	-	-	-	-
NYSEY	25	118	105	125	114
NYCEBY	35	149	131	150	138
NYSEFGbY	50	176	157	177	165
NYSERGbY					
NYCEY	70	216	197	216	204
NYSEHY	95	259	241	258	247
NYSEKY	120	294	277	293	284
NYSEKBY					
NYSEKFGbY	150	331	316	329	322
NYSEKRGbY	185	373	362	370	367
	240	432	427	428	430
	300	487	487	481	490
	400	552	565	549	574

CATATAN KHA terus menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.4.2 dan 7.3.4.4.

Tabel 7.3-6b KHA terus menerus untuk kabel tanah berinti banyak, berpenghantar aluminium, berisolasi dan berselubung PVC dengan tegangan pengenalan 3,6/6 kV (9,2 kV) dan 6/10 kV (12 kV), pada suhu keliling 30 °C

Jenis kabel	Luas penampang nominal	KHA terus menerus			
		Tegangan pengenalan 3,6/6 kV (7,2 kV)		Tegangan pengenalan 6/10 kV (12 kV)	
		di tanah	di udara	di tanah	di udara
1	2	3	4	5	6
NAYSEY NAYCEBY NAYSEFGbY NAYSERGbY NAYCEY NAYSEHY NAYSEKY NAYSEKBY NAYSEKFGbY NAYSEKRGbY	25	-	-	-	-
	35	116	106	116	106
	50	137	128	137	128
	70	168	158	168	158
	95	200	192	200	192
	120	228	221	228	221
	150	256	250	256	250
	185	289	286	289	286
	240	335	336	335	336
	300	378	385	378	385
	400	436	456	436	456

CATATAN KHA terus menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.4.2 dan 7.3.4.4.

Tabel 7.3-7a KHA terus menerus untuk tiga kabel tanah berinti tunggal, berpenghantar tembaga, berisolasi dan berselubung PVC, dengan tegangan pengenalan 0,6/1 kV, 3,6/6 kV (7,2 kV) dan 6/10 kV (12 kV) yang dipasang sejajar pada suatu sistem fase tiga pada suhu keliling 30 °C

Jenis kabel	Luas penampang nominal mm ²	KHA terus menerus					
		Tegangan pengenalan 0,6/1 kV (1,2 kV)		Tegangan pengenalan 3,6/6 kV (7,2 kV)		Tegangan pengenalan 6/10 kV (12 kV)	
		di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara
1	2	3	4	5	6	7	8
NYY NYCY NYCWY NYHSY NYSY NYKY NYSKY NYKBY NYSKBY	16	119	103	-	-	-	-
	25	153	137	149	143	146	140
	35	183	169	178	174	174	170
	50	216	206	210	210	203	205
	70	265	261	256	263	248	256
	95	316	321	304	321	294	311
	120	359	374	342	370	332	359
	150	402	428	372	413	361	401
	185	454	494	416	472	403	457
	240	527	590	474	553	461	536
	300	544	678	526	625	510	607
	400	686	817	573	711	554	690
	500	774	940	-	-	-	-

CATATAN KHA terus menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.4.2 dan 7.3.4.4.

Tabel 7.3-7b KHA terus menerus untuk tiga kabel tanah berinti tunggal, berpenghantar aluminium berisolasi dan berselubung PVC, dengan tegangan pengenalan 0,6/1 kV (1,2 kV), 3,6/6 kV (7,2 kV) dan 6/10 kV (12 kV) yang dipasang sejajar pada suatu sistem fase tiga pada suhu keliling 30 °C

Jenis kabel	Luas penampang nominal mm ²	KHA terus menerus					
		Tegangan pengenalan 0,6/1 kV (1,2 kV)		Tegangan pengenalan 3,6/10 kV (7,2 kV)		Tegangan pengenalan 6/10 kV (12 kV)	
		di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara
1	2	3	4	5	6	7	8
	16	-	-	-	-	-	-
NAYY	25	-	-	-	-	-	-
NAYCY	35	141	131	138	135	134	132
NAYCWY	50	168	160	163	164	159	159
NYHSY							
NAYSY	70	204	202	200	205	194	200
NAYKY	95	245	249	239	251	231	243
NAYSKY	120	279	291	270	290	261	281
NAYKBY							
NAYSKBY	150	312	333	297	327	288	316
	185	353	384	334	375	322	363
	240	410	460	384	444	371	429
	300	464	530	430	505	416	488
	400	538	642	478	587	461	568
	500	610	744	-	-	-	-

CATATAN KHA terus menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.4.2 dan 7.3.4.4.

Tabel 7.3-8a KHA terus menerus untuk tiga kabel tanah berinti tunggal, berpenghantar tembaga berisolasi dan berselubung PVC, tidak berperisai, dengan tegangan pengenalan 0,6/1 kV (1,2 kV), 3,6/6 kV (7,2 kV) dan 6/10 kV (12 kV), yang dipasang terikat membentuk suatu sistem fase tiga, pada suhu keliling 30 °C

Jenis kabel	Luas penampang nominal mm ²	KHA terus menerus					
		Tegangan pengenalan 0,6/1 kV (1,2 kV)		Tegangan pengenalan 3,6/6 kV (7,2 kV)		Tegangan pengenalan 6/10 kV (12 kV)	
		di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara
		A	A	A	A	A	A
1	2	3	4	5	6	7	8
NYY NYCY NYCWY NYSY NYHSY	16	100	89	-	-	-	-
	25	129	118	132	122	129	120
	35	155	145	157	147	154	145
	50	183	176	186	178	181	174
	70	225	224	227	222	221	217
	95	270	271	272	271	264	264
	120	306	314	308	312	298	304
	150	344	361	344	354	332	343
	185	389	412	388	406	375	393
	240	452	484	449	480	432	464
	300	509	549	503	547	484	528
	400	587	657	569	643	544	619
	500	656	749	-	-	-	-

CATATAN KHA terus menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.4.2 dan 7.3.4.4.

Tabel 7.3-8b KHA terus menerus untuk tiga kabel tanah berinti tunggal, berpenghantar aluminium berisolasi dan berselubung PVC, tidak berperisai, dengan tegangan pengenalan 0,6/1 kV (1,2 kV), 3,6/6 kV (7,2 kV) dan 6/10 kV (12 kV), yang dipasang terikat (trefoil) membentuk suatu sistem fase tiga, pada suhu keliling 30 °C

Jenis kabel	Luas penampang nominal mm ²	KHA terus menerus					
		Tegangan pengenalan 0,6/1 kV (1,2 kV)		Tegangan pengenalan 3,6/6 kV (7,2 kV)		Tegangan pengenalan 6/10 kV (12 kV)	
		di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara
		A	A	A	A	A	A
1	2	3	4	5	6	7	8
NAYY NAYCY NAYCWY NAYSY NAYHSY	16	-	-	-	-	-	-
	25	-	-	-	-	-	-
	35	119	113	121	114	119	112
	50	142	138	145	138	141	135
	70	175	174	177	173	172	168
	95	210	210	212	210	206	205
	120	239	244	241	244	233	237
	150	268	281	269	277	260	268
	185	304	320	305	318	293	307
	240	355	378	354	379	341	365
	300	401	433	400	434	383	418
	400	466	523	459	517	437	496
	500	528	603	-	-	-	-

CATATAN KHA terus menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.4.2 dan 7.3.4.4.

Tabel 7.3-9a₁ KHA terus menerus untuk tiga kabel tanah berinti tunggal, berpenghantar tembaga berisolasi XLPE, berpelindung bebat tembaga serta berselubung PVC dengan tegangan pengenalan 3,6/6 kV (7,2 kV), 6/10 kV (12 kV), 8,7/15 kV (17,5 kV), 12/20 kV (24 kV), 15/30 kV (36 kV) yang dipasang sejajar pada suatu sistem fase tiga pada suhu keliling 30 °C atau suhu tanah 30 °C

Jenis kabel	Luas penampang nominal mm ²	KHA terus-menerus							
		Tegangan pengenalan 3,6/6 kV 7,2 kV)		Tegangan pengenalan 6/10 kV (12 kV)		Tegangan pengenalan 8,7/15 kV (17,5 kV) & 12/20 kV (24 kV)		Tegangan pengenalan 18/30 kV (36 kV)	
		di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara
1	2	3	4	5	6	7	8	8	8
N2XSY N2XSB(al)Y	16	121	138	-	-	-	-	-	-
	25	164	190	170	191	-	-	-	-
	35	194	230	201	231	202	233	-	-
	50	228	276	236	277	238	279	238	279
	70	277	343	288	345	289	347	291	348
	95	327	416	340	418	343	420	345	421
	120	369	479	384	481	387	483	389	483
	150	403	534	419	537	422	540	426	540
	185	451	609	468	612	473	614	478	615
	240	515	713	535	716	540	718	547	718
	300	572	807	595	811	601	813	610	812
	400	617	897	642	901	652	904	-	- 904

CATATAN :

- KHA terus-menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.6.2 dan 7.3.6.4
- Jarak minimum antar kabel 7 cm.

Tabel 7.3-9a₂ KHA terus menerus untuk tiga kabel tanah, berpenghantar tembaga berisolasi XLPE, berpelindung bebat tembaga serta berselubung PVC dengan tegangan pengenalan 0,6/1 kV (1,2 kV) yang dipasang sejajar pada suatu sistem fase tiga pada suhu keliling 30 °C atau suhu tanah 30 °C

Jenis kabel tegangan rendah	Luas penampang nominal mm ²	KHA terus menerus					
		Berinti tunggal (*)		Berinti dua (*)		Berinti tiga empat (*)	
		di tanah A	di udara A	di tanah A	di udara A	di tanah A	Di udara A
1	2	3	4	5	6	7	8
N2XY N2XB(Al)Y N2XSY N2XSB(Al)Y N2XFGbY N2XRGbY	1,5	43	35	33	27	29	23
	2,5	58	43	44	36	38	32
	4	76	57	58	48	49	41
	6	95	72	72	61	60	52
	10	128	98	97	83	97	71
	16	169	132	128	113	108	96
	25	220	187	167	150	141	130
	35	265	217	201	186	170	159
	50	316	263	239	226	201	193
	70	385	331	295	290	249	245
	95	465	408	355	353	299	302
	120	531	474	404	413	340	349
	150	597	550	458	468	381	400
	185	680	633	516	540	434	464
	240	790	750	600	590	506	552
	300	901	871	695	745	585	640
	400	1032	1019	-	-	-	-
	500	1180	1188	-	-	-	-

CATATAN :

- KHA terus-menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.6.2 dan 7.3.6.4
- Jarak minimum antar kabel 7 cm

Tabel 7.3-9b KHA terus menerus untuk tiga kabel tanah berinti tunggal, berpenghantar tembaga, berisolasi XLPE, berpelindung bebat tembaga serta berselubung PVC dengan tegangan pengenalan 3,6/6 kV (7,2 kV), 6/10 kV (12 kV), 8,7/15 kV (17,5 kV), 12 /20 kV (24 kV), 18/30 kV (36 kV) yang dipasang segitiga pada suatu sistem fase tiga, pada suhu keliling 30 °C atau suhu tanah 30 °C

Jenis kabel	Luas penampang nominal mm ²	KHA terus menerus							
		Tegangan pengenalan 3,6/6 kV (7,2 kV)		Tegangan pengenalan 6/10 kV (12 kV)		Tegangan pengenalan 8,7/15 kV (17,5 kV) & 12/20 kV (24 kV)		Tegangan pengenalan 18/30 kV (36 kV)	
		di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N2XSY N2XSB(AI)Y	16	92	102	-	-	-	-	-	-
	25	143	158	149	162	-	-	-	-
	35	171	191	178	195	179	199	-	-
	50	200	230	209	234	212	238	215	241
	70	246	287	255	292	259	296	262	299
	95	293	348	305	354	309	358	312	362
	120	332	402	346	407	349	412	354	416
	150	369	454	385	460	389	466	394	469
	185	416	521	434	527	439	532	444	536
	240	481	615	502	621	507	627	513	630
	300	540	722	563	709	570	715	578	717
	400	606	807	632	815	640	819	649	823

CATATAN :

- Kabel berimpit satu dengan yang lain.
- KHA terus-menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.6.2 dan 7.3.6.4

Tabel 7.3-10a KHA terus menerus, kabel tanah berinti tiga berpenghantar tembaga berisolasi XLPE, berpelindung bebat tembaga pada tiap inti, serta berselubung PVC, dengan tegangan pengenalan 6/10 kV (12 kV), 8,7/15 kV (17,5 kV), dan 12/20 kV (24 kV) pada suhu keliling 30 °C atau suhu tanah 30 °C

Jenis kabel	Penampang nominal mm ²	KHA terus menerus			
		Tegangan pengenalan 6/10 kV (12 kV)		Tegangan pengenalan 8,7/15 kV (17,5 kV) & 12/20 kV (24 kV)	
		di tanah	di udara	di tanah	di udara
1	2	3	4	5	6
N2XSEY	35	169	173	164	173
	50	200	206	194	206
	70	243	257	236	257
	95	292	313	285	313
	120	332	360	322	360
	150	372	410	362	410
	185	421	469	409	469
	240	487	553	474	553
	300	533	629	533	629

CATATAN KHA terus-menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.6.2 dan 7.3.6.4

Tabel 7.3-10b KHA terus menerus, kabel tanah berinti tiga berpenghantar aluminium berisolasi XLPE, berpelindung bebat tembaga pada tiap inti, serta berselubung PVC, dengan tegangan pengenalan 6/10 kV (12 kV), 8,7/15 kV (17,5 kV) dan 12/20 kV (24 kV) pada suhu keliling 30 °C atau suhu tanah 30 °C

Jenis kabel	Penampang nominal mm ²	KHA terus menerus			
		Tegangan pengenalan 6/10 kV (12 kV)		Tegangan pengenalan 8,7/15 kV (17,5 kV) & 12/20 kV (24 kV)	
		di tanah	di udara	di tanah	di udara
1	2	3	4	5	6
NA2XSEY	50	153	160	146	161
	70	189	199	179	204
	95	226	242	214	242
	120	257	280	246	282
	150	288	318	272	319
	185	327	365	308	365
	240	381	431	358	425
	300	420	481	398	481

CATATAN KHA terus-menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.6.2 dan 7.3.6.4

Tabel 7.3-11a KHA terus menerus, kabel tanah berinti tiga berpenghantar tembaga, berisolasi XLPE, berpelindung bebat tembaga pada tiap inti, berperisai baja serta berselubung PVC, dengan tegangan pengenalan 6/10 kV (12 kV), 8,7/15 kV (17,5 kV), dan 12/20 kV (24 kV) pada suhu keliling 30 °C atau suhu tanah 30 °C

Jenis kabel	Luas penampang nominal mm ²	KHA terus menerus			
		Tegangan pengenalan 6/10 kV (12 kV)		Tegangan pengenalan 8,7/15 kV (17,5 kV) & 12/20 kV (24 kV)	
		di tanah A	di udara A	di tanah A	di udara A
1	2	3	4	5	6
N2XSEYBY N2XSEYFGbY N2XSEYRGbY	25	127	134	127	134
	35	169	173	164	173
	50	200	206	194	206
	70	243	257	236	257
	95	291	313	283	313
	120	331	360	322	360
	150	372	410	362	410
	185	420	469	409	469
	240	487	553	474	553
	300	-	-	533	629

CATATAN KHA terus-menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.6.2 dan 7.3.6.4

Tabel 7.3-11b KHA terus menerus kabel tanah berinti tiga berpenghantar aluminium berisolasi XLPE, berpelindung bebat tembaga pada tiap inti, berperisai baja serta berselubung PVC dan tegangan pengenalan 6/10 kV (12 kV), 8,7/15 kV (17,5 kV), dan 12/20 kV (24 kV) pada suhu keliling 30 °C atau suhu tanah 30 °C

Jenis kabel	Luas penampang nominal mm ²	KHA terus menerus			
		Tegangan pengenalan 6/10 kV (12kV)		Tegangan pengenalan 8,7/15 kV (17,5 kV) & 12/20 kV (24 kV)	
		Di tanah A	Di udara A	Di tanah A	Di udara A
1	2	3	4	5	6
NA2XSEYBY NA2XSEYFGbY NA2XSEYRGbY	35	137	139	127	139
	50	153	160	148	161
	70	189	199	179	204
	95	226	242	214	242
	120	257	280	246	282
	150	288	318	272	319
	185	327	365	308	365
	240	380	431	358	425
	300	-	-	398	481

CATATAN KHA terus-menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.6.2 dan 7.3.6.4

Tabel 7.3-12a KHA terus menerus kabel pilin udara berpenghantar aluminium atau tembaga, berisolasi XLPE atau PVC dengan tegangan pengenalan 0,6/1 kV (1,2 kV), untuk saluran tegangan rendah dan saluran pelayanan, pada suhu keliling maksimum 30°C

Jenis kabel	Penampang nominal mm ²	KHA terus menerus A	Penggunaan
1	2	3	4
NFA2X	2 x 25 + 25 2 x 35 + 25 2 x 50 + 35 2 x 70 + 50 2 x 95 + 70	103 125 154 196 242	Saluran tegangan rendah
	3 x 25 + 25 3 x 35 + 25 3 x 50 + 35 3 x 70 + 50 3 x 95 + 70	s.d.a	
	3 x 25 + 25 + 2 x 16 3 x 35 + 25 + 2 x 16 3 x 50 + 35 + 2 x 16 3 x 70 + 50 + 2 x 16 3 x 95 + 70 + 2 x 16	s.d.a	Saluran pelayanan
	2 x 10 re 2 x 10 rm 2 x 16 rm 4 x 10 re 4 x 10 rm 4 x 16 rm 4 x 25 rm	54 54 72 54 54 72 102	
NFAY	2 x 6 re 2 x 6 rm 2 x 10 re 2 x 10 rm 2 x 16 rm 4 x 6 re 4 x 6 rm 4 x 10 re 4 x 10 rm 4 x 16 rm 4 x 25 rm	54 54 73 73 97 54 54 73 73 97 133	
	2 x 10 re 2 x 10 rm 2 x 16 rm 4 x 6 re 4 x 6 rm 4 x 16 rm 4 x 25 rm	42 42 58 42 42 58 75	
	2 x 6 re 2 x 6 rm 2 x 10 re 2 x 10 rm 4 x 6 re 4 x 6 rm 4 x 10 re 4 x 10 rm 4 x 16 rm 4 x 25 rm	42 42 60 60 42 42 60 60 75 107	
	2 x 6 re 2 x 6 rm 2 x 10 re 2 x 10 rm 4 x 6 re 4 x 6 rm 4 x 10 re 4 x 10 rm 4 x 16 rm 4 x 25 rm	42 42 60 60 42 42 60 60 75 107	

Tabel 7.3-12b KHA terus-menerus kabel pilin udara berpenghantar aluminium berisolasi XLPE, berpenggantung kawat baja dengan tegangan pengenalan 3,6/6 kV (7,2 kV), 6/10 kV (12 kV), 8,7/15 kV (17,5 kV), 12/20 kV (24 kV) dan 18/30 kV (36 kV), dipasang pada suhu maksimum 40 °C

Jenis kabel	Penampang nominal mm ²	KHA terus-menerus A				
		Tegangan pengenalan 3,6/6 kV (7,2 kV)	Tegangan pengenalan 6/10 kV (12 kV)	Tegangan pengenalan 8,7/15 kV (17,5 kV)	Tegangan pengenalan 12/20 kV (24 kV)	Tegangan pengenalan 18/30 kV (36 kV)
1	2	3	4	5	6	7
NFA2XSEY-T	2 x 35 + 50	122	124	125	127	-
	2 x 50 + 50	146	148	149	151	153
	2 x 70 + 50	183	184	186	188	190
	2 x 95 + 50	222	225	227	228	230
	2 x 120 + 50	258	260	262	262	265
	3 x 35 + 50	106	107	108	110	-
	3 x 50 + 50	130	132	132	134	136
	3 x 70 + 50	159	160	162	163	165
	3 x 95 + 50	198	200	202	203	205
	3 x 120 + 50	230	232	233	234	236

Tabel 7.3-13 Faktor koreksi untuk KHA kabel tanah berpenghantar tembaga atau aluminium berisolasi dan berselubung PVC dengan tegangan pengenalan 0,6/1 kV (1,2 kV), berinti lebih dari 4, dengan luas penampang nominal penghantar 1,5 mm² sampai dengan 10 mm²

Faktor koreksi ini berlaku untuk Tabel 7.3-5a dan 7.3-5b, kolom 7 dan 8.

Jumlah inti yang dibebani	Faktor koreksi terhadap Tabel 7.3-5a dan 7.3-5b untuk luas penampang nominal penghantar 1,5 mm ² sampai 10 mm ²	
	Kolom 7 (di tanah)	Kolom 8 (di udara)
1	2	3
5	0,70	0,75
7	0,60	0,65
10	0,50	0,55
14	0,45	0,50
19	0,40	0,45
24	0,35	0,40
40	0,30	0,35
61	0,25	0,30

Tabel 7.3-14 Faktor koreksi untuk KHA terus-menerus dari kabel tanah yang ditanam dalam tanah yang mempunyai resistans panas-jenis lain dari 100 °C cm/W

Resistans panas jenis tanah dalam °C.cm/W	70	100	120	150	200	250	300
1	2	3	4	5	6	7	8
Luas penampang nominal (mm ²)	Faktor A						
Sampai dengan 25	1,11	1	0,94	0,87	0,78	0,72	0,67
25 < Q ≤ 95	1,13	1	0,93	0,86	0,76	0,70	0,64
95 < Q ≤ 240	1,14	1	0,93	0,85	0,76	0,69	0,63
Q > 240	1,15	1	0,92	0,85	0,75	0,68	0,63
Jenis Kabel Tanah	Faktor B						
Kabel berinti 3 dan 4, tegangan pengenalan 0,6/1 kV (1,2 kV)	1	1	1	1	1	1	1
Kabel berinti 2, tegangan pengenalan 0,6/1 kV (1,2 kV)	0,98	1	1,01	1,01	1,02	1,02	1,03
Kabel berinti tunggal, arus searah, tegangan pengenalan 0,6/1 kV (1,2 kV)	0,98	1	1,01	1,01	1,02	1,02	1,03
Kabel berinti 3 yang masing-masing diberi pelindung magnetis, tegangan pengenalan 3,6/6 kV (7,2 kV) dan 6/10 kV (12 kV)	0,97	1	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05
3 kabel berinti tunggal tidak berperisai, tegangan pengenalan 0,6/1 kV (1,2 kV), 3,6/6 kV (7,2 kV) dan 6/10 kV (12 kV)	1,01	1	1,00	0,98	1,07	0,97	0,96

Faktor A harus dikalikan dengan faktor B untuk mendapatkan faktor koreksi yang diperlukan.

Tabel 7.3-15a Faktor koreksi untuk KHA kabel tanah berisolasi PVC tegangan pengenal 0,6/1 kV (1,2 kV) dan 3,6/6 kV (7,2 kV) yang ditanam dalam tanah dengan suhu keliling lain dari 30 °C

Suhu keliling	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C
1	2	3	4	5	6	7
Faktor koreksi	1,18	1,12	1,07	1	0,94	0,87

Tabel 7.3-15b Faktor koreksi untuk kabel XLPE dengan suhu keliling yang lain dengan 30 °C

Suhu keliling	10 °C	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Faktor koreksi	1,15	1,12	1,08	1,04	1,00	0,96	0,91	0,87	0,82

Tabel 7.3-16a Faktor koreksi untuk KHA dari kabel tanah yang ditanam sejajar dalam tanah dengan jarak 7 cm untuk kabel tanah berinti tunggal (arus searah) dan berinti banyak (fase tiga)

Jumlah kabel dalam tanah	2	3	4	5	6	8	10
1	2	3	4	5	6	7	8
Faktor koreksi untuk kabel berisolasi PVC (Tabel 7.3-6a sampai dengan 7.3-8b)	0,87	0,78	0,74	0,71	0,68	0,65	0,63
Faktor koreksi untuk kabel berisolasi XLPE (Tabel 7.3-9a sampai dengan 7.3-11 b)	0,87	0,77	0,73	0,70	0,68	0,65	0,63

Tabel 7.3-16b Faktor koreksi untuk KHA kabel tanah berinti tiga sebagaimana termaksud dalam Tabel 7.3-10a sampai dengan 7.3-11b dempet, berjarak 7 cm dan berjarak 25 cm dalam tanah

Jumlah kabel dalam tanah	2	3	4	5	6	8	10
1	2	3	4	5	6	7	8
Faktor koreksi untuk kondisi letak kabel :							
- Dempet	0,79	0,69	0,63	0,58	0,55	0,50	0,46
- Berjarak 7 cm	0,85	0,75	0,70	0,66	0,63	0,59	0,56
- Berjarak 25 cm	0,89	0,79	0,75	0,72	0,72	0,66	0,64

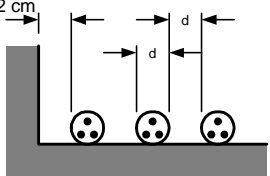
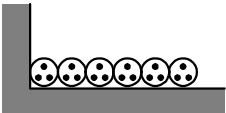
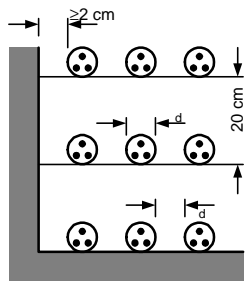
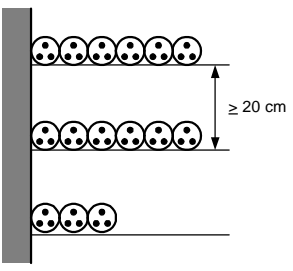
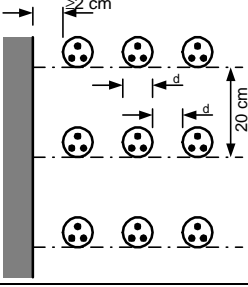
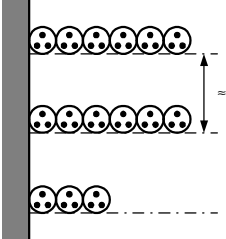
Tabel 7.3-17 Faktor koreksi untuk KHA kabel tanah yang ditanam dalam tanah, untuk kabel tanah berinti tunggal pada sistem arus bolak-balik

Jumlah kabel dalam tanah	2	3	4
1	2	3	4
Faktor koreksi untuk Tabel 7.3-7a dan 7.3-7b dengan jarak antara permukaan kabel masing-masing 7 cm	0,82	0,74	0,68
Faktor koreksi untuk Tabel 7.3-8a dan 7.3-8b dengan jarak antara permukaan kabel masing-masing 7 cm	0,85	0,77	0,72

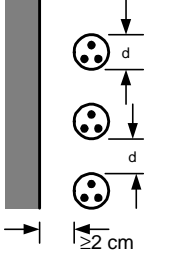

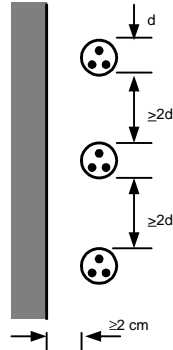
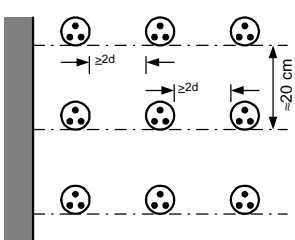
Tabel 7.3-18 Faktor koreksi untuk KHA kabel tanah yang dipasang di udara dengan suhu keliling lain dari 30 °C

Suhu keliling	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C
1	2	3	4	5
Kabel dengan tegangan pengenalan 0,6/1 kV (1,2 kV) dan 3,6/6 kV (7,2 kV)	1,06	1,00	0,94	0,87
Kabel dengan tegangan pengenalan 6/10 kV (12 kV)	1,07	1,00	0,93	0,85

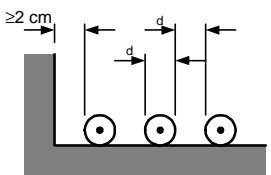
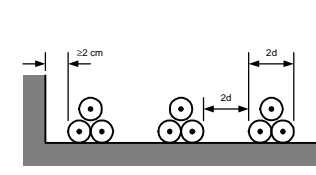
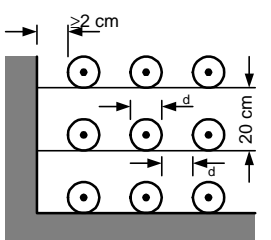
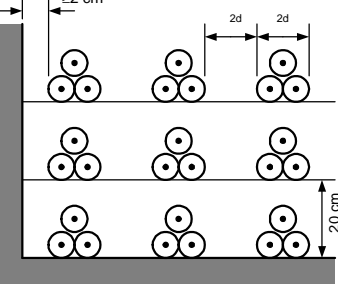
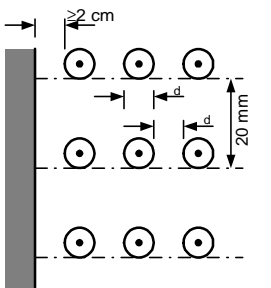
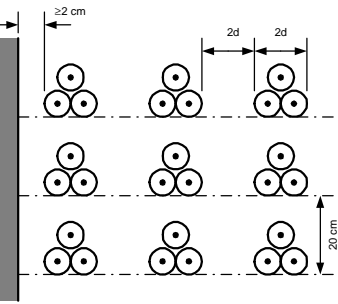
Tabel 7.3-19 Faktor koreksi terhadap Tabel 7.3-5a sampai dengan 7.3-11b perhitungan KHA untuk kabel berisolasi dan berselubung PVC berinti banyak dan berinti tunggal (sistem arus searah) atau kabel berisolasi XLPE, berpelindung bebat tembaga tanpa perisai baja dan berselubung PVC berinti tiga yang dipasang di udara pada sistem arus fase tiga

Penyusunan kabel	Jumlah penyangga kabel	Pemasangan tidak rapat [Jarak antara permukaan masing-masing kabel d = diameter luar kabel (pemasangan mendatar, jarak dari dinding ke permukaan kabel > 2 cm)]						Pemasangan berhimpitan					
		Jumlah kabel					Tata letak kabel	Jumlah ikatan kabel					Tata letak kabel
		1	2	3	6	9		1	2	3	6	9	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Kabel tanah di atas lantai		0,95	0,90	0,88	0,85	0,84		0,90	0,84	0,80	0,75	0,73	
Kabel tanah disusun pada penyangga kabel yang tertutup (sirkulasi udara terhindari)	1	0,95	0,90	0,88	0,85	0,84		0,95	0,84	0,80	0,75	0,73	
	2	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80		0,95	0,80	0,76	0,71	0,69	
	3	0,88	0,83	0,81	0,79	0,78		0,95	0,78	0,74	0,70	0,68	
	6	0,86	0,81	0,79	0,77	0,76		0,95	0,76	0,72	0,68	0,66	
Kabel tanah disusun pada penyangga kabel terbuka (sirkulasi udara tak terhindar)	1	1,00	0,98	0,96	0,93	0,92		0,95	0,84	0,80	0,75	0,73	
	2	1,00	0,95	0,93	0,90	0,89		0,95	0,80	0,76	0,71	0,69	
	3	1,00	0,94	0,92	0,87	0,88		0,95	0,78	0,74	0,70	0,68	
	6	1,00	0,93	0,90	0,87	0,86		0,95	0,76	0,72	0,68	0,66	

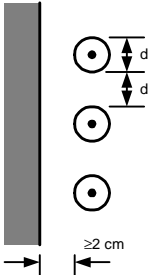
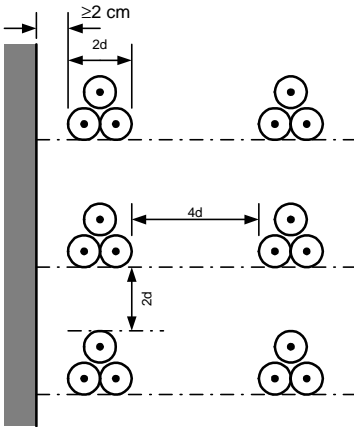
Tabel 7.3-19 (lanjutan)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Kabel dipasang satu di atas yang lain pada rangka besi atau dinding		1,00	0,93	0,90	0,87	0,86		0,95	0,76	0,73	0,68	0,66	
Bilamana kabel seperti gambar di samping, maka faktor-faktor koreksi tidak usah digunakan													

Tabel 7.3-20 Faktor koreksi terhadap Tabel 7.3-7a sampai dengan 7.3-9b untuk perhitungan KHA kabel tanah berinti tunggal, berisolasi dan berselubung PVC atau berisolasi XLPE, berpelindung bebat tembaga atau lilitan kawat tembaga dan berpelindung PVC yang dipasang di udara pada sistem arus fase tiga

Penyusunan kabel	Jumlah penyangga kabel	Jarak antara permukaan 2 kabel = diameter kabel (pemasangan mendatar, jarak dari dinding ke permukaan kabel = 2 cm)				Tata letak kabel	Jarak antara 2 permukaan ikatan kabel = 2 x diameter kabel. (Pemasangan kabel yang diikat berbentuk segitiga, jarak dari dinding ke permukaan 2 cm)				Tata letak kabel
		Jumlah kabel					Jumlah ikatan kabel				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Kabel atau ikatan kabel di atas lantai		0,92	0,89	0,88		0,95	0,90	0,88			
Kabel atau ikatan kabel di atas penyangga kabel yang tertutup (sirkulasi udara terbatas)	1	0,92	0,89	0,88		0,95	0,90	0,88			
	2	0,87	0,84	0,83		0,90	0,85	0,83			
	3	0,84	0,82	0,81		0,88	0,83	0,81			
	6	0,82	0,80	0,79		0,86	0,81	0,79			
Kabel di atas penyangga kabel yang terbuka	1	1,00	0,97	0,96		1,00	0,98	0,96			
	2	0,97	0,91	0,93		1,00	0,95	0,93			
	3	0,96	0,93	0,92		1,00	0,94	0,92			
	6	0,94	0,91	0,90		1,00	0,93	0,90			

Tabel 7.3-20 (lanjutan)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kabel dipasang satu di atas yang lain pada rangka besi atau dinding.		0,94	0,91	0,89		<p>Bilamana kabel atau ikatan kabel dipasang mendatar dengan jarak permukaan antara dua kabel cukup jauh, sehingga pengaruh panas dari kabel yang satu tidak mempengaruhi yang lain, maka faktor koreksi tersebut di atas tidak usah digunakan.</p>			
Kabel atau ikatan kabel dipasang pada konstruksi besi dan dinding		0,89	0,86	0,84					

Tabel 7.3-21a KHA terus-menerus kabel tanah berinti tunggal (pada sistem arus searah) dan berinti banyak berikat (pada sistem arus fase tiga) berpenghantar tembaga berisolasi kertas berpelindung timbal, atau tanpa perisai berpelindung aluminium, pada suhu keliling 30 °C

Jenis kabel	Luas penampang nominal mm ²	Kabel berinti tunggal		Kabel berinti dua		Kabel berinti tiga dan empat	
		KHA terus-menerus					
		di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara
1	2	3	4	5	6	7	8
NKA	1,5	37	33	28	27	24	22
NKBA-(f1)	2,5	50	45	38	36	32	30
NKRA	4	66	59	50	47	43	39
NKFGb							
NKY	6	84	74	64	59	54	50
NKBY	10	114	100	86	80	73	68
NKRFGbY	16	150	130	114	105	96	90
NKRGb							
NKB-R	25	191	175	146	140	123	120
NKFA	35	232	215	177	170	150	150
NKZAA	50	278	260	214	205	177	180
NKWKZY							
dan kabel	70	350	330	264	260	223	230
sejenis itu	95	419	395	319	310	264	250
dengan	120	482	460	359	360	300	325
pelindung							
aluminium	150	546	530	410	410	341	370
akan tetapi	185	619	600	455	470	382	420
tanpa perisai.	240	719	720	519	550	437	490
	300	819	830	582	620	491	560
	400	965	1000	673	740	564	600
	500	1092	1160	-	-	-	-

CATATAN KHA terus-menerus kabel tanah dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.5.2 dan 7.3.5.4.

Tabel 7.3-21b KHA terus-menerus kabel tanah berinti tunggal (pada sistem arus searah) dan berinti banyak berikat (pada sistem arus fase tiga) berpenghantar aluminium berisolasi kertas berpelindung timbal atau tanpa perisai berpelindung aluminium, pada suhu keliling 30 °C

Jenis kabel	Luas penampang nominal mm ²	Kabel berinti tunggal		Kabel berinti dua		Kabel berinti tiga dan empat	
		KHA terus-menerus					
		di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara
1	2	A	A	A	A	A	A
NAKA	2,5	-	-	30	26	25	23
NAKBA-(f1)	4	50	44	38	34	33	30
NAKRA							
NAKFGbR	6	64	56	47	43	41	39
NAKY	10	86	76	63	58	55	53
NAKBY	16	114	100	84	78	72	70
NAKRFGbY							
NAKRGb-R	25	146	130	109	100	91	91
NAKB-R	35	177	160	132	120	114	110
NAKFA	50	214	195	159	150	137	140
NAKZAA							
NAKWKZY	70	268	250	200	190	173	195
dan kabel	95	319	305	237	235	205	215
sejenis itu	120	369	355	273	270	232	250
dengan							
pelindung	150	419	410	315	315	264	285
aluminium	185	473	465	355	360	300	325
akan tetapi	240	546	550	410	425	341	385
tanpa perisai							
	300	628	630	464	490	382	440
	400	756	760	537	590	446	530
	500	837	890	-	-	-	-

CATATAN KHA terus-menerus kabel tanah dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.5.2 dan 7.3.5.4.

Tabel 7.3-22a KHA terus-menerus untuk kabel tanah berinti banyak, berpenghantar tembaga, berisolasi kertas berpelindung timbal atau tanpa perisai berpelindung aluminium, dengan tegangan pengenalan 3,6/6 kV (7,2 kV) dan 6/10 kV (12 kV), pada suhu keliling 30 °C

Jenis kabel	Luas penampang nominal mm ²	U = 3,6/6 kV (7,2 kV)		U = 6/10 kV (12 Kv)	
		KHA terus-menerus			
		di tanah	di udara	di tanah	di udara
1	2	3	4	5	6
NKA	6	53	50	-	-
NKBA-(f1)	10	72	68	60	59
NKRA	16	95	90	79	78
NKFGb-R	25	122	120	105	105
NKY	35	150	150	127	125
NKBY	50	177	180	149	155
NKRRGbY					
NKB-R	70	222	230	189	195
NKFA	95	263	280	224	235
NKZAA	120	300	325	255	270
NKWKZY					
dan kabel sejenis	150	341	370	286	310
itu dengan	185	382	420	321	355
pelindung	240	436	490	369	410
aluminium (KL)					
akan tetapi tanpa	300	491	560	413	470
perisai	400	564	660	475	550

CATATAN KHA terus-menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.5.2 dan 7.3.5.4.

Tabel 7.3-22b KHA terus-menerus untuk kabel tanah berinti banyak, berpenghantar aluminium, berisolasi kertas berpelindung timbal atau tanpa perisai berpelindung aluminium, dengan tegangan pengenalan 3,6/6 kV (7,2 kV) dan 6/10 kV (12 kV), pada suhu keliling 30 °C

Jenis kabel	Luas penampang nominal mm ²	U = 3,6/6 kV (7,2 kV)		U = 6/10 kV (12 kV)	
		KHA terus-menerus			
		di tanah	di udara	di tanah	di udara
1	2	A	A	A	A
		3	4	5	6
NAKA	6	40	35	-	-
NAKBA-(f1)	10	54	53	45	45
NAKRA	16	72	70	69	60
NAKFGbR					
NAKY	25	91	91	78	78
NAKBY	35	113	110	98	95
NAKRFGbY	50	136	140	114	115
NAKB-R					
NAKFA	70	172	175	145	150
NAKZAA	95	204	215	171	180
NAKWKZY	120	232	250	198	210
dan kabel sejenis itu	150	263	285	224	240
dengan	185	300	325	250	275
pelindung aluminium	240	341	385	286	320
(KL) akan	300	382	440	325	370
tetapi tanpa perisai	400	445	530	378	440

CATATAN KHA terus-menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.5.2 dan 7.3.4.4.

Tabel 7.3-23a KHA terus-menerus dari kabel berinti banyak berpenghantar tembaga berisolasi kertas berpelindung timbal pada tiap-tiap intinya serta kabel tanah-H dengan pelindung timbal atau perisai berlindung aluminium, pada suhu keliling 30 °C

Jenis kabel	Luas penampang nominal mm ²	U= 3,6/6kV (7,2 kV)		U=6/10 kV (12 kV)		U=8,7/15 kV (17 kV) dan 12/20 kV (24 kV)		U=18/30 kV (36 kV)	
		KHA terus-menerus dalam ampere							
		di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara
1	2	A	A	A	A	A	A	A	A
		3	4	5	6	7	8	9	10
NHKA	6	53	55	-	-	-	-	-	-
NHKL	10	72	75	67	68	-	-	-	-
NHKY	16	95	98	87	90	-	-	-	-
NHKLY									
NHKB-R	25	122	130	115	120	105	115	-	-
NHKBA	35	150	160	137	145	123	140	117	130
NHKBA-fl	50	177	190	164	175	154	165	139	155
NHKBY									
NHKFA	70	222	240	204	220	189	205	174	195
NHKRA	95	263	290	240	260	224	245	208	230
NHKZAA	120	300	330	275	300	255	280	234	265
NHKRFGbY									
NHKFGb-R	150	336	380	311	340	286	320	265	300
NHKRGb-R	185	382	430	338	390	321	360	295	340
NHKWKZY	240	436	500	391	450	369	420	339	890
NHKLEY									
NEKBA	300	482	570	436	510	409	480	378	440
NEKEBA	400	546	660	498	590	466	560	435	510
NHKEBA	500	600	740	542	660	510	620	469	570

CATATAN KHA terus-menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.5.2 dan 7.3.5.4.

Tabel 7.3-23b KHA terus-menerus dari kabel berinti banyak berpenghantar aluminium berisolasi kertas berpelindung timbal pada tiap-tiap intinya serta kabel tanah-H dengan pelindung timbal atau tanpa perisai berpelindung aluminium, pada suhu keliling 30 °C

Jenis kabel	Luas penampang nominal mm ²	U= 3,6/6kV (7,2 kV)		U=6/10 kV (12 kV)		U=8,7/15 kV (17,5 kV) & 12/20 kV (24 kV)		U=18/30 kV (36 kV)	
		KHA terus-menerus							
		di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NAHKA	10	57	58	51	52	52	-	-	-
NAHKY	16	74	76	66	68	68	-	-	-
NAHKLY									
NAHKB-R	25	95	98	85	89	80	85	-	-
NAHKBA	35	113	120	102	110	96	105	91	96
NAHKBA-fl	50	136	150	124	135	114	125	108	115
NAHKBY									
NAHKFA	70	168	185	155	170	145	160	134	150
NAHKRA	95	202	225	182	200	171	190	160	180
NAHKZAA	120	232	255	209	230	193	220	182	205
NAHKRFGbY									
NAHKFGb-R	150	263	295	235	265	220	250	204	235
NAHKRGb-R	185	335	335	267	300	250	285	230	265
NAHKWKZY	240	390	390	302	350	286	330	265	310
NAHKLEY									
NAEKEBA	300	450	450	342	400	321	380	310	50
NAHKEBA	400	530	530	400	475	369	440	348	410
	500	491	600	445	540	413	500	487	460

CATATAN KHA terus-menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.5.2 dan 7.3.5.4.

**Tabel 7.3-24 Faktor koreksi untuk KHA terus-menerus kabel
berpelindung aluminium pada tiap intinya**

Penampang nominal mm ²		6 sampai dengan 35	50 sampai dengan 120	150 dan 185	240 dan 300	400 dan 500
1	2	3	4	5	6	7
Faktor koreksi untuk nilai pada Tabel 7.3-3a dan 7.3-23b	Untuk penghantar tembaga	0,96	0,93	0,91	0,88	0,83
	Untuk penghantar aluminium	0,97	0,95	0,93	0,90	0,86

Tabel 7.3-25a KHA terus-menerus tiga kabel tanah berinti tunggal berpenghantar tembaga berisolasi kertas dan berpelindung yang dipasang berjajar pada suatu sistem arus fase tiga pada suhu keliling 30 °C

Jenis kabel	Luas penampang nominal mm ²	U= 0,6/1kV (1,2 kV) dan 3,6/6 kV (7,2 kV)		U=6/10 kV (12 kV)		U=8,7/15 kV (17,5 kV) dan 12/20 kV (24 kV)		U=18/30 kV (36 kV)	
		KHA terus-menerus							
		di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara
1	2	A	A	A	A	A	A	A	A
		3	4	5	6	7	8	9	10
Semua jenis kabel berinti tunggal dan berpelindung timbal (K) berpenghantar tembaga berisolasi kertas	16	113	120	102	105	-	-	-	-
	25	150	160	133	145	123	135	-	-
	35	182	200	160	175	145	165	134	150
	50	213	245	191	215	176	200	160	180
	70	263	310	235	-	215	250	200	230
	95	309	370	280	330	255	300	234	275
	120	354	430	315	380	290	350	269	320
	150	400	500	356	440	325	400	300	360
	185	436	560	400	500	360	455	334	410
	240	500	660	453	580	413	530	378	475
	300	555	750	498	660	457	600	421	540
	400	637	880	569	770	519	700	478	630
	500	700	990	623	870	572	780	522	700

CATATAN KHA terus-menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.5.2 dan 7.3.5.4.

Tabel 7.3-25b KHA terus-menerus dari tiga kabel tanah berinti banyak berpenghantar aluminium berisolasi kertas dan berpelindung yang dipasang sejajar pada suhu keliling 30 °C

Jenis kabel	Luas penampang nominal mm ²	U= 0,6/1kV (1,2 kV) dan 3,6/6 kV (7,2 kV)		U=6/10 kV (12 kV)		U=8,7/15 kV (17,5 kV) dan 12/20 kV (24 kV)		U=18/30 kV (36 kV)	
		KHA terus-menerus							
		di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara
1	2	A	A	A	A	A	A	A	A
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Semua jenis kabel berinti tunggal dan berpelindung timbal (K) berpenghantar tembaga berisolasi kertas	16	88	92	78	82	-	-	-	-
	25	113	120	102	110	92	100	-	-
	35	136	150	120	135	110	120	104	115
	50	163	185	146	165	132	150	121	140
	70	204	235	182	210	168	190	152	175
	95	241	285	213	255	198	230	182	210
	120	273	330	244	295	224	270	208	245
	150	309	380	275	340	255	310	234	280
	185	345	440	311	385	281	350	261	320
	240	395	510	356	450	325	410	300	375
	300	445	590	400	520	369	470	339	430
	400	509	700	453	620	422	560	391	500
	500	564	740	517	700	466	630	435	570

CATATAN KHA terus-menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.5.2 dan 7.3.5.4.

Tabel 7.3-26a KHA terus-menerus dari tiga kabel tanah berinti tunggal berpenghantar tembaga berisolasi kertas berpelindung timbal tanpa perisai yang diikat membentuk segitiga pada sistem arus fase tiga pada suhu keliling 30 °C.

Jenis kabel	Luas penampang nominal mm ²	U=0,6/1 kV (1,2 kV) dan 3,6/6 kV (7,5 kV)		U=6/10 kV (12 kV)		U=8,7/15 kV (17,5 kV) dan 12/20 kV (24 kV)		U=18/30 kV (36 kV)	
		KHA terus-menerus							
		di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara
1	2	A	A	A	A	A	A	A	A
semua kabel berinti tunggal dan berpelindung timbal (K) tanpa perisai (tanpa B, R,F,Z,Gb) berpenghantar tembaga berisolasi kertas	16	104	110	93	100	-	-	-	-
	25	136	145	120	130	114	125	-	-
	35	163	180	146	165	136	155	126	145
	50	195	220	178	200	162	185	152	175
	70	241	280	218	250	202	240	107	220
	95	286	340	258	305	237	285	221	265
	120	327	400	293	355	272	330	252	305
	150	373	460	333	410	308	380	287	350
	185	414	520	373	470	343	435	321	400
	240	473	610	427	540	396	510	369	465
	300	536	710	480	630	498	580	417	530
	400	618	840	551	750	519	690	478	630
	500	682	950	614	840	572	780	530	710

CATATAN KHA terus-menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.5.2 dan 7.3.5.4

Tabel 7.3-26b KHA terus-menerus dari tiga kabel tanah berinti tunggal berpenghantar aluminium berisolasi kertas berpelindung timbal tanpa perisai yang diikat membentuk suatu segi tiga pada sistem arus fase tiga pada suhu keliling 30 °C

Jenis kabel	Luas penampang nominal	U=0,6/1 kV (1,2 kV) dan 3,6/6 kV (7,2 kV)		U=6/10 kV (12 kV)		U=8,7/15 kV (17,5kV) dan 12/20 kV (24 kV)		U=18/30 kV (36 kV)	
		KHA terus-menerus							
		di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara
	mm ²	A	A	A	A	A	A	A	A
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
semua jenis kabel berinti tunggal berpelindung timbal (K) tanpa perisai (tanpa B,R,FZ,Gb) berpenghantar aluminium berisolasi kertas	16	80	83	71	77	-	-	-	-
	25	104	110	93	100	85	95	-	-
	35	127	135	111	125	105	115	95	110
	50	150	165	133	155	123	140	113	185
	70	186	215	169	195	154	180	143	170
	90	222	260	200	235	184	220	169	205
	120	254	305	226	275	211	255	195	235
	150	286	350	258	315	237	295	221	270
	185	323	405	289	365	268	335	247	310
	240	373	480	333	430	308	395	287	365
	300	418	550	373	495	352	455	326	420
	400	491	660	436	590	409	540	382	500
	500	546	760	489	680	457	620	426	570

CATATAN KHA terus-menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.5.2 dan 7.3.5.4.

Tabel 7.3-27a KHA terus-menerus dari tiga kabel berinti tunggal berpenghantar tembaga berisolasi kertas berpelindung aluminium yang dipasang berjajaran pada sistem arus fase tiga pada suhu keliling 30 °C.

Jenis kabel	Luas penampang nominal mm ²	U = 0,6/1 kV (1,2 kV) dan 3,6/6 kV (7,2 kV)		U = 6/10 kV (12 kV)		U = 8,7/15 kV (17,5 kV) dan 12/20 kV (24 kV)		U = 18/30 kV (36 kV)	
		KHA terus-menerus							
		di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara
1	2	A	A	A	A	A	A	A	A
Semua kabel berinti tunggal berpelindung aluminium (KL) berpenghantar tembaga berisolasi kertas	16	113	120	102	105	-	-	-	-
	25	145	160	129	140	118	130	-	-
	35	177	195	155	175	145	160	130	145
	50	209	240	186	210	171	195	156	175
	70	154	300	226	265	206	240	191	220
	90	195	355	262	315	242	285	221	160
	120	327	405	193	355	268	325	247	195
	150	364	455	320	405	294	365	274	330
	185	395	510	351	510	321	405	295	165
	240	436	570	387	570	356	455	330	415
	300	473	630	418	560	387	530	365	460
	400	509	700	453	620	422	560	391	515
	500	536	760	480	660	448	600	417	550

CATATAN KHA terus-menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.5.2 dan 7.3.5.4.

Tabel 7.3-27b KHA terus-menerus dari tiga kabel berinti tunggal berpenghantar alumunium berisolasi kertas berpelindung alumunium yang dipasang sejajar pada sistem arus fase tiga pada suhu keliling 30 °C

Jenis Kabel	Luas penampang nominal mm ²	U = 0,6/1 kV (1,2 kV) dan 3,6/6 kV (7,2 kV)		U = 6/10 Kv (12 kV)		U = 8,7/15 kV (17,5 kV) dan 12/20 kV (24 kV)		U = 18/30 kV (36 kV)	
		KHA terus-menerus							
		di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara
1	2	A	A	A	A	A	A	A	A
Semua kabel berinti tunggal berpelindung aluminium (KL) berpengantar tembaga berisolasi kertas	16	88	92	78	80	-	-	-	-
	25	113	120	97	105	95	98	-	-
	35	136	150	120	130	110	120	100	110
	50	163	185	142	160	132	150	121	135
	70	200	230	178	205	162	190	147	170
	90	232	275	209	245	189	225	174	205
	120	263	320	231	280	215	255	195	235
	150	291	375	258	320	237	290	217	265
	185	318	410	289	360	264	325	243	300
	240	359	470	320	410	3294	375	274	340
	300	391	520	351	460	325	420	300	380
	400	436	600	391	530	360	480	334	440
	500	473	660	418	580	387	530	365	485

CATATAN KHA terus-menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.5.2 dan 7.3.5.4.

Tabel 7.3-28a KHA terus-menerus dari tiga kabel tanah berinti tunggal berpenghantar tembaga berisolasi kertas berpelindung aluminium yang diikat membentuk segi tiga pada sistem arus fase tiga pada suhu keliling 30 °C

Jenis kabel	Luas penampang nominal mm ²	U = 0,6/1 kV (1,2 kV) dan 3,6/6 kV (7,2 kV)		U = 6/10 kV (12 kV)		U = 8,7/15 kV (17,5 kV) dan 12/20 kV (24 kV)		U = 18/30 kV (36 kV)	
		KHA terus-menerus							
		di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara
1	2	A	A	A	A	A	A	A	A
Semua kabel berinti tunggal berpelindung aluminium (KL) berpenghantar tembaga berisolasi kertas	16	104	110	93	98	-	-	-	-
	25	136	145	120	130	114	125	-	-
	35	163	180	146	160	136	150	126	145
	50	195	220	173	195	162	185	147	175
	70	241	275	218	250	202	235	187	220
	90	286	335	253	300	1237	280	217	260
	120	323	390	289	355	268	325	247	300
	150	364	450	324	400	299	375	278	340
	185	404	510	364	455	334	420	308	385
	240	455	590	409	530	378	485	348	445
	300	509	670	453	600	420	550	387	500
	400	573	780	507	690	475	630	435	580
	500	618	870	551	770	510	700	469	640

CATATAN KHA terus-menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.5.2 dan 7.3.5.4.

Tabel 7.3-28b KHA terus-menerus dari tiga kabel tanah berinti tunggal berpenghantar aluminium berisolasi kertas berpelindung aluminium yang diikat membentuk segitiga pada sistem arus fase tiga pada suhu keliling 30 °C

Jenis kabel	Luas penampang nominal mm ²	U = 0,6/1 kV (1,2 kV) dan 3,6/6 kV (7,2 kV)		U = 6/10 kV (12 kV)		U = 8,7/15 kV (17,5 kV) dan 12/20 kV (24 kV)		U = 18/30 kV (36 kV)	
		KHA terus-menerus							
		di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara
1	2	A	A	A	A	A	A	A	A
Semua kabel berinti tunggal berpelindung alumunium (KL) berpenghantar tembaga berisolasi kertas	16	80	82	72	74	-	-	-	-
	25	104	110	93	98	85	94	-	-
	35	122	135	111	120	101	115	95	105
	50	150	165	133	150	123	140	113	130
	70	186	210	164	190	154	180	143	165
	90	218	255	195	235	184	220	169	200
	120	250	300	222	270	206	250	191	230
	150	282	345	253	310	233	290	217	265
	185	313	395	284	355	264	330	243	300
	240	359	465	324	420	299	380	278	350
	300	404	530	364	475	334	440	313	400
	400	464	630	418	560	382	510	356	470
	500	509	710	453	630	422	580	391	530

CATATAN KHA terus-menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.5.2 dan 7.3.5.4.

Tabel 7.3-29 Faktor koreksi untuk KHA terus-menerus dari kabel tanah yang ditanam di dalam tanah dengan resistans-panas-jenis berbeda dengan 100 °C cm/W.

Faktor koreksi terhadap Tabel 7.3-10 sampai dengan 7.3.11.

Faktor koreksi yang dipakai adalah hasil perkalian faktor A dan faktor B

1	2	3	4	5	6	7	8
Resistans panas jenis tanah (°C.cm/W)	70	100	120	150	200	250	300
Luas penampang nominal mm ²	Faktor A						
sampai dengan 25	1,11	1	0,94	0,87	0,78	0,72	0,67
dari 35 sampai dengan 95	1,13	1	0,93	0,86	0,76	0,70	0,64
dari 120 sampai dengan 240	1,14	1	0,93	0,85	0,76	0,69	0,63
dari 300 sampai dengan 500	1,15	1	0,92	0,85	0,75	0,68	0,63
Jenis kabel dan tegangan pengenalan (dalam kV)	Faktor B						
Kabel berikat, berinti 3 dan 4 : U = 0,6/1 kV (1,2 kV)	1	1	1	1	1	1	1
Kabel berikat berinti 2 : U = 0,6/1 kV (1,2 kV); U=6/10 kV (12 kV)	0,98	1	1,01	1,01	1,02	1,02	1,03
Kabel berikat, berinti 3 dan 4: U = 3,6/6 kV (7,2 kV) U = 0,6/10 kV (12 kV)	0,97	1	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05
Kabel H, & kabel yang tiap intinya berpelindung : U = 3,6/6 kV (7,2 kV); U = 6/10 kV (12 kV) s.d.a U = 8,7/15 kV (17,5 kV); U = 12/20 kV; U = 18/30 kV (36 kV)	0,96	1	1,02	1,03	1,05	1,07	1,09
3 kabel berinti tunggal tanpa perisai : U = 0,6/1 kV (1,2 kV); U = 3,6/6 kV (7,2 kV); U = 6/10 kV (12 kV) s.d.a U = 8,7/15 kV (17,5 kV); U = 12/20 kV (24 kV); U = 18/30 kV (36 kV)	1,01 1,00 0,98	1 1 1	1,00 1,00 1,02	0,98 1,00 1,02	0,97 1,00 1,03	0,97 0,00 1,04	0,97 1,00 1,05
Kabel berinti tunggal arus searah U = 0,6 kV		1	1,01	1,03	1,03	1,04	1,05

Tabel 7.3-30 Faktor koreksi untuk KHA terus-menerus dari kabel tanah yang dipasang langsung di dalam tanah pada suhu keliling berbeda dengan 30 °C

Tegangan pengenalan	Suhu tanah °C					
	15	20	25	30	35	40
1	2	3	4	5	6	6
Kabel berikat 0,6/1 kV (1,2 kV) dan 3,6/6 kV (7,2 kV) 6/10 kV (12 kV)	1,14 1,13	1,10 1,13	1,05 1,07	1 1	0,96 0,93	0,90 0,85
Kabel berinti tunggal, kabel-kabel yang intinya berpelindung; dan Kabel H						0,90
0,6/1 kV (1,2 kV) dan	1,14	1,10	1,05	1,00	0,96	0,86
3,6/6 kV (7,2 kV)	1,18	1,12	1,06	1,00	0,94	0,86
6/10 kV (12 kV)	1,14	1,14	1,07	1,00	0,93	0,85
8,7/15 kV (17,5 kV) dan 12/20 kV (24 kV)	1,15	1,15	1,07	1,00	0,91	0,82
18/30 kV (36 kV)	1,18	1,18	1,09	1,00	0,89	0,76

Tabel 7.3-31 Faktor koreksi untuk KHA terus-menerus dari beberapa kabel tanah berinti tunggal pada sistem arus searah dan dari yang berinti banyak pada sistem arus fase tiga yang dipasang langsung di dalam tanah bersama-sama (jarak antara 2 kabel tanah berdekatan minimum 7 cm)

Jumlah kabel dalam tanah	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8
Faktor koreksi untuk Tabel 7.3-21a sampai dengan 7.3-24	0,85	0,75	0,68	0,64	0,60	0,56	0,53

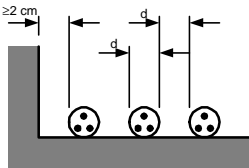
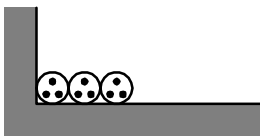
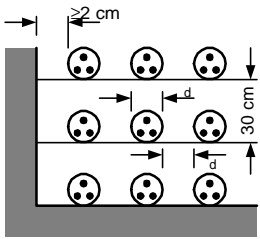
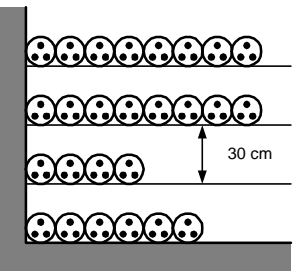
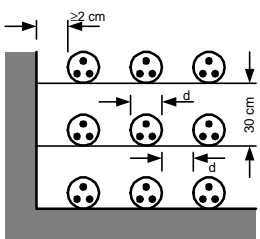
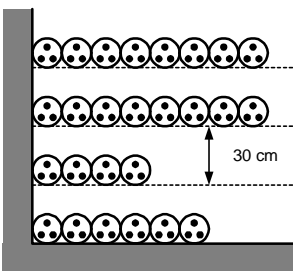
Tabel 7.3-32 Daftar faktor koreksi untuk KHA terus-menerus dari beberapa kabel tanah berinti tunggal pada sistem arus fase tiga yang dipasang langsung di dalam tanah bersama-sama

Jumlah kabel dalam tanah	2	3	4
1	2	3	4
Kabel di tanah berjarak antara permukaan yang bersebelahan min. 7 cm. Koreksi terhadap Tabel 7.3-7a, 7.3-7b, 7.3-25a dan 7.3-25b.	0,82	0,74	0,68

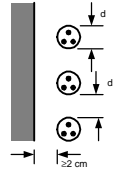
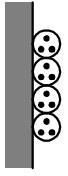
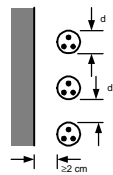
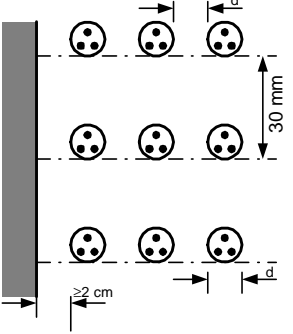
Tabel 7.3-33 Faktor koreksi untuk KHA terus-menerus dari beberapa kabel tanah berisolasi kertas berpelindung timbal atau aluminium yang dipasang di udara pada suhu keliling berbeda dengan 30 °C

Tegangan pengenalan	Temperatur udara (°C)			
	25	30	35	40
1	2	3	4	5
Kabel berikat 0,6/1 kV (1,2 kV) dan 3,6/6 kV (7,2 kV) 6/10 kV (12 kV)	1,05 1,00	1,00 1,00	0,95 0,93	0,89 0,85
Kabel berinti tunggal, kabel berpelindung pada tiap inti, dan kabel H 0,6/1 kV (1,2 kV) dan 3,6/6 kV (7,2 kV) 6/10 kV (12 kV) 8,7/15 kV (17,5 kV) dan 12/20 kV (24 kV) 18/30 kV (36 kV)	1,06 1,00 1,00 1,00 1,00	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00	0,95 0,94 0,93 0,91 0,89	0,89 0,87 0,85 0,83 0,77

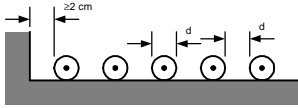
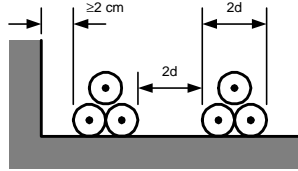
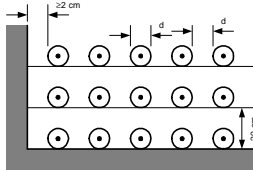
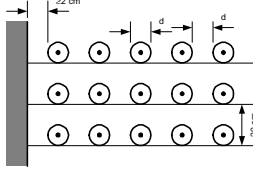
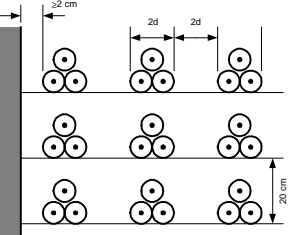
Tabel 7.3-34 Faktor koreksi untuk KHA terus-menerus dari beberapa kabel tanah berinti tunggal pada sistem arus searah dan kabel tanah berinti banyak pada sistem arus fase tiga; koreksi terhadap Tabel 7.3-22a sampai dengan 7.3-23b

Penyusunan kabel	Jumlah penyangga kabel	Pemasangan tidak rapat [Jarak antara permukaan kabel = diameter kabel (jarak dari dinding ke permukaan kabel ≥ 2 cm)]						Pemasangan berhimpit					
		Jumlah kabel yang dipasang					Tata letak kabel	Jumlah kabel yang dipasang					Tata letak kabel
		1	2	3	6	9		1	2	3	6	9	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Di atas lantai		0,95	0,90	0,88	0,85	0,84		0,90	0,84	0,80	0,75	0,73	
Di atas penyangga kabel tertutup (sirkulasi udara terhindar)	1	0,95	0,90	0,88	0,85	0,81		0,95	0,84	0,80	0,75	0,73	
	2	0,90	0,83	0,83	0,83	0,80		0,95	0,80	0,76	0,71	0,69	
	3	0,88	0,83	0,81	0,79	0,78		0,95	0,78	0,74	0,70	0,68	
	6	0,86	0,81	0,79	0,77	0,76		0,95	0,76	0,72	0,68	0,66	
Di atas penyangga kabel terbuka	1	1,00	0,98	0,96	0,93	0,92		0,95	0,84	0,80	0,75	0,73	
	2	1,00	0,95	0,93	0,90	0,89		0,95	0,80	0,76	0,71	0,69	
	3	1,00	0,94	0,92	0,87	0,88		0,95	0,78	0,74	0,70	0,68	
	6	1,00	0,93	0,90	0,87	0,86		0,95	0,76	0,72	0,68	0,66	

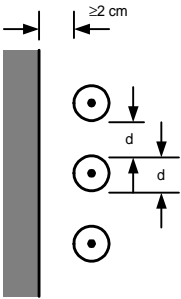
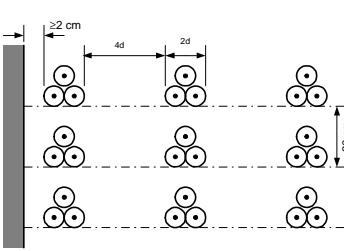
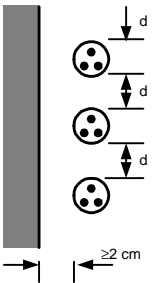
Tabel 7.3-34 (lanjutan)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Dipasang pada konstruksi besi atau dinding		1,00	0,93	0,90	0,87	0,86		0,95	0,78	0,73	0,68	0,66	
Pemasangan yang faktor koreksinya dapat diabaikan		Jumlah kabel yang dipasang tidak ditetapkan						Jumlah kabel yang dipasang tidak ditetapkan					

Tabel 7.3-35 Faktor koreksi untuk KHA terus-menerus kabel tanah berinti tunggal pada sistem arus fase tiga, koreksi terhadap Tabel 7.3-25a sampai dengan 7.3-28b

Penyusunan kabel	Jumlah penyangga kabel	Pemasangan tidak rapat				Pemasangan 3 kabel diikat			
		Jumlah kabel			Tata letak kabel	Jumlah ikatan kabel			Tata letak kabel
		1	2	3		1	2	3	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Di atas lantai		0,92	0,89	0,88		0,95	0,80	0,88	
Di atas penyangga kabel tertutup (sirkulasi udara terhindar)	1	0,92	0,89	0,88		0,95	0,90	0,88	
	2	0,87	0,84	0,83		0,90	0,85	0,83	
	3	0,84	0,82	0,81		0,88	0,83	0,81	
	6	0,82	0,80	0,79		0,86	0,81	0,79	
Di atas penyangga kabel terbuka (sirkulasi udara tak terhindar)	1	1,00	0,97	0,96		1,00	0,98	0,96	
	2	0,97	0,91	0,93		1,00	0,95	0,93	
	3	0,96	0,93	0,92		1,00	0,94	0,92	
	6	0,94	0,91	0,90		1,00	0,93	0,90	

Tabel 7.3-35 (lanjutan)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kabel dipasang satu di atas yang lain pada rangka besi atau dinding		0,94	0,91	0,89		Penyusunan kabel yang faktor koreksinya boleh diabaikan			
Dipasang pada konstruksi besi dan dinding		0,94	0,91	0,89					

Tabel 7.3-36 KHA terus-menerus dari penghantar tembaga telanjang (BCC)

Luas penampang	KHA terus-menerus
mm ²	A
10	90
16	125
25	175
35	200
50	250
70	310
95	390
120	440
150	510
185	645
240	700
300	800
400	960
500	110

KHA terus-menerus dari penghantar tembaga telanjang seperti yang dimaksud dalam Tabel 7.1-7 dihitung atas dasar kondisi-kondisi sebagai berikut :

- a) Arus bolak-balik 50 Hz
- b) Kecepatan angin 0,6 m/detik
- c) Pengaruh sinar matahari yang menyebabkan suhu keliling 35 °C
- d) Suhu penghantar maksimum 80 °C.

Pada keadaan tanpa angin, KHA terus-menerus tersebut dalam tabel ini harus dikalikan dengan faktor koreksi 0,7

Tabel 7.3-37 KHA terus-menerus dari penghantar aluminium telanjang (AAC)

Luas penampang	KHA terus-menerus
mm ²	A
16	110
25	145
35	180
50	225
70	270
95	340
120	390
150	455
185	520
240	625
300	710
400	855
500	990
630	1140
800	1340
1000	1540

KHA terus-menerus dari penghantar aluminium telanjang (AAC) seperti yang dimaksudkan dalam Tabel 7.1-8, dihitung atas dasar kondisi berikut:

- a) Arus bolak-balik 50 Hz
- b) Kecepatan angin 0,6 m/detik
- c) Pengaruh sinar matahari yang menyebabkan suhu keliling 35 °C.
- d) Suhu penghantar maksimum 80 °C.

Pada keadaan tanpa angin, KHA terus-menerus tersebut dalam tabel ini harus dikalikan dengan faktor koreksi 0,7

Tabel 7.3-38 KHA terus-menerus dari penghantar campuran aluminium paduan telanjang (AAAC)

Luas penampang	KHA terus-menerus
mm ²	A
16	105
25	135
35	170
50 (7 kawat)	210
50 (19 kawat)	210
70	155
95	320
120	365
150	425
185	490
240	585
300	670
400	810
500	930
630	1075
800	1255
1000	1450

KHA dari penghantar aluminium paduan telanjang AAAC seperti yang dimaksud dalam Tabel 7.3-13, dihitung atas dasar kondisi berikut:

- a) Arus bolak balik 50 Hz
- b) Kecepatan angin 0,6 m/detik
- c) Pengaruh sinar matahari yang menyebabkan suhu keliling 35 °C
- d) Suhu penghantar maksimum 80 °C

Pada keadaan tanpa angin, KHA terus-menerus tersebut dalam tabel ini harus dikalikan dengan faktor koreksi 0,7

Tabel 7.3-39 KHA terus-menerus dari penghantar udara aluminium berteras baja (ACSR)

Luas penampang nominal	KHA terus menerus	Luas penampang nominal	KHA terus menerus
mm ² Al/St	A	mm ² Al/St	A
16 /2,5	90	300/50	740
25/4	125		
35/6	145		
50/8	170	400/40	865
70/12	290		
95/15	350		
120/20	410	500/50	995
150/25	470		
185/30	535		
240/40	645	630/50	1.120
		800/70	1.350
		1.000/90	1.755

KHA terus-menerus dari penghantar udara aluminium berteras baja ACSR, seperti yang dimaksudkan dalam Tabel 7.1-10a dan 7.3-10b, dihitung atas dasar kondisi-kondisi berikut:

- a) Arus bolak balik 50 Hz
- b) Kecepatan angin 0,6 m/detik
- c) Pengaruh sinar matahari yang menyebabkan suhu keliling 35 °C
- d) Suhu penghantar maksimum 80 °C

Pada keadaan tanpa angin, KHA terus-menerus tersebut dalam tabel ini harus dikalikan dengan faktor koreksi 0,7

Tabel 7.3 - 40 Resistans penghantar (kabel) instalasi tetap pada suhu 20 °C (R_{20})

Luas penampang nominal mm ²	Jumlah minimum kawat	Berlapis logam		Polos		Aluminium	
		Inti tunggal	Inti banyak	Inti tunggal	Inti banyak	Inti tunggal	Inti banyak
		ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km
1	2	3	4	5	6	7	8
0,5	1	36,0	36,7	35,3	36,0	-	-
0,75	1	24,3	24,8	24,0	24,5	-	-
1	1	17,9	18,2	17,7	18,1	29,3	29,9
1,5	1	12,0	12,2	11,9	12,1	19,7	20,0
2,5	1	7,21	7,35	7,14	7,28	11,8	12,0
4	1	4,51	4,60	4,47	4,56	7,39	7,54
6	1	3,0	3,06	2,97	3,03	4,91	5,01
10	1	1,79	1,83	1,77	1,81	2,94	3,0
16	1	1,13	1,15	1,12	1,14	1,85	1,89
0,5	7	42,4	43,10	41,7	42,40	-	-
0,75	7	27,0	27,50	26,8	27,0	-	-
1	7	21,2	21,60	20,8	21,20	34,8	35,4
1,5	7	13,6	13,80	13,3	13,60	22,2	22,7
2,5	7	7,41	7,56	7,27	7,41	12,1	12,4
4	7	4,6	4,70	4,52	4,61	7,55	7,70
6	7	3,05	3,11	3,02	3,08	4,99	5,09
10	7	1,81	1,84	1,79	1,83	2,96	3,02
16	7	1,41	1,16	1,13	1,15	1,87	1,91
25	7 (19)	0,719	0,734	0,712	0,727	1,18	1,20
35	19	0,519	0,529	0,514	0,524	0,851	0,868
50	19	0,383	0,391	0,379	0,387	0,628	0,641
70	7	0,265	0,270	0,262	0,268	0,435	0,443
95	7	0,191	0,195	0,189	0,193	0,313	0,320
120	7	0,151	0,154	0,150	0,153	0,248	0,253
150	7	0,123	0,126	0,122	0,124	0,202	0,206
185	7	0,0982	0,100	0,0972	0,0991	0,161	0,164
240	7	0,0747	0,0762	0,0740	0,0754	0,122	0,125
300	7 (19)	0,0595	0,0607	0,059	0,0601	0,0976	0,100
400	19	0,0465	0,0475	0,0461	0,0470	0,0763	0,0778
500	19	0,0369	0,0377	0,0366	0,0373	0,0605	0,0617

Rumus menghitung resistans pada suhu t :

$$R_t = R_{20} \times \frac{234,5 + t}{254,5} \times \frac{L}{1000} \text{ untuk tembaga}$$

$$R_t = R_{20} \times \frac{228 + t}{248} \times \frac{L}{1000} \text{ untuk aluminium}$$

dimana R_t = resistans L meter kabel pada suhu t derajat C, dalam ohm
 R_{20} = resistans pada 20 derajat C, dalam ohm/km
t = suhu penghantar, dalam derajat C
L = panjang penghantar, dalam m

Faktor koreksi untuk menghitung resistans penghantar pada suhu berbeda dengan 20 °C.

Tabel 7.6-1 Penghantar dengan bahan isolasi, pembebanan dan pemasangannya harus memperhatikan suhu batas yang diperbolehkan

No.	Jenis Isolasi	Nomenklatur	Untuk kabel pasangan tetap			Untuk kabel fleksibel		
			Suhu Penghantar maksimum	Suhu keliling		Suhu penghantar maksimum	Suhu keliling	
				maksimum	minimum		maksimum	minimum
			°C	°C	°C	°C	°C	°C
1.	Polyvinyl chloride biasa	Y biasa	70	60	+ 5	70	60	+ 5
2.	Polyvinyl chloride special	Y special	90	80	+ 5	-	-	-
3.	Karet biasa	G	60	50	- 25	60	50	- 25
4.	Karet Butil	2 G	85	75	- 25	85	75	- 25
5.	Karet Silikon	Si	-	-	-	180	170	25
6.	Polyethylene	2Y	70	60	- 25	-	-	-
7.	Cross linked Polyethylene (XLPE)	2 X	90	75	- 25	85	75	-25
8.	Ethylene Propylene Rubber	EPR	90	75	- 25	85	75	- 25
9.	Mineral	- biasa - special	85 250	60 -	- 25 -	- -	- -	- -
10.	Kertas	-	85	45	-	-	-	-

Tabel 7.8-1 Diameter dalam minimum pipa instalasi listrik untuk pemasangan kabel rumah berisolasi PVC (NYA)

No.	Jumlah kabel rumah PVC (NYA)		1	2	3	4	5	6
	Luas penampang minimal mm ²	Diameter luar maksimum mm	Diameter dalam minimum dari pipa					
			mm					
1	1,5	3,3	7	9	9	11	13	13
2	2,5	3,9	7	10	11	13	14	16
3	4	4,4	7	11	13	14	16	17
4	6	2,4	9	14	16	17	20	21
5	10	6,8	10	17	19	22	24	27
6	16	8,0	13	20	22	26	29	34
7	25	9,8	14	24	27	34	35	38
8	35	11,0	16	27	34	35	40	44
9	50	13,0	19	34	36	44	46	56
10	70	15,0	22	36	44	48	56	-
11	95	17,0	24	44	48	56	-	-
12	120	19,0	27	48	56	-	-	-
13	150	21,0	34	56	-	-	-	-

**Tabel 7.8-2 Diameter dalam minimum pipa instalasi listrik
untuk pemasangan kabel rumah berisolasi karet (NGA)**

Jumlah kabel rumah berisolasi karet (NGA)		1	2	3	4	5	6
Luas penampang nominal	Diameter luar maksimum	Diameter dalam pipa minimum					
mm ²	mm	mm					
1,5	4,2	7	11	13	13	16	17
2,5	4,8	7	13	13	16	17	19
4	5,4	7	13	16	17	20	21
6	6,4	9	16	18	21	23	26
10	7,7	10	19	21	26	28	34
16	8,8	13	22	26	28	34	34
25	10,4	14	26	29	34	38	44
35	12,7	16	34	35	44	45	51
50	13,4	19	34	38	44	48	56
70	15,0	22	38	44	48	58	-
95	17,2	26	44	48	56	-	-

Tabel 7.16-1 Luas penampang nominal terkecil kabel dan penghantar udara

No.	Macam kabel dan penghantar udara	Luas minimum penampang nominal mm²
1.	Kabel udara berisolasi PVC jenis NYM-T dan NYMZ, (Tabel 7.1-10 lajur 1 dan 2)	1,5
2.	Kabel udara berisolasi PVC jenis NFYM (Tabel 7.1-10 lajur 3)	6
3.	Kabel pilin udara berisolasi PVC atau XLPE - penghantar tembaga - penghantar aluminium	6 10
5.	Penghantar udara tembaga telanjang (BCC, Tabel 7.1-7)	6
6.	Penghantar udara aluminium telanjang (AAC, Tabel 7.1-8)	16
7.	Penghantar udara aluminium paduan telanjang (AAAC, Tabel 7.1-9)	16

Tabel 7.16-2 Jarak minimum antara 2 penghantar udara telanjang tegangan rendah

Jarak titik tumpu L m	Jarak antara minimum cm
1	2
$L \leq 6$	15
$6 < L < 10$	20
$10 < L \leq 40$	25

Tabel 7.16-3 Jarak minimum antara penghantar udara dan tanah diukur dari titik lendutan terendah terhadap tanah

No.	Lokasi pemasangan	Penghantar udara telanjang	Penghantar udara berisolasi
		Jarak minimum terhadap tanah m	
1	2	3	4
1.	Bukan jalan umum	5	4
2.	Halaman rumah	5	3

Tabel 7.16-4 Jarak maksimum antara dua titik tumpu penghantar udara (untuk Jaringan Tegangan Rendah dan Menengah)

No.	Cara pemasangan	Jarak maksimum m
1	2	3
1.	Antara tiang jaringan umum dan atau titik tumpu penghantar pada bangunan	30
2.	Antar tiang jaringan bangunan lain (maksimum 5 bangunan berderet)	30

Tabel 7.16-5 Jarak minimum antara penghantar udara dan jaringan telekomunikasi

No.	Macam penghantar	Berjajar	Bersilangan
1	2	3	4
1.	Penghantar udara telanjang	1 m	1 m
2.	Penghantar udara berisolasi	1 m	0,3 m

Bagian 8 Ketentuan untuk berbagai ruang dan instalasi khusus

8.1 Ruang lingkup

Untuk instalasi dalam ruang khusus dan instalasi listrik khusus berlaku juga ketentuan dalam bab lain persyaratan ini, sepanjang dalam bab ini tidak ditetapkan lain.

Ruang khusus adalah ruang dengan sifat dan keadaan tertentu seperti ruang lembab, ruang berdebu, ruang dengan bahaya kebakaran dan ledakan, atau ruang yang memerlukan pengaturan lebih khusus untuk instalasinya.

Instalasi khusus adalah instalasi listrik dengan karakteristik tertentu sehingga penyelenggaraannya memerlukan ketentuan tersendiri, misalnya instalasi derek, instalasi lampu penerangan tanda dan bentuk, dan lain-lain.

8.2 Ruang kerja listrik

8.2.1 Umum

8.2.1.1 Ruang kerja listrik (l) dan ruang kerja listrik terkunci (lk) harus memenuhi ketentuan dan syarat yang ditetapkan dalam pasal ini dan 8.3.

8.2.1.2 Ruang kerja listrik harus diawasi oleh pengawas ahli, kecuali ruang kerja listrik yang terkunci dan yang tidak ada orang di dalamnya.

Pengawas ahli harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- a) Keahliannya sesuai dengan jenis dan susunan instalasi yang terpasang di dalamnya.
- b) Diberi wewenang masuk ke dalam ruang tersebut.

8.2.1.3 Ruang kerja listrik harus berukuran cukup besar sehingga instalasi listrik yang akan dipasang di dalamnya dapat diatur cukup leluasa dan mudah diperiksa.

8.2.1.4 Ruang kerja listrik harus mempunyai penerangan yang baik dan tepat.

8.2.1.5 Lantai, dinding, langit-langit dan bagian konstruksi lain dari ruang kerja listrik yang di dalamnya terdapat instalasi tegangan menengah dan atau tegangan tinggi, baik arus bolak-balik maupun arus searah, harus dibuat dari bahan yang tidak mudah terbakar atau bila hal yang demikian tidak dapat dipenuhi maka sisi dalamnya harus dilapisi dengan bahan yang tidak mudah terbakar.

8.2.1.6 Ruang kerja listrik yang berada di udara terbuka, harus dikelilingi seluruhnya dengan pagar yang baik dan tepat, dengan tinggi minimum 2 meter di atas tanah, atau dapat juga ditempuh cara lain asalkan cukup terjamin bahwa orang yang tidak berwenang tidak dapat masuk.

8.2.2 Perlindungan

8.2.2.1 Bagian bertegangan dan tidak terlindung harus tetap berjarak sekurang-kurangnya 1 meter, ditambah dengan 1 cm untuk tiap kilovolt penuh dari tegangannya, diukur secara proyeksi mendatar sampai pagar atau penghalang lain, seperti yang dimaksud dalam 8.2.1.6.

8.2.2.2 Ketentuan dalam 8.2.2.1 tidak berlaku untuk bagian bertegangan, yang terletak lebih tinggi dari yang disyaratkan untuk penghantar udara tegangan yang sama. Untuk bagian yang tingginya lebih 2 meter di atas tanah, dan letaknya lebih tinggi dari yang disyaratkan untuk penghantar udara, maka jarak mendatar tersebut dapat dikurangi menurut perbandingan.

8.2.2.3 Pada tempat yang lebih rendah dari 1 meter, diukur dari bagian atas dinding yang sama sekali tertutup, bagian bertegangan dan tidak terlindung dibolehkan berjarak mendatar lebih kecil terhadap dinding itu.

8.2.2.4 Ruang kerja listrik atau ruang kerja listrik terkunci di dalam bangunan harus kering, harus dijaga agar tetap kering, dan harus berventilasi baik.

8.2.2.5 Pada tempat masuk ruang kerja listrik atau ruang kerja listrik terkunci harus dipasang papan tanda peringatan sebagai pemberitahuan yang juga melarang masuknya orang yang tidak berkepentingan. Pada tegangan menengah papan tanda peringatan itu harus dilengkapi dengan tanda kilat merah.

8.2.2.6 Papan tanda peringatan untuk ruang kerja listrik atau ruang kerja listrik terkunci, yang berada dalam udara terbuka, harus dipasang di tempat yang baik dan tepat, pada pagar, penghalang atau tutup, sehingga ruang kerja tersebut dapat diketahui dengan jelas dari luar dan dari semua arah.

8.2.2.7 Di gang, bordes, lorong, dan sebagainya, tidak boleh ada barang yang tidak pada tempatnya. Barang yang diperlukan untuk pekerjaan, jika tidak digunakan lagi, harus disimpan pada tempat yang telah disediakan.

8.2.2.8 Permukaan lantai gang, bordes dan lorong tidak boleh menyebabkan orang tergelincir atau tersandung.

8.2.2.9 Gang pelayanan yang panjangnya lebih dari 6 meter harus dapat ditinggalkan melalui kedua ujungnya (lihat 6.4.2.4.b)).

8.2.2.10 Jika dipasang instalasi yang seluruhnya atau sebagian memperbesar kemungkinan timbulnya kebakaran, maka harus disediakan alat yang baik dan tepat untuk memadamkan kebakaran. Hanya bahan pemadam api bersifat isolasi yang boleh digunakan.

8.2.3 Instalasi

8.2.3.1 Lampu pijar, fitting lampu, kotak kontak, sakelar, dan sebagainya harus dipasang sedemikian rupa sehingga dapat dicapai dan dilayani dengan aman, tanpa didahului tindakan proteksi.

8.2.3.2 Lampu gantung tidak boleh dipasang di atas bagian bertegangan yang tidak terlindung.

8.2.3.3 Untuk penghantar randah dalam ruang kerja listrik hanya boleh digunakan penghantar fleksibel berpelindung bukan logam. Ketentuan ini tidak berlaku untuk penghantar pembumian.

8.3 Ruang kerja listrik terkunci

8.3.1 Umum

8.3.1.1 Untuk ruang kerja listrik terkunci, pemasangan instalasinya harus memenuhi ketentuan dan syarat yang ditetapkan dalam pasal ini.

8.3.1.2 Untuk ruang kerja listrik terkunci berlaku juga ketentuan yang sama dengan yang ditetapkan untuk ruang kerja listrik dalam 8.2.

8.3.1.3 Dalam ruang kerja listrik terkunci tidak boleh dipasang mesin, pesawat, instrumen ukur dan perlengkapan lain, yang setiap hari berulang kali secara teratur dilayani, diamati, atau diperiksa di tempat.

8.3.1.4 Dalam ruang kerja listrik terkunci, bila ada penerangan lampu, lampu itu harus dipasang sedemikian rupa sehingga dapat dinyalakan dari tempat yang berdekatan dengan jalan masuk utama dan harus memberikan penerangan yang cukup.

8.3.1.5 Pintu jalan masuk ke ruang kerja listrik terkunci, harus diatur sedemikian rupa sehingga memenuhi syarat sebagai berikut:

- a) semua pintu harus membuka ke luar;
- b) semua pintu harus dapat dibuka dari luar dengan menggunakan anak kunci;
- c) semua pintu harus dapat dibuka dari dalam tanpa menggunakan anak kunci.

8.4 Ruang uji bahan listrik dan laboratorium listrik

8.4.1 Umum

Ruang uji bahan listrik dan laboratorium listrik harus memenuhi ketentuan 8.2.

8.4.2 Instalasi

8.4.2.1 Untuk instalasi pasangan tetap berlaku juga ketentuan yang disyaratkan untuk instalasi dalam ruang kerja listrik pada umumnya.

8.4.2.2 Instalasi pasangan tidak tetap boleh menyimpang dari ketentuan yang dimaksud dalam 8.4.2.1, asalkan keselamatan petugas cukup terjamin dengan penataan ruang dan pemasangan instalasi yang baik dan tepat.

8.4.2.3 Ruang uji bahan listrik dan laboratorium listrik tidak boleh berdebu, harus bebas bahaya kebakaran atau ledakan, serta tidak boleh lembab.

8.4.2.4 Dalam pabrik dan bengkel, ruang uji bahan listrik dan laboratorium listrik harus dipisahkan dari instalasi lain pabrik atau bengkel dengan baik dan tepat.

8.4.2.5 Pada pintu masuk harus dipasang papan tanda peringatan larangan masuk bagi orang yang tidak berwenang.

8.4.2.6 Harus dicegah orang yang tidak berwenang masuk ke dalam ruang instalasi listrik tegangan menengah.

8.5 Ruang dengan bahaya kebakaran dan ledakan

8.5.1 Umum

8.5.1.1 Ketentuan dalam pasal ini berlaku untuk instalasi listrik di lokasi dan ruang yang digolongkan berbahaya karena disitu terdapat atau mungkin terdapat campuran udara dan gas, uap debu atau serat yang mudah terbakar atau meledak.

CATATAN:

- a) Kata ruang dalam pasal ini dapat berarti "lokasi".
- b) Penempatan perlengkapan instalasi listrik dalam Zone 0 sebaiknya dihindarkan, kecuali jika perlengkapan tersebut sangat penting untuk proses ataupun penempatan di tempat lain tidak menguntungkan.

Dengan perencanaan instalasi yang tepat, sering kali sebagian besar perlengkapan dapat ditempatkan di ruang tidak berbahaya, dan dengan demikian mengurangi perlengkapan khusus yang disyaratkan oleh pasal ini. Kadang-kadang bahaya dapat dikurangi dengan ventilasi yang memadai berasal dari sumber udara bersih, disertai penjagaan yang efektif terhadap kegagalan ventilasi.

- c) Kata ruang berbahaya berarti ruang dengan bahaya kebakaran dan ledakan.

8.5.1.2 Ketentuan pasal ini tidak berlaku untuk instalasi listrik yang dibuat memenuhi persyaratan tertentu, sehingga dinyatakan aman dan dapat digunakan dalam ruang berbahaya.

Instalasi yang aman tersebut harus tidak mampu melepaskan energi listrik atau panas (dalam keadaan normal ataupun abnormal) yang dapat menyalakan campuran udara berbahaya dengan konsentrasi yang paling mudah menyala.

Yang dimaksud dengan keadaan abnormal, adalah kerusakan instalasi yang tak terduga karena kegagalan komponen listrik, adanya tegangan lebih, kesalahan penyetelan dan pemeliharaan, dan keadaan serupa yang lain.

CATATAN Instalasi listrik yang aman mungkin digunakan untuk instrumentasi dan telekomunikasi, termasuk kendali jauh dan telemeter dengan arus listrik kecil.

8.5.2 Klasifikasi ruang

Ruang dengan bahaya ledakan diklasifikasikan dalam zone berdasarkan frekuensi terjadinya dan lamanya keberadaan gas ledak dalam atmosfer sebagai berikut:

Zone 0 : Suatu ruang dimana terdapat atmosfer gas ledak secara terus menerus atau dalam waktu yang lama.

Zone 1 : Suatu ruang dimana mungkin terdapat atmosfer gas ledak dalam operasi normal.

Zone 2 : Suatu ruang dimana mungkin tidak terdapat atmosfer gas ledak dalam operasi normal dan, jika hal ini terjadi, kemungkinannya tidak sering dan hanya akan berlangsung dalam waktu singkat.

CATATAN Klasifikasi ruang ini sebaiknya ditentukan oleh petugas yang mempunyai keahlian dalam bidang material yang mudah menyala, proses dan perlengkapan, jika perlu agar ditetapkan dengan konsultasi dengan petugas keamanan, listrik dan petugas teknik lainnya.

8.5.3 Kelompok perlengkapan

Untuk penggunaan perlengkapan dalam zone 0, zone 1 atau zone 2, maka dikelompokkan sebagai berikut:

Kelompok I: Perlengkapan untuk digunakan dalam penambangan (gas metan).

CATATAN 1: Penggunaan perlengkapan listrik Kelompok I tidak termasuk dalam PUIL ini.

Kelompok II: Perlengkapan untuk digunakan dalam industri lainnya.

Untuk penggunaan gas dalam kelompok II, maka Kelompok II dibagi menjadi :

Kelompok IIA: Atmosfer yang mengandung aseton, ammonia, etylen alkohol, bensin, metan, propan, dan gas atau uap dengan bahaya yang ekuivalen.

Kelompok IIB: Atmosfer yang mengandung acetaldehid, etylen, dan gas atau uap dengan bahaya yang ekuivalen.

Kelompok IIC: Atmosfer yang mengandung acetylen, hidrogen, dan gas atau uap dengan bahaya yang ekuivalen.

CATATAN 2: Untuk mendapatkan daftar gas dan uap yang berbahaya, agar merujuk ke Publikasi IEC 79-12.

8.5.4 Penggunaan dan penandaan

8.5.4.1 Penggunaan

Perlengkapan yang diperuntukkan untuk Zone 0 boleh digunakan untuk Zone 1 atau Zone 2 dengan kelompok gas yang sama.

Perlengkapan yang diperuntukkan untuk Zone 1 boleh digunakan untuk Zone 2 dengan kelompok gas yang sama.

8.5.4.2 Penandaan

Perlengkapan yang akan ditempatkan dalam ruang yang mengandung gas ledak harus mempunyai tanda pengenalnya, untuk memperlihatkan zone, kelompok gas, dan kelas suhu berdasarkan suhu sekeliling 40 °C.

CATATAN Perlengkapan listrik untuk dioperasikan dalam suhu sekeliling yang lebih dari 40 °C harus mempunyai tanda pengenal untuk suhu maksimum sekelilingnya, atau julat suhu pada suhu sekeliling.

8.5.5 Pemilihan perlengkapan listrik

Untuk penggunaan perlengkapan listrik dalam ruang dimana terdapat gas ledak, perlu diketahui hal berikut:

- a) Klasifikasi ruang berbahaya (lihat 8.5.2);
- b) Suhu nyala gas atau uap yang terdapat di dalam ruang (lihat Pub. IEC 79-12);
- c) Selengkap perlengkapan yang sesuai dengan gas atau uap yang terdapat di dalam ruang;

d) Pengaruh eksternal dan suhu sekitar.

Untuk pemilihan perlengkapan yang sesuai dengan suhu pelayanan gas atau uap yang ada, maka harus digunakan perlengkapan sesuai dalam Tabel 8.5-5 di bawah ini :

Tabel 8.5-5 Hubungan antara kelas suhu perlengkapan, suhu permukaan dan suhu penyalan

Kelas suhu perlengkapan listrik	Suhu permukaan maksimum perlengkapan	Suhu penyalan gas atau uap
T_1	450 °C	> 450 °C
T_2	300 °C	> 300 °C
T_3	200 °C	> 200 °C
T_4	135 °C	> 135 °C
T_5	100 °C	> 100 °C
T_6	85 °C	> 85 °C

8.5.6 Perlengkapan yang digunakan dalam setiap zone

Zone 0 : Dalam ruang Zone 0 hanya boleh digunakan perlengkapan listrik yang mempunyai tanda pengenal sebagai berikut:

- a) perlengkapan yang secara intrinsik aman dengan kategori "ia"
- b) perlengkapan lainnya yang khusus di desain untuk digunakan dalam Zone 0

Zone 1 : Dalam ruang Zone 1 hanya boleh digunakan perlengkapan listrik untuk Zone 0, dan atau perlengkapan dengan jenis yang mempunyai tanda sesuai jenis perlindungan keamanan sebagai berikut :

- a) berselungkup tahan api "d" (lihat IEC 79-1)
- b) berselungkup bertekanan "p" (lihat IEC 79-2)
- c) perlengkapan berisi pasir "q" (lihat IEC 79-5)
- d) perlengkapan dalam minyak "o" (lihat IEC 79-6)
- e) perlengkapan keamanan yang ditingkatkan "e" (lihat IEC 79-7)
- f) keamanan intrinsik "i" ("ia" atau "ib") (lihat IEC 79-11)

Zone 2 : Dalam ruang Zone 2 boleh dipasang perlengkapan listrik sebagai berikut:

- a) perlengkapan listrik untuk Zone 0 dan Zone I, atau
- b) perlengkapan listrik dengan selubung bertekanan untuk Zone 2, atau
- c) perlengkapan listrik khusus yang didesain untuk Zone 2 (misalnya jenis proteksi "n") (lihat IEC 79-15).

- d) perlengkapan listrik lainnya sesuai dengan standar lainnya, yang dalam operasi normal tidak menimbulkan busur api atau penyalaan yang dapat memanaskan permukaan.

Perlengkapan listrik ini tidak memerlukan tanda khusus, tetapi harus ditentukan oleh petugas yang ahli.

8.5.7 Proteksi dari pembusuran yang membahayakan

- a) Bahaya dari bagian bertegangan. Untuk mencegah terjadinya busur api yang dapat menyulut atmosfer gas ledak, maka harus dihindari setiap kontak dengan bagian bertegangan selain bagian yang aman secara intrinsik.
- b) Arus gangguan ke bumi pada rangka atau selungkup harus dibatasi (besar dan lamanya) dan mencegah terjadi kenaikan potensial pada penghantar ikatan penyama potensial.
- c) Jika digunakan sistem TN, maka sebaiknya diterapkan sistem TN-S, dengan netral terpisah dan penghantar proteksi terpasang diseluruh sistem. Dalam ruang berbahaya, penghantar netral harus tidak boleh dihubungkan bersama, atau digabung dalam satu penghantar.

Sistem TN-C, yang mempunyai penghantar gabungan untuk fungsi netral dan fungsi proteksi yang berupa satu penghantar, tidak boleh digunakan dalam ruang berbahaya.

Jika menggunakan sistem TT (penghantar pembumian sistem terpisah dari bagian konduktif terbuka) digunakan dalam Zone 1, maka harus menggunakan gawai proteksi arus sisa (GPAS), juga untuk sirkit tegangan ekstra rendah (di bawah 50 V).

Sistem TT tidak boleh diterapkan dalam Zone 0.

- d) Jika menggunakan sistem IT (netral terpisah dari bumi atau dibumikan melalui impedans), maka harus dipasang gawai monitor untuk mengetahui secara dini gangguan bumi. Instalasi dalam Zone 0 harus terputus segera setelah terjadi gangguan bumi pertama, oleh gawai monitor isolasi atau oleh GPAS.
- e) Untuk instalasi dalam Zone 0 yang menggunakan berbagai tegangan harus diperhatikan, agar arus gangguan bumi sekecil mungkin dalam besar dan jangka waktunya. Harus dipasang proteksi gangguan bumi untuk penggunaan tertentu dalam Zone 1.

8.5.8 Penyama potensial

Untuk mencegah pembusuran yang membahayakan antara bagian logam rangka, maka penyama potensial perlu dipasang untuk instalasi pada Zone 0 dan Zone 1 dan mungkin juga diperlukan untuk instalasi dalam Zone 2. Oleh karena itu semua bagian konduktif terbuka harus dihubungkan ke penghantar ikatan penyama potensial. Sistem ikatan dapat terdiri dari penghantar proteksi, conduit logam, selungkup kabel dari logam, baja pelindung kabel, semua rangka dari logam, tetapi tidak boleh dihubungkan dengan penghantar netral.

Ukuran penghantar antar bagian logam dari rangka harus berukuran paling kecil 10 mm² tembaga.

8.5.9 Sistem pengawatan

- a) Dalam merancang sistem pengawatan serta komponennya, maka harus diperkirakan lingkungan gas berbahaya, termasuk faktor mekanik, kimia dan termal.

- b) Kabel berinti tunggal tanpa selubung (misalnya, NYA) tidak boleh digunakan sebagai penghantar yang bertegangan, kecuali yang terpasang di dalam panel hubung bagi, selungkup atau sistem konduit.
- c) Sambungan kabel dan konduit kepada alat listrik harus dilaksanakan sesuai dengan jenis proteksi yang relevan.
- d) Lubang untuk tempat masuk kabel atau konduit pada alat listrik harus ditutup dengan pendedap yang sesuai dengan jenis proteksi yang relevan.
- e) Kabel dan konduit harus diberi pendedap, bila perlu, sehingga dapat mencegah air atau gas masuk.
- f) Jalur masuk sistem pengawatan dari zone yang satu ke zone lainnya, atau dari zone berbahaya ke zone yang tidak berbahaya, harus menghambat masuknya gas uap maupun cairan yang mudah terbakar dari satu ruang ke ruang lainnya dan mencegah pengumpulan gas, uap atau cairan yang mudah terbakar di dalam saluran. Pencegahan ini dapat merupakan pemasangan pendedap pada pencabangan, saluran atau pipa dan ventilasi yang baik atau mengisi pasir ke dalam saluran.

8.5.10 Sistem kabel

8.5.10.1 Kabel yang berselubung logam, termoplastik atau elastomerik, termasuk kabel berisolasi mineral dapat digunakan untuk pengawatan yang permanen.

Kabel yang berselubung logam berlipat atau kabel dengan pelindung kawat baja yang dianyam hanya boleh digunakan, jika mempunyai selubung kedap air.

8.5.10.2 Untuk perlengkapan yang portabel dan dapat dipindahkan, dengan tegangan tidak lebih dari 1000 V a.b. antar fase (atau 600 V ke bumi) atau 1500 V a.s antar kutub (atau 900 V a.s ke bumi), maka kabel suplai harus berselubung karet yang cukup kuat, atau kabel dengan konstruksi kuat sejenis.

Jika diperlukan penghantar proteksi, maka penghantar ini di isolasi tersendiri dengan cara yang sama seperti untuk penghantar lainnya dan disatukan di dalam selubung kabel suplai, kecuali jika penghantar merupakan anyaman pelindung.

Perlengkapan listrik dengan arus pengenal yang tidak lebih dari 6 A untuk digunakan dalam ruang dengan tegangan tidak lebih dari 250 V ke bumi boleh dihubungkan ke kabel berselubung karet kuat yang biasa, kabel polipropilen kuat biasa, atau kabel yang mempunyai konstruksi kuat yang sama.

Penghantar tembaga harus berukuran minimum $1,5 \text{ mm}^2$.

Kabel ini tidak boleh untuk perlengkapan portabel dan dapat dipindahkan yang mendapatkan tekanan mekanik berat, umpamanya lampu tangga, sakelar kaki.

Untuk alat listrik portabel atau dapat dipindahkan, pelindung kabel atau anyaman fleksibel metalik tidak boleh digunakan sebagai pembumian utama, kecuali konduktansnya cukup dan tidak terputus.

Kabel tembaga yang terpasang pada penyangga dan kabel untuk alat telekomunikasi berukuran minimum $0,75 \text{ mm}^2$.

8.5.10.3 Kabel fleksibel di dalam ruang berbahaya harus dipilih dari yang berikut:

- a) kabel fleksibel berselubung karet kuat yang biasa
- b) kabel fleksibel berselubung polichloroprene kuat yang biasa,
- c) kabel fleksibel berselubung karet kuat dan berat,
- d) kabel berselubung polichloroprene kuat dan berat,
- e) kabel berisolasi plastik ekivalen dengan kabel fleksibel berselubung karet kuat yang biasa.

8.5.10.4 Kabel berselubung lainnya yang tidak ditanam di dalam tanah atau dalam conduit berisi pasir atau tidak terlindung terhadap kebakaran harus berupa kabel yang tahan api (umpamanya sesuai IEC 332).

8.5.11 Sistem conduit untuk selungkup tahan api

8.5.11.1 Penedap

Konduit kaku terbuat dari logam harus digunakan. Harus terbuat dari conduit pejal yang ditarik tanpa sambungan atau dengan sambungan memanjang dengan kekuatan yang sesuai untuk menahan tekanan ledakan. Conduit harus dilengkapi dengan fitting penedap sebagai berikut:

- a) pada tempat masuk atau keluar dari ruang bahaya;
- b) penedap terdapat paling jauh 450 mm dari semua selungkup dimana terdapat penyalaan selama operasi normal;
- c) pada setiap selungkup dimana terdapat pencabangan, sambungan atau terminasi pada conduit yang berdiameter 50 mm atau lebih;
- d) untuk mengurangi dampak penumpukan tekanan oleh beberapa gas.

8.5.11.2 Pada conduit harus terdapat minimum lima ulir, agar antara selungkup dan conduit tersambung dengan lima ulir. Conduit harus dikencangkan agar semua ulir masuk.

8.5.11.3 Jika conduit digunakan sebagai penghantar proteksi, maka sambungan yang berulir harus mampu mengalirkan arus gangguan yang akan mengalir jika sirkuit diamankan dengan pengaman lebur atau pemutus beban.

8.5.11.4 Jika conduit terpasang dalam ruang yang korosif, maka harus dilakukan perlindungan yang sesuai.

8.5.11.5 Setelah semua kabel terpasang di dalam conduit, fitting penedap harus diisi dengan kompon yang tidak dapat mengkerut pada saat mengering dan kedap air serta tidak dapat rusak disebabkan oleh bahan kimia yang terdapat dalam ruang bahaya. Fitting penedap dan kompon digunakan untuk membatasi tekanan yang menumpuk, untuk mencegah gas panas masuk melalui sistem conduit dari selungkup yang berisi sumber penyalaan, dan mencegah masuknya gas yang berbahaya ke dalam ruang yang tidak berbahaya.

Tebalnya kompon di dalam fitting pendedap harus sama dengan ukuran dalam conduit, tetapi tidak boleh kurang dari 16 mm.

8.5.11.6 Kabel yang tidak berselubung berinti tunggal dan banyak boleh dipasang di dalam conduit. Akan tetapi, jika di dalam conduit terpasang lebih dari dua kabel, maka jumlah dari luas penampang kabel, termasuk isolasinya, tidak boleh lebih dari 40% dari luas penampang conduit.

8.5.12 Tanda

Perlengkapan listrik yang dipasang dalam ruang berbahaya harus mempunyai tanda pengenal sebagai berikut:

- a) Nama pabrikan dan atau merek;
- b) Identifikasi pabrikan;
- c) Simbol Ex, yang menandakan bahwa perlengkapan listrik tersebut dibuat dan diuji untuk kondisi atmosfer gas ledak atau tergabung pada aparat dimaksud,
- d) Tanda untuk setiap jenis proteksi:
 - o untuk aparat dalam minyak;
 - p untuk selungkup bertekanan;
 - q untuk aparat berisi pasir;
 - d aparat untuk selungkup tahan api;
 - e untuk keamanan ditingkatkan;
 - ia untuk keamanan intrinsik katagori a;
 - ib untuk keamanan intrinsik katagori b;
- e) Simbol untuk kelompok perlengkapan listrik:
 - 1) I untuk perlengkapan listrik dalam tambang dimana terdapat gas tambang
 - 2) II atau IIA atau IIB atau IIC untuk perlengkapan listrik dalam atmosfer gas ledak, Huruf A, B atau C digunakan sesuai dengan kondisi gas.

Jika perlengkapan listrik hanya boleh digunakan untuk suatu gas tertentu saja, maka simbol II diikuti dengan rumus kimia atau nama gas.

Untuk kelompok II, simbol menandakan kelas suhu atau suhu maksimum permukaan dalam °C atau kedua-duanya. Jika ditandai untuk kedua-duanya, maka kelas suhu harus dituliskan dalam kurung, misalnya sebagai berikut :

T_1 atau 450 °C atau 450 °C (T_1)
- f) Perlengkapan untuk Kelompok II yang suhu permukaannya melebihi 450 °C mempunyai tanda suhu saja.
- g) Jika perlu, nomor seri, tetapi tidak untuk:
 - 1) lengkapan sambungan,
 - 2) perlengkapan yang kecil.

- h) Jika telah mendapatkan sertifikat pengujian, maka dicantumkan tanda sertifikasi, sebaiknya dengan urutan berikut: tahun sertifikasi, kemudian diikuti dengan nomor seri sertifikasi tahun tersebut.

8.6 Ruang lembab termasuk ruang pendingin

8.6.1 Ruang lembab

8.6.1.1 Bagian instalasi yang dipasang dalam ruang lembab harus dapat diputuskan dari bagian instalasi lainnya dengan suatu sakelar yang dipasang setempat.

8.6.1.2 Di samping ketentuan tindakan proteksi dalam BAB 3, maka khusus untuk sistem dengan pembumian pengaman bagian instalasi yang juga meliputi cabang penghantar netral, penghantar netral itu harus dapat diputuskan bersamaan dengan penghantar fasenya.

8.6.1.3 Benda bantu yang terbuat dari besi harus dilapisi seng atau dicat dengan cat yang bebas asam dan tahan lembab.

8.6.1.4 Mesin dan pesawat harus disusun dan dipasang sedemikian rupa sehingga air tidak dapat terkumpul di dalamnya.

8.6.1.5 PHB harus berbentuk lemari atau kotak yang tertutup, dan terbuat dari bahan yang mutunya memadai.

8.6.1.6 Pengisolasian bagian bertegangan dari mesin dan pesawat harus mendapat perhatian khusus; selain itu harus dijaga pula agar isolasi tidak rusak oleh pengaruh lembab.

8.6.1.7 Bila penghantar harus dipasang dalam pelindung berdasarkan ketentuan BAB 7, maka untuk ini hanya boleh digunakan pipa logam yang tertutup dan berulir, kecuali bila digunakan pipa PVC atau sejenis.

8.6.1.8 Penghantar untuk perlengkapan pasangan berpindah harus menggunakan kabel fleksibel.

8.6.1.9 Fiting lampu yang digunakan harus memenuhi syarat yang tercantum dalam 5.3.3.2.

8.6.1.10 Tidak boleh digunakan fitting lampu yang di dalamnya dilengkapi dengan sakelar.

8.6.2 Ruang pendingin

8.6.2.1 Tiap ruang yang didinginkan, termasuk ruang pembekuan, pendinginan atau ruang lain yang didinginkan secara buatan khusus untuk menyimpan barang, harus dianggap sebagai ruang lembab.

8.6.2.2 Instalasi listrik di dalam ruang tersebut dalam 8.6.2.1 harus memenuhi syarat ruang lembab, kecuali instalasi listrik dalam ruang yang didinginkan dengan alat pendingin randah (portabel), dan yang sejenis (seperti *room air conditioner*, dsb).

8.6.2.3 Sistem instalasi listrik dalam ruang yang didinginkan sesuai ketentuan di atas harus sedemikian rupa sehingga tidak terdapat daerah kantong ataupun saluran yang memungkinkan terkumpulnya embun/uap air, dan tidak terdapat bagian yang memungkinkan masuknya uap air ke dalam instalasi listrik tersebut.

8.6.2.4 Jika digunakan pipa instalasi logam maka harus digunakan pipa dari jenis yang berulir, dan jika digunakan pipa termoplastik maka harus dipakai lem dan harus dilengkapi dengan fasilitas pengeluaran air yang sempurna. Pada setiap batas antara ruang yang didinginkan dan yang tidak, pipa instalasi tersebut harus diberi pendedap dengan kompon sehingga tidak bocor.

8.6.2.5 Penghantar yang digunakan dalam pipa harus penghantar yang berisolasi karet yang liat ataupun berisolasi termoplastik. Penghantar dengan isolasi PVC yang kaku pada umumnya tidak cocok untuk ruang yang suhunya lebih rendah dari -15°C .

8.6.2.6 Tempat masuk penghantar baik ke fitting lampu, ke sakelar, atau ke alat listrik lainnya harus ditutup rapat dengan kompon.

8.6.2.7 Penghantar suplai yang dipasang ke dalam ataupun di dalam ruang pendingin, hanyalah penghantar yang diperlukan untuk menyalurkan aliran listrik untuk ruang tersebut.

8.6.2.8 Sakelar, PHB, alat pengatur dan kotak kontak hanya boleh dipasang di dalam ruang pendingin, bila tidak ada jalan lain, perlengkapan tersebut harus dipasang sedemikian rupa sehingga tidak menjadi rusak sebagai akibat terkumpulnya uap air ataupun karena pembekuan.

8.6.2.9 Bentuk fitting lampu harus sedemikian rupa sehingga uap air tidak dapat masuk dari atas dan terdapat saluran ke luar bagi uap air itu. Fitting lampu TL harus merupakan suatu kotak, yang di dalamnya terdapat semua komponennya. Kotak tersebut harus mempunyai fasilitas yang memungkinkan uap air tersalur ke luar, sehingga tertahannya uap air di dalam kotak ataupun pada fitting itu sendiri dapat dicegah.

8.6.2.10 Motor yang digunakan harus cocok untuk kondisi ruang jika di dalam ruang motor mungkin langsung kena air, motor itu harus tertutup seluruhnya. Boleh juga dipakai motor dengan pelindung kedap percikan, asalkan semua tindakan proteksi sudah dilakukan, sehingga kemungkinan terkumpulnya air/uap-air di sekitar kumparan ataupun bagian bertegangan lainnya sudah dihindarkan. Tempat masuk dan keluarnya kawat penghantar ke kotak terminal harus diberi pendedap.

8.7 Ruang sangat panas

8.7.1.1 Untuk instalasi listrik dalam ruang sangat panas berlaku ketentuan 8.6.1 (Ruang lembab), kecuali jika ditetapkan lain dalam 8.7.2.

8.7.1.2 Pada tempat yang bersuhu demikian tingginya sehingga ada kemungkinan bahan isolasi dan pelindung penghantar pasangan normal akan terbakar, meleleh, atau lumer, harus diperhatikan ketentuan berikut:

- a) Hanya armatur penerangan, pesawat pemanas, dan alat perlengkapan lainnya beserta penghantar yang bersangkutan itu saja yang boleh dipasang di tempat itu.
- b) Sebagai penghantar dapat dipakai penghantar regang pada isolator dengan jarak titik tumpu maksimum 1 meter, atau kabel jenis tahan panas yang sesuai untuk suhu ruang itu.
- c) Pada tempat dengan bahaya kerusakan mekanis, penghantar telanjang harus seluruhnya dilindungi dengan selungkup logam yang kuat, atau dengan alat yang sama mutunya, untuk mencegah bahaya sentuhan.

8.8 Ruang berdebu

8.8.1 Definisi

- a) debu adalah partikel kecil dalam atmosfer yang bertumpuk disebabkan oleh berat sendiri, tetapi juga dapat mengambang di udara untuk sementara waktu.
- b) debu mudah terbakar adalah debu yang mudah menyala jika bercampur dengan udara.
- c) debu konduktif adalah debu yang mempunyai resistivitas sama atau kurang dari $10^3 \Omega \text{ m}$.
- d) atmosfer debu ledak adalah debu yang bercampur dengan udara pada tekanan atmosfer merupakan campuran yang berbentuk debu atau serat yang mudah terbakar yang, setelah menyala, pembakarannya menyebar keseluruh campuran lainnya.
- e) selungkup kedap debu adalah selungkup yang dapat mencegah masuknya partikel debu yang dapat terlihat.
- f) selungkup pelindung debu adalah selungkup yang tidak seluruhnya mencegah masuknya debu, tetapi tidak dapat masuk dalam jumlah yang cukup sehingga mengganggu beroperasinya perlengkapan. Debu tidak boleh terkumpul di dalam selungkup sehingga dapat menyebabkan bahaya penyalan.
- g) suhu maksimum permukaan adalah suhu tertinggi dari bagian permukaan perlengkapan listrik jika diuji pada kondisi bebas debu.
- h) suhu maksimum permukaan yang diizinkan adalah suhu tertinggi pada permukaan perlengkapan listrik yang boleh dicapai dalam penggunaan untuk menghindari penyalan.
- i) Zone 21 adalah suatu ruang dimana terdapat atau mungkin terdapat debu yang mudah terbakar berupa kabut, selama proses normal, pengerjaan, atau operasi pembersihan, dalam jumlah yang cukup untuk dapat menyebabkan terjadinya konsentrasi yang dapat meledak dari debu yang mudah terbakar atau menyala jika bercampur dengan udara.
- j) Zone 22 adalah suatu ruang yang tidak diklasifikasikan sebagai Zone 21, dimana kabut debu mungkin terjadi tidak terus menerus, dan muncul hanya dalam waktu singkat, atau dimana terdapat pengumpulan atau penumpukan debu yang mudah terbakar dalam kondisi abnormal, dan menimbulkan peningkatan campuran debu yang dapat menyala di udara.

Jika setelah terjadi kondisi abnormal, tidak menjamin pembuangan tumpukan atau lapisan debu, maka ruang tersebut harus diklasifikasikan sebagai Zone 21.

- k) Perlengkapan kedap debu Kelas A
Selungkup harus memenuhi persyaratan IP 6X (lihat 3.4.6)
- l) Perlengkapan yang dilindungi terhadap debu Kelas A
Selungkup harus memenuhi persyaratan untuk IP 5X (lihat 3.4.6)
- m) Perlengkapan kedap debu Kelas B
Perlengkapan harus sesuai dengan persyaratan IEC 1241-1-1, 4.2.3
- n) Perlengkapan yang dilindungi terhadap debu Kelas B
Perlengkapan harus sesuai dengan persyaratan IEC 1241-1-1, 4.2.4

- o) Perlengkapan yang akan digunakan dalam ruang yang berdebu ditandai dengan penandaan untuk Kelas A sebagai berikut:

DIP (*Dust Ignition Protection*), diikuti dengan A untuk Kelas A, kemudian diikuti dengan 21 atau 22 untuk menyatakan Zone dimana perlengkapan boleh ditempatkan.

Untuk perlengkapan Kelas B digunakan penandaan yang sama, hanya dengan menggantikan tanda A dengan B.

Untuk semua perlengkapan, maka suhu maksimum yang diizinkan dicantumkan pada selengkap.

- p) Semua perlengkapan yang ditempatkan dalam Zone 21 dan 22 harus memenuhi ketentuan dalam Publikasi IEC 1241-1-1, 3.1, 3.2 dan 3.3.

8.8.2 Ruang berdebu merujuk ke Publikasi IEC 1241-1-2, 1241-2-1 dan 1241-2-2

8.8.2.1 Dalam ruang berdebu, mesin dan pesawat harus dipasang, diatur, dan dilindungi sedemikian rupa sehingga perlengkapan tersebut tidak akan mengalami kerusakan akibat debu yang ada di sekitarnya.

8.8.2.2 PHB harus dari jenis tertutup dan kedap debu.

8.8.2.3 Dalam ruang berdebu, kabel yang tidak berselubung (misalnya NYA) hanya boleh dipasang di dalam pipa instalasi dari logam yang berulir, atau harus ditempuh cara lain yang setara untuk mencegah masuknya debu.

8.8.2.4 Penghantar untuk perlengkapan randah (portabel) harus digunakan kabel berselubung yang fleksibel.

8.8.2.5 Penggunaan fitting lampu pijar dalam ruang berdebu, harus memenuhi 5.3.3.2.1.

8.9 Ruang dengan gas, bahan atau debu yang korosif

8.9.1 Untuk ruang dengan gas atau debu yang korosif mengacu ke Publikasi IEC 1241-1-1, IEC 1241-1-2, IEC 1241-2-1 dan IEC 1241-2-2.

8.9.2 Mesin, pesawat, dan penghantar listrik, serta pelindung yang bersangkutan harus didesain, dilindungi, dipasang dan dihubungkan sedemikian rupa sehingga tahan terhadap pengaruh yang merusak dari bahan, debu, atau gas yang korosif itu.

8.10 Ruang radiasi

8.10.1 Ruang sinar X

8.10.1.1 Seluruh permukaan lantai tempat perlengkapan sinar X berdiri harus dilapisi bahan isolasi (sesuai dengan IEC 601-1)

8.10.1.2 Pada seluruh bagian logam yang tidak bertegangan dari perlengkapan sinar X harus dipasang penghantar proteksi yang baik

8.10.1.3 Sakelar harus mudah dicapai dan dikenal dengan jelas.

8.10.1.4 Kabel fleksibel yang digunakan harus dari jenis pemakaian kasar dan berat atau dari jenis berselubung logam yang fleksibel.

CATATAN Khusus untuk penggunaan pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan agar merujuk ke Publikasi IEC 336, 407, 522, 526, 601-2-8, 601-2-15, 601-2-32, 627 dan 806.

8.10.2 Ruang radiasi tinggi

8.10.2.1 Semua instalasi perlengkapan panel pengatur harus dipasang di luar ruang beradiasi.

8.10.2.2 Untuk instalasi berlaku persyaratan dalam 8.10.1.

CATATAN Khusus untuk penggunaan pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan agar merujuk ke Publikasi IEC 336, 407, 522, 526, 601-2-8, 601-2-15, 601-2-32, 627 dan 806.

8.10.3 Ruang mikroskop elektron

8.10.3.1 Peraturan mengenai instalasi dalam ruang mikroskop elektron akan ditetapkan oleh instansi yang berwenang.

8.10.4 Sel radioaktif

Sel radioaktif ialah suatu ruang untuk menyimpan, mengolah, membentuk, atau memproses bahan radioaktif.

8.10.4.1 Semua lampu dalam sel radioaktif harus dipasang dalam jarak jangkauan dari manipulator.

8.10.4.2 Semua lampu sedapat mungkin harus tertanam di dinding dan ditutup dengan tutup yang tembus cahaya, sedemikian rupa sehingga mudah dilepas hanya dengan menggunakan manipulator yang ada.

8.10.4.3 Semua lampu harus diletakkan sedemikian rupa sehingga dapat dilihat dari jendela pelindung.

8.10.4.4 Semua kabel harus dipasang dalam pipa dan ditanam dalam tembok (dinding sel) minimum sedalam 1 cm dari permukaan dinding.

8.10.4.5 Semua lampu harus dapat dilayani dari luar sel.

8.10.4.6 Semua kotak kontak yang ada di dalamnya harus dapat dilihat dari jendela pelindung.

8.10.4.7 Dalam ruang di daerah panas sekitar sel radioaktif yang mengandung udara radioaktif, semua pipa instalasi listrik sedapat mungkin harus ditanam dalam tembok. Kabel yang ada di langit-langit supaya ditunjang dengan baik dengan ketinggian minimum 3 meter.

8.10.4.8 Semua permukaan sakelar, tusuk kontak, dan kotak kontak harus terdiri dari bahan yang tidak mudah terbakar, harus licin, kuat dan tanpa lekukan yang tajam. Pemasangan dalam dinding harus rata dalam satu bidang

8.10.5 Ruang gamma

Ruang gamma ialah suatu daerah radiasi untuk penelitian dan proses dengan menggunakan sinar gamma.

8.10.5.1 Semua alat pelayanan instalasi listrik dan operatornya harus berada dalam ruang tersendiri, di luar daerah ruang gamma.

8.10.5.2 Penghantar yang digunakan harus tahan terhadap radiasi (proses radiasi X-link).

8.10.5.3 Pemasangan dalam dinding harus berbelok-belok sehingga sinar gamma tidak mudah tembus.

8.10.5.4 Lampu penerangan harus tahan terhadap sinar gamma, misalnya lampu halogen.

CATATAN Khusus untuk penggunaan pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan agar merujuk ke Publikasi IEC 601-2-11 part 2, 601-2-17 part 2 dan 798.

8.10.6 Ruang linac (*linear accelerator*)

Linac ialah alat guna mempercepat partikel secara linier.

8.10.6.1 Semua instalasi listrik yang dipasang dalam ruang linac harus memenuhi persyaratan untuk ruang lembab.

CATATAN :

- a) Hal yang belum diatur di sini akan diatur kemudian.
- b) Khusus untuk penggunaan pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan agar merujuk ke Publikasi IEC 601-2-11 part 2, 601-2-17 part 2, 798.

8.10.7 Ruang neutron

8.10.7.1 Semua perlengkapan listrik yang dipasang dalam ruang neutron harus memenuhi syarat untuk ruang ini.

8.10.7.2 Kabel yang digunakan harus dari jenis yang tahan terhadap pengaruh sinar neutron.

8.11 Perusahaan kasar

8.11.1 Perlengkapan Hubung Bagi dan Kendali (PHB)

8.11.1.1 PHB dalam perusahaan kasar harus berupa lemari hubung bagi yang memenuhi syarat sebagai berikut:

- a) harus tertutup;
- b) harus tahan terhadap kerusakan mekanis.

8.11.2 Penghantar

8.11.2.1 Semua jenis penghantar yang dipasang, harus dipasang dalam pipa instalasi atau sekurang-kurangnya dengan jalur penghantar tertutup yang cukup kuat.

8.11.2.2 Untuk penghantar randah hanya boleh digunakan penghantar, yang berselubung karet atau bahan yang sama mutunya, fleksibel dan berkonstruksi kuat, atau juga penghantar jenis lain dengan pelindung logam yang fleksibel.

8.11.3 Peranti lain

8.11.3.1 Kotak kontak, tusuk kontak, atau sakelar harus dilengkapi dengan selungkup dari logam, atau dari bahan lain yang cukup kuat dan tahan terhadap kerusakan mekanis.

8.11.3.2 Lampu penerangan harus dipasang atau dilindungi sedemikian rupa sehingga cukup terhindar dari kerusakan mekanis.

8.12 Pekerjaan dalam ketel uap, tangki dan bejana logam lainnya

8.12.1 Batas tegangan dan pembumian

8.12.1.1 Untuk keperluan alat penerangan dan alat listrik lainnya pada pekerjaan dalam ketel uap, tangki, dan bejana logam lainnya tidak boleh menggunakan tegangan lebih dari 50 V.

8.12.1.2 Jika tenaga yang dibutuhkan untuk keperluan yang disebut dalam 8.12.1.1 diambil dari suatu instalasi dengan tegangan lebih dari 50 V maka bagian logam dari ketel uap atau bejana logam lainnya harus dibumikan dengan baik pada suatu titik.

8.12.2 Penghantar

8.12.2.1 Untuk penghantar fleksibel hanya boleh digunakan penghantar fleksibel berselubung karet dengan konstruksi kuat atau berselubung bahan lain yang sama mutunya, atau penghantar yang berperisai logam fleksibel.

8.12.2.2 Pada tegangan lebih dari 50 V, jika digunakan penghantar dengan perisai logam fleksibel, dibagian dalam perisai logam itu harus berselubung karet atau selubung yang sama mutunya.

8.13 Peluncur, dok, galangan kapal dan sebagainya

8.13.1 Jika pada peluncur, dok, galangan kapal dan sebagainya, digunakan tenaga listrik, badan kapal dari logam harus dibumikan dengan baik.

8.13.2 Untuk pemasangan instalasi listrik pada peluncur, dok, galangan kapal dan sebagainya, berlaku ketentuan dalam 8.6 dan 8.11.

8.13.3 Untuk penghantar mesin dan pesawat randah berlaku juga ketentuan dalam 8.12.

8.13.4 Ketentuan dalam 8.13.3.1 tidak berlaku untuk penghantar mesin dan pesawat randah, yang dipasang untuk waktu lama pada suatu tempat dan di luar jangkauan tangan.

8.14 Derek dan lif listrik

8.14.1 Pencegahan bahaya tegangan sentuh

8.14.1.1 Bagian derek dan lif yang dapat dimasuki orang, harus dirancang sedemikian rupa sehingga sentuhan terhadap kolektor atau saluran kontak tidak mungkin terjadi.

8.14.1.2 BKT dari derek dan lif harus dilengkapi dengan penghantar proteksi yang baik atau ditempuh cara proteksi lain yang setaraf, untuk mencegah terjadinya tegangan sentuh yang berbahaya.

8.14.2 Instalasi

8.14.2.1 PHB pada instalasi derek dan lif harus berbentuk lemari tertutup atau berbentuk lain yang setaraf.

8.14.2.2 PHB dengan relai otomatis, baik sebagai pengendali jauh maupun sebagai pengendali lain yang sejenis, boleh dipasang menyimpang dari ketentuan 8.14.2.1 di atas, asalkan PHB itu dipasang dalam ruang lain yang terpisah. Selain itu ia harus diamankan pula terhadap sentuh tak langsung, misalnya dengan isolasi proteksi sebagaimana ditentukan dalam 3.5.

8.14.2.3 Derek harus dapat langsung dimatikan dari tempat operator, selain itu suplai tenaga harus dapat dimatikan pula dengan pemutus sirkit yang letaknya di lantai ruang kerja tidak jauh dari tempat operator bekerja.

8.14.2.4 Penghantar berisolasi karet atau bahan yang setaraf harus dipasang dalam pipa instalasi atau jalur penghantar tertutup dan tahan kerusakan mekanis. Penghantar jenis lain harus diberi perlindungan yang setaraf.

8.14.2.5 Penghantar fleksibel yang sering dipindah-pindahkan, hanya boleh digunakan jika berisolasi karet dengan konstruksi kuat, penghantar berisolasi lain yang setaraf dengan perisai logam yang fleksibel.

8.14.2.6 Perlengkapan rem yang dilayani dengan listrik, harus dibuat sedemikian rupa sehingga rem itu bekerja dengan sendirinya, jika tegangannya hilang.

8.14.2.7 Tinggi angkat beban harus dibatasi dengan sakelar pembatas.

8.14.2.8 Sakelar pembatas harus dipasang pada ujung dari tiap arah gerak alat.

8.14.2.9 Instalasi lif dengan penggerak tromol harus dilengkapi dengan otomatis yang dapat menghentikan tromol apabila tegangan tarik pada kabel gantung menjadi lebih kecil dari tegangan tarik dalam keadaan kerja normal dan lif kosong atau bila beban melebihi kapasitas maksimum.

8.14.2.10 Pintu masuk lif harus diatur sedemikian rupa sehingga lif tidak dapat bekerja bila pintu belum tertutup sempurna.

8.14.2.11 Lif pengangkut orang harus dilengkapi dengan perlengkapan, yang memungkinkan untuk membunyikan alarm dari dalam.

8.14.3 Perlengkapan Hubung Bagi dan Kendali (PHB)

8.14.3.1 Penghantar dari PHB pembagi ke PHB lif tidak boleh dicabang untuk pemakaian lain.

8.14.3.2 PHB lif hanya boleh digunakan untuk keperluan lif termasuk penerangan di dalamnya.

8.15 Instalasi rumah dan gedung khusus

8.15.1 Umum

Yang dimaksud dengan instalasi rumah dan gedung khusus dalam pasal ini adalah:

- a) Gedung pertunjukan dsb; (8.16)
- b) instalasi listrik desa dan rumah sederhana di desa; (8.17)
- c) instalasi sementara; (8.18)

- d) instalasi semi permanen; (8.19)
- e) Instalasi pembangunan; (8.20)
- f) instalasi genset darurat; (8.21)
- g) instalasi penerangan darurat; (8.22)
- h) instalasi listrik di dalam kamar mandi.

8.16 Gedung pertunjukan, gedung pertemuan, musium, pasar, toko dan gedung umum lainnya

8.16.1 Umum

8.16.1.1 Penggunaan tegangan ke bumi lebih dari 300 V dalam ruang yang dimaksudkan untuk masyarakat umum harus dihindarkan.

8.16.1.2 Instalasi penerangan harus dipisahkan dari instalasi tenaga mulai dari PHB.

8.16.1.3 Sakelar untuk penerangan, pengaman lebur dan pemutus sirkit sedapat mungkin dikelompokkan terpusat dan ditempatkan sedemikian rupa sehingga tidak dapat dihindari maupun dimanfaatkan oleh umum.

8.16.1.4 Perlengkapan listrik untuk panggung dan ruang yang ada hubungannya dengan panggung tersebut harus dipasang sedemikian rupa sehingga tidak menimbulkan bahaya jika tersentuh.

8.16.1.5 Resistans pengendali dari perlengkapan listrik untuk panggung tidak boleh dipasang pada penghantar netral atau penghantar nol.

8.16.1.6 Resistans pengendali yang tidak terlindung boleh digunakan dengan syarat harus dipasang pada tempat yang bebas kebakaran dan hanya dimasuki oleh pengawas ahli.

8.16.2 Penghantar

8.16.2.1 Sebagai penghantar randah (portabel) untuk alat listrik di panggung harus digunakan penghantar fleksibel yang baik.

8.16.2.2 Instalasi yang digunakan sementara selama pertunjukan boleh menyimpang dari ketentuan umum pemasangan penghantar, asalkan kerusakan isolasinya dihindarkan dengan cara pemasangan yang tepat, dan instalasi itu selama penggunaannya harus selalu dalam pengawasan.

8.16.2.3 Instalasi dengan penghantar tanpa isolasi tidak diperkenankan. Kawat yang digunakan untuk pengatur layar dan perlengkapan panggung lainnya, tidak boleh digunakan sebagai penghantar arus atau penghantar pembumian.

8.16.2.4 Hanya kabel yang diperlukan agar panggung dapat bekerja secara baik yang boleh dipasang di bagian ini.

8.16.2.5 Kabel fleksibel untuk perlengkapan panggung harus dari jenis berselubung karet pemakaian biasa, berat atau ekstra berat atau yang setaraf. Hal ini tidak berlaku untuk sambungan kabel fleksibel kecil, seperti untuk lampu berdiri yang digunakan sementara pada waktu mempersiapkan panggung.

8.16.2.6 Kabel yang dimaksud dalam ayat ini, jika perlu harus dilindungi terhadap kerusakan mekanis.

8.16.2.7 Untuk ruang pemain musik (*pit*) selain kabel yang tersebut di atas dapat pula digunakan kabel termoplastik ringan (kabel senur).

8.16.3 Penerangan ruang

8.16.3.1 Penyambungan titik penerangan di tempat umum harus diambil sekurang-kurangnya dari dua sirkit akhir, dan bila mungkin dari sekurang-kurangnya dua fase. Hal tersebut tidak berlaku untuk ruang kecil, seperti toilet dan lain-lain,

8.16.3.2 Penyambungan titik penerangan untuk koridor (selasar), tangga dan ruang lain yang biasa digunakan oleh pemeran dan petugas, bila mungkin diambil dari sekurang-kurangnya dua sirkit akhir. Hal-hal yang dimaksud pada ayat ini berlaku pula untuk penerangan darurat pada 8.16.4.1 di bawah ini.

8.16.3.3 Bagian auditorium (tempat penonton) suatu ruang pertunjukan atau pertemuan harus dilengkapi dengan lampu penerangan yang memberikan penerangan minimum, yang tak dapat dapat diredupkan lagi, dan yang memungkinkan penonton melihat jalan dengan jelas.

8.16.3.4 Titik-titik lampu untuk menghasilkan penerangan minimum yang dimaksudkan pada 8.16.3.3 harus merupakan salah satu sirkit akhir yang diperuntukan khusus untuk maksud tersebut, dengan pengaman lebur atau pemutus sirkit yang dipasang pada PHB disambung ke sumber utama dan sumber darurat melalui sakelar tukar.

8.16.3.5 Tanda petunjuk

8.16.3.5.1 Di sebelah atas pintu darurat, harus dipasang tanda petunjuk "KELUAR" "EXIT" atau "PINTU DARURAT" yang diberi penerangan; tanda-tanda tersebut harus dapat jelas terlihat walaupun penerangan ruang tersebut padam.

8.16.3.5.2 Di tempat umum bila tanda yang dimaksud pada 8.16.3.5.1, tidak dapat terlihat secara langsung, penerangan harus diatur sedemikian rupa sehingga tanda anak panah yang menunjuk arah yang harus diikuti dapat terlihat jelas walaupun penerangan ruang tersebut padam.

8.16.3.5.3 Hal yang disyaratkan pada 8.16.3.5.1 dan 8.16.3.2 berlaku pula pada pintu-pintu dimana berada para pemain dan para petugas bagian panggung, atau di koridor dan tangga yang menuju ke bagian tersebut, yang akan dilalui jika harus ke luar. Hal tersebut tidak berlaku untuk ruang-ruang kecil seperti toilet.

CATATAN Bagian panggung yang dimaksud di atas, adalah panggung dan ruangan diantara keduanya, bagian belakang, dan ruangan lainnya yang bersangkutan.

8.16.3.5.4 Tangga yang terdapat di koridor auditorium harus dilengkapi dengan penerangan khusus agar dapat terlihat dengan jelas.

CATATAN Hal yang disyaratkan dalam 8.16.3.5.1 dan 8.16.3.5.2 dapat dipenuhi dengan kotak armatur lampu berventilasi cukup, ditutup dengan kaca atau plastik, ditulis kata-kata yang diperlukan sebesar kira-kira 8 cm dengan tulisan cetak, atau gambar anak panah berwarna putih pada warna dasar hijau.

Kotak fitting lampu tersebut harus didesain sedemikian rupa sehingga memberi penerangan yang rata dan cukup pada tulisan atau tanda panah tersebut. Tulisan dan tanda panah harus dapat dengan mudah dikenal dan terlihat dari setiap arah walaupun penerangan ruang yang normal (umum) dinyalakan.

8.16.3.6 Ruang di panggung yang biasa digunakan ketika auditorium digunakan, atau pada waktu itu kemungkinan digunakan termasuk lorong, tangga, gedung tempat menyimpan hiasan panggung, bangku dan barang lainnya yang digunakan pada saat ada acara, harus diterangi secukupnya.

8.16.3.7 Alat penerangan perlengkapan panggung dan penghantarnya harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a) Instalasi tidak boleh bertegangan ke bumi di atas 300 V.
- b) Perlengkapan yang dapat menimbulkan bahaya kebakaran harus berpelindung.
- c) Gawai proteksi harus dipasang pada bagian penghantar yang dipasang tetap.
- d) Bagian bertegangan dan tak berisolasi hanya diperkenankan jika bagian tersebut dilindungi terhadap terhadap sentuhan.
- e) Penampang penghantar pasangan berpindah harus sekurang-kurang 2,5 mm².
- f) Perlengkapan yang menggunakan lampu busur harus dilengkapi dengan suatu alat yang dapat mencegah jatuhnya bagian yang dapat menyebabkan kebakaran, seperti arang berpijar dsb.
- g) Ukuran penghantar dari semua alat penerangan, harus diperhitungkan untuk pembebanan serentak dari semua lampu.

8.16.3.7.1 Ruang proyektor harus diterangi secukupnya dengan penerangan utama.

8.16.3.7.2 Setiap ruang proyektor harus dilengkapi dengan sekurang-kurangnya sebuah lampu yang dihubungkan ke sirkit penerangan sesuai 8.16.4.

8.16.3.7.3 Ruang proyektor hanya boleh berisi perlengkapan dan sirkit yang diperlukan ruang proyektor ini, termasuk sakelar dan kendali untuk lampu auditorium.

8.16.3.8 Bagian luar atau bagian sejenis dari lampu panggung yang terbuat dari logam yang menggantung, yang dimungkinkan menjadi bertegangan jika terjadi kegagalan dan yang tidak diisolasi dengan baik terhadap gantungan kawat yang terbuat dari logam harus dilengkapi dengan pengaman pembumian yang baik, atau ditempuh cara proteksi lain yang serupa.

8.16.3.9 Jika penerangan utama diruang umum dapat diredupkan, harus dimungkinkan dinyalakan kembali dari suatu tempat yang tidak bergantung dari perlengkapan peredup tersebut. Jika ada ruang proyektor, penyalan kembali harus dapat dilakukan dari luar ruang proyektor, dan dari dekat setiap gerbang masuk ruang tersebut.

8.16.4 Penerangan darurat

8.16.4.1 Gedung dan bangunan yang dimaksud dalam pasal ini harus dilengkapi dengan sistem penerangan darurat, yang bila terjadi kegagalan suplai normal ke sistem penerangan akan terhubung secara otomatis.

8.16.4.2 Kuat penerangan darurat di koridor auditorium dan di ruang publik harus sekurang-kurangnya 1,3 lux (lihat 8.22.3.2) Hal ini tidak berlaku untuk ruang kecil seperti toilet (kamar kecil) dan lain-lain.

8.16.4.3 Penerangan darurat di bagian panggung, koridor, tangga panggung, dan tempat pengaturan lampu sorot, dan ruang proyektor harus memungkinkan orang melihat jalannya dengan mudah.

8.16.4.4 Lampu darurat harus dapat mempertahankan tingkat penerangannya seperti yang disyaratkan pada 8.16.3.5.

8.16.4.5 Tingkat penerangan ruang yang dipasang penerangan darurat harus sekurang-kurangnya 5 lux (lihat 8.22.3.3).

CATATAN Ruang panggung yang dimaksud dalam 8.16.4.3 terdiri atas bagian panggung, dan ruang pelengkap, yang terdiri atas ruang hias, ruang salon rambut, ruang setrika, bengkel, lorong tangga dan lain-lain. Ketentuan ayat ini dapat dipenuhi bila tingkat penerangan cukup sehingga orang-orang dapat melihat jalan yang menuju ke luar.

8.16.4.6 Instalasi penerangan darurat harus mendapat suplai dari sebuah atau beberapa baterai yang digunakan khusus untuk maksud ini, dengan kapasitas sekurang-kurangnya dapat menyalakan lampu darurat seluruhnya pada tingkat penerangan yang memenuhi syarat, terus menerus selama sekurang-kurangnya $\frac{1}{4}$ jam tanpa pengisian (lihat 8.22.6.1.2).

8.16.4.7 Jika luas lantai auditorium dan balkon melebihi 600 m² penerangan darurat harus dibagi sekurang-kurangnya dalam dua bagian yang kira-kira sama, yang setiap bagiannya disuplai dari baterai yang berbeda.

8.16.4.8 Baterai harus ditempatkan pada ruang tahan kebakaran terpisah dari ruang lain yang dihubungkan dengan ruang ini hanya melalui pintu yang tahan kebakaran, dan dilengkapi perlengkapan yang dapat menutup sendiri. Hal tersebut tidak berlaku untuk baterai kecil yang digunakan untuk beberapa lampu yang dipasang berdekatan.

8.16.4.9 Pada bagian luar pintu masuk ke ruang baterai harus dipasang tanda peringatan yang jelas bahwa dilarang merokok dan tidak boleh menyalakan api dalam ruang tersebut.

8.16.4.10 Instalasi pengisi baterai harus dapat mengisi kembali baterai yang telah kosong sampai penuh selama 10 jam, dan harus dilengkapi dengan pemutus otomatis yang dapat mencegah mengalirnya kembali arus dari baterai ke instalasi pengisi baterai.

8.16.4.11 Kelompok lampu darurat di ruang panggung, tidak boleh disatukan dengan kelompok lampu darurat untuk ruang umum lainnya.

8.16.4.12 Penerangan darurat harus menyala atau dihubungkan ke baterai secara otomatis, segera setelah tegangan utama jatuh di bawah 80% dari tegangan kerjanya.

8.16.4.13 Selain harus memenuhi 8.16.4.12, penerangan darurat di bioskop harus dapat pula dinyalakan atau dihubungkan ke baterai dengan menekan tombol yang ditempatkan di tempat-tempat yang cocok dan terutama di dekat gerbang masuk utama auditorium. Di dekat tombol tekan tersebut harus dipasang tanda pemberitahuan yang jelas dengan kata-kata "PENERANGAN DARURAT" dan petunjuk cara menyalakan.

8.16.4.14 Penerangan darurat di tempat umum harus hanya dapat dipadamkan melalui tombol tekan yang ditempatkan di ruang tersebut sesuai dengan 8.16.5.7.

8.16.4.15 Penyalaan atau pemadaman penerangan di tempat publik, seperti yang diterangkan terdahulu, harus dapat dilakukan dalam keadaan apapun jika penerangan darurat disambung sesuai dengan 8.16.4.1 Hal yang disyaratkan dalam ayat ini berarti bahwa suatu sakelar yang menyalakan penerangan darurat secara manual harus dikombinasikan dengan sakelar untuk melayani penerangan sesuai dengan 8.16.3.5

8.16.5 Perlengkapan listrik

8.16.5.1 PHB yang ditempatkan antara instalasi dan jaringan listrik umum dan PHB untuk penerangan darurat sesuai 8.16.4.1 tidak boleh dipasang dalam ruang yang dekat dengan umum atau di dekat jalan masuk bangunan; ruang ini dipisah dari ruang lainnya dengan dinding yang tahan api dan jarak antara ruang ini dan tempat di mana sambungan kabel masuk harus sekecil mungkin.

8.16.5.2 PHB yang dimaksud dalam 8.16.5.1 ini di bagian luarnya harus diberi petunjuk yang jelas mengenai cara penggunaan PHB ini.

8.16.5.3 PHB untuk sirkit akhir penerangan harus disambungkan tersendiri dan langsung ke PHB utama jaringan listrik umum.

8.16.5.4 Sekering atau pemutus sirkit yang mengamankan sirkit akhir penerangan darurat sesuai 8.16.5.1 harus ditempatkan dalam PHB yang mendapat suplai langsung dari baterai.

8.16.5.5 PHB yang berisi sirkit akhir untuk penerangan harus dirancang atau dipasang sedemikian rupa sehingga tidak mudah dibuka oleh umum.

8.16.5.6 Pengaman lebur dan pemutus sirkit yang mengamankan perlengkapan panggung yang bergerak harus ditempatkan di bagian yang tetap (tidak bergerak).

8.16.5.7 Sakelar yang digunakan untuk pelayanan lampu penerangan harus ditempatkan dalam ruang yang tidak berdekatan dengan umum dekat gerbang masuk dan harus terpisah dari tempat sekelilingnya oleh dinding yang tahan api, dengan syarat bahwa sakelar untuk penerangan minimum memenuhi ketentuan 8.16.3.3 harus dipasang dalam ruang yang disyaratkan pada 8.16.5.1. Hal ini tidak berlaku untuk sakelar yang disyaratkan pada 8.16.3.9 dan 8.16.4.13, asalkan sakelar-sakelar ini tidak dapat dilayani oleh umum.

8.16.5.8 Fiting harus terbuat dari bahan yang tidak mudah-terbakar.

8.16.5.9 Fiting lampu (*lampholder*) untuk penerangan darurat harus dari jenis B22 (bayonet).

8.16.5.10 Lampu pijar dan perlengkapan listrik lainnya di bagian panggung harus ditempatkan atau dilindungi sedemikian rupa sehingga tidak terkena bahan yang mudah terbakar.

8.16.5.11 Lampu sorot harus ditempatkan sedemikian agar tidak dapat menyentuh layar walaupun tutup lampu dibuka.

8.16.5.12 Lampu di bagian panggung harus dilindungi terhadap kerusakan mekanis dengan cara memasang pelindung atau perlengkapan serupa. Hal ini tidak berlaku pada lampu yang dipasang sementara ketika mempersiapkan panggung.

8.17 Instalasi listrik desa

8.17.1 Umum

8.17.1.1 Yang dimaksud dengan instalasi listrik desa adalah instalasi listrik untuk pembangkitan, distribusi, pelayanan, dan pemakaian tenaga listrik di desa dengan konstruksi yang disederhanakan.

8.17.1.2 Instalasi listrik desa hanya berlaku bagi daerah perdesaan (di desa), dan diterapkan pada satu lokasi atau kasus berdasarkan kondisi yang masih memerlukannya dengan memperhatikan persyaratan-persyaratannya.

8.17.2 Instalasi-rumah sederhana di desa

8.17.2.1 Ketentuan dalam pasal ini diperuntukan bagi instalasi rumah sederhana di desa dengan batas alat pembatas arus maksimum 10 A dan tegangan nominal maksimum 230 volt fase tunggal

8.17.2.2 Ketentuan khusus

8.17.2.2.1 Instalasi-rumah sederhana tidak memerlukan gambar instalasi.

8.17.2.2.2 Instalasi-rumah sederhana boleh dipasang oleh pelaksana instalasi listrik desa yang telah disahkan oleh instansi yang berwenang.

8.17.2.2.3 Instalasi dipasang terbuka, kabelnya dipasang pada permukaan dinding, tiang rumah dan bagian dari bangunan lainnya yang terbuat dari atau dilasi dengan kayu/papan dan bahan lainnya yang tidak mudah tersulut api.

8.17.2.2.4 Instalasi hanya terdiri atas satu sirkit yang dilengkapi dengan gawai proteksi arus lebih maksimum 10 A.

8.17.2.2.5 PHB yang digunakan harus dari jenis tertutup dengan kotak dari bahan yang tidak mudah terbakar. PHB dipasang pada dinding tembok atau papan

8.17.2.3 Penghantar

8.17.2.3.1 Sebagai penghantar digunakan kabel berisolasi ganda (misalnya NYM) yang terdiri atas dua atau tiga inti tembaga pejal dengan penampang tiap intinya minimum 1,5 mm²

8.17.2.3.2 Kabel dicabangkan dalam kotak pencabangan dengan penyambungan yang baik.

8.17.2.4 Titik beban

8.17.2.4.1 Jumlah titik beban maksimum sembilan buah, termasuk kotak kontak sejumlah maksimum tiga buah.

8.17.2.4.2 Kotak kontak yang digunakan harus dari jenis yang dilengkapi kontak proteksi, dan dipasang setinggi minimum 1,25 m dari lantai.

8.17.2.5 Pembumian untuk instalasi rumah sederhana dilaksanakan dengan memasang elektrode bumi yang dihubungkan dengan terminal pembumian pengamanan pada PHB secara langsung atau melalui meter kWh (lihat 3.13.1.3)

8.17.3 Sambungan Rumah Desa (SRD)

8.17.3.1 Ketentuan ini berlaku bagi sambungan rumah untuk instalasi sebagaimana dimaksud dalam 8.17.2.

8.17.3.2 SRD terdiri dari kabel instalasi berinti dua dengan penampang setiap intinya minimum 4 mm² Cu atau yang setaraf.

8.17.3.3 Selain yang tersebut dalam 8.17.3.2, SRD boleh menggunakan dua penghantar yang terdiri atas satu penghantar fase berisolasi dengan penampang minimum 4 mm² Cu atau yang setaraf, dan satu penghantar netral atau penghantar proteksi yang mempunyai KHA sekurang-kurangnya sama dengan dengan penghantar fasenya.

8.17.3.4 Bahan isolasi untuk SRD harus tahan cuaca dan sinar matahari daerah tropis.

8.17.3.4.1 Panjang rentang SRD maksimum 45 meter dengan memperhitungkan kekuatan tarik SRD-nya.

8.17.3.4.2 Jumlah rumah/sambungan per SRD maksimum tujuh buah, atau panjang SRD maksimum (seri) 200 meter.

8.17.3.4.3 SRD harus dilengkapi dengan pengaman lebur atau MCB dengan nilai nominal maksimum 10 A dan bila diperlukan sebuah meter kWh yang dipasang di bagian luar rumah.

8.18 Instalasi sementara

8.18.1 Umum

8.18.1.1 Instalasi sementara ialah instalasi, yang sebelum dipasang dan digunakan dengan pasti dapat ditetapkan bahwa penggunaan hanya untuk waktu paling lama 3 bulan, dan hanya di tempat itu saja. (lihat 9.7.4.1).

8.18.1.2 Di tempat masuk ke ruang mesin dan ke ruang PHB harus terdapat penghalang dan tanda peringatan yang jelas yang melarang masuknya orang yang tidak berwenang.

8.18.1.3 Pada instalasi tegangan menengah harus dibuat pagar dan pintu yang dapat dikunci untuk mencegah orang yang tidak berwenang masuk ke tempat yang dimaksud dalam 8.18.1.2

8.18.1.4 Dalam ruang dengan bahaya kebakaran dan ledakan, instalasi sementara harus memenuhi 8.5.

8.18.1.5 Mesin, instrumen, penghantar dan semua perlengkapan pasangan berpindah, semuanya harus memenuhi ketentuan yang berlaku untuk masing-masing.

8.18.1.6 Proteksi dari sentuhan pada bagian bertegangan, proteksi terhadap kebakaran, dan begitu pula pembumian, harus dibuat secara mekanis kuat dan memenuhi semua ketentuan yang berlaku.

8.18.1.7 Untuk ruang lembab dan ruang sangat panas, bagian luar dari fitting lampu hanya boleh terbuat dari porselen atau bahan isolasi yang sama mutunya, sepanjang lampu tersebut dipasang dalam jarak capai tangan.

8.18.1.8 Untuk lemari hubung bagi tegangan rendah tidak boleh digunakan kayu sebagai bahan konstruksi, akan tetapi boleh sebagai bahan isolasi.

8.18.1.9 Untuk penerangan berlaku ketentuan 4.4.1.2.

8.18.2 Penghantar

8.18.2.1 Penghantar yang dipasang tetap, tidak perlu memenuhi sepenuhnya persyaratan umum yang berlaku, misalnya mengenai bahan penghantar, jarak antara titik lampu, jarak antara penghantar berisolasi, jarak sampai bagian konstruksi, begitu pula mengenai bahan pengikatnya, asalkan memenuhi syarat keamanan instalasi dan keselamatan manusia.

8.18.2.2 Penghantar berisolasi tegangan rendah yang menembus dinding, langit-langit dan sebagainya, yang terdiri atas bahan yang tidak menghantar tidak perlu menggunakan pipa penembus.

8.18.2.3 Untuk melindungi kabel rumah (NGA dan NYA) terhadap kerusakan mekanis, boleh digunakan kayu atau bahan lain yang sejenis. Dalam ruang biasa dengan sedikit bahaya kerusakan mekanis, perlindungan semacam itu tidak diperlukan.

8.18.2.4 Kabel rumah yang dipakai sebagai penghantar luar tegangan rendah dapat dipasang serendah-rendahnya tiga meter dari permukaan tanah. Sebagai penyangga dapat dipakai bambu. Penghantar tersebut yang dipasang di atas atap, emper dan sebagainya boleh tercapai tangan. Tidak perlu dipakai isolator tarik, isolator lonceng dan sebagainya.

8.18.2.5 Pemasangan penghantar udara tanpa isolasi harus memenuhi 7.14.

8.18.3 Penerangan pesta

8.18.3.1 Untuk instalasi sementara pada penerangan pesta di luar, penyimpangan dari yang diuraikan dalam 8.18.1.1 dan 8.18.1.2 dibolehkan asalkan diatur sedemikian rupa sehingga seluruhnya memenuhi syarat umum dalam buku ini, yang berhubungan dengan perlindungan bagian bertegangan terhadap sentuhan, dan perlindungan terhadap bahaya kebakaran dan hubungan bumi.

8.19 Instalasi semi permanen

8.19.1 Instalasi semi permanen untuk tegangan menengah seluruhnya harus memenuhi ketentuan umum yang berlaku untuk tegangan itu.

8.19.2 Instalasi semi permanen untuk tegangan rendah harus memenuhi ketentuan yang berlaku untuk instalasi permanen.

Penghantar yang digunakan sekurang-kurangnya harus dari jenis penghantar berisolasi karet atau PVC.

8.20 Instalasi dalam masa pekerjaan pembangunan

8.20.1 Sepanjang dalam pasal ini tidak ditetapkan lain, berlaku 8.18 dengan memperhatikan 9.13.4.1.

8.20.2 Instalasi listrik di tempat yang lembab, seperti dalam galian, dalam ruang bawah tanah dan sebagainya harus dipasang sedemikian rupa sehingga instalasi tidak kena air, dan sedapat mungkin di luar jangkauan tangan.

8.20.3 Penghantar suplai yang tidak untuk dipindah-pindahkan sedapat mungkin harus memenuhi ketentuan umum yang berlaku.

8.20.4 Bagian luar dari fitting lampu harus dibuat dari bahan porselin, atau bahan isolasi lain yang setara.

8.20.5 Untuk melindungi perlengkapan harus dipasang pengaman lebur atau gawai proteksi lain pada sirkit yang bersangkutan.

8.20.6 Lemari hubung bagi harus diberi perlindungan terhadap percikan air.

8.20.7 Penghantar berisolasi harus dipasang sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas orang.

8.20.8 Sambungan pada penghantar berisolasi harus diberi isolasi yang cukup.

8.21 Instalasi generator (genset) darurat

8.21.1 Umum

8.21.1.1 Definisi

Keadaan darurat adalah keadaan yang tidak biasa atau tidak dikehendaki yang membahayakan keselamatan manusia, bahaya kebakaran dan keamanan bangunan serta isinya, yang ditimbulkan karena penyediaan listrik utama terganggu.

Penerangan darurat pada umumnya dipasang di gedung-gedung umum yang banyak dikunjungi orang seperti hotel, pasar, toserba, gedung pertunjukan, tempat ibadah, gelanggang olah raga, rumah sakit dan gedung lainnya yang sejenis.

Genset darurat dapat menyediakan daya untuk beberapa keperluan seperti pendinginan, pelayanan alat bantu pernapasan mekanis, ventilasi jika penting untuk keselamatan jiwa, penerangan dan tenaga untuk kamar operasi di rumah sakit, sistem alarm kebakaran, proses industri yang bila aliran listrik terputus dapat menyebabkan bahaya yang serius, komunikasi dan hal lain yang sejenis.

Pasal ini berlaku untuk instalasi genset darurat. Untuk penerangan darurat lihat 8.22.

8.21.1.2 Ruang lingkup

Pasal ini mengatur sistem penyediaan tenaga listrik dan instalasi untuk keadaan darurat suatu bangunan yang klasifikasi tegangannya termasuk tegangan rendah a.b. Ketentuan ini tidak berlaku untuk pelayanan dengan keandalan amat tinggi atau suplai tanpa putus (misalnya rumah sakit).

Sumber tenaga listrik yang ditetapkan adalah generator dengan penggerak mula mesin diesel atau turbin gas. Ketentuan ini mengatur kebutuhan pada pusat pembangkitan dan perlengkapan penunjang, menetapkan besarnya pembebanan untuk keadaan darurat, sistem proteksi di dalam gedung dan tindakan yang harus diambil dalam rangka uji fungsi dan perawatan instalasi.

CATATAN :

- a) Untuk bangunan yang menggunakan jaringan tegangan menengah yang mensuplai transformator di beberapa bagian gedung, ketentuan ini dapat disesuaikan, asalkan tetap memperhatikan tingkat keandalan.

- b) Daya untuk penerangan darurat dapat diambil dari suplai terpisah (baterai atau generator) atau genset seperti ditentukan dalam pasal ini. Jika digunakan genset seperti tersebut dalam pasal ini harus diperhatikan persyaratan 8.22 yang lebih ketat.

8.21.2 Syarat bangunan/ruang

8.21.2.1 Lokasi

Perlengkapan tidak boleh diletakkan pada daerah yang memungkinkan terendam air. Ruang penempatan generator dan PHB-nya sebaiknya terpisah dari ruang PHB utama atau dipisahkan dengan dinding tahan api, dengan masing-masing pintu masuk. PHB keadaan darurat utama membutuhkan juga tempat/ruang yang terpisah. Untuk menghadapi kebocoran yang berbahaya dari bahan bakar atau air, sebaiknya disediakan sistem penampungan dan saluran pembuangannya.

Jalan ke luar masuk diatur sedemikian rupa sehingga tidak akan tertutup oleh bangunan baru di kawasan tersebut. Harus dilakukan tindakan dan penyediaan sarana untuk memperkecil akibat buruk dari suara dan asap ketika pusat pembangkitan darurat digunakan.

8.21.2.2 Konstruksi bangunan

Ruang harus tahan kerusakan dan terpisah dari bagian gedung lainnya dengan konstruksi tahan api yang memenuhi syarat.

Tidak boleh ada pipa pelayanan lain yang masuk ke ruang ini selain pipa untuk sistem darurat ini dan pipa proteksi terhadap api. Jika perlu untuk menembus atau memecah tembok maka ketentuan tahan api dan tingkat kebisingan arus tetap terpenuhi.

8.21.2.3 Kebutuhan ruang

Pintu ke luar masuk bangunan instalasi harus disesuaikan untuk keperluan pemasangan perlengkapan, pemeliharaan dan penggantian bagian perlengkapan jika diperlukan. Semua pintu harus membuka ke luar dan sebaiknya dilengkapi dengan alat yang bisa menutup sendiri.

Luas bangunan bergantung pada susunan dan ukuran perlengkapan yang bergantung pada kapasitas sistem. Harus tersedia jarak sekurang-kurangnya $\frac{3}{4}$ m sekitar perlengkapan guna perawatan perlengkapan.

8.21.2.4 Ventilasi udara harus diatur sedemikian rupa sehingga udara dapat mengalir sehingga suhu mesin tidak naik melampaui batas suhu kerja bila mesin beroperasi terus menerus. Ujung saluran di tembok sebelah luar tidak boleh berjarak kurang dari 3 m dari lubang-lubang terbuka atau gedung di sebelahnya.

8.21.2.5 Perlengkapan pemadam api

Harus disediakan perlengkapan pemadam api manual yang dapat mencakup ruang tersebut.

8.21.2.6 Lampu untuk pelayanan darurat

Harus ada lampu yang dinyalakan oleh baterai yang terpisah dari baterai untuk keperluan asut maupun keperluan kendali. Kapasitas baterai harus sekurang-kurangnya dapat menyalakan lampu yang bersangkutan selama 30 menit.

8.21.3 Generator darurat

8.21.3.1 Kapasitas beban

8.21.3.1.1 Generator darurat harus dapat memenuhi beban sebagai berikut:

- a) Kelengkapan penggerak utama yang menggunakan tenaga listrik dan perlengkapan pengasut yang memerlukan pengisian.
- b) Lif keadaan darurat dengan anggapan pada suatu kumpulan lif hanya satu lif yang bekerja.
- c) Daya yang digunakan untuk menurunkan lif.
- d) Kipas untuk mengisap asap.
- e) Pompa air untuk sistem pemadam kebakaran saat terjadinya kebakaran.
- f) Pemanfaat listrik yang digunakan pada saat terjadinya kebakaran.
- g) Penerangan darurat yang dihubungkan ke generator tersebut.
- h) Jumlah beban lainnya yang dapat disuplai dari sistem pembangkit tersebut kecuali yang tersebut dalam 8.21.3.1.2.

8.21.3.1.2 Beban tambahan

Beban yang tidak tercakup di atas dapat disambungkan tanpa perlu menambahkan kapasitas pembangkit, kalau tersedia fasilitas untuk memutus beban-beban ini pada saat pembangkit mencapai beban penuh. Pengendalian ini harus otomatis kecuali kalau pusat pembangkit berada di bawah pengawasan terus-menerus.

8.21.3.1.3 Urutan asut

Untuk pemasangan yang ekonomis penyambungan perlengkapan listrik sebaiknya berurutan sebagai berikut:

- a) Lampu darurat (menyala dalam waktu tertentu sesuai peraturan yang berlaku);
- b) Pompa air *sprinkler*;
- c) Sistem ventilasi (jika diperlukan) yang direncanakan untuk mengisap asap;
- d) Lif (jika ada);
- e) Daya untuk pompa *booster air*; dan
- f) Beban lain.

8.21.3.1.4 Kapasitas generator dan penggerak utama

Keluaran generator (kW, kVA) harus cukup mampu untuk memikul beban dasar dan beban asut dari motor lain tanpa menimbulkan fluktuasi yang berlebihan pada tegangan suplainya.

8.21.3.1.5 Unit mesin generator harus mempunyai kemampuan sedemikian rupa sehingga seluruh beban lampu yang tersambung dapat disuplai olehnya segera setelah kecepatan penuh tercapai.

8.21.3.2 Desain dan konstruksi

8.21.3.2.1 Syarat kecepatan tanggap

Pusat pembangkit untuk pelayanan darurat harus dapat mencapai kecepatan penuh dan siap memikul beban dalam waktu 15 detik sejak diterimanya sinyal asut. Beban penuh harus siap dipikul dalam waktu 30 detik berikutnya (jumlah 45 detik).

8.21.3.2.2 Penggerak utama

Penggerak utama harus memenuhi ketentuan yang berlaku.

8.21.3.2.3 Generator harus memenuhi ketentuan yang berlaku. Pada waktu dimasukkan beban penuh turun tegangan sebaiknya tidak melebihi 25% dan dalam waktu 0,5 detik tegangan sudah pulih kembali dalam batas 5% dari tegangan normal.

8.21.3.2.4 Rakitan

Penggerak utama, generator, kopling danudukan mesin harus dipilih yang sesuai satu sama lain.

CATATAN Sebaiknya diperhatikan ketersediaan suku cadang di pasaran.

8.21.3.2.5 Uji coba pekerjaan

Harus dilaksanakan uji coba berfungsinya penggerak utama dan generator dengan beban yang dapat diatur dan harus memenuhi persyaratan bekerja dan kemampuan daya nominal.

8.21.3.3 Instalasi pusat pembangkit

8.21.3.3.1 Suplai bahan bakar

Tangki bahan bakar harus disediakan dalam ruang pembangkit masing-masing untuk setiap unit penggerak utama, dengan kapasitas beban penuh selama 8 jam. Tempat pengisian bahan bakar harus ditempatkan cukup jauh dari baterai dan perlengkapan lainnya. Untuk setiap tangki bahan bakar harus tersedia alat duga bahan bakar yang mudah terlihat. Untuk isi 2/3 bagian harus diberi tanda yang mengingatkan perlunya pengisian kembali. Alat duga dibuat sedemikian rupa sehingga kalau rusak, minyak tidak akan bocor. Pemipaan bahan bakar harus disusun sedemikian rupa sehingga tercegah masuknya lumpur dan endapan kotoran minyak dan udara yang dapat mengakibatkan tersumbatnya pipa. Semua keran harus diberi tanda keadaan tertutup atau terbuka. Pipa bahan bakar harus dilindungi terhadap panas yang berlebihan dan terhadap kerusakan mekanik.

8.21.3.3.2 Sistem pembuangan gas

Setiap sistem pembuangan gas harus dilengkapi dengan peredam dan sistem pipa atau cerobong untuk membuang semua gas ke luar bangunan, cukup jauh dari jendela atau cerobong pemasukan udara ke bangunan itu sendiri atau ke bangunan di sebelahnya. Semua pipa dan alat sambung pipa, jika perlu harus dilindungi secukupnya agar terlindung dari bahaya kebakaran, dan agar tidak ada bagian yang menonjol bersuhu lebih dari 70 °C.

8.21.3.3.3 Pendingin

Setiap penggerak utama jika mungkin harus mempunyai sistem pendingin tersendiri, baik pendingin air maupun pendingin udara. Sistem pendingin tersebut tidak boleh bergantung pada sumber dari luar, termasuk sumber airnya. Jika air didinginkan di luar bangunan dengan menggunakan menara pendingin atau bak pendingin atau sistem apapun, harus diperhatikan agar kemungkinan kebakaran tidak akan mempengaruhi sistem pendinginan tersebut.

8.21.3.3.4 Pemasangan

Untuk memperkecil pengaruh getaran mesin, setiap mesin dapat dilengkapi peredam yang dipasang pada pondasi yang dirancang khusus untuk keperluan tersebut.

8.21.3.3.5 Peringatan bahaya

Harus dipasang tanda peringatan pada tempat yang menyolok di atas atau di dekat mesin, untuk mengingatkan kemungkinan asutan yang tiba-tiba dapat membahayakan orang yang berada di sekitarnya.

Contoh kata peringatan adalah :

**Awas Bahaya
Mesin Dapat Hidup Sendiri
Jangan Dekat-dekat**

8.21.3.4 Pengasutan penggerak utama

8.21.3.4.1 Setiap penggerak utama harus dilengkapi dengan sistem pengasut, yang terdiri atas penyimpan energi dengan perlengkapan pengisinya yang otomatis. Perlengkapan ini harus berkapasitas cukup untuk 2 x operasi yang berurutan seperti berikut : operasi utama dimulai pada persediaan daya penuh, dan operasi kedua berlangsung setelah pengisian selama 4 jam. Selama pengisian ini perlengkapan pengisi harus secara otomatis mengisi penyimpan energi secukupnya untuk menjalankan daur kedua. Setelah itu untuk periode 20 jam berikutnya perlengkapan pengisi harus mencapai pengisian penuh, kemudian siap melakukan daur asut berikutnya dan besarnya pengisian harus sebanding sehingga kalau tidak diasut, pengisian tetap berjalan untuk mengganti kebocoran normal sehingga tidak merusak.

8.21.3.4.2 Sistem asut harus dapat bekerja tanpa pemanasan awal. Sistem asut ulang harus sebagai berikut:

a) Untuk mesin diesel yang menggunakan pengasut listrik :

Tiga pengasutan otomatis yang terpisah, masing-masing tidak kurang dari 5 detik dengan selang waktu tidak lebih dari 5 detik, disusul dengan beberapa pengasutan manual selama 15 detik berikutnya.

b) Untuk diesel yang diasut langsung dengan angin:

Tiga kali pengasutan berturut-turut dalam waktu yang normal disusul dengan tiga pengasutan manual.

c) Untuk turbin gas :

Seperti a) dan b) untuk memperoleh keandalan yang setara.

8.21.3.4.3 Harus disediakan perlengkapan hidrometer, manometer dan semacamnya dalam ruang mesin untuk memudahkan pemeriksaan tingkat isi sumber energi. Setiap perlengkapan randah (portabel) harus dipasang tetap atau ditaruh dalam kotak-kotak yang baik.

8.21.3.4.4 Untuk diesel yang dipasang dalam ruang yang suhu kelilingnya dapat turun di bawah 10 °C, harus disediakan perlengkapan yang memudahkan pengasutan, misalnya dengan gawai pemanas atau gawai yang mengatur bahan bakar berlebihan yang dikendalikan secara otomatis.

8.21.3.4.5 Baterai untuk pengasutan harus ditempatkan dekat dengan motor pengasut dengan tata letak yang akan menghindarkan percikan asam pada perlengkapan yang vital. Baterai harus ditutup dengan bahan isolasi.

8.21.3.5 Kendali

8.21.3.5.1 Fungsi otomatis

Sistem kendali harus menjalankan suplai listrik darurat secara otomatis termasuk memantau bekerjanya sistem pengasutan, menerima isyarat tegangan suplai, mengasut sistem pembangkitan, memantau tegangan generator, mengalihkan beban, memantau proteksi, memutuskan beban dan mematikan sistem pembangkitan. Bekerjanya perlengkapan pengisi energi, pengasut, dan semua fasilitas pemanas mesin, harus senantiasa diawasi agar dapat diketahui bahwa sirkuitnya berfungsi dengan baik.

Terjadinya suatu kesalahan harus menyebabkan bekerjanya alarm kesalahan.

Tegangan suplai utama harus selalu dipantau. Dalam hal tegangan turun sampai atau di bawah 80% dari tegangan nominal selama lebih dari 3 detik pada satu atau lebih dari fase manapun, beban darurat harus terputus dari sumber utama dan mulai mengasut mesin secara otomatis sesuai 8.21.3.4.2

Jika pengasutan otomatis tidak menghidupkan mesin, maka alarm harus berbunyi yang disertai indikator "Gagal". Keluaran generator harus dipantau, dan jika mesin telah stabil pengasutan motor mesin harus berjalan berurutan. Tanda "**Generator Sedang Beroperasi**" harus timbul. Selama generator bekerja, perlengkapan pengukur generator harus terus dipantau. Jika salah satu besaran menyimpang dari batas yang ditetapkan oleh pihak pensuplai, beban harus dilepaskan dan mesin dimatikan, dan alarm kesalahan dinyalakan.

Jika tegangan sumber utama pada semua fase kembali di atas 80% dari nilai nominal dan tetap demikian selama 5 menit, beban darurat harus diputuskan dari generator dan sumber utama tersambung kembali. Motor besar mungkin memerlukan perlambatan waktu beberapa detik untuk menghindarkan ketidakserempakan penyambungan motor dengan generator.

Jika pembuat mesin mengharuskan adanya periode beban ringan sebelum berhenti (misalnya untuk mencegah kerusakan yang disebabkan oleh perubahan suhu yang mendadak) ketentuan tersebut harus dipenuhi dengan sistem kendali.

8.21.3.5.2 Alarm

Semua alarm dan sinyal harus terlihat pada panel generator dan diperluas ke tempat pusat pengawasan, jika ada.

8.21.3.5.3 Pelayanan manual

Harus ada pengasut manual yang dipasang di penggerak utama dan dapat membuka solenoid bahan bakar dan menjalankan mesin, terpisah dari sirkit kendali otomatis. Harus dipasang peringatan yang jelas, yang menyatakan bahwa bila dijalankan secara manual, mesin terlepas dari pemantauan proteksi otomatis, jadi harus tetap diawasi.

8.21.3.5.4 Konstruksi

Semua relai, dan gawai kendali harus dipasang dalam kotak tidak mudah terbakar dan dilindungi terhadap debu dan gas. Relai yang dapat dicabut harus mempunyai pegangan yang kokoh, kalau tidak maka relai itu harus dipasang tegak untuk mencegah terlepas karena getaran.

8.21.3.5.5 Catu daya

Kendali, alarm dan sinyal dapat menggunakan baterai tersendiri dan catu daya atau disuplai dari sistem baterai pengasut jika dirancang khusus dan diuji untuk dapat bekerja pada keadaan tegangan terminal yang rendah pada pengasutan dingin. Semua baterai harus ditempatkan menjadi satu.

8.21.3.5.6 Pencegahan

Harus diusahakan agar sakelar kendali tidak mudah dicapai, dengan cara mengunci ruang, dan kuncinya disimpan dalam kotak di dekat pintunya, yang kacanya mudah dipecahkan.

8.21.3.5.7 Hubungan paralel beberapa generator

Jika diperlukan lebih dari satu generator, dianjurkan agar beban darurat dibagi dalam bagian-bagian yang terpisah sehingga generator tidak dipasang paralel. Tetapi untuk operasi yang ekonomis, dibolehkan pengaturan sakelar untuk menyatukan beban dan menghubungkan paralel beberapa generator.

8.21.3.6 Instrumen

Harus ada beberapa instrumen untuk memperlihatkan keadaan kerja penggerak utama (seperti tekanan minyak pelumas, suhu air dan atau udara pendingin), ukuran persediaan bahan bakar, jumlah jam kerja, besaran generator (termasuk frekuensi, tegangan, arus sesaat dan beban maksimum yang diperkenankan untuk operasi dalam jangka waktu 15 menit), arus pengisian dan pemakaian baterai.

8.21.3.7 Penyambungan ke luar

Jika mesin dipasang dengan menggunakanudukan fleksibel, maka seluruh penyambung ke mesin harus menggunakan perlengkapan yang fleksibel pula (termasuk sambungan pipa bahan bakar, kabel, udara buang, dan lain-lain).

8.21.3.8 Petunjuk operasi

Petunjuk operasi dengan rincian cara pemeliharaan harus dipasang dalam ruang generator dengan bingkai yang berkaca. Buku harian harus pula ada dalam ruang tersebut atau dijelaskan di dalam petunjuk pemeliharaan dan tempat penyimpanannya.

8.22 Instalasi penerangan darurat

8.22.1 Ruang lingkup

8.22.1.1 Ketentuan ini mengatur keperluan minimum instalasi penerangan darurat yang harus dipasang dalam suatu bangunan.

8.22.1.2 Maksud dari penerangan darurat adalah menyediakan penerangan yang secukupnya bila terjadi kegagalan dalam suplai listrik normal agar dalam keadaan darurat:

- a) Orang yang berada di dalam bangunan tersebut dapat dengan mudah mencari jalan keluar dalam keadaan darurat.
- b) Mencegah kepanikan.

8.22.2 Persyaratan pokok

8.22.2.1 Sumber listrik yang digunakan untuk penerangan darurat tidak boleh bergantung kepada suplai normal dan harus ditempatkan dalam bangunan, bersebelahan dengan bangunan, atau di dalam kompleks bangunan tersebut.

8.22.2.2 Penerangan yang diperlukan yang tersebut dalam 8.22.3 di bawah ini harus dapat tersedia dalam waktu 15 detik sejak matinya sumber utama dan harus bekerja secara otomatis.

CATATAN Dalam suatu bangunan, bila tenaga darurat tersedia melalui suatu generator yang dapat berjalan dan mengambil alih beban dalam waktu lebih dari 15 detik, maka diperlukan baterai atau perlengkapan lain yang dapat menyediakan penerangan minimum yang ditetapkan ketentuan ini.

8.22.2.3 Sepanjang tidak ditentukan lain dalam pasal ini, instalasi penerangan darurat harus memenuhi pula persyaratan lain yang berlaku.

8.22.3 Jenis penerangan

8.22.3.1 Gerbang ke luar

Penerangan ini terdiri atas sebuah lampu atau luminair, selain lampu tanda keluar yang disyaratkan dalam ketentuan yang berlaku, yang ditempatkan di dekat lampu tanda keluar dan dapat terlihat secara langsung atau tidak langsung dari segala tempat yang membutuhkan. Yang dimaksudkan terlihat secara tidak langsung disini adalah suatu permukaan yang faktor pemantulannya tidak kurang dari 30% yang bila diterangi oleh lampu atau luminair tersebut penerangannya mencapai sekurang-kurangnya satu lux.

8.22.3.2 Penerangan lorong ke luar

Terdiri dari penerangan yang menerangi lorong keluar yang berbahaya, seperti tangga dan lain-lain. Penerangannya harus sekurang-kurangnya 5 lux. Pada lantai di bawah lampu atau sekurang-kurangnya 1,3 lux pada tangga, bordes dan bagian-bagian lainnya.

8.22.3.3 Penerangan anti panik

- a) Penerangan pada suatu auditorium, ruang rapat dan ruang-ruang tempat pertemuan lainnya harus sekurang-kurangnya 5 lux;
- b) Letak sumber penerangan harus sedemikian rupa sehingga pada seluruh lantai kuat penerangannya tidak ada yang lebih kecil dari 1,4 lux;
- c) Pada setiap sangkar lif harus tersedia penerangan darurat.

CATATAN Pada setiap sangkar lif harus pula tersedia sebuah alat telepon (interkom).

8.22.4 Jenis sistem

Sistem instalasi listrik yang digunakan harus sebagai berikut :

8.22.4.1 Jenis A

Menggunakan sirkit yang terpisah; fitting lampu darurat dapat terpisah atau disatukan dengan armatur dari lampu utama.

8.22.4.2 Jenis B

Dengan sirkit biasa yang disuplai dari sumber utama dan dari sumber yang terpisah dengan peraturan pengalihan secara otomatis.

Sumber utama dapat mensuplai daya secara langsung atau melalui transformator, dan suplai darurat dapat berupa generator, baterai atau baterai dengan inverter.

8.22.4.3 Jenis C

Dengan lampu atau baterai otomatis yang masing-masing tersambung dan mendapat pengisian dari sumber utama.

8.22.5 Sistem instalasi listrik

8.22.5.1 Penampang kabel harus sedemikian rupa sehingga susut tegangan antara sumber tenaga dan setiap fitting lampu sesuai dengan 4.2.3.1.

CATATAN Jika digunakan tegangan ekstra rendah, diperbolehkan susut tegangan 10 %.

8.22.5.2 Fiting lampu untuk lampu darurat harus berwarna merah atau diberi tanda yang jelas.

8.22.5.3 Pada gedung bertingkat, setiap lantai harus dilayani oleh satu sirkit akhir saja.

8.22.5.4 Setiap sirkit akhir harus mempunyai gawai proteksi tersendiri berupa pengaman lebur atau pemutus sirkit.

8.22.5.5 Kabel yang digunakan pada instalasi darurat mutunya harus sekurang-kurangnya sama dengan kabel instalasi yang ditentukan untuk instalasi biasa.

8.22.5.6 Perlengkapan yang menggunakan tenaga listrik kecil seperti bel, lampu sinyal, tanda KELUAR dan lain-lain, yang biasanya diperlukan bila gedung sedang digunakan,

dapat di sambungkan pada baterai darurat asalkan memenuhi syarat yang ditentukan pada 8.22.6.1.3 di bawah ini.

8.22.6 Sumber daya darurat

8.22.6.1 Baterai (dengan atau tanpa inverter)

8.22.6.1.1 Baterai dari jenis timbal harus mempunyai karakteristik kerugian yang rendah, dan dinyatakan demikian oleh pembuatnya (pabriknya)

CATATAN Baterai untuk menjalankan kendaraan tidak memenuhi ketentuan ini.

8.22.6.1.2 Baterai harus mempunyai kapasitas untuk dapat mempertahankan tingkat penerangan ketika penerangan utama padam untuk waktu sekurang-kurangnya satu jam dalam rumah sakit dan untuk waktu sekurang-kurangnya setengah jam untuk tempat lainnya.

8.22.6.1.3 Baterai harus dilengkapi dengan pengisi baterai (*battery charger*) yang mengatur muatan baterai sehingga dapat mencapai ketentuan di atas. Pengisi baterai harus dapat mengisi baterai sampai muatan 80 % dari kapasitas penuh dalam waktu 14 jam, kecuali untuk jenis C yang berupa baterai berpendingap waktu pengisian tidak boleh lebih dari 24 jam sampai muatan 80 %. Jika beban tambahan dengan arus kecil disambung ke baterai maka kekuatan arus pengisian harus disesuaikan. Harus dipasang amper-meter atau lampu indikator untuk mengetahui besarnya arus pengisian, kecuali untuk jenis C.

8.22.6.1.4 Untuk sambungan dari terminal baterai ke alat pengatur harus digunakan kabel jenis khusus. Seluruh sambungan harus disolder atau menggunakan sepatu kabel.

8.22.6.1.5 KHA kabel harus sesuai dengan ketentuan dalam BAB 7.

8.22.6.1.6 Semua lubang yang dilalui kabel harus dilengkapi dengan selongsong isolasi dan bila menerobos bangunan, kabel harus dilindungi dengan pipa bukan logam.

8.22.6.1.7 Untuk baterai yang tidak dimasukan ke dalam kotak atau yang tidak ditempatkan dalam ruang khusus, terminal baterai harus ditutup dengan penutup dari bahan isolasi dan tahan karat.

8.22.6.1.8 Baterai dari jenis A dan B harus ditempatkan dalam kotak atau pada suatuudukan yang tahan karat, Kotak atauudukan dipasang di lantai atau di dinding dan harus tahan terhadap kemungkinan terjadinya gempa seperti juga dipersyaratkan bagi bangunannya.

8.22.6.1.9 Ruang sekitar baterai harus cukup sehingga seluruh keperluan pemeliharaan seperti penambahan air baterai, pemeriksaan berat jenis elektrolit dapat dilakukan dengan sebaik-baiknya.

8.22.6.1.10 Baterai harus ditaruh di tempat yang sejuk, kering dan mempunyai ventilasi cukup.

8.22.6.1.11 Harus tersedia sebuah hidrometer yang ditaruh pada suatu wadah yang tahan karat.

8.22.6.2 Persyaratan tambahan untuk inverter baterai

8.22.6.2.1 Perlengkapannya dapat terdiri pengisi baterai, baterai dan inverter. Pada waktu sumber suplai normal hilang, inverter baterai harus dapat mengatur, meneruskan pemberian suplai kepada beban dalam jangka waktu yang tersebut dalam 8.22.6.1.2

8.22.6.2.2 Variasi persentase tegangan keluaran inverter tak boleh melebihi persentase variasi tegangan masukan baterai.

8.22.6.2.3 Tingkat interferensi radio inverter tidak boleh lebih besar dari ketentuan yang berlaku.

8.22.6.2.4 Perlengkapan inverter harus mendapat ventilasi secukupnya.

8.22.6.2.5 Pada inverter harus mempunyai kendali, sebagai berikut ini, kecuali untuk jenis C:

- a) Sakelar yang memisahkan sistem dari baterai, dan
- b) Lampu indikator untuk memantau kerja inverter dan kerja pengisian.

8.22.6.2.6 Pada inverter harus terdapat instrumen ukur berikut ini, kecuali untuk jenis C:

- a) Tegangan keluaran a.b.;
- b) Tegangan baterai a.s;
- c) Arus keluaran a.b.

8.22.6.2.7 Semua komponen harus mempunyai kemampuan yang lebih dari cukup pada kerja normal.

8.22.6.2.8 Untuk proteksi perlengkapan secara menyeluruh harus dipasang pengaman lebur yang karakteristik dan kemampuannya memadai untuk proteksi perlengkapan semikonduktor.

8.22.6.2.9 Sistem ini harus dirancang dan dibuat sedemikian rupa sehingga komponennya mudah dipelihara dan diperbaiki.

8.22.6.3 Pengasutan mesin generator secara otomatis

8.22.6.3.1 Untuk kemampuan sampai 3,5 kW atau 4 kVA, mesin penggerak utama menggunakan BB bensin atau berupa mesin diesel yang dijalankan dengan sistem pendingin. Untuk mesin yang besarnya lebih dari kemampuan tersebut mesin penggerak utamanya berupa mesin diesel. Mesin diesel yang digunakan harus memenuhi persyaratan yang berlaku.

8.22.6.3.2 Mesin harus mempunyai tangki bahan bakar yang cukup besar yang dapat beroperasi dengan beban penuh selama 4 jam. Tangki bahan bakar harus dilengkapi dengan alat duga bahan bakar. Setiap katup, selain katup untuk kebakaran, dalam perpipaan suplai bahan bakar harus terlihat jelas mulai dari titik masuk sampai ke kamar mesin dan harus jelas terlihat apakah tertutup atau terbuka. Pipa minyak harus dicegah terhadap kemungkinan masuknya lumpur dan endapan dan kemungkinan tersumbat karena kemasukan udara.

8.22.6.3.3 Harus ada sumber energi tersimpan dalam bentuk baterai, udara tekan, dan yang sejenis agar mesin dapat berputar. Energi tersimpan tersebut harus dilengkapi dengan pengukur agar memungkinkan pengecekan tingkatan muatan energinya setiap waktu. Harus ada suatu cara untuk mengembalikan muatan energinya setiap waktu 4 jam. Perlengkapan tersebut harus disambung ke suplai utama dan ke suplai generator dan harus secara otomatis berubah dari pengisian tinggi

8.22.6.3.4 Mesin harus dilengkapi dengan perlengkapan yang disyaratkan dalam 8.22.7. Perlengkapan kendali ini dapat berfungsi untuk menghentikan mesin secara otomatis secepat-cepatnya 5 menit setelah menerima sinyal bahwa sumber utama telah pulih kembali.

Mesin harus dilengkapi dengan suatu sakelar pencoba agar dimungkinkan uji menjalankan mesin. Harus pula dilengkapi dengan indikator yang berbunyi (alarm) dan tampak (lampu) bila mesin gagal diasut atau berhenti. Jika sinyal bunyi terdengar.

8.22.6.3.5 Mesin harus dilengkapi dengan perlengkapan petunjuk tekanan minyak pelumas, suhu air pendingin, pencatat jam operasi, voltmeter dan amperemeter. Jika mesin melayani juga beban tambahan yang telah disetujui selain beban penerangan darurat dan beban kecil lainnya yang telah disetujui, amperemeter harus dilengkapi petunjuk besarnya beban maksimum.

8.22.6.3.6 Mesin harus dibuat kokoh. Semua perlengkapan transmisi daya mekanik harus dibuat dengan kekuatan yang cukup sesuai dengan persyaratan yang berlaku. Harus ada media pendingin khusus, seperti air dan/atau udara yang menggunakan radiator, udara pendingin atau bak air untuk mendinginkan mesin. Seluruh relai listrik dan perlengkapannya kendali harus dipasang dalam kotak logam dan dilindungi terhadap debu dan uap. Harus ada pencegahan penyentuhan sakelar oleh orang yang tidak berkepentingan.

8.22.6.3.7 Mesin harus dipasang sedemikian rupa sehingga selalu terhindar dari pengaruh cuaca dan memudahkan pemeliharaan. Harus ada jarak sekurang-kurangnya 0,75 m di sekeliling mesin tersebut. PHB tidak boleh menghalangi jalan masuk.

8.22.6.3.8 Suara bising dari pembuangan gas hasil pembakaran mesin, dan pengaruh getaran mesin, harus memenuhi persyaratan amdal yang berlaku.

8.22.6.4 Perlengkapan kendali

Seluruh gawai kendali harus dipasang dalam lemari yang kokoh.

8.22.7 Sistem kendali

8.22.7.1 Dalam hal sistem PHB ganda dalam gedung bertingkat banyak, penerangan darurat harus dapat dinyalakan dengan gawai pengindera yang dipasang pada setiap sirkit cabang, dan kegagalan pada suatu sirkit cabang tidak boleh menyebabkan dalam seketika tanpa penerangan darurat.

CATATAN:

- a) Dalam hal sirkit radial yang sederhana dimana sirkit cabang berpangkal pada PHB cabang yang mensuplai gedung tidak lebih dari dua lantai, sirkit cabang dapat dipantau dari ujung PHB utama.
- b) Dalam hal gedung bertingkat lebih dari dua, yang disuplai dari saluran tegak utama, syarat pada 8.22.7.1 dapat dipenuhi dengan cara memantau saluran tegaknya sendiri
- c) Jika saluran khusus digunakan untuk lantai-lantai dari bangunan berlantai lebih dari dua, cukup memantau sirkit pada PHB utama kemana saluran tersebut tersambung.

- d) Jika bangunan atau bagian dari bangunan bertingkat lebih dari dua disuplai oleh sirkit cabang, gawai pengindra perlu dipasang pada masing-masing PHB utama.

8.22.7.2 Jika penerangan tangga disuplai dari satu sirkit, maka sirkitnya harus dikendalikan tersendiri.

CATATAN Walaupun menurut 8.22.7.1 dan 8.22.7.2 tersebut di atas, bertingkat lebih dari dua dimana tidak lebih dari dua lantai disuplai dari sirkit, tidak diperlukan pemantau tersendiri untuk penerangan tangga.

8.22.7.3 Ketentuan 8.22.7.1 dan 8.22.7.2 dapat dipenuhi dengan cara memasang gawai pengindra pada setiap tempat yang memerlukan untuk memantau sebagian atau seluruh sistem, atau dengan menyediakan penerangan darurat tersendiri pada tempat-tempat yang membutuhkan. Jika pengindra majemuk menggerakkan genset, adalah cukup untuk menghubungkan gawai pengindra tersebut pada sirkit lingkaran.

8.22.7.4 Jika daya utama untuk penerangan darurat berfase banyak, penerangan darurat itu harus dapat bekerja jika terjadi kegagalan pada fase yang manapun.

CATATAN:

- a) Perlu diketahui bahwa peringatan yang sempurna dari operasi penerangan darurat akan tidak berarti bila sumber daya penerangan darurat dalam daerah yang bersangkutan tidak berfungsi.
- b) Subayat 8.22.7.1 dan 8.22.7.2 tersebut di atas tidak mencegah perlunya pengaturan secara manual.

8.22.7.5 Jika dikehendaki, penerangan darurat atau bagian-bagiannya, dapat dinyalakan dari sumber utama untuk suatu bagian, asalkan pada segala kemungkinan kedudukan sakelar, ketika sedang digunakan penerangan normal, penerangan darurat akan menyala ketika terjadi kegagalan pada sumber utama. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan sakelar majemuk atau beberapa sakelar tunggal yang menjalankan beberapa kontaktor khususnya pada sistem instalasi jenis A, jenis B atau dengan menyalakan lampu pada jenis C.

8.22.7.6 Pembatasan lamanya menggunakan suplai darurat dapat dilakukan untuk suatu gangguan sumber utama selama tidak kurang dari 1 atau $\frac{1}{2}$ jam sesuai dengan ketentuan 8.22.6.1.2

8.22.7.7 Papan peringatan yang menyolok harus dipasang pada atau di dekat semua sakelar suatu instalasi listrik yang menyalakan penerangan darurat jika sakelar tersebut dimatikan.

8.23 Instalasi listrik di dalam kamar mandi

8.23.1 Umum

Persyaratan dalam pasal ini meliputi persyaratan untuk instalasi listrik yang dipasang di dalam kamar mandi, dimana dimungkinkan terdapat bak rendam (*bath tub*), pancuran air untuk mandi dan daerah di sekelilingnya, dimana terdapat bahaya terkena kejutan listrik yang lebih tinggi disebabkan oleh turunnya resistansi tubuh manusia dan kontak tubuh dengan potensial bumi.

CATATAN Khusus untuk lokasi kamar mandi untuk pelayanan kesehatan, mungkin perlu persyaratan khusus.

8.23.2 Klasifikasi zone

Persyaratan ini didasarkan pada dimensi untuk empat zone (lihat contoh penentuan zone pada Gambar 8.23-1 dan 8.23-2).

Zone 0 merupakan bagian dalam dari bak rendam, bak mandi atau bak pancuran mandi.

Zone 1 dibatasi oleh bidang vertikal mengelilingi bak rendam dan bak pancuran air, dan untuk pancuran air tanpa bak, dan bak mandi, masing-masing merupakan bidang vertikal 0,60 m dari kepala pancuran dan dari pinggir bak mandi, dan oleh lantai serta bidang horisontal 2,25 m di atas lantai.

Zone 2 dibatasi oleh bidang vertikal di luar zone 1 dan suatu bidang vertikal yang paralel dan berjarak 0,60 m di luar Zone 2,

Zone 3 dibatasi oleh bidang vertikal di luar Zone 2 dan sebuah bidang vertikal yang paralel dan berjarak 2,40 m di luar Zone 2, dan oleh lantai serta bidang paralel 2,25 m di atas lantai.

8.23.3 Proteksi dari kejut listrik

Jika menggunakan tegangan ekstra rendah (lihat 3.3.1), maka proteksi dari sentuh langsung harus dilengkapi dengan:

- a) penghalang atau selungkup dengan tingkat proteksi paling sedikit IP2X (lihat 3.4.2), atau
- b) isolasi yang mampu menahan tegangan uji 500 V selama 1 menit.

8.23.4 Ikatan penyama potensial suplemen

Ikatan penyama potensial suplemen lokal harus menghubungkan semua bagian konduktif terbuka dalam Zone 1, 2 dan 3 dengan penghantar proteksi pada BKT yang terdapat dalam semua zone.

8.23.5 Penerapan tindakan proteksi dari kejut listrik

Dalam Zone 0, dan juga dalam kamar mandi dengan bak mandi dalam Zone 1 dan Zone 2, hanya diizinkan menerapkan proteksi dengan tegangan ekstra rendah dengan tegangan nominal tidak melebihi 12 V, dan sumber proteksi terpasang di luar zone tersebut.

Tindakan proteksi dengan memasang rintangan (lihat 3.4.3) dan menempatkan perlengkapan di luar jangkauan (lihat 3.4.4) tidak diizinkan.

Tindakan proteksi dengan menempatkan perlengkapan pada lokasi tidak konduktif (lihat 3.9) dan ikatan penyama potensial bebas bumi (lihat 3.10) tidak diizinkan.

8.23.6 Pemilihan dan pemasangan perlengkapan listrik

Perlengkapan listrik paling sedikit harus mempunyai tingkat proteksi sebagai berikut :

- Zone 0 : IPX7
- Zone 1 : IPX5
- Zone 2 : IPX4
- Zone 3 : IPX1

Khusus Zone 2 dan Zone 3 untuk kamar mandi dengan bak mandi dan yang digunakan untuk pemandian umum harus menggunakan IPX5.

8.23.7 Pengawatan

Pengawatan yang dipasang di luar atau tertanam dalam dinding kurang dari 5 cm, harus dipasang pengawatan yang sesuai tanpa menggunakan selubung logam (misalnya, dengan menggunakan pipa dari bahan isolasi).

Untuk Zone 0, 1 dan 2, pengawatan diperbolehkan hanya untuk keperluan suplai perlengkapan yang terdapat dalam zone tersebut.

Kotak sambung tidak boleh dipasang dalam Zone 0, 1 dan 2.

8.23.8 Perlengkapan Hubung Bagi dan Kendali (PHB)

- a) Dalam Zone 0, 1 dan 2, dan juga dalam Zone 3 kamar mandi dengan bak mandi dan pancuran, PHB serta lengkapannya tidak boleh dipasang;
- b) Dalam Zone 3, pemasangan kotak kontak hanya diizinkan jika:
 - 1) setiap kotak kontak dilengkapi dengan transformator pemisah (lihat 3.11.2.1), atau
 - 2) disuplai dengan tegangan ekstra rendah (lihat 3.3.1), atau
 - 3) diproteksi dengan GPAS dengan arus operasi sisa tidak melebihi 30 mA
- c) Setiap sakelar dan kotak kontak harus berjarak minimum 0,60 m dari lubang pintu untuk kotak pancuran air yang dirakit terlebih dahulu.

8.23.9 Perlengkapan lain yang dipasang

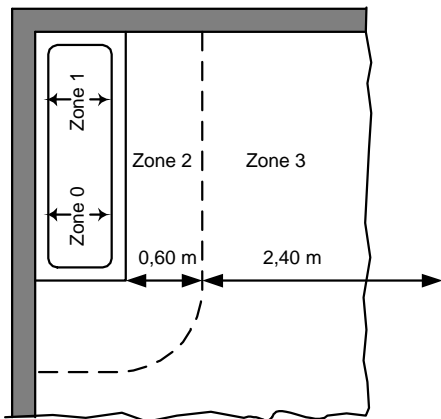
Persyaratan berikut tidak berlaku untuk alat yang disuplai dengan tegangan ekstra rendah.

Dalam Zone 0, hanya diizinkan untuk menggunakan perlengkapan listrik yang khusus diperuntukkan untuk digunakan dalam bakendam.

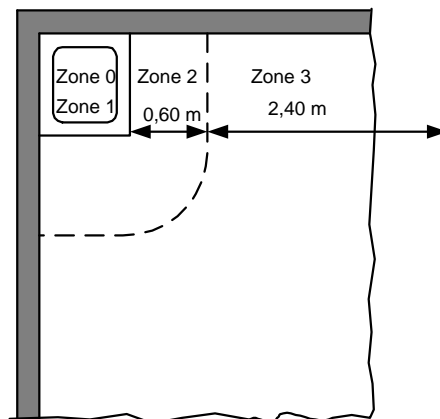
Dalam Zone 1, hanya diizinkan memasang pemanas air, kecuali dalam kamar mandi dengan bak mandi.

Dalam Zone 2, hanya diizinkan memasang pemanas air dan lampu dengan Kelas II, kecuali dalam kamar mandi dengan bak mandi.

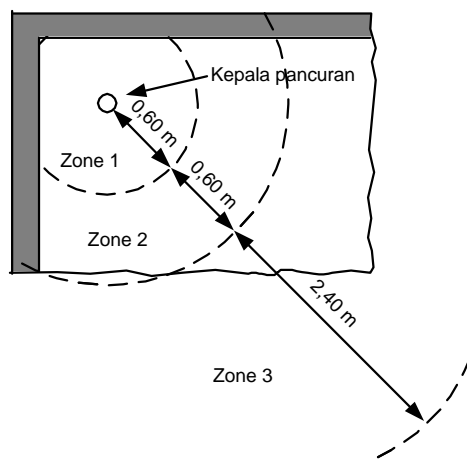
a) Bak rendam



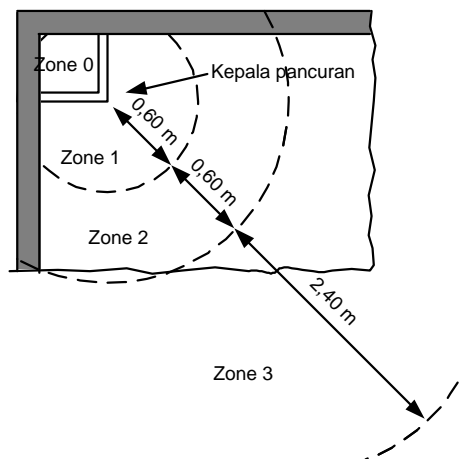
b) Bak pancuran air atau bak mandi



c) Pancuran air tanpa bak



d) Kamar mandi

**Gambar 8.23-1 Klasifikasi zone dalam kamar mandi (tampak atas)**

8.24 Instalasi ruang terbuka

8.24.1 Umum

8.24.1.1 Pasal ini berlaku untuk perlengkapan dan instalasi listrik yang dipasang di luar bangunan.

8.24.1.2 Perlengkapan dan instalasi listrik harus dibuat sedemikian rupa sehingga tahan terhadap pengaruh cuaca.

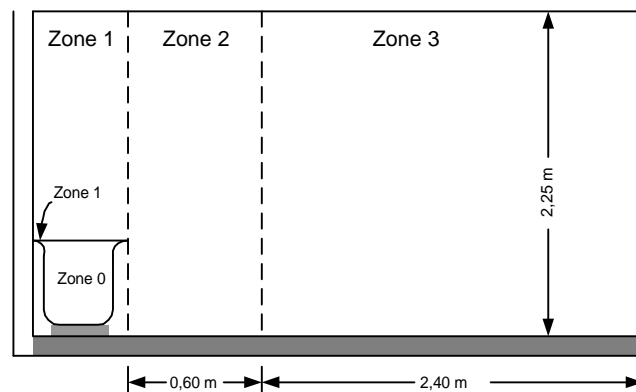
8.24.2 Penghantar

8.24.2.1 Untuk penghantar yang berbeda di udara luar berlaku 7.14, dan 9.8.

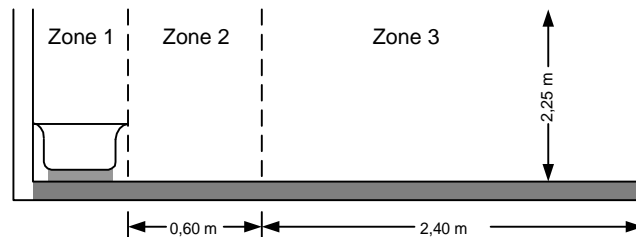
8.24.2.2 Untuk penghantar dalam tanah berlaku 7.13 dan 9.7.

8.24.2.3 Kabel yang dipasang di udara, harus digantung pada kawat penggantung atau disangga cukup kuat.

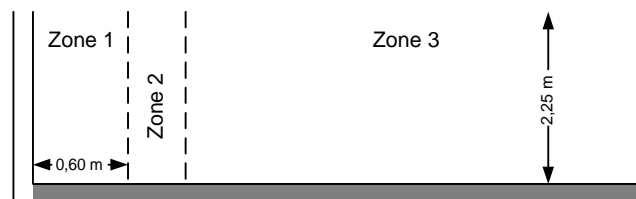
d) Bak rendam



e) Bak pancuran air atau bak mandi



f) Pancuran air tanpa bak, dengan dinding pemisah

**Gambar 8.23-2 Klasifikasi zone dalam kamar mandi (tampak samping)**

8.24.2.4 Untuk pembebanan dan proteksi penghantar berlaku 7.3 dan 7.5.

8.24.2.5 Hubungan penghantar dengan alat listrik harus dibuat sedemikian rupa sehingga masuknya air, serangga, dan debu dapat dihindarkan.

8.25 Kolam renang dan kolam lainnya

8.25.1 Umum

8.25.1.1 Ruang Lingkup

Ketentuan dalam pasal ini berlaku bagi konstruksi dan instalasi pengawatan listrik untuk pengawatan listrik perlengkapan di dalam atau di dekat kolam renang, kolam hias, kolam terapi dan sebagainya yang dipasang tetap.

8.25.1.2 Perlengkapan

Semua perlengkapan listrik, yang dipasang dalam air atau pada dinding harus dari jenis yang telah disahkan untuk tujuan penggunaannya.

8.25.1.3 Penggunaan ketentuan lain

Selain harus memenuhi ketentuan dalam pasal ini, pengawatan dan perlengkapan yang berada di dalam atau di dekat kolam renang harus pula memenuhi persyaratan lain yang tersebut dalam PUIL 2000.

8.25.2 Klasifikasi

Persyaratan instalasi listrik di dalam dan sekitar kolam renang diklasifikasikan sebagai berikut: (contoh klasifikasi : lihat Gambar 8.25-1 dan 8.25-2, 8.25-3, 8.25-4)

a) Zone 0

Zone ini adalah bagian dalam dari kolam termasuk semua lekukan pada dinding dan lantai kolam dan kolam pembersih kaki dan bagian dalam dari air mancur.

b) Zone 1

Zone ini dibatasi oleh :

- 1) Zone 0;
- 2) bidang vertikal 2 m dari pinggir kolam;
- 3) lantai atau permukaan dimana manusia mungkin berada;
- 4) bidang mendatar 2,5 m di atas lantai atau permukaan.

Jika terdapat papan loncat, *block start*, dan lain sebagainya di kolam renang, maka Zone 1 dibatasi oleh:

- 1) bidang vertikal yang terletak 1,5 m disekeliling papan loncat, *block start* dan lain sebagainya;
- 2) bidang horisontal 2,5 m di atas permukaan tertinggi yang dapat ditempati oleh manusia.

c) Zone 2

Zone ini dibatasi oleh :

- 1) bidang vertikal di luar Zone 1 dan bidang paralel 1,5 m dari bidang pertama;
- 2) lantai atau permukaan dimana mungkin berada manusia dan suatu bidang rata 2,5 m di atas lantai atau permukaan.

Untuk daerah air mancur tidak terdapat Zone 2.

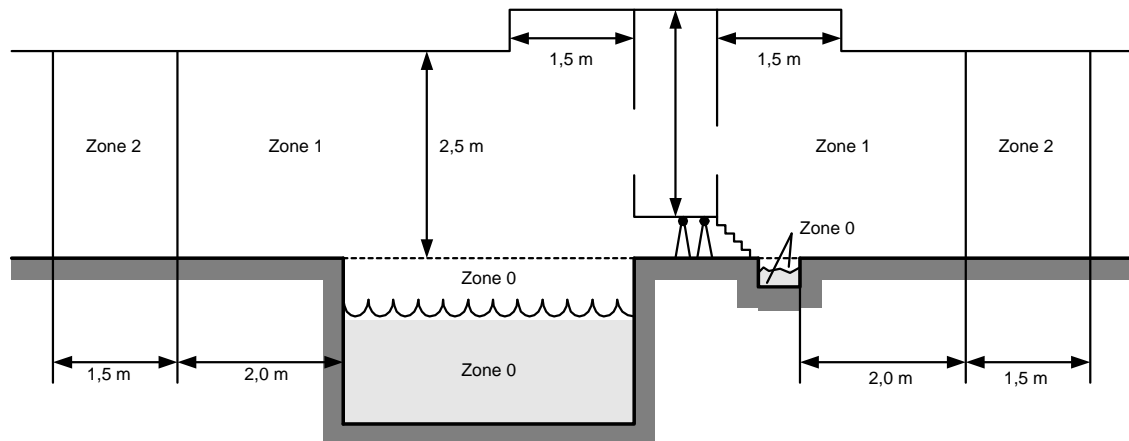
8.25.3 Proteksi untuk keselamatan

8.25.3.1 Penerapan proteksi dengan tegangan ekstra rendah: SELV dan PELV (lihat 3.3.1).

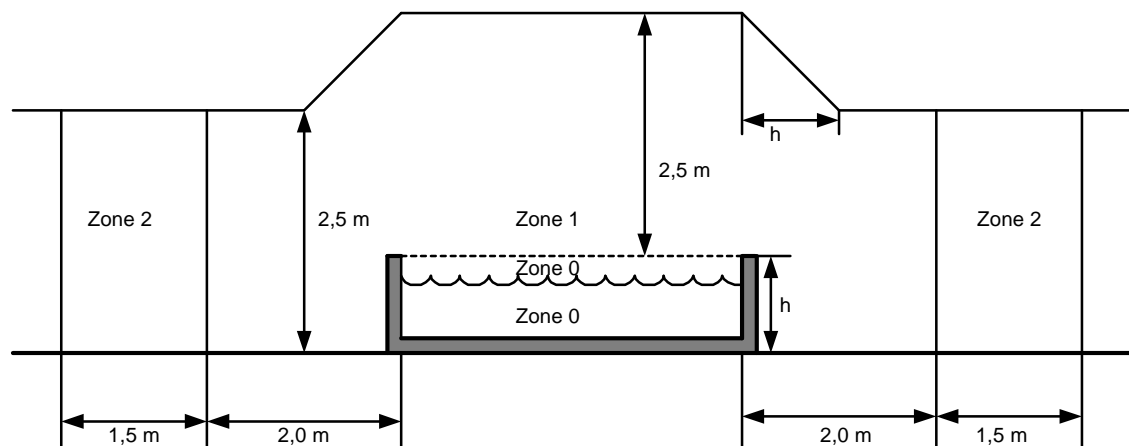
8.25.3.1.1 Persyaratan untuk sirkit tidak dibumikan (SELV)

Untuk semua tegangan yang digunakan, maka proteksi dari sentuh langsung harus dilengkapi:

- penghalang atau selungkup yang mempunyai tingkat proteksi paling sedikit IP2X atau IPXXB, atau
- isolasi yang mampu menahan tegangan uji 500 V a.b. selama 1 menit.



Gambar 8.25-1 Klasifikasi zone kolam renang di bawah muka tanah



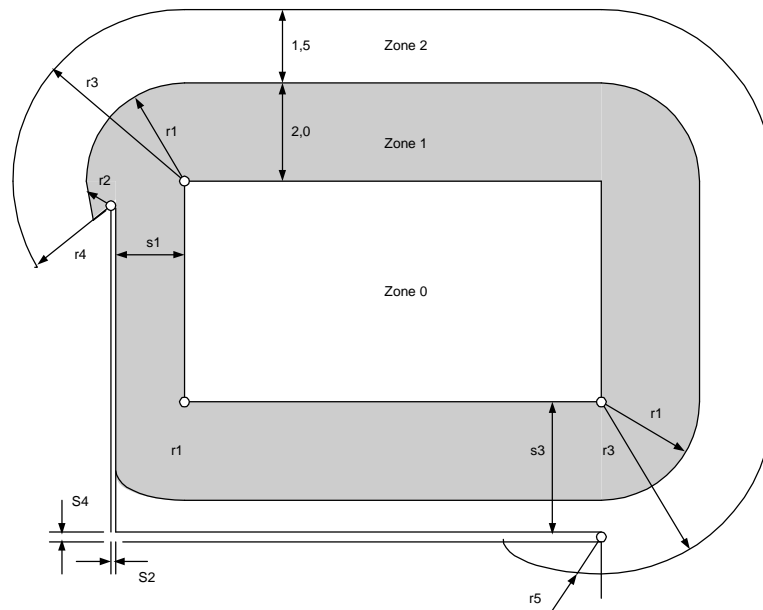
Gambar 8.25-2 Klasifikasi zone kolam renang di atas muka tanah

8.25.3.2 Proteksi dengan rintangan dan dengan penempatan di luar jangkauan tidak dapat diterapkan.

8.25.3.3 Ikatan penyama potensial suplemen

Semua BKT dalam Zone 0,1 dan 2 harus dihubungkan dengan penghantar ikatan penyama potensial dan dihubungkan pada penghantar proteksi dari BKT dari perlengkapan yang berada dalam zone tersebut.

8.25.3.4 Proteksi dengan lokasi tidak konduktif dan dengan ikatan penyama potensial lokal bebas bumi tidak dapat diterapkan.



Ukuran dalam meter

$$r_1 = 2$$

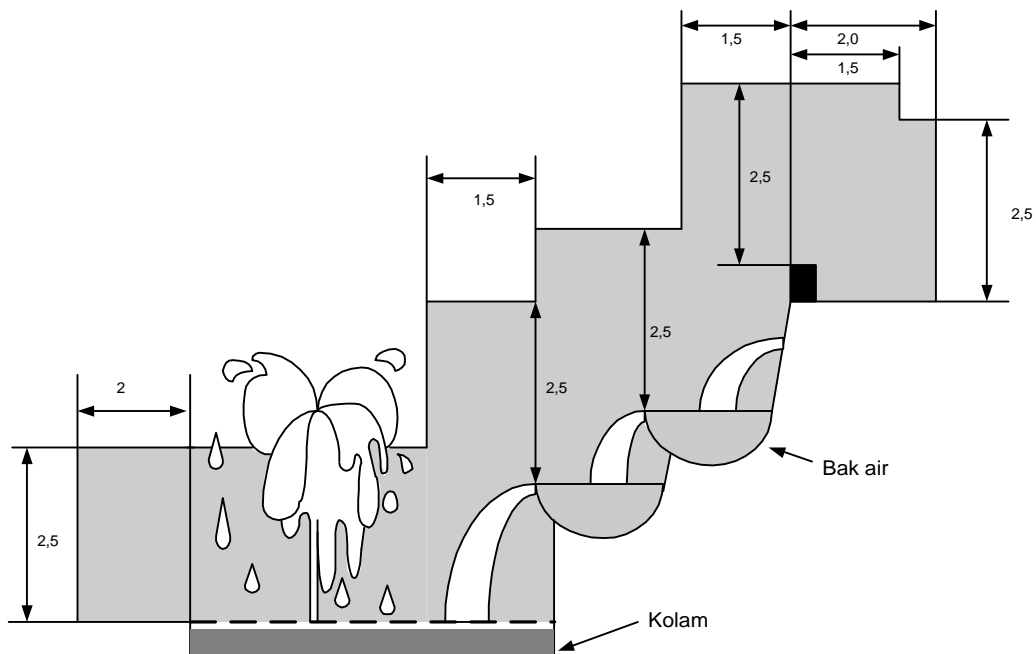
$$r_2 = r_1 - s_1 - s_2$$

$$r_3 = 3,5$$

$$r_4 = r_3 - s_1 - s_2$$

$$r_5 = r_3 - s_3 - s_4$$

Gambar 8.25-3 Contoh untuk dimensi zone dengan partisi setinggi minimum 2,5 m



Keterangan :

Ukuran dalam meter

— Air dalam Zone 0

--- Batas Zone 0

■ Zone 1

Gambar 8.25-4 Contoh untuk penentuan zone pada air mancur

8.25.4 Persyaratan khusus untuk setiap zone

8.25.4.1 Umum

Selain untuk air mancur, dalam Zone 0 dan 1, hanya diizinkan menggunakan SELV yang mempunyai tegangan nominal yang tidak melebihi 12 V a.b. atau 30 V a.s., dengan sumber proteksi dipasang di luar zone 0, 1 dan 2.

Perlengkapan yang hanya digunakan untuk dalam kolam bila manusia berada di luar zone 0, harus disuplai oleh sirkit yang diproteksi dengan:

- a) SELV (lihat 3.3.1), dengan sumber proteksi dipasang di luar Zone 0, 1 dan 2; atau
- b) pemutusan suplai secara otomatis (lihat 3.7), dengan menggunakan gawai proteksi arus sisa dengan arus operasi sisa pengenal tidak lebih dari 30 mA; atau
- c) separasi listrik (lihat 3.11), sumber pemisah hanya menyuplai satu bagian atau perlengkapan yang dipasang di luar Zone 0, 1 dan 2.

Kotak kontak untuk sirkit yang menyuplai perlengkapan demikian dan gawai kendali untuk perlengkapan tersebut harus diberi tanda peringatan, agar diperingatkan, bahwa perlengkapan tersebut hanya boleh digunakan dalam keadaan kolam renang tidak terdapat manusia.

8.25.4.2 Zone 0 dan 1 untuk air mancur

Dalam Zone 0 dan 1 hanya diterapkan proteksi sebagai berikut:

- a) SELV, dengan sumber proteksi dipasang di luar Zone 0 dan 1; atau
- b) pemutusan suplai secara otomatis dengan menggunakan gawai proteksi arus operasi sisa pengenal tidak melebihi 30 mA; atau
- c) separasi listrik, dengan sumber pemisah yang menyuplai satu bagian perlengkapan dipasang di luar Zone 0.

CATATAN Pada air mancur tidak terdapat Zone 2.

8.25.4.3 Zone 2

Harus menerapkan satu atau lebih tindakan proteksi sebagai berikut:

- a) SELV dengan sumber proteksi dipasang di luar zone 0, 1 dan 2;
- b) pemutusan suplai secara otomatis dengan menggunakan gawai proteksi arus operasi sisa pengenal tidak melebihi 30 mA;
- c) separasi listrik, dengan sumber pemisah yang memasok setiap perlengkapan dipasang di luar zone 0,1 dan 2.

8.25.5 Pengaruh luar

Perlengkapan listrik paling sedikit harus mempunyai tingkat proteksi sebagai berikut:

- a) zone 0: IPX8

b) zone 1: IPX5

Tetapi untuk kolam renang di dalam bangunan yang biasanya tidak dicuci dengan semburan air harus IPX4 :

a) zone 2: IPX2 untuk lokasi di dalam
IPX4 untuk lokasi di luar
IPX5 untuk lokasi yang mungkin menggunakan semburan air untuk pembersihan.

CATATAN Untuk penjelasan kode IP lihat BAB 3.

8.25.6 Pengawatan

8.25.6.1 Umum

Ketentuan berikut berlaku untuk sistem pengawatan di luar dan pengawatan di dalam dinding atau dalam lantai dengan kedalaman yang tidak melebihi 5 cm

Dalam Zone 0, 1 dan 2, sistem pengawatan tidak boleh menggunakan selubung logam yang dapat disentuh. Selubung logam yang di luar jangkauan harus dihubungkan pada ikatan penyama potensial.

CATATAN Kabel sebaiknya dipasang di dalam conduit yang terbuat dari bahan isolasi.

Dalam Zone 0 dan 1, sistem pengawatan harus dibatasi hanya untuk suplai pada perlengkapan yang berada dalam zone tersebut.

Untuk air mancur, persyaratan tambahan berikut harus dipenuhi:

a) Kabel untuk perlengkapan listrik dalam Zone 0 harus dipasang sejauh mungkin dari pinggir kolam, dan kabel yang berada di dalam kolam harus sependek mungkin. Kabel harus dipasang di dalam pipa agar mudah memasang dan/atau mengganti kabel.

b) Dalam Zone 1 kabel harus dipasang dengan perlindungan mekanis yang memadai.

Kabel yang digunakan harus dari jenis khusus untuk keperluan tersebut.

8.25.6.2 Kotak sambung

Kotak sambung tidak boleh dipasang zone 0 dan 1, kecuali dalam zone 1, jika diizinkan untuk penggunaan sirkit SELV.

8.25.6.3 Panel hubung bagi dan panel kendali

Dalam Zone 0 dan 1 tidak boleh dipasang panel hubung bagi dan panel kendali, termasuk kotak kontak.

Untuk kolam renang kecil, dimana tidak mungkin memasang kotak kontak dan sakelar di luar Zone 1, maka kotak kontak dan sakelar sebaiknya dilengkapi dengan tutup yang bukan logam, jika dipasang di luar jangkauan tangan (1,25 m) dari batas Zone 0, dan dipasang paling 0,3 m di atas lantai, dan harus diproteksi dengan:

a) SELV dengan tegangan nominal tidak melebihi 25 V a.b atau 60 V a.s, dan sumber proteksi dipasang di luar Zone 0 dan 1; atau

- b) pemutusan suplai secara otomatis dengan menggunakan gawai proteksi arus sisa dengan arus operasi sisa pengenalan tidak melebihi 30 mA; atau
- c) separasi listrik tersendiri, sumber pemisah berada di luar Zone 0 dan 1.

Dalam Zone 2, kotak kontak dan sakelar hanya diizinkan jika sirkit suplainya diproteksi dengan salah satu dari tindakan proteksi berikut:

- a) dengan SELV, dan sumber proteksi dipasang di luar Zone 0,1 dan 2;
- b) dengan pemutusan suplai secara otomatis dengan menggunakan gawai proteksi arus sisa yang arus operasi sisa pengenalnya tidak melebihi 30 mA;
- c) separasi listrik, sumber pemisah berada di luar Zone 0, 1 dan 2.

8.25.6.4 Perlengkapan lainnya

Dalam Zone 0 dan 1, hanya boleh dipasang perlengkapan yang menggunakan listrik yang dipasang permanen, yang dimaksudkan untuk digunakan di kolam renang dengan mengindahkan 8.25.6.5 dan 8.25.8.

Perlengkapan yang diperuntukkan dioperasikan hanya jika manusia berada di luar zone 0 boleh digunakan di semua zone dengan syarat sirkitnya diamankan sesuai 8.25.1.7.

Instalasi pemanas yang ditanam dalam lantai boleh dipasang, dengan syarat:

- a) diproteksi dengan SELV, dan sumber proteksi dipasang di luar Zone 0, 1 dan 2; atau
- b) ditutup oleh grid logam tertanam yang dibumikan atau selubung logam tertanam yang dibumikan dihubungkan ke ikatan penyama potensial suplemen dengan syarat sirkit suplainya diberi proteksi tambahan dengan gawai proteksi arus sisa dengan arus operasi sisa pengenalan tidak melebihi 30 mA

8.25.6.5 Lampu kolam renang di bawah air

Armatur lampu untuk digunakan di dalam air atau terkena air harus sesuai dengan persyaratan yang tercantum dalam Publikasi IEC 60598-2-18

Lampu di bawah air yang ditempatkan di belakang lubang pada dinding kolam, dan dilayani dari sebelah belakang harus sesuai dengan persyaratan dari Publikasi IEC 60598 dan harus dipasang sedemikian rupa sehingga tidak terjadi hubungan konduktif yang disengaja maupun tidak disengaja antara setiap BKT dari fitting lampu di dalam air dan bagian konduktif lain dari lubang lampu di dinding kolam.

8.25.7 Perlengkapan listrik untuk air mancur

Perlengkapan listrik dalam Zone 0 dan 1 harus tidak dapat dicapai, umumnya dengan penggunaan kaca bervariasi atau dengan anyaman kawat yang hanya dapat dibuka dengan menggunakan perkakas.

Armatur lampu dalam Zone 0 dan 1 harus terpasang tetap dan harus sesuai dengan Publikasi IEC 60598-2-18.

Pompa listrik harus sesuai dengan persyaratan dalam Publikasi IEC 60335-2-41.

8.25.8 Persyaratan khusus untuk instalasi perlengkapan listrik tegangan rendah dalam Zone 1 pada kolam renang dan juga kolam lainnya.

Perlengkapan magun (pasangan tetap) yang khusus diperuntukkan untuk digunakan di kolam renang dan kolam lainnya (umpamanya kelompok penyaringan, semburan air) yang disuplai dengan tegangan rendah yang bukan SELV pada tegangan nominal yang yang tidak melebihi 12 V a.b. atau 30 V a.s. diperbolehkan dalam zone 1 dengan semua persyaratan berikut:

- a) Harus ditempatkan dalam selungkup yang ekivalen dengan isolasi suplemen yang memberikan perlindungan terhadap benturan mekanis AG2;
- b) Perlengkapan tersebut hanya dapat dicapai melalui jendela (atau pintu) dengan sarana kunci atau perkakas. Pembukaan jendela (atau pintu) harus memutus semua penghantar yang bertegangan. Kabel suplai dan sarana pemutus utama harus dari konstruksi kelas II atau dipasang sedemikian rupa yang memberi proteksi yang ekivalen;
- c) Bila jendela (atau pintu) dapat dibuka, maka tingkat proteksi perlengkapan harus paling sedikit IPXXB;
- d) Sirkuit suplai perlengkapan tersebut harus diproteksi dengan:
 - 1) SELV pada tegangan nominal yang tidak melebihi 25 V a.b. atau 60 V a.s., dan sumber pengaman dipasang di luar Zone 0, 1 dan 2; atau
 - 2) gawai proteksi arus sisa dengan arus operasi sisa nominal tidak melebihi 30 mA; atau
 - 3) separasi listrik, dengan sumber pemisah dipasang di luar Zone 0, 1 dan 2.

Untuk kolam renang kecil dimana tidak mungkin menempatkan armatur di luar Zone 1, maka armatur dalam zone 1 diizinkan, jika dipasang di luar jangkauan tangan dari batas Zone 0 (1,25m) dan

- a) diproteksi dengan SELV, atau
- b) diproteksi dengan gawai proteksi arus sisa dengan arus operasi sisa nominal tidak melebihi 30 mA, atau
- c) diproteksi dengan separasi listrik, dan sumber pemisah dipasang di luar zone 0 dan 1.

Sebagai tambahan, armatur harus mempunyai selungkup yang memberikan isolasi kelas II atau ekivalen dan dengan proteksi mekanis AG2.

Tabel 8.25-1 Persyaratan proteksi utama penerapan tindakan proteksi sesuai Zone

Zone ¹⁾	Tindakan proteksi			
	SELV dengan tegangan maksimal ²⁾	Separasi listrik jumlah bagian perlengkapan	Pemutusan suplai secara otomatis	Tingkat proteksi
Zone 0 A ²⁾ B C ²⁾	12 V a.b. atau 30 V a.s. 50 V a.b. atau 120V a.s. 50 V a.b. atau 120 V a.s.	Tidak berlaku 1 1	Tidak berlaku GPAS ≤ 30 mA GPAS ≤ 30 mA	IPX8
Zone 1 A ²⁾ B E	12 V a.b. atau 30 V a.s. 50 V a.b. atau 120 V a.s. 25 V a.b. atau 60 V a.s.	Tidak berlaku 1 1	GPAS ≤ 30 mA GPAS ≤ 30 mA	IPX5/4
Zone 2 A B ⁴⁾ D	50 V a.b. atau 120 V a.s. Tidak relevan 50 V a.b. atau 120 V a.s.	1 Tidak relevan 1	GPAS ≤ 30 mA Tidak relevan GPAS ≤ 30 mA	IPX2/4/5

CATATAN :

¹⁾ A Umum
B Untuk air mancur saja
C Sirkuit mensuplai perlengkapan yang digunakan di dalam kolam jika manusia berada di luar zone 0
D Kotak kontak dan sakelar
E Kotak kontak dan sakelar di kolam renang kecil

²⁾ Lihat juga 8.25.1.5 dan, untuk penempatan sumber proteksi : 8.25.1.7

³⁾ Lihat 8.26.1.10

⁴⁾ Tidak ditentukan untuk air mancur

⁵⁾ Untuk armatur, dibatasi hingga 12 V a.b. dan 30 V a.s.
GPAS = Gawai Proteksi Arus Sisa.

Tabel 8.25-2 Pemilihan dan pemasangan perlengkapan sesuai zone

	Perlengkapan Untuk Zone 0	Perlengkapan Untuk Zone 1	Perlengkapan Untuk Zone 2	Catatan
Pengawatan Lihat 8.25.6				
Kotak sambung	Dilarang	Dilarang (lihat catatan)	Boleh	Diizinkan dalam zone 1 untuk sirkuit SELV jika mungkin
Panel hubung bagi dan panel kendali (kecuali kotak kontak dan sakelar)	Dilarang	Dilarang	Boleh	
Kotak kontak dan sakelar	Dilarang	Boleh Lihat Catatan	Boleh Lihat catatan	Tindakan proteksi khusus dalam Zone 2 Untuk kolam renang. Kecil dalam Zone 1: minimum 1,25 m jangkauan tangan dari Zone 0, dan minimum 0,3 m di atas lantai
Perlengkapan lain:				
a) untuk digunakan dalam kolam renang,	Boleh	Boleh	Boleh	Desain khusus
b) unit pemanas ditanam dalam lantai	Tidak relevan	Boleh	Boleh	SELV atau grid logam tertanam dibumikan
c) lampu dalam air	Boleh	Tidak berlaku	Tidak berlaku	Persyaratan khusus
d) untuk air mancur	Boleh	Boleh	Tidak ditentukan	Persyaratan khusus dalam Zone 0 dan 1
e) perlengkapan permanen dalam zone 1	Tidak berlaku	Boleh	Tidak berlaku	Persyaratan khusus. Untuk armatur lihat di bawah
f) armatur dipasang dalam zone 1	Tidak berlaku	Boleh Lihat catatan	Tidak berlaku	Persyaratan khusus

¹⁾ lihat juga Tabel 8.25.1

8.26 Penerangan tanda dan penerangan bentuk

8.26.1 Umum

8.26.1.1 Ruang lingkup pasal ini meliputi pemasangan penghantar dan perlengkapan keperluan penerangan tanda dan penerangan bentuk.

8.26.1.2 Definisi

- a) Penerangan tanda ialah penerangan listrik yang terpasang tetap atau pasangan berpindah, yang dimasukkan untuk memberikan keterangan atau menarik perhatian dengan menggunakan perkataan, gambar, atau tanda, seperti lampu reklame, lampu tanda nama, dan sejenisnya.
- b) Penerangan bentuk ialah susunan lampu pijar atau lampu tabung gas untuk menyatakan bentuk dan menarik perhatian halayak terhadap hal khusus seperti bentuk sebuah bangunan, jendela pameran dan sebagainya.

8.26.1.3 Setiap instalasi penerangan bentuk dan penerangan tanda kecuali yang dapat dipindah-pindahkan, harus dikendali dengan menggunakan sakelar atau pemutus, yang harus dapat dilayani dari luar, harus membuka semua penghantar yang tidak dibumikan, dan harus sesuai keperluan instalasi tersebut seperti tahan terhadap pengaruh cuaca dan lain-lain.

- a) Sakelar atau alat pemutus arus sebagaimana ditentukan dalam ayat ini harus tampak dari penerangan tanda atau penerangan bentuk yang dikendalikannya, atau dapat pula dipasang ditempat lain asalkan alat tersebut dapat dikunci.
- b) Sakelar alat kedip dan alat lain sejenisnya yang mengendalikan transformator harus dari jenis yang disahkan atau harus mempunyai arus nominal yang besarnya tidak boleh kurang dari dua kali arus nominal transformator. Pada instalasi arus bolak balik untuk keperluan beban induktif kecuali motor, dapat juga digunakan sakelar momen yang umum dipakai untuk itu, asalkan bebannya tidak melebihi arus nominal sakelar.

8.26.1.4 Pembumian

- a) Lampu, jalur penghantar, kotak penyambung pipa instalasi, dan rangka logam lainnya harus dibumikan sesuai ketentuan dalam BAB 3, kecuali jika berisolasi dari bumi dan dari permukaan yang dapat menghantarkan, dan tidak dapat dicapai oleh orang yang tidak berkepentingan.
- b) Bagian logam penerangan bentuk yang tidak bertegangan harus dihubungkan satu dengan yang lain dengan kawat penghantar dan dibumikan.
- c) Penerangan tanda yang dapat dipindah-pindahkan terdiri dari lampu pijar atau lampu fluoresen dengan tegangan terbuka tidak boleh melebihi 50 V ke bumi, tidak perlu dibumikan.

8.26.1.5 Jumlah beban kotak kontak, lampu dan transformator yang dihubungkan pada sirkit akhir tidak boleh membebani sirkit akhir itu lebih dari 20 A.

8.26.1.6 Pemberian tanda

- a) Penerangan tanda harus diberi pelat nama yang mencantumkan nama pembuat, jumlah fitting lampu untuk yang menggunakan lampu pijar, serta arus beban penuh dan tegangan

suplai untuk lampu tabung gas. Pelat nama harus dapat terlihat dengan jelas sesudah dipasang.

- b) Transformator harus diberi pelat nama yang mencantumkan nama pembuat, dan untuk transformator lampu tabung gas harus dicantumkan pula arus nominal, tegangan suplai, dan tegangan menengah atau tegangan tinggi pada sirkit.

8.26.1.7 Selungkup untuk penerangan tanda dan penerangan bentuk harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a) Penghantar dan terminal dalam lemari atau kontak penerangan tanda, dan jalur penghantar penerangan bentuk harus tertutup kecuali penghantar suplainya.
- b) *Cut-out*, alat kedip dan alat lain sejenis harus tertutup dalam kotak logam dengan pintu yang dapat dibuka dengan mudah.
- c) Kotak atau selungkup harus cukup kuat dan kokoh.
- d) Kecuali penerangan tanda pasangan dalam yang dapat dipindah-pindahkan, penerangan tanda dan tanda penerangan bentuk harus dibuat dari logam atau bahan lain yang tidak mudah terbakar.

Kayu dapat digunakan untuk dekorasi luar asalkan ditempatkan pada jarak tidak kurang dari 5 cm dari fitting lampu atau bagian penghantar arus yang terdekat.

- e) Semua bagian besi dari selungkup harus digalvanisasi atau dilindungi dengan cara lain terhadap korosi.
- f) Selungkup pasangan luar harus tahan cuaca dan harus mempunyai sejumlah lubang pembuangan air yang cukup.

8.26.2 Penerangan tanda dan penerangan bentuk tegangan rendah

8.26.2.1 Pemasangan penghantar

- a) Penghantar dapat dipasang sebagai instalasi terbuka pada isolator, dalam pipa logam, atau dalam jalur kabel yang terbuat dari logam.
- b) Penghantar yang digunakan harus dari jenis yang disahkan untuk pemakaian umum, dan harus dari ukuran yang cukup sesuai keperluannya.
- c) Penghantar yang dipasang dalam jalur kabel berperisai logam, atau selungkup, yang terkena pengaruh cuaca, harus dari jenis yang diperbolehkan untuk kondisi tersebut, kecuali apabila pipa penghantar atau selungkup dibuat kedap hujan dan dilengkapi dengan pembuangan air.
- d) Penghantar pada instalasi terbuka yang dipasang pada isolator harus memenuhi persyaratan untuk instalasi terbuka.

Penghantar dapat disangga langsung oleh fitting lampu apabila jarak yang satu terhadap yang lain tidak lebih dari 30 cm.

8.26.2.2 Fiting lampu harus dari jenis tanpa sakelar dan dibuat dari bahan yang sesuai dengan keperluannya. Fiting lampu ini tidak boleh digunakan untuk penerangan tanda pasangan luar dan penerangan bentuk.

8.26.3 Penerangan tanda dan penerangan bentuk tegangan menengah

8.26.3.1 Pemasangan penghantar

- a) Penghantar dapat dipasang sebagai instalasi tersembunyi pada isolator, dalam pipa kaku, dalam pipa fleksibel, atau dalam pipa kedap air.
- b) Penghantar harus dari jenis yang disahkan dan harus sesuai dengan tegangan instalasi.
- c) Belokan tajam pada penghantar harus dicegah.
- d) Penghantar instalasi tersembunyi pasangan dalam, yang dipasang pada isolator harus terpisah yang satu terhadap yang lain dan terhadap benda lain kecuali terhadap isolatornya. Dengan jarak tidak kurang dari 3 cm untuk tegangan di atas 10.000 V, dan tidak kurang dari 2 cm untuk tegangan di bawah 10.000 V.

Penghantar ini harus dipasang dalam jalur yang dilapisi dengan bahan yang tidak mudah terbakar dan digunakan khusus untuk keperluan tersebut, dengan pengecualian bahwa penghantar sirkit primer juga dapat diletakkan di dalamnya.

Isolator yang digunakan harus dari bahan yang tidak mudah terbakar dan tidak menyerap air.

- e) Apabila penghantar diselubungi dengan timbal atau selubung logam lainnya, dan permukaannya tidak boleh rusak di tempat selubung itu berakhir.
- f) Dalam jendela pamer dan tempat sejenis, penghantar yang tergantung di udara dengan bebas, dan jauh dari bahan mudah terbakar, dan tidak ada kemungkinan terkena kerusakan mekanik, tidak perlu diberi pelindung.

8.26.3.2 Transformator

- a) Tegangan terbuka sirkit sekunder transformator tidak boleh melebihi 15.000 V dengan toleransi sebesar 1000 V tambahan pada pengujian.
Pada transformator yang ujungnya dibumikan, tegangan terbuka sirkit sekunder tidak boleh melebihi 7.500 V dengan toleransi 500 V tambahan pada pengujian.
- b) Transformator harus dari jenis yang disahkan untuk keperluannya dan harus dibatasi daya nominalnya sebesar maksimum 4.500 VA. Transformator jenis lilitan dan inti terbuka harus dibatasi sampai 5.000 V dengan toleransi 500 V tambahan pada pengujian dan pada penggunaan dalam ruang untuk keperluan penerangan tanda kecil yang portabel. Transformator untuk keperluan penerangan bentuk tidak boleh mempunyai arus sekunder nominal yang melebihi 30 mA.
- c) Transformator yang digunakan untuk pasangan luar harus dari jenis yang tahan cuaca atau dilindungi terhadap pengaruh cuaca dengan menempatkannya tertutup dalam kotak logam pelindung tersendiri.
- d) Lilitan tegangan tinggi dari transformator tidak boleh dihubungkan paralel maupun seri kecuali pada dua buah transformator yang masing-masing mempunyai satu ujung dari lilitan tegangan tingginya dihubungkan dengan selungkup logamnya; dalam hal ini kedua transformator itu dapat dihubungkan seri untuk bersama-sama membentuk sebuah transformator dengan titik tengah yang dibumikan.

Hubungan pembumian tersebut harus menggunakan kawat berisolasi dengan ukuran tidak kurang dari 2,5 mm².

Pengecualian :

Transformator untuk penerangan tanda kecil yang portabel pada jendela pameran dan tempat sejenis, yang dilengkapi dengan penghantar penghubung yang terpasang secara permanen pada lilitan sekunder dalam kotak transformator dan mempunyai penghantar penghubung berukuran lebih kecil dari $2,5 \text{ mm}^2$ akan tetapi tidak lebih kecil $1,5 \text{ mm}^2$ dan harus dari jenis yang disahkan untuk keperluan tersebut.

- e) Transformator harus dapat dicapai dengan mudah dan dipasang kokoh pada tempatnya.

8.26.3.3 Lampu tabung gas listrik harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a) Lampu tabung gas harus dirancang sedemikian rupa sehingga tidak menyebabkan suatu tegangan lebih yang kontinu pada transformator;
- b) Lampu tabung gas harus dipasang secukupnya dengan penyangga dari bahan yang tidak mudah terbakar dan tidak menyerap air;
- c) Lampu tabung gas tidak boleh menyentuh bahan yang mudah menyala dan ditempatkan sedemikian rupa sehingga tidak mungkin terkena gangguan mekanik.

Jika bekerja dengan sistem tegangan yang melebihi 7.500 V tabung harus disangga oleh penyangga dari bahan yang tidak mudah terbakar, tidak menyerap dan tidak konduktif, dan harus dipertahankan hingga jarak antara tabung dan permukaan terdekat tidak kurang dari 6 mm.

8.26.3.4 Terminal dan pemegang elektrode lampu tabung gas harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a) Terminal tabung harus tidak dapat dicapai oleh orang yang tidak berwenang dan harus dijauhkan dari bahan yang mudah terbakar dan logam yang dibumikan, atau harus dipasang dalam keadaan tertutup. Jika tertutup, terminal harus dipisahkan dari bagian logam yang dibumikan dan bahan yang mudah terbakar dengan pemisah dari bahan yang tidak mudah terbakar, tidak menyerap, dan tidak konduktif, yang disahkan keperluan tersebut, atau dipisahkan sejauh 4 cm dengan pemisah udara. Terminal harus bebas dari tarikan mekanik.
- b) Apabila tabung tidak berujung pada pemegang elektrode yang khusus dirancang untuk keperluan itu, maka semua bagian bertegangan dari terminal tabung dan penghantar harus disangga sedemikian rupa sehingga berjarak tidak kurang dari 4 cm antara penghantar yang satu dengan yang lainnya atau antara penghantar dan bagian logam yang dibumikan.
- c) Di tempat elektrode menembus dinding selungkup penerangan tanda untuk pemasangan luar, atau untuk pemasangan dalam yang bekerja dengan sistem tegangan melebihi 7.500 V, harus digunakan pipa bushing kecuali jika disediakan pemegang elektrode. Rakitan terminal elektrode harus disangga tidak lebih dari 15 cm dari terminal elektrode.
- d) Selungkup dari bahan logam untuk elektrode harus mempunyai kekuatan yang cukup.
- e) Selungkup yang terbuat dari bahan isolasi harus tidak mudah terbakar, tidak menyerap air, dan sesuai untuk tegangan sirkit.

8.26.3.5 Pintu atau tutup yang dapat terbuka, membuka atau dapat memberi kesempatan untuk mencapai bagian dalam yang tidak terisolasi dari suatu penerangan tanda untuk

pasangan dalam, atau dari suatu penerangan untuk yang sistem tegangannya melebihi 1000 V dan dipasang di tempat yang dapat dicapai oleh umum, harus dilengkapi dengan sakelar yang pada waktu pintu atau penutup dibuka, membuka aliran primer; atau harus dilengkapi dengan sakelar yang dapat dikunci sehingga diperlukan alat khusus untuk dapat membukanya.

8.27 Fasilitas Pelayanan Kesehatan

8.27.1 Ruang lingkup dan klasifikasi ruang

8.27.1.1 Pasal ini mengatur:

- a) Yang disebut ruang dalam pasal ini dapat terdiri atas lebih dari satu kamar, tetapi bertalian dari segi fungsinya.
- b) Ruang fasilitas pelayanan kesehatan antara lain berfungsi sebagai tempat pemeriksaan, pengamatan, pengobatan, pemulihan, perawatan, dan rehabilitasi medik, dan sebagai ruang penunjang untuk manusia dan hewan (lihat Tabel 8.27-2).
- c) Perlengkapan elektromedik ialah perlengkapan listrik beserta lengkap dan kabel penghubungnya, yang secara langsung atau tidak langsung, digunakan untuk melayani perawatan kesehatan manusia dan hewan.

8.27.1.2 Klasifikasi ruang

Menurut jenis tindakan proteksi terhadap bahaya karena gangguan listrik, ruang fasilitas pelayanan kesehatan dibagi dalam ruang kelompok 1, kelompok 1E, dan kelompok 2E.

8.27.1.2.1 Ruang Kelompok 1

Dalam ruang ini terputusnya aliran listrik karena gangguan, tidak berbahaya, baik bagi penderita maupun bagi tenaga kerja; pemeriksaan dan pengobatan pada umumnya dapat dihentikan atau diulangi.

8.27.1.2.2 Ruang Kelompok 1E

Ruang ini menggunakan perlengkapan elektromedik yang dayanya diperoleh dari jaringan listrik umum. Jika listrik ini terputus karena gangguan, perlengkapan harus berjalan terus dengan bantuan catu daya pengganti khusus (CDPK) yang dalam tempo beberapa detik telah mengambil alih tugas jaringan listrik umum. Pemeriksaan dan pengobatan dapat terhenti beberapa detik tanpa membahayakan penderita.

8.27.1.2.3 Ruang kelompok 2E

Ruang ini juga menggunakan perlengkapan elektromedik yang dayanya diperoleh dari jaringan listrik umum. Aliran listrik dalam ruang ini tidak boleh terputus karena pemeriksaan dan pengobatan penderita harus tetap berlangsung. Jika terjadi gangguan pada jaringan listrik umum, CDPK mengambil alih tugas jaringan listrik umum tanpa aliran terputus.

Mengenai klasifikasi ruang ini lihat Tabel 8.27-1.

Tabel 8.27-1 Klasifikasi ruang medis
penggolongan jenis ruangan (kolom 2) ke kelompok (kolom 1) ditentukan oleh
jenis penggunaan secara kedokteran (kolom 3 dan 4) serta perlengkapan kedokteran.
Alat dasar itu suatu jenis ruang tertentu dapat digolongkan ke dalam lebih dari satu kelompok.

(1)	(2)	(3)	(4)
Kelompok	Jenis ruangan sesuai Penggunaan	Jenis penggunaan secara kedokteran	Contoh
1	Ruang perawatan Ruang fisioterapi Ruang hidroterapi Ruang pijit Ruang praktek dokter umum, hewan dan gigi Ruang radio-diagnostik dan terapi Ruang pemeriksaan endoskopi Ruang angiografi Ruang dialisa Ruang pemeriksaan intensif	Tanpa memasukkan bagian dari pesawat secara pembedahan (implantasi), bedah kecil namun tanpa tindakan terhadap organ dalam tubuh	Penggunaan pesawat listrik Kedokteran pada atau di dalam tubuh melalui lobang alamiah
	Ruang cuci bedah Ruang sterilisasi	Ruang penunjang untuk ruang bedah didalam kelompok 2E	Substerilisasi Desinfeksi
IE	Ruang praktek kedokteran umum Ruang bersalin Ruang endoskopi Ruang bedah rawat jalan Ruang pemeriksaan intensif	Dengan memasukkan bagian dari pesawat secara pembedahan, bedah kecil, juga dengan tindakan terhadap organ tubuh	Kateter dalam pembuluh darah besar, namun tidak kateter jantung
2E	Ruang persiapan bedah Ruang bedah Ruang pemulihan Ruang bedah gips Ruang bedah rawat jalan Ruang pemeriksaan intensif Ruang pengamatan intensif Ruang pengobatan intensif Ruang Kateterisasi jantung Ruang radio-diagnostik dan terapi Ruang angiografi Ruang endoskopi Ruang bersalin klinis	Dengan memasukkan bagian dari pesawat secara pembedahan, bedah besar, tindakan ke dalam jantung atau terhadap jantung yang dibebaskan, atau memperoleh fungsi vital dari pesawat listrik kedokteran	Bedah organ segala jenis, kateter dalam pembuluh darah besar, termasuk kateter

Tabel 8.27-2 Ruang Fasilitas Pelayanan Kesehatan

1 Ruang periksa
1.1 Ruang periksa biasa, adalah ruang untuk memeriksa penderita tanpa menggunakan perlengkapan elektromedik.
1.2 Ruang periksa khusus
a) Ruang periksa endoskopi adalah ruang tempat alat endoskopi digunakan untuk memeriksa di dalam tubuh, baik melalui lubang alamiah maupun buatan pada tubuh termasuk didalamnya antara lain: laryngoskopi, bronkhoskopi, esofagoskopi, gastroskopi, sistoskopi, kalposkopi, funduskopi (mata) dan laparoskopi.
b) Ruang radiologi diagnostik adalah ruang tempat digunakannya sinar pengion (baik yang dibangkitkan oleh generator atau sinar dari radio-isotop) untuk menggambarkan bagian-bagian dalam dari tubuh, baik secara anatomis maupun fungsional.
CATATAN Termasuk di dalam jenis ini semua pemeriksaan dengan foto rontgen polos (tanpa kontras) dan pemeriksaan radiologis dengan kontras seperti urografi, pemeriksaan organ pencernaan, bronkografi, scientigrafi organ-organ tubuh.
c) Ruang periksa <i>electroencephalography</i> (EEG).
d) Ruang periksa <i>electrocardiography</i> (ECG).
e) Ruang kateterisasi jantung, adalah ruang tempat pemeriksaan dilakukan dengan memasukkan kateter besaran vital.
Termasuk juga pengambilan contoh darah, langsung dari jantung serta pemasukan bahan kontras ke dalam jantung.
2 Ruang pengamatan
2.1 Ruang pengamatan biasa, adalah ruang untuk pengamatan sebelum tindakan operasi atau tindakan yang menggunakan anestesia.
2.2 Ruang pengamatan khusus, adalah ruang pengamatan intensif tempat beberapa pesawat pengukuran elektromedik seperti EEG, ECG, secara serentak dihubungkan pada penderita atau dimana sebuah kateter atau transduser pengukur pesawat dimasukkan ke dalam tubuh.
3 Ruang pengobatan
3.1 Ruang pengobatan biasa, adalah ruang tempat dilakukannya medika mentosa.
3.2 Ruang pengobatan khusus/tindakan :
1) Ruang bedah adalah ruang tempat tindak pembedahan dilakukan sesuai dengan jenis serta tingkat tindakan pembedahan, dilakukan analgesia atau anestesia, tersedia pula pesawat untuk pengamatan dan resusitasi, pesawat rontgen dan gawai kedokteran lainnya antara lain: <i>cauter</i> , laser;
2) Ruang bedah gips adalah ruang tempat pembalutan gips dilakukan dengan anestesi;
3) Ruang bedah rawat jalan adalah ruang tempat tindak pembedahan kecil dilakukan, bila perlu dengan pemakaian perlengkapan elektromedik;
4) Ruang bersalin, adalah ruang yang menurut ketentuan digunakan untuk persalinan;
5) Ruang dialisa, adalah ruang tempat penderita mengalami pencucian darah;

Tabel 8.27-2 (lanjutan)

6) Ruang radiasi internal, adalah ruang tempat penderita mendapat radiasi berada di dalam tubuh penderita. Termasuk dalam pengertian ruang aplikasi manual dan *remote after loading*;

7) Ruang radiasi eksterna, adalah ruang tempat penderita mendapat radiasi yang dibangkitkan generator maupun berasal dari radioisotop, seperti : *telecobalt*.

4 Ruang pemulihan

Adalah ruang untuk pemulihan penderita setelah tindakan anestesia umum digunakan dan efek anestesia menurun di bawah pengawasan.

5 Ruang rawat

5.1 Ruang rawat biasa adalah ruang tempat penderita dirawat secara biasa.

5.2 Ruang rawat khusus, adalah ruang tempat penderita dirawat secara khusus.

1) ruang rawat pasien bedah;

2) ruang rawat intensif (ICU), adalah ruang tempat pengamatan dan pengobatan intensif dilakukan dan penderita dengan waktu yang panjang dihubungkan dengan pesawat elektromedik untuk pengamatan dan bila perlu juga perangsang kegiatan tubuh;

3) ruang rawat intensif koroner (ICCU) pada dasarnya sama dengan butir 2), tetapi khusus untuk penderita jantung;

4) ruang rawat pengobatan radiasi interna, adalah ruang tempat penderita dengan pengobatan bahan radioisotop di dalam badannya;

5) ruang rawat khusus bayi.

6 Ruang rehabilitasi medik

Adalah ruang tempat dilakukan usaha rehabilitasi medik.

6.1 Ruang hidroterapi, adalah ruang tempat penderita mendapat secara hidrotrapi

6.2 Ruang fisioterapi, adalah ruang tempat penderita mengalami pengobatan secara fisioterapi termasuk pijat.

7 Ruang penunjang

Ruang penunjang, adalah ruang yang tidak termasuk dalam ruang yang tersebut pada butir 1 sampai dengan 6, seperti : laboratorium, farmasi, cuci, dapur, sterilisasi, dan sebagainya.

8.27.2 Cara pengawatan dan perlengkapan

8.27.2.1 Perlengkapan listrik, termasuk perlengkapan elektromedik atau yang digunakan dalam ruang fasilitas pelayanan kesehatan, harus memenuhi syarat dalam beberapa subayat di bawah ini.

8.27.2.2 Perlengkapan yang harus dihubungkan secara khusus hanya boleh dipasang jika semua prasarananya telah disiapkan. Syarat khusus untuk itu tercantum dalam rincian teknis dan gambar instalasi yang disediakan oleh pabrikan.

8.27.2.3 Perlengkapan dalam ruang fasilitas pelayanan kesehatan harus dipasang sedemikian rupa sehingga tidak dipengaruhi oleh perlengkapan non medik (misalnya komputer, pemancar, dan pesawat panggil) yang secara fungsi berhubungan, atau memperoleh listrik dari penghantar yang sama tetapi terdapat di luar ruang tersebut.

8.27.2.4 Bila tegangan, arus, atau frekuensi yang digunakan berbeda-beda, kontak tusuk yang digunakan harus tidak dapat dipertukarkan.

8.27.2.5 Dalam ruang kelompok 2E dan di atas langit-langitnya hanya boleh dipasang penghantar untuk perlengkapan dalam ruang itu saja.

8.27.2.6 Hanya inti dari sirkit utama yang boleh dipasangkan pada kabel berinti banyak, atau dalam satu pipa untuk kabel berinti tunggal. Berbagai sirkit bantu hanya boleh dipasangkan pada sirkit utamanya dalam satu jalur penghantar (misalnya pipa), jika semuanya terhubung pada satu perlengkapan dan disuplai dari sumber yang sama.

8.27.2.7 Pada setiap sirkit dalam ruang pelayanan kesehatan, yang menggunakan gawai proteksi arus sisa yang memenuhi 8.27.3.6, harus dipasang satu penghantar proteksi. Hal yang sama bagi sirkit arus fase tiga yang betul-betul simetris.

CATATAN Pencegah gangguan frekuensi sering kali dipasang antara penghantar netral dan penghantar fase, supaya arus sisa yang melalui penghantar proteksi tidak menjadi lebih tinggi dari yang dibolehkan.

8.27.2.8 Kabel yang dicabangkan tidak boleh dipasang dalam ruang Kelompok 2E

a) PHB harus dipasang di luar ruang pelayanan kesehatan dan harus mudah dicapai.

CATATAN Kotak hubung dan terminal yang menjadi satu dengan perlengkapan (misalnya pipa pesawat sinar X), tidak termasuk PHB seperti yang dimaksud di sini.

b) Tiap ruang pelayanan kesehatan dan ruang bukan pelayanan kesehatan harus mempunyai PHB tersendiri (lihat butir 3)).

1) PHB untuk ruang kelompok 2E harus langsung dihubungkan ke PHB utama bangunan. Bila instalasi diperluas, PHB tersebut boleh dihubungkan ke PHB cabang yang digunakan untuk ruang kelompok ini.

2) Daya untuk PHB ruang Kelompok 1 dan 1E boleh disalurkan ke PHB cabang yang digunakan untuk ruang bukan pelayanan kesehatan.

Dalam hal ini harus dipasang penghantar proteksi tersendiri pada penghantar yang menyalurkan daya pada PHB cabang.

c) PHB untuk ruang pelayanan kesehatan dan ruang bukan pelayanan kesehatan boleh berada dalam satu lemari, jika ketentuan tersebut di bawah ini dipenuhi :

1) PHB untuk kedua ruang itu dipisahkan oleh dinding dan mempunyai tutup masing-masing;

- 2) PHB berisolasi pengaman. Lemari terbuat dari bahan penghantar, hanya diizinkan jika penghantar proteksi dipasang juga pada penghantar yang menyalurkan daya ke PHB ruang bukan pelayanan kesehatan.
- d) Bagian PHB yang terhubung pada aparat catu daya pengganti dan segala penghantarnya dipisahkan oleh dinding dengan tutup tersendiri.
- e) Pengujian isolasi untuk tiap sirkit harus dapat dilaksanakan tanpa membuka terminal penghantar netral, misalnya dengan memasang terminal pemisah pada PHB tersebut.
- f) Penampang rel penghantar proteksi harus sama dengan penampang rel penghantar fase, tetapi sekurang-kurangnya $16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$.

8.27.3 Tindakan proteksi

Untuk menghindari bahaya sentuh tak langsung harus dilakukan dengan cara yang cocok tiap kelompok ruang pelayanan kesehatan. Ruang yang pada saat yang sama, atau untuk sementara, dapat digolongkan dalam berbagai kelompok, izin proteksinya hanya diberikan untuk satu kelompok saja.

8.27.3.1 Tindakan proteksi berlaku bagi semua perlengkapan yang bertegangan di atas 25 V antar fase atau antara fase dan bumi.

8.27.3.2 Cara proteksi tersebut dalam BAB 3 harus dipilih yang cocok dengan ruang, ditambah syarat untuk tiap kelompok sebagai berikut :

- a) Jenis proteksi yang diizinkan untuk ruang Kelompok 1 dan 1E ialah :
 - 1) isolasi proteksi (lihat 3.8 dan 3.9) dengan memperhatikan 8.27.3.3;
 - 2) tegangan ekstra rendah (lihat 3.3.1) dengan memperhatikan 8.27.3.4;
 - 3) sistem IT dengan memperhatikan 8.27.3.5;
 - 4) gawai proteksi arus sisa dengan memperhatikan 8.27.3.6.
- b) Macam proteksi yang diperkenankan untuk ruang Kelompok 2E ialah :
 - 1) isolasi proteksi (lihat 3.8 dan 3.9) dengan memperhatikan 8.27.3.3;
 - 2) tegangan ekstra rendah proteksi (lihat 3.3.1) dengan memperhatikan 8.27.3.4;
 - 3) sistem IT dengan memperhatikan 8.27.3.5, untuk aparat penyambung dan kontak tusuk melebihi 25 V;
 - 4) gawai proteksi arus sisa dengan memperhatikan 8.27.3.6 untuk :
 - (a) peranti dengan daya sambung lebih dari 5 kVA, jika terputusnya aliran listrik karena hubungan bumi pertama tidak menimbulkan bahaya, baik bagi penderita maupun bagi operator;
 - (b) pesawat rontgen, walaupun dengan daya lebih kecil dari 5 kVA;
 - (c) perlengkapan listrik lain dengan sambungan magun dan tidak digunakan untuk pelayanan medik;

(d) penerangan umum ruang.

8.27.3.3 Isolasi di tempat kaki berpijak saja tidak diizinkan sebagai isolasi proteksi (lokasi tidak konduktif).

8.27.3.4 Tegangan nominal dari tegangan rendah proteksi tidak boleh melebihi 25 V.

8.27.3.5 Sistem IT (lihat 3.14)

Untuk sistem IT harus diperhatikan hal-hal berikut :

- a) Harus menggunakan transformator pasangan tetap yang dipasang di luar ruang fasilitas pelayanan kesehatan.
- b) Setiap ruang atau setiap kumpulan ruang Kelompok 2E beserta semua ruang yang bersebelahan tetapi berfungsi sebagai bagian dari ruang Kelompok 2E harus tersedia paling sedikit satu transformator. Lebih dari satu transformator dapat dihubungkan paralel jika semuanya melayani satu ruang atau kumpulan ruang.
- c) 1) Mengingat syarat yang ketat bagi keandalan catu daya listrik, maka gawai proteksi transformator tersebut pada butir b) harus sedemikian rupa sehingga pada hubung bumi pertama aliran listrik tidak terputus (misalnya transformator ditempatkan di atas isolasi)
- 2) Setiap ruang yang termasuk Kelompok 2E harus disediakan paling sedikit 2 (dua) buah kotak kontak. Khusus dalam ruang operasi harus disediakan paling sedikit 5 buah kotak kontak yang tersambung pada sekurang-kurangnya tiga sirkit akhir (jika mungkin tiga fase yang berlainan) dan dipasang paling sedikit 1,25 m dari lantai.
- d) Sebagai proteksi hubung pendek dan beban lebih dari sirkit beban hanya boleh digunakan pemutus sirkit arus lebih. Pemutus sirkit ini harus bekerja secara selektif dengan gawai proteksi yang dipasang di depannya.
- e) Transformator tersebut di atas harus mempunyai kumparan yang terpisah, dan berisolasi ganda yang diperkuat. Beberapa syarat tambahan :
 - 1) Tegangan nominal pada sisi sekunder tidak boleh lebih dari 230 V; hal itu berlaku juga untuk tegangan antara fase pada tegangan fase tiga.
 - 2) Transformator harus dilengkapi dengan pelindung statis antara lilitan primer dan lilitan sekunder. Pelindung ini harus dapat disambungkan pada penyama potensial khusus atau penghantar proteksi dengan penghantar berisolasi.

CATATAN Mengingat pemakaian, pengaruh kegagalan listrik, dan arus bocor maka

- a) daya pengenal transformator harus antara 3,15 kVA, dan 8 kVA;
- b) gawai proteksi isolasi harus dipasang secara sistematis.
- f) Setiap sistem IT harus dilengkapi dengan gawai monitor isolasi yang memenuhi syarat berikut:
 - 1) Impedans arus bolak-balik (Z_i) dari monitor tersebut paling sedikit 100 k Ω . Tegangan ukurnya harus 24 V a.s.; arus ukur tidak boleh melebihi 1 mA, juga pada keadaan hubung pendek ke bumi yang sempurna dari salah satu fase.
 - 2) Harus ada isyarat bila resistans isolasi turun sampai 50 k Ω .

- 3) Setiap ruang atau kumpulan ruang, di tempat yang mudah terlihat atau terdengar, harus dipasang aparat pemberi isyarat dan dalam ruang itu harus selalu ada petugas.

Aparat pemberi isyarat tersebut berupa:

- (a) lampu berwarna hijau yang menyala sebagai isyarat bahwa aparat pemberi isyarat sedang digunakan;
 - (b) lampu berwarna kuning yang menyala jika nilai isolasi berada di bawah nilai yang sudah ditentukan. Lampu ini tidak dapat dipadamkan atau dinyalakan lewat sakelar.
 - (c) isyarat bunyi dipasang paralel dengan lampu berwarna kuning yang dapat dihentikan, tetapi tidak dapat diputuskan.
 - (d) tombol tekan untuk uji coba.
- 4) Untuk setiap penghantar proteksi harus dipasang sebuah resistans coba 42 kΩ melalui tombol tekan untuk uji coba sesuai dengan butir 3) antara penghantar fase dan penghantar proteksi.

8.27.3.6 Gawai Proteksi Arus Sisa (GPAS)

- a) Resistans pembumian R_E haruslah :

$$R_E \leq \frac{25}{I_{\Delta N}}$$

dengan :

I_{DN} = arus operasi sisa pengenalan yang mentripkan (membidaskan) GPAS.

- b) GPAS harus mempunyai proteksi arus operasi sisa pengenalan tidak lebih dari 30 mA.

8.27.3.7 Penghantar proteksi

8.27.3.7.1 Penghantar proteksi di PHB

8.27.3.7.1.1 Untuk setiap sirkit beban harus dipasang satu penghantar proteksi tersendiri, mulai dari PHB utama bangunan atau sambungan rumah. Untuk ruang praktek dokter dari ruang Kelompok 1, penghantar proteksi ini dipasang mulai dari PHB cabang untuk ruang praktek dokter tersebut.

Bila menggunakan sistem TN, penghantar proteksi dan penghantar fase harus berada dalam satu pipa atau merupakan salah satu penghantar dari kabel berinti banyak.

8.27.3.7.1.2 Penampang penghantar proteksi harus sekurang-kurangnya sesuai dengan Tabel 3.16-1.

8.27.3.7.2 Penghantar proteksi pada sirkit beban

8.27.3.7.2.1 Tidak diizinkan menggunakan sebuah penghantar bersama untuk lebih dari satu sirkit beban, kecuali bila digunakan penghantar bersama menurut catatan 8.27.3.7.2.2 butir b) di bawah ini. Kontak proteksi dari kotak kontak yang berdekatan dari berbagai sirkit beban boleh dihubungkan yang satu dengan yang lain. Pada unit instalasi yang sudah berupa barang jadi dari pabrik (seperti rel untuk penerangan), penghantar proteksi, dan

penyama potensial yang sudah terpasang pada perlengkapan pakai dapat dihubungkan melalui rel yang disambungkan dengan penghantar berpenampang paling sedikit 16 mm² Cu, kepada rel penghantar proteksi dari PHB yang bersangkutan atau rel penyama potensial sesuai 8.27.3.8.2.1.

8.27.3.7.2.2 Resistans antara rel penghantar proteksi yang terakhir dengan kontak proteksi dari kotak kontak atau dengan kontak penghantar proteksi pada perlengkapan pakai, tidak boleh lebih dari 0,2 Ω untuk ruang Kelompok 2E.

CATATAN Dengan memperhitungkan resistans kontak, syarat ini berarti, bahwa untuk penampang minimum 2,5 mm² Cu, panjangnya hanya maksimum 20 m; keterbatasan itu dapat di atasi, dengan cara:

- 1) memperbanyak PHB cabang; atau
- 2) memasang sejumlah rel penghantar proteksi yang saling dihubungkan dengan penampang minimum 16 mm² Cu dan tersambung terus sampai dengan PHB.

8.27.3.7.3 Dalam PHB dan pada rel penghantar proteksi, setiap penghantar proteksi harus diberi tanda yang jelas sesuai dengan gambar instalasi.

8.27.3.7.4 Penghantar proteksi harus ditandai sesuai dengan 3.6.2.2 dan berisolasi untuk tegangan nominal 500 V.

8.27.3.8 Penyama potensial khusus

Dalam ruang fasilitas pelayanan kesehatan harus terpasang penyama potensial. Semua bagian yang bersifat penghantar harus dihubungkan ke penyama potensial itu jika resistansnya terhadap penghantar proteksi lebih kecil dari 7 k Ω . Selain itu dalam ruang Kelompok 2E, semua bagian yang bersifat penghantar di dalam daerah 2,5 m dari tempat penderita harus dihubungkan ke penyama potensial jika resistansnya terhadap penghantar proteksi lebih kecil dari 2,4 k Ω . Pengujian dilakukan dengan tegangan searah paling sedikit 100 V. Syarat ini tidak berlaku untuk bagian konduktif yang diisolasi sehingga sentuhan tidak langsung dapat dihindarkan.

8.27.3.8.1 Barang berikut harus selalu dihubungkan dengan penghantar penyama potensial khusus:

- a) semua pipa logam;
- b) pelindung terhadap medan listrik yang mengganggu dan lantai yang bersifat penghantar;
- c) rel penahan perlengkapan dan sistem kanal;
- d) BKT perlengkapan magun berisolasi proteksi yang mungkin tersentuh, dan BKT perlengkapan dengan tegangan ekstra rendah;
- e) perlengkapan yang bersifat penghantar yang mungkin tersentuh atau biasa disentuh (misalnya meja operasi, pipa gas, bak mandi kecuali bak untuk elektrolisis).

8.27.3.8.2 Penghantar penyama potensial dan rel penyama potensial

8.27.3.8.2.1 Penghantar penyama potensial yang disebut dalam 8.27.3.8.1 harus dihubungkan pada rel penyama potensial.

Rel penghantar proteksi tersebut dalam 8.27.3.7 dan rel penyama potensial harus berada dalam satu kotak.

8.27.3.8.2.2 Kedua rel di atas harus dihubungkan ke penghantar yang berpenampang minimum $16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$, dan harus dapat dilepas.

8.27.3.8.2.3 Penghantar penyama potensial dengan penampang minimum $4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ harus berisolasi untuk tegangan nominal minimum 500 V dan diberi warna loreng hijau-kuning (lihat 3.3.2.2).

8.27.3.8.2.4 Antar rel penyama potensial dari ruang atau kelompok ruang yang dilengkapi aparat ukur atau aparat pengamat yang sama fungsinya (misalnya perlengkapan untuk fungsi tegangan aksi organ tubuh), harus dipasang penghantar penyama potensial khusus dengan penampang minimum $16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$.

8.27.3.8.2.5 Pada rel penyama potensial harus tersambung penghantar penyama potensial secara teratur dan jelas, mudah dilepas dan disambungkan, ditandai dengan jelas dan permanen menurut fungsinya.

8.27.3.8.2.6 Bagian konduktif yang termasuk dalam penyama potensial yang sama, semuanya harus secara langsung tersambung ke rel penyama potensial. Bagian konduktif, seperti pipa gas dalam satu ruang boleh disambungkan ke rel penyama potensial.

8.27.3.8.2.7 Dalam ruang Kelompok 2E harus disediakan alat penghubung satu kutub yang sudah diamankan terhadap kemungkinan terlepas tanpa sengaja, untuk memungkinkan penyambungan penghantar penyama potensial bagi perlengkapan pasangan tidak tetap yang digunakan dalam ruang itu.

CATATAN Dianjurkan agar alat penghubung ini disediakan juga dalam ruang pelayanan kesehatan lainnya.

8.27.3.8.2.8 Untuk ruang Kelompok 2E berlaku juga hal berikut :

Resistans antara rel penyama potensial di satu pihak, dan semua bagian yang terhubung pada penyama potensial itu termasuk juga alat penghubungnya dipihak lain, tidak boleh lebih dari $0,2 \Omega$. Antara rel penyama potensial disatu pihak dan perlengkapan atau bagiannya yang terpasang magun dan terhubung pada penghantar proteksi atau penghantar penyama potensial dipihak lain, dalam jarak 2,5 m dari tempat penderita, tidak boleh ada tegangan lebih besar dari 10 mV dalam keadaan gangguan.

CATATAN Bila setelah dilakukan tindakan penyamaan tegangan dan dalam keadaan tanpa gangguan, pada BKT yang menuju ke daerah aman yang masih terdapat tegangan 10 mV, maka harus:

- a) dipasang sekat isolasi;
- b) dilapisi atau diselubungi dengan isolasi.

CONTOH :

Sebagai contoh pelaksanaan penyama potensial dengan rel penyama tegangan lihat Gambar 8.27-1 dan 8.27-2.

8.27.4 Tindakan proteksi terhadap bahaya ledakan dan kebakaran

8.27.4.1 Proteksi terhadap ledakan

8.27.4.1.1 Di dalam daerah bahaya ledakan, ruang fasilitas pelayanan kesehatan, hanya boleh dipasang perlengkapan berikut :

- a) Perlengkapan elektromedik jenis pelaksanaan 'AP-G' dan 'AP-M' (perlengkapan dengan uji anastesi);
- b) (dalam Zone M) juga perlengkapan listrik lainnya yang pelaksanaannya sesuai dengan 8.5

CATATAN Yang dimaksud dengan daerah bahaya ledakan ialah:

Zone G, juga disebut sistem gas medis tertutup, mencakup seluruh rongga (tidak selalu harus tertutup) yang secara terus menerus ataupun tidak, membuat, menggunakan, dan dialiri campuran gas yang mudah meledak dalam jumlah sedikit (tidak termasuk udara yang mudah meledak).

Zone M, juga disebut daerah sekitar kegiatan medis, mencakup bagian dari ruang tempat udara yang mudah meledak dapat terbentuk sebagai akibat penggunaan bahan analgetik pembersih kulit, atau disinfektan dalam jumlah sedikit dan dalam waktu yang singkat.

8.27.4.1.2 Bila dalam hal luar biasa di ruang fasilitas pelayanan kesehatan sesuai dengan fungsinya dapat timbul zone bahaya ledakan yang lain dari zone G dan M, di zone tersebut berlaku ketentuan dalam 8.5.

8.27.4.1.3 Perlengkapan listrik yang dapat menimbulkan percikan api, baik dalam keadaan biasa maupun saat ada gangguan, harus sekurang-kurangnya berada 20 cm dari tempat gas keluar (misal, gas anastesi) dan tidak boleh berada pada arah arus gas.

8.27.4.2 Proteksi dari kebakaran

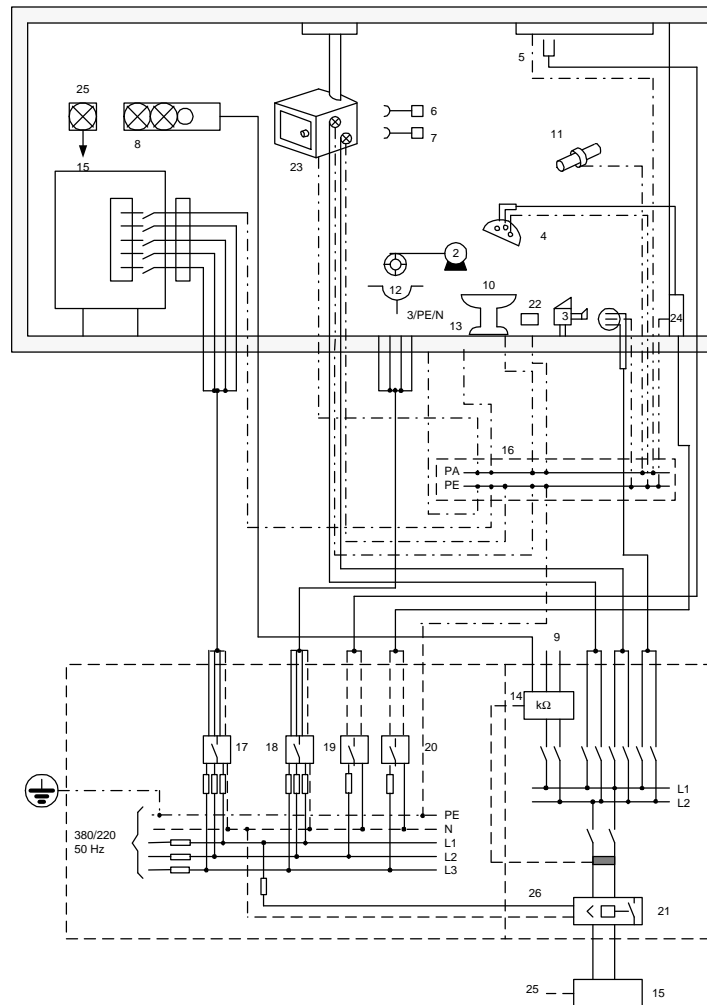
Bila bagian perlengkapan mencakup pipa yang berisi gas yang memudahkan terjadinya kebakaran, misalnya zat asam atau gas gelak (N_2O), untuk bagian ini berlaku hal berikut :

- a) Tempat ke luar gas harus berjarak minimum 20 cm dari bagian perlengkapan listrik yang dapat menimbulkan percikan api yang dapat menyulut gas, baik dalam keadaan biasa maupun bila ada gangguan.

Perlengkapan listrik tadi tidak boleh ditempatkan pada arah gas mengalir.

- b) Bila penghantar listrik dan pipa untuk gas yang memudahkan terjadinya kebakaran dipasang bersama-sama dalam satu jalur, pipa, atau kotak, maka penghantar listrik harus minimum memenuhi syarat untuk jenis NYM.

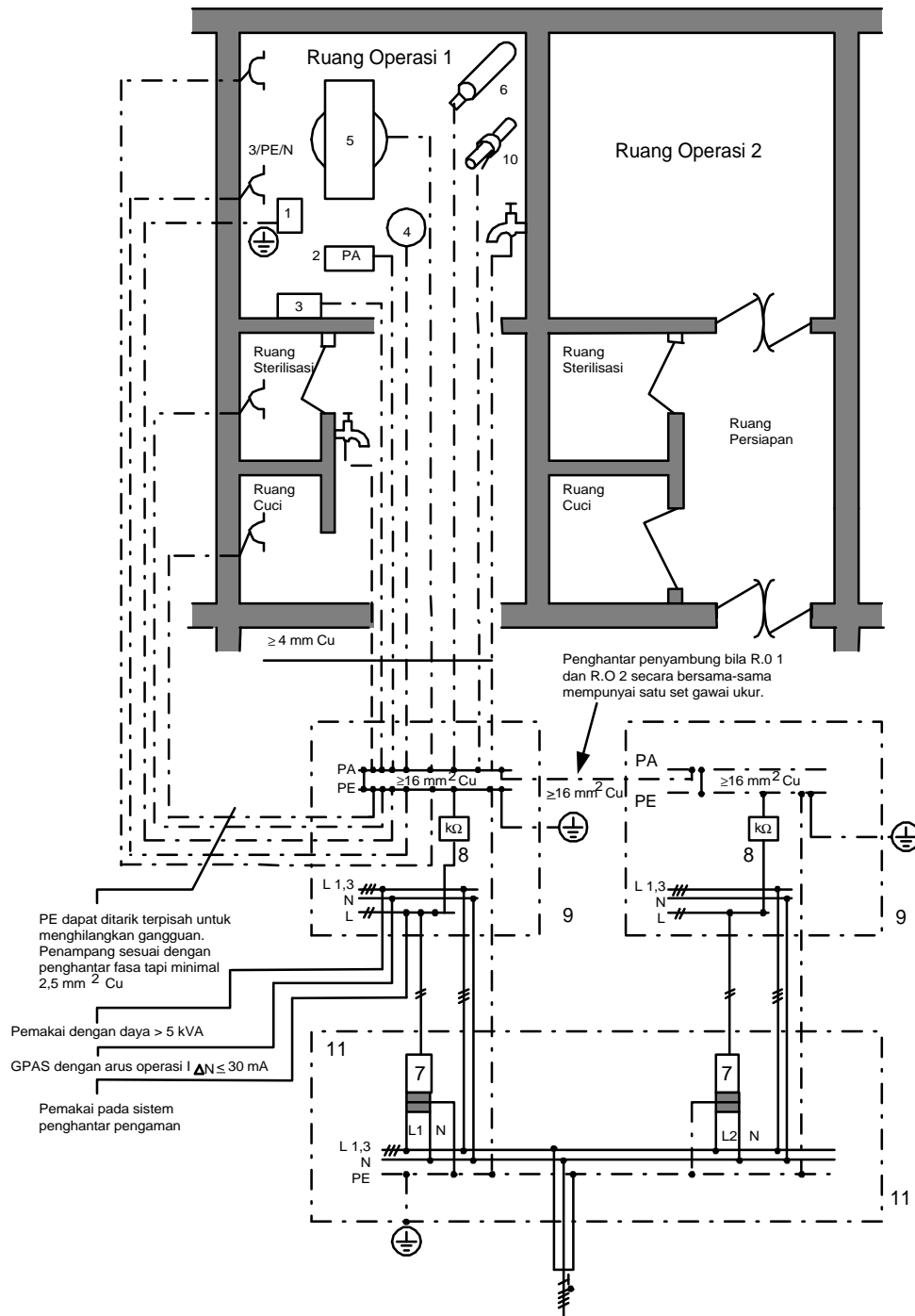
Untuk kabel telepon hanya diperlukan tindakan pencegahan, bila hasil perkalian dari tegangan tanpa beban dan arus hubung pendek melebihi 10 VA.



Keterangan

1. Perlengkapan yang terpasang permanen dengan tegangan > 5 kV
2. Aparat rontgen
3. Aparat elektromedik
4. Lampu operasi
5. Penerangan ruang
6. Perlengkapan dengan isolasi pelindung
7. Perlengkapan untuk tindakan proteksi, dengan penghantar proteksi
8. Panel dengan tanda-tanda akustis dan optis, tombol uji coba, dan tombol PE
9. Kemungkinan penyambungan untuk pemberitahuan keadaan isolasi jarak jauh
10. Meja operasi
11. Instalasi gas, air dan pemanas ruang
12. Tusuk kontak 5 kutub
13. Jaring pembuang dari lantai yang bersifat penghantar
14. Aparat penjaga nilai isolasi
15. Catu daya pengganti khusus (CDPK)
16. Penyama potensial dan rel penghantar proteksi
17. } Gawai proteksi arus bocor dengan $I_{\Delta N} \leq 30 \text{ mA}$.
18. }
19. }
20. }
21. Penjaga nilai tegangan dan perlengkapan pindah sambung
22. Perlengkapan penyambung untuk penyama potensial
23. Monitor Gantung
24. Unit 220 V dan 240 V untuk lampu operasi
25. Lampu pemberitahuan bagi CDPK
26. Dinding penyekat

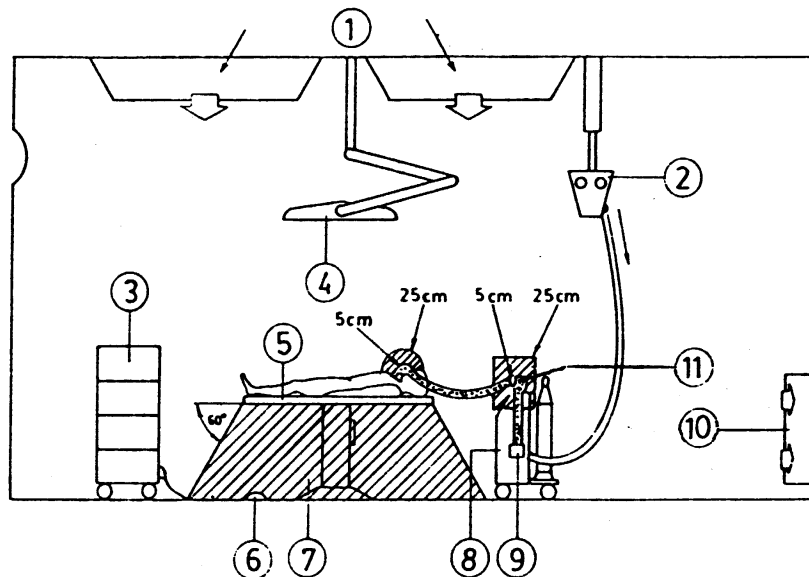
Gambar 8.27-1 Contoh instalasi ruang operasi dengan penyama potensial



Keterangan

1. Gawai rontgen atau alat lain dengan daya $\geq 5 \text{ kVA}$
2. Perlengkapan penyambungan untuk penyama potensial
3. Lemari instrumen pada resisten 24 mili Ω terhadap rel penghantar proteksi PE
4. Lampu operasi
5. Meja operasi
6. Pelindung penghantar
7. Transformator untuk sistem penghantar pelindung dengan pelindung statis
8. Perlengkapan pengukur isolasi
9. PHB untuk ruang operasi
10. Instalasi gas, air dan pemanas ruang
11. Dinding penyekat

Gambar 8.27-2 Contoh penyama potensial di ruang operasi



Keterangan

1. Masukan sistem tata udara
2. Kolom gas anestetik
3. Perlengkapan medik
4. Lampu operasi
5. Penderita
6. Sakelar injak
7. Zone M
- 8+9 Perlengkapan gas anestetik
10. Keluaran sistem tata udara
11. Zone G.



Gambar 8.27-3 Daerah (zone) rawan di ruang operasi yang menggunakan anestetik mampu bakar berupa campuran gas anestetik dan bahan pembersih

8.27.5 Catu Daya Pengganti Khusus (CDPK)

8.27.5.1 Bila aliran listrik terputus dalam ruang pelayanan kesehatan Kelompok 1E dan 2E, perlengkapan seperti yang disebutkan dalam 8.27.5.2 harus dapat bekerja terus dengan daya dari suatu CDPK, dengan mengindahkan ketentuan di bawah ini. CDPK tidak dapat mengganti CDP seperti yang disyaratkan dalam 8.21 sebaliknya CDP yang sesuai dengan 8.21 tidak dapat menggantikan CDPK.

CONTOH :

CDPK dalam sistem distribusi instalasi listrik pada fasilitas pelayanan kesehatan diberikan dalam Gambar 8.27-4.

CATATAN Dalam hal ini masing-masing ketentuan yang berlaku dalam persyaratan pembangunan rumah sakit harus dipenuhi.

8.27.5.2 Menghubungkan perlengkapan

8.27.5.2.1 Dalam setiap ruang bedah atau ruang kegiatan medis lain yang dapat digolongkan pada Kelompok 1E dan 2E, sekurang-kurangnya harus ada seperangkat lampu bedah yang dapat dinyalakan dengan tenaga dari CDPK, misalnya dari baterai.

Waktu pindah beban paling lambat 0,5 detik.

Padamnya satu lampu dari seperangkat lampu tidak boleh menghentikan kegiatan pembedahan.

8.27.5.2.2 Pada CDPK harus juga terhubung lampu penerangan khusus bila padamnya penerangan umum akan membahayakan penderita.

8.27.5.2.3 Perlengkapan medis yang digunakan untuk menjamin kesinambungan fungsi bagian badan manusia yang penting, harus dapat berjalan normal kembali selambat-lambatnya dalam waktu 10 detik.

8.27.5.2.4 CDPK dapat juga dihubungkan dengan sirkit lain dari sistem penghantar proteksi dari ruang Kelompok 2E sesuai dengan 8.27.3.5, bila CDPK tersebut memang sudah direncanakan untuk itu. Jika tidak semua kotak kontak tersambung pada CDPK, kotak kontak yang tersambung padanya harus diberi tanda yang jelas dan permanen.

8.27.5.3 Persyaratan umum

8.27.5.3.1 CDPK harus terjamin kerjanya sekurang-kurangnya selama 3 jam.

8.27.5.3.2 CDPK harus secara otomatis mengambil alih beban bila:

- a) tegangan jaringan umum turun lebih dari 10 %
- b) tegangan pada PHB hilang, paling sedikit pada satu penghantar fase.

Penghubungan kembali pemanfaatan listrik pada jaringan umum atau CDP harus dilaksanakan dengan penangguhan waktu secukupnya.

8.27.5.3.3 Tindakan proteksi terhadap sentuh tak langsung harus tetap dilaksanakan, bila menggunakan CDPK. Syarat menurut 8.27.3.5 tidak perlu dipenuhi bila tindakan proteksi dengan penghantar proteksi menurut 8.27.3 tetap dipertahankan.

CATATAN Dengan pengecualian ini maka pada beban yang kecil sumber daya bekerja lebih ringan karena arus mula dari transformator untuk sistem penghantar proteksi tidak ada.

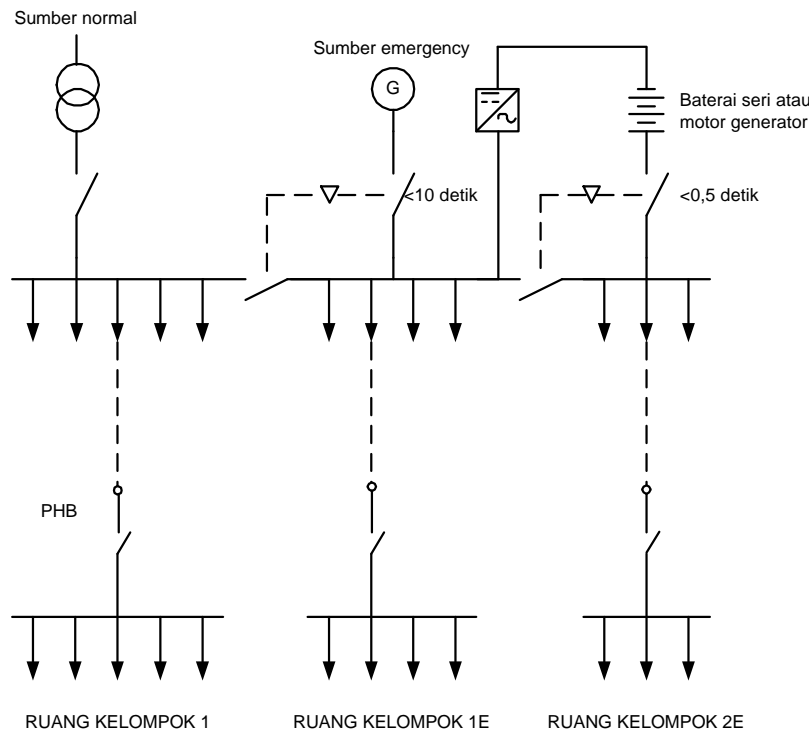
8.27.5.3.4 Bekerjanya CDPK dalam setiap ruang atau kelompok ruang harus disertai isyarat yang mudah terlibat.

CATATAN Untuk mengamankan pemberian daya, sebaiknya ditambah juga alat ukur beban dengan penunjukan beban tertinggi yang dapat diberikannya.

8.27.5.3.5 Pembangkit tenaga listrik harus dipasang di luar ruang pelayanan kesehatan, kecuali pembangkit tenaga listrik pengganti rendah.

Semua kabel dan penghantarnya harus terpisah dan berjarak minimum 5 cm dari kabel penghantar listrik lainnya atau dipisahkan dengan sekat yang tidak mudah terbakar. Kabel dan penghantar ini tidak boleh ditarik melintasi ruang dengan bahaya kebakaran, dan harus dilindungi dari kemungkinan kerusakan mekanik.

8.27.5.3.6 Untuk gambar instalasi listrik, PHB, dan penghantar berlaku ketentuan dalam BAB 4, 6 dan 7.



Gambar 8.27-4 Contoh sistem distribusi instalasi listrik pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan

8.27.5.3.7 Bila CDPK harus melayani lebih dari satu sirkit, selektivitas proteksi arus lebih harus terjamin bila terjadi hubung pendek.

8.27.5.3.8 Bila menggunakan CDPK, perubahan tegangan yang lebih besar dari $\pm 10\%$ tegangan nominal pada titik sambung dengan perlengkapan pakai, hanya diizinkan bila berlangsung tidak lebih dari waktu alih beban seperti dimaksud pada 8.27.5.2.1.

8.27.5.4 Pembangkit Tenaga Listrik (PTL)

8.27.5.4.1 PTL dengan mesin penggerak harus memenuhi syarat dalam BAB 5 dan 8.21, sejauh tidak ditentukan lain dalam 8.27 ini.

8.27.5.4.2 Baterai yang diperkenankan untuk digunakan sebagai CDPK hanya jenis Ni-Cd atau baterai Pb dengan permukaan kutub positif yang luas. Baterai kendaraan bermotor tidak boleh digunakan.

8.27.5.4.3 Memelihara muatan baterai

- Keadaan muatan baterai harus terjamin dengan sistem otomat pengisian muatan.
- Perlengkapan pengisian harus dibuat sedemikian rupa sehingga baterai yang telah bekerja selama 3 jam terus menerus dengan beban nominal pada $\cos \phi = 0,8$, dapat diisi penuh kembali dalam waktu 6 jam.
- Bila suatu CDP yang sesuai dengan 8.21 tersedia, baterai dari CDPK harus juga terhubung pada CDP ini agar muatannya terjamin bila jaringannya terganggu.

8.27.6 Menguji instalasi

8.27.6.1 Agar instalasi listrik dapat digunakan dengan baik, instalasi itu perlu diulang uji secara berkala dan pengguna instalasi harus mempunyai dokumen berikut:

- a) diagram umum (diagram listrik dalam bentuk sederhana) PHB, termasuk catu daya pengganti umum dan catu daya pengganti khusus;
- b) gambar instalasi listrik sesuai dengan 4.1.2.3;
- c) petunjuk penggunaan dan pemeliharaan;
- d) buku uji atau berita acara pengujian mengenai hasil semua pengujian sesuai dengan peraturan yang berlaku.

8.27.6.2 Pengujian sebelum penggunaan yang pertama dilakukan sesuai dengan 9.5.6.

8.27.6.3 Pengujian tambahan pada penggunaan pertama

8.27.6.3.1 Resistans penghantar proteksi dan penghantar penyama potensial harus diuji.

8.27.6.3.2 Pengujian menurut 8.27.3.8.2.8 harus dilakukan sedapat mungkin pada saat instalasi seluruh bangunan mengalami pembebanan penuh; semua perlengkapan elektromedik baik yang tetap maupun yang randah, dihidupkan atau dinyalakan.

Pengukuran harus dilakukan dengan voltmeter tegangan efektif dengan resistan dalam sekitar 1 k Ω .

Daerah frekuensi voltmeter tersebut hendaknya tidak melampaui terlalu jauh dari 1 kHz.

8.27.6.3.3 CDPK harus diuji menurut 8.27.5.

8.27.6.4 Pengujian setelah instalasi diubah dan atau ditambah

8.27.6.4.1 Instalasi listrik dalam ruang fasilitas pelayanan kesehatan yang dipasang sesuai dengan ketentuan ini, setelah mengalami perubahan atau penambahan harus tetap memenuhi syarat dalam ketentuan ini.

Untuk itu, instalasi harus diuji sesuai dengan 8.27.6.2 dan 8.27.6.4.2. Gambar instalasi listrik dan diagram PHB harus diperbaiki jika terjadi perubahan atau penambahan pada instalasi.

8.27.6.5 Pengujian berkala

8.27.6.5.1 Untuk mempertahankan tingkat keamanan yang tinggi dari seluruh instalasi haruslah dilakukan pengujian berkala terhadap instalasi yang digunakan.

8.27.6.5.2 Hasil pengujian harus dicatat dalam buku uji sesuai dengan 8.27.6.1.

8.27.6.5.3 Pengujian berkala dilaksanakan sebagai berikut:

- a) Pengujian sesuai dengan 8.27.6 harus dilakukan oleh orang juru sekurang-kurangnya setahun sekali.
- b) Pengujian monitor isolasi dan sakelar proteksi arus sisa harus dilakukan oleh petugas yang ditunjuk dengan menekan tombol uji sekurang-kurangnya setengah tahun sekali.

- c) Uji coba CDPK harus dilakukan dengan pembebanan sekurang-kurangnya 50 % daya nominal : selama 15 menit untuk catu daya statis dan konverter berputar dan 60 menit untuk catu daya dinamis, dilaksanakan oleh petugas sekurang-kurangnya sebulan sekali sesuai dengan petunjuk pembuat perlengkapan catu daya.

8.28 Jenis ruang khusus

Dalam tabel ini “ruang khusus” yang terdapat paling banyak dalam perumahan, bangunan, pabrik, bengkel, perkebunan, dan perusahaan, dibagi dalam golongan sesuai dengan sifat masing-masing ruang.

Huruf dalam tanda kurung, petunjuk kategori dari ruang yang dimaksud, adalah seperti berikut:

- (n) ruang kering
- (l) ruang kerja listrik
- (lk) ruang kerja listrik terkunci
- (d) ruang berdebu
- (blg) ruang dengan bahaya kebakaran dan ledakan gas
- (bld) ruang dengan bahaya kebakaran dan ledakan debu
- (bks) ruang dengan bahaya kebakaran serat
- (ko) ruang dengan gas, uap atau debu yang korosif
- (lb) ruang lembab dan basah
- (p) ruang sangat panas
- (k) ruang kerja kasar
- (r) ruang radiasi

Jika suatu jenis ruang kerja tertentu, tergantung pada keadaan, dapat dimasukkan dalam berbagai kategori “ruang khusus” (misalnya sering kali bersifat ruang kasar dan kadang-kadang bersifat ruang normal), maka tanda petunjuk yang bersangkutan ditempatkan berturut-turut, dengan pengertian, bahwa petunjuk dari kategori jenis ruang yang paling banyak terjadi, ditempatkan terdepan : (k), (n).

Jika suatu ruang termasuk serentak dalam beberapa kategori (jadi misalnya, berdebu bersamaan panas), maka petunjuk dari kedua kategori itu dihubungkan satu sama lain dengan tanda tambah, yang bersam-sama ditempatkan dalam satu kurung (d+p). Penggolongan (d+lb), (d), berarti bahwa jenis ruang yang bersangkutan biasanya berdebu dan lembab, dan kadang-kadang hanya berdebu, tergantung pada penggunaan ruang tersebut.

Tabel ini dimaksudkan hanya untuk digunakan sebagai pedoman dalam penerapan ketentuan yang bersangkutan dan untuk memberi keterangan pendahuluan kepada yang berkepentingan tentang keadaan yang harus diperhitungkan dalam berbagai ruang kerja untuk menentukan pilihan mengenai bahan listrik yang akan digunakan dalam ruang itu dan cara pelaksanaan instalasinya.

Di samping itu selalu ada kemungkinan untuk meninjau keadaan ruang secara tersendiri tanpa memperhatikan masuk tidaknya dalam tabel ini, untuk kemudian dimasukkan dalam suatu kategori tertentu. Pertimbangan yang menghasilkan penggolongan di bawah ini, didasarkan atas keadaan ruang yang bersangkutan, jika berada dalam bangunan.

Pada akhirnya harap diperhatikan, bahwa dalam perusahaan besar akan terdapat bagian pabrik, yang tidak berhubungan langsung dengan proses produksi pabrik sebenarnya, misalnya penggergajian kayu pada pabrik teh, bagian las gardu induk listrik yang besar, ruang generator dalam pabrik karet dan sebagainya.

Di bawah judul perusahaan dalam tabel di bawah ini, rincian ruang tidak semuanya diperlukan, oleh karena ruang itu tidak selalu ada dan bila ada, dapat digunakan petunjuk dalam judul perusahaan yang sejenis, yang termuat dalam tabel ini.

Tabel 8.28 Jenis perusahaan, jenis ruang dan kategori

No.	Jenis perusahaan/Pabrik	Jenis Ruang	Kategori
(1)	(2)	(3)	(4)
A 1	Air mineral	1.1 Pengisi dan pembilas	(1b)
		1.2 Gudang	(n)
	2 Aki (pengisian)	2.1 Lemari asam	(blg)
		2.2 Ruang lainnya	(n), (blg)
	3 Alat besar (bengkel)	3 Bengkel	(k)
	4 Asam arang	4 Semua ruang	(n)
	5 Aspal (instalasi pengaduk)	5 Semua ruang	(n)
6	Asam belerang	6 Semua ruang	(n)
	7 Agar-agar	7.1 Pencucian bahan baku	(lb)
		7.2 Pemasakan	(p)
		7.3 Penyaringan	(lb), (n)
		7.4 Pencetakan	(lb), (n)
B 1	Bata dan genting	1.1 Ruang pembakaran	(p)
		1.2 Ruang pencetakan	(lb)
		1.3 Ruang lainnya	(n)
	2 Batik	2.1 Pembatikan	(n), (lb)
		2.2 Pengecatan	(lb)
		2.3 Pengeringan	(lb)
	3 Batu (pemecahan)	3.1 Penimbunan batu	(n)
4	Briket batu bara	3.2 Ruang lainnya	(d)
		4.1 Penimbunan batu bara	(d), (bld)
		4.2 Ruang pemikingan	(d), (bld)
		4.3 Instalasi pencampur	(d), (bld)
		4.4 Pencucian	(lb)
		4.5 Mesin Pres	(p)
	5 Belerang (tambang)	5 Semua ruang	(lb + ko)
6	Bir	6.1 Pendingin	(lb)
		6.2 Pencucian	(lb)
		6.3 Pengisian botol	(lb)
		6.4 Ruang lainnya	(n)
	7 Bioskop	7.1 Proyeksi	(bks), (n)
		7.2 Ruang lainnya	(n)
	8 Beras, penyosohan dan penggilingan	8.1 Gudang	(n)
9	Binatu	8.2 Ruang lainnya	(bld)
		9.1 Teromol pencuci dan centrifugal	(lb)
		9.2 Pengeringan	(lb)
		9.3 Penyimpanan barang cucian	(n)
	1 Bihun	10.1 Pencucian	(lb), (n)
	0	10.2 Penggilingan	(n)
		10.3 Pemisahan	(p), (n)
1		10.4 Pembukusan	(lb)
	Ban sepeda	11.1 Penggilingan karet	(d), (n)
		11.2 Cetak ban	(p), (n)
		11.3 Penyelesaian	(n)
C 1	Cat	1.1 Penggilingan serbuk	(n), (d)
		1.2 Bahan pelarut	(blg)
		1.3 Ruang lainnya	(n)

Tabel 8.28 (lanjutan)

(1)	(2)	(3)	(4)
D 1	Damar	1.1 Gudang 1.2 Desintegrator 1.3 Ruang lainnya	(n) (blg) (d)
E 1	Es	1.1 Bak Es 1.2 Kompresor 1.3 Ruang lainnya	(lb) (lb), (n), (ko) (lb), (n)
G 1	Galvanisir	1.1 Ruang pengilapan dengan keping bulu kempa 1.2 Ruang pengilapan lainnya 1.3 Ruang bak Galvani	(d) (n) (lb), (ko)
2	Gambir	2.1 Instalasi penyaringan 2.2 Gudang	(lb) (n)
3	Gas	3.1 Gudang batu bara 3.2 Pemecah batu bara 3.3 Ban pengangkutan dan tabung penumpahan bara 3.4 Generator gas air 3.5 Tungku dapur pembakaran (retort) 3.6 Pemurnian cara basah 3.7 Bangsal pemurnian	(d), (bld) (d), (bld) (d), (bld) (p+d) (p+d) (bld) (lb)
4	Gaplek	4.1 Gudang gaplek 4.2 Ruang lainnya	(n) (lb)
5	Gula	5.1 Tempat pemadam kapur 5.2 Penggilingan 5.3 Belerang 5.4 Di bawah bolders 5.5 Centrifugal 5.6 Gudang 5.7 Pengeringan 5.8 Penyediaan	(d) (lb) (ko) (lb), (k+lb) (lb) (n) (d), (n) (d), (n)
I 1	Intan	1 Semua ruang	(n)
K 1	Kaleng	1 Semua ruang	(n)
2	Kapuk	2 Semua ruang	(bks), (bld)
3	Kapur (pembakaran)	3.1 Dapur 3.2 Penggergajian kapur mati 3.3 Ruang lainnya	(p+ko) (d) (ko)
4	Kayu	4.1 Penggergajian 4.2 Penggosokan kayu 4.3 Ruang lainnya	(d), (bks) (bld) (k)
5	Karet (barang-barang karet)	5.1 Penggilingan karet/pres karet 5.2 Ruang lainnya	(d), (lb) (n)
6	Karet dan getah perca	6.1 Mesin pengolahan permulaan 6.2 Penggilingan karet dan bak pengumpul 6.2 Pengasapan 6.4 Penyaringan 6.5 Ketel 6.6 Bangsal penyediaan barang yang selesai	(lb) (lb) (lb) (lb) (p), (n) (n)
7	Kapas (pemurnian)	7 Semua ruang	(d), (bks), (bld)

Tabel 8.28 (lanjutan)

(1)	(2)	(3)	(4)
8	Ketel uap (rumah)	8.1 Ketel Uap 8.2 Abu dan lorong abu 8.3 Pengapian 8.4 Penimbunan dan penggilingan batu bara	(p), (n) (d), (p), (k) (p), (d), (n) (n), (d), (b) (bld)
K 9	Kina (penggilingan)	8.5 Penyimpanan minyak	(blg), (n)
10	Kinine	9 Semua ruang 10.1 Penggilingan contoh mesin stempel, campur tepung, gudang kulit kine 10.2 Centrifugal, bahan kasar putih, ketel kocok, instalasi penyaringan air dan ekstrasi, instalasi pemurni, tempat ampas	(d) (d) (lb)
11	Klise	11.1 Bak cuci 11.2 Bak pembilas 11.3 Ruang lainnya	(lb) (lb) (n)
12	Koka	12.1 Penggilingan 12.2 Ruang lainnya	(d) (n)
13	Kompresor udara (instalasi)	13.1 Ruang di bawah tanah 13.2 Ruang lainnya	(n), (lb) (n)
14	Kopi	14.1 Mesin ampas 14.2 Bak fermentasi dan bak cuci 14.3 Pengereng 14.4 Pengupasan biji kopi 14.5 Gudang kopi	(lb) (lb) (p) (n) (n)
15	Kopi (penggorengan)	15.1 Tromol kisi	(p)
16	Kulit (penyamakan)	16.1 Instalasi pencucian 16.2 Pembersihan 16.3 Penyamakan kulit 16.4 Ruang lainnya	(lb) (lb) (lb) (n)
17	Kimia (laboratorium)	17.1 Bak cuci dan pembilas 17.2 Pembakaran 17.3 Lemari asam 17.4 Ruang lainnya	(lb) (p), (n) (ko) (n)
18	Kembang gula	18.1 Pemasakan gula 18.2 Pencetakan 18.3 Pembungkusan	(p) (n) (n)
19	Karton	19.1 Pemasakan 19.2 Penggilingan 19.3 Pencetakan/lembar 19.4 Pemotongan	(p), (lb) (lb) (lb) (n)
20	Kecap	20.1 Pemasakan 20.2 Peragian 20.3 Pengendapan 20.4 Pencucian botol 20.5 Pengepresan/pengisian	(n) (n) (lb) (lb) (lb+n)
21	Konpeksi	21.1 Pemotongan 21.2 Penjahitan 21.3 Pembungkusan	(n) (n) (n)
22	Korek api	22.1 Pembuatan batang dan kotak 22.2 Pencampuran bahan kimia 22.3 Pengisian/pembungkus	(n) (db) (n)
23	Kertas	23.1 Mesin pemotong jerami 23.2 Mesin kertas kasar, bak pengendap, ketel pemasak, dapur perekat 23.3 Lainnya	(d) (lb) (n)

Tabel 8.28 (lanjutan)

(1)	(2)	(3)	(4)
L	1 Limun	1.1 Pengisian dan pembilasan	(lb)
		1.2 Gudang	(n)
	2 Leburan timah	2.1 Dapur peleburan pengecoran	(p)
		2.2 Ruang lainnya	(n)
	3 Listrik rumah (instalasi)	3.1 Serambi, lorong, pendopo dapur, dan kamar kecil	(n), (lb)
		3.2 Kamar mandi, tempat pencucian dan pembilasan	(lb)
		3.3 Ruang lainnya	(n)
M	1 Minyak kelapa	1.1 Instalasi pengolahan minyak	(n), (lb)
		1.2 Gudang kopra dan tangki minyak	(n)
	2 Minyak kelapa sawit	2.1 Instalasi penjarangan	(n)
		2.2 Tempat jambangan	(n)
		2.3 Pengisian dan gudang	(n)
		2.4 Pengolahan	(n), (lb)
		2.5 Ruang lainnya	(lb)
	3 Minyak sereh dan minyak eteris lainnya	3.1 Penyulingan	(lb)
		3.2 Penyadapan	(lb)
		3.3 Pemotongan, ruang ketel masal dan ketel penyulingan	(lb)
		3.4 Ruang lainnya	(n)
	4 Minyak bumi (instalasi pemurnian)	4.1 Pompa minyak dan pengisian	(blg)
		4.2 Pengangkutan dan pengumpulan minyak	(blg)
		4.3 Pendinginan	(lb)
		4.4 Parafin	(lb)
		4.5 Instalasi kondensor	(lb)
		4.6 Pengolahan asam sulfat dan dioksid	(ko)
		4.7 Ruang lainnya	(n)
	5 Margarine	5.1 Pembekuan minyak	(blg)
		5.2 Pembuatan gas hidrogen	(blg)
		5.3 Pembungkusan	(n)
	6 Mekanik halus (bengkel)	6.1 Bengkel	(k)
	7 Minyak goreng	7.1 Penampungan minyak mentah	(n)
		7.2 Pemasakan	(p), (lb)
		7.3 Pengalengan	(n)
	8 Mobil (bengkel)	8.1 Instalasi diko	(bld)
		8.2 Pengisian aki	(n), (blg)
		8.3 Lemari asam	(blg)
		8.4 Pengerjaan logam	(k)
	9 Mebel	9.1 Pengerjaan kayu	(d), (n)
		9.2 Ruang lainnya	(n), (k)
P	1 Padi (penggilingan)	1.1 Gudang padi dan beras	(n)
		1.2 Ruang lainnya	(bld)
	2 Pendingin (instalasi)	2.1 Pendingin	(lb), (n)
		2.2 Kompresor	(lb), (n), (ko)
	3 Penjagalan	3 Semua ruang	(lb)
	4 Plywood	4.1 Penggergajian	(bld)
		4.2 Mesin penyayat	(lb), (p)
		4.3 Dapur perekat	(lb)
		4.4 Penguapan kayu	(p)

Tabel 8.28 (lanjutan)

(1)	(2)	(3)	(4)
P 5	Pompa minyak bumi (stasiun)	5.1 Pompa	(blg)
6	Pompa lateks, air, dsb	5.2 Ruang lainnya	(n)
7	Pompa minyak kelapa, minyak kepala sawit dsb	6.1 Pompa	(lb)
8	Pompa minyak tanah	7 Semua ruang	(n)
9	Pupuk bukan petrokimia (tulang, kompas, dll)	8.1 Pompa minyak tanah	(blg)
10	Peternakan	8.2 Tangki minyak tanah	(blg)
		9.1 Penggilingan	(d)
		9.2 Gudang	(n)
		10.1 Kandang	(lb), (ko)
		10.2 Pemerahan susu	(lb)
		10.3 Botol	(lb)
		10.4 Pembagian	(lb), (n)
		10.5 Ruang lainnya	(n)
11	Pengolahan biji timah (instalasi)	11.1 Dapur pemanggang	(p)
		11.2 Instalasi pengering	(p)
		11.3 Ruang lainnya	(lb)
12	Percetakan	12 Semua ruang	(n)
13	Pengawetan makanan	13.1 Gudang kaleng, dll	(n)
		13.2 Ruang lainnya	(lb)
14	Pusat tenaga listrik	14.1 Generator	(l)
		14.2 Instalasi hubung dan bagi	(lk), (l)
15	Plastik sistem kalender	14.3 Di bawah tanah	(lb), (n)
		15.1 Penggilingan	(d)
		15.2 Kalender	(p)
		15.3 Cetak kembang	(n), (p)
R 1	Romanit/alat peledak	1.1 Pencampuran	(bld)
		1.2 Gudang bahan peledak	(bld)
		1.3 Gudang bahan penyalat mesiu	(bld)
		1.4 Parafine dan pengisian bangsal, penyediaan barang yang selesai	(bld)
		1.5 Pengeringan	(lb)
2	Roti	1.6 Ruang lainnya	(n)
		2.1 Adonan	(n), (lb)
		2.2 Pembakaran	(p), (n)
		2.3 Gudang tepung	(n)
S 1	Sabun	1.1 Instalasi pemanasan sabun	(lb)
		1.2 Ruang lainnya	(n)
2	Semen	2.1 Silo batu, silo semen, silo batu bara, gudangsemen	(d)
		2.2 Pembungkusan semen	(d)
		2.3 Penggilingan serbuk batu bara	(d)
		2.4 Penggilingan cat	(d)
		2.5 Gudang batu kapur dan tanah liat	(lb)
		2.6 Penggilingan basah	(lb)
		2.7 Tangki endapan	(lb)
		2.8 Dapur	(p)
3	Serat	3.1 Penyisiran serat	(n)
		3.2 Pemilihan	(bks)
		3.3 Pencucian	(lb)
		3.4 Dapur pengering	(p), (n)

Tabel 8.28 (lanjutan)

(1)	(2)	(3)	(4)
S	4 Serutu dan sigaret	3.5 Gudang	(n)
		3.6 Pengepresan bal serat	(n), (d)
	5 Spiritus	3.7 Perlengkapan hackling	(bks)
		4.1 Pencampuran dan pengeringan	(d), (bks)
	6 Susu	4.2 Ruang lainnya	(n)
		5.1 Alat pengisi	(blg)
		5.2 Peragian	(lb)
		5.3 Instalasi	(lb)
	7 Sirup	5.4 Ruang lainnya	(n)
		6.1 Distribusi/pengisian	(lb)
T	1 Tegel semen	6.2 Pendingin	(lb)
		6.3 Pengolahan	(lb)
		6.4 Tabung susu	(lb)
		6.5 Ruang lainnya	(n), (lb)
		6.6 Tempat botol	(lb)
		7.1 Pemasakan	(p)
	2 Teh	7.2 Pencucian botol	(lb)
		7.3 Pengisian	(n)
		1.1 Gudang semen	(d)
		1.2 Penggilingan semen	(d)
		1.3 Alat pemecah batu	(d)
		1.4 Mesin aduk	(lb)
	3 Tekstil	1.5 Pres tegel	(lb)
		1.6 Pengilapan	(lb)
		1.7 Gudang tegel	(n)
		2.1 Pelayuan	(n)
		2.2 Giling	(n)
		2.3 Gudang	(n)
	4 Tepung beras, tapioka, dsb	2.4 Fermentasi	(lb)
		2.5 Pengeringan	(d), (p), (n)
		2.6 Pemilihan	(d)
		2.7 Pembungkusan	(n), (d)
		3.1 Pemintalan	(d), (bks)
		3.2 Kelos	(d), (bks)
	5 Tepung tulang	3.3 Pertenunan	(d), (bks)
		3.4 Pemasakan	(lb)
		3.5 Pencelupan	(lb)
		3.6 Ruang lainnya	(n)
		4.1 Gudang bahan baku	(n)
		4.2 Pengolahan basah	(lb)
	6 Tahu	4.3 Pengolahan kering	(bld)
		4.4 Desintegrator	(bld)
		4.5 Pengeringan	(bld)
		4.6 Ruang lainnya	(n)
		5.1 Penggilingan	(d)
		5.2 Gudang tulang	(n)
	7 Transformator dan gardu induk (stasiun)	5.3 Gudang tepung	(d)
		6.1 Pencucian	(lb)
		6.2 Penggilingan	(lb)
		6.3 Pemasakan	(p), (lb)
		6.3 Penyaringan	(lb)
		7.1 Ruang PHB	(lk), (l)

Tabel 8.28 (lanjutan)

(1)	(2)	(3)	(4)
V 1	Vulkanisir ban	1.1 Pengupasan/serut 1.2 Pelapisan karet 1.3 Pemanasan	(d) (n) (p)
Z 1	Zat asam	1 Semua ruang	(n)

Bagian 9 Pengusahaan instalasi listrik

9.1 Ruang lingkup

Bab ini mengatur pengusahaan instalasi listrik yang meliputi perancangan, pembangunan, pemasangan, pelayanan, pemeliharaan, pemeriksaan dan pengujian instalasi listrik serta pengamanannya.

Pengusahaan instalasi listrik desa diatur dalam 8.17.

9.2 Izin

9.2.1 Setiap orang atau badan perancang, pemasang dan pemeriksa atau penguji instalasi listrik harus mendapat izin kerja dari instansi yang berwenang.

9.2.2 Setiap instalasi listrik harus dilengkapi dengan rancangan instalasi yang dibuat oleh perancang yang mendapat izin kerja dari instansi yang berwenang.

CATATAN Rancangan instalasi termasuk pula gambar yang diperlukan sesuai standar yang berlaku.

9.3 Pelaporan

Para petugas yang ditunjuk untuk melaksanakan pemasangan, pemeliharaan, atau pelayanan instalasi diwajibkan untuk segera melaporkan secara tertulis kepada atasannya yang bertanggung jawab, segala kejadian dan keadaan yang mungkin membahayakan atau kerusakan yang diketahuinya.

9.4 Proteksi pemasangan instalasi listrik

9.4.1 Pencegahan bahaya kebakaran

9.4.1.1 Instalasi listrik harus dirancang, dipasang dan digunakan demikian rupa sehingga tidak menimbulkan bahaya kebakaran. Bila menggunakan GPAS, lihat 3.15.

9.4.1.2 Pemasangan instalasi listrik harus dilaksanakan demikian rupa sehingga penjarangan kebakaran melalui penyekat ruang, lantai, ruang kosong atau rongga, lorong tegak, saluran ventilasi dan pengatur udara dapat dicegah dan atau dibatasi sampai sekecil mungkin.

9.4.1.3. Jika penyekat kebakaran tertembus oleh kabel, maka lubang sekitar kabel tersebut harus ditutup dengan bahan yang memenuhi syarat tahan api.

9.4.2 Perlengkapan listrik yang diperbaiki atau diganti

9.4.2.1 Jika nilai nominal atau karakteristik perlengkapan listrik berubah setelah diperbaiki, maka pada perlengkapan tersebut harus diberi pelat tanda pengenal baru, serta nama dari yang memperbaiki.

Jika pelat tanda pengenal asli terlepas, maka harus dipasang pelat tanda pengenal baru yang menyatakan nama pembuat asli, beserta segala keterangan yang tercantum pada pelat tanda pengenal asli.

9.4.2.2 Jika perlengkapan listrik yang mempunyai kemampuan yang tepat tidak dapat diperoleh, maka harus digunakan perlengkapan listrik yang mempunyai kemampuan yang lebih besar.

Ketentuan ini tidak berlaku untuk proteksi, seperti pemutus daya dan pengaman lebur sebagaimana diatur dalam 4.2.8 dan 4.2.9.

CATATAN Semua perubahan dan penggantian harus dicatat dalam laporan.

9.4.3 Pemeriksaan dan pengujian instalasi listrik

9.4.3.1 Instalasi listrik yang selesai dipasang, atau yang mengalami perubahan, harus diperiksa dan diuji dahulu sebelum dialiri listrik sesuai dengan ketentuan dalam 9.4.3.2. Penyimpangan dari ketentuan ini dapat dilakukan pada instalasi sementara dan instalasi kedutaan asing, dengan izin khusus dari instansi yang berwenang.

9.4.3.2 Pemeriksaan dan pengujian instalasi listrik dilakukan antara lain mengenai hal berikut:

- a) Berbagai macam tanda pengenal dan papan peringatan.
- b) Perlengkapan listrik yang dipasang.
- c) Cara memasang perlengkapan listrik.
- d) Polaritas, sesuai dengan 2.5.2.
- e) Pembumian sesuai dengan 3.18.
- f) Resistans isolasi, sesuai dengan 3.20.
- g) Kesenambungan sirkit.
- h) Fungsi proteksi sistem instalasi listrik.

Pemeriksaan dan pengujian tersebut diatas kemudian dilanjutkan dengan uji coba.

9.4.3.3 Semua perlengkapan yang dipasang pada instalasi listrik harus memenuhi standar yang berlaku.

9.4.4 Pemasangan gambar instalasi

Untuk memudahkan pelayanannya, instalasi listrik harus disertai dengan gambar instalasi dan bila perlu disertai pula dengan keterangan tentang cara melayani perlengkapan listrik.

9.4.5 Pemasangan papan dan tanda peringatan

9.4.5.1 Dalam ruang di mana sentuhan terhadap penghantar atau perlengkapan listrik dapat mengakibatkan timbulnya bahaya, harus dipasang papan atau tanda peringatan pada tempat yang mudah dapat dilihat.

9.4.5.2 Pada pintu masuk ke ruang kerja listrik dan ruang kerja listrik terkunci, dan juga ke setiap ruang yang didalamnya orang yang tidak berkepentingan tidak diperkenankan

masuk, bertalian dengan adanya perlengkapan listrik yang berbahaya, harus dipasang papan atau tanda peringatan untuk melarang masuk mereka yang tidak berwenang.

9.4.5.3 Papan dan tanda peringatan bahaya listrik untuk tegangan menengah harus dilengkapi dengan tanda kilat berwarna merah.

9.4.5.4 Ukuran papan dan tanda peringatan sekurang-kurangnya 10 cm x 15 cm.

9.4.5.5 Kalimat peringatan harus ditulis dalam Bahasa Indonesia yang jelas dan atau ditambahkan dengan bahasa daerah yang dikenal masyarakat setempat.

9.4.6 Pemasangan instrumen ukur dan gawai kendali

9.4.6.1 Dalam instalasi listrik untuk pembangkitan atau perubahan daya listrik harus ada instrumen ukur dan gawai kendali yang baik dan tepat.

9.4.6.2 Instrumen ukur dan gawai kendali harus dipasang secara baik dan tepat serta terlihat jelas.

9.4.6.3 Instrumen ukur dan gawai kendali pada PHB, yang selama dalam keadaan bekerja harus secara periodik dibaca atau diperiksa, harus dipasang sedemikian rupa sehingga dapat jelas terlihat dan mudah terbaca serta mudah dicapai.

9.4.6.4 Penghantar masuk untuk kumparan tegangan dari instrumen ukur dan gawai kendali harus diberi proteksi.

9.5 Pemasangan instalasi listrik

9.5.1 Persyaratan umum

Pekerjaan pemasangan instalasi listrik di dalam atau di luar bangunan harus memenuhi ketentuan peraturan ini, sehingga instalasi tersebut aman untuk digunakan sesuai dengan maksud dan tujuan penggunaannya, mudah dilayani dan mudah dipelihara.

9.5.2 Perancang, pemasang dan pemeriksa atau penguji instalasi listrik

9.5.2.1 Perancang, pemasang dan pemeriksa atau penguji instalasi listrik harus mentaati ketentuan dalam PUIL 2000 dan peraturan lain sebagaimana dimaksud dalam 1.3.

9.5.2.2 Perancang, pemasang dan pemeriksa atau penguji instalasi listrik harus menggunakan tenaga kerja yang terlatih sebagaimana tersebut dalam 9.5.3.

9.5.2.3 Perancang, pemasang dan pemeriksa instalasi listrik wajib memenuhi ketentuan keselamatan dan kesehatan bagi tenaga kerjanya sesuai dengan peraturan perundang-undangan keselamatan dan kesehatan kerja yang berlaku.

9.5.3 Tenaga kerja

9.5.3.1 Orang yang diserahi tanggung jawab atas semua pekerjaan, perancangan, pemasangan, pemeriksaan atau pengujian instalasi listrik harus ahli dibidang kelistrikan sesuai ketentuan yang berlaku, memahami peraturan kelistrikan memahami ketentuan keselamatan dan kesehatan kerja, menguasai pekerjaan memasang instalasi listrik, dan memiliki izin bekerja dari instansi yang berwenang.

9.5.3.2 Orang yang mengawasi pemasangan instalasi listrik harus ahli di bidang kelistrikan, memahami peraturan kelistrikan, memahami peraturan keselamatan dan kesehatan kerja serta menguasai pemasangan instalasi agar jangan terjadi kesalahan yang mengakibatkan kecelakaan atau kebakaran.

9.5.3.3 Orang yang mengerjakan pemasangan instalasi listrik harus sehat jasmani dan rohani serta memiliki pengetahuan dan ketrampilan dalam pekerjaan tersebut.

9.5.4 Tempat kerja pemasangan instalasi listrik

9.5.4.1 Tempat kerja pemasangan instalasi listrik harus memenuhi syarat keselamatan dan kesehatan kerja sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

9.5.4.2 Di tempat kerja pemasangan instalasi listrik harus tersedia perkakas kerja, perlengkapan keselamatan, perlengkapan pemadam api ringan, perlengkapan Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K), rambu-rambu kerja dan perlengkapan lain-lain yang diperlukan.

9.5.4.3 Di tempat kerja pemasangan instalasi listrik apabila menggunakan perlengkapan yang dapat menimbulkan kecelakaan atau kebakaran wajib dilakukan pengamanan optimal.

9.5.4.4 Di tempat kerja pemasangan instalasi listrik harus selalu ada pengawas sebagaimana dimaksud dalam 9.5.3.2.

9.5.5 Pemasangan rambu bahaya dan papan pemberitahuan

9.5.5.1 Tempat kerja pemasangan instalasi, yang dapat mengganggu ketertiban umum, harus diberi rambu bahaya dan papan pemberitahuan yang menyebutkan dengan jelas pekerjaan yang sedang berlangsung di situ serta bahaya yang mungkin ditimbulkannya, dan harus dilingkupi pagar dan diterangi lampu pada tempat yang pencahayaannya kurang.

9.5.5.2 Dalam berbagai ruang kerja listrik yang berbahaya seperti bengkel, pabrik dan sebagainya harus dipasang gambar instalasi listrik, papan peringatan dan tanda larangan, poster keselamatan kerja, perlengkapan pertolongan pertama pada kecelakaan (P3K), perlengkapan pemadam kebakaran dan sebagainya.

9.5.6 Pemeriksaan dan pengujian instalasi listrik

9.5.6.1 Jika pekerjaan pemasangan instalasi listrik telah selesai, pelaksana pekerjaan pemasangan instalasi tersebut harus secara tertulis memberitahukan kepada instansi yang berwenang bahwa pekerjaan telah dilaksanakan dengan baik, memenuhi syarat proteksi sebagaimana diatur dalam PUIL 2000 serta siap untuk diperiksa dan diuji.

9.5.6.2 Hasil pemeriksaan dan pengujian instalasi menurut 9.4.3, harus dinyatakan secara tertulis oleh pemeriksa dan penguji yang ditugaskan.

9.5.6.3 Instalasi listrik harus diperiksa dan diuji secara periodik sesuai ketentuan/standar yang berlaku.

9.5.6.4 Meskipun instalasi listrik dinilai baik oleh instansi yang berwenang, pelaksana instalasi listrik tetap terikat oleh ketentuan tersebut dalam 9.5.8 atas instalasi yang dipasangnya.

9.5.7 Uji coba instalasi listrik

9.5.7.1 Instalasi yang telah diperiksa dan diuji dengan hasil baik sesuai 9.4.3.2, jika dipandang perlu harus diuji coba dengan tegangan dan arus kerja menurut batas yang ditentukan dan dalam waktu yang disyaratkan.

9.5.7.2 Pada waktu uji coba, semua piranti yang terpasang dan akan digunakan harus dijalankan, baik secara sendiri-sendiri maupun serempak sesuai dengan rancangan dan tujuan penggunaannya.

9.5.7.3 Hasil pemeriksaan dan pengujian, termasuk hasil uji coba, harus dilaporkan dalam bentuk Berita Acara .

9.5.7.4 Jika uji coba menunjukkan ada kesalahan dalam instalasi, uji coba itu harus dihentikan dan hanya dapat diulang setelah instalasi diperbaiki.

9.5.8 Wewenang dan tanggung jawab

9.5.8.1 Perancang suatu instalasi listrik sebagaimana dimaksud dalam 9.5.2.1, bertanggung jawab atas rancangan instalasi listrik yang dibuatnya.

9.5.8.2 Pelaksana instalasi listrik sebagaimana dimaksud dalam 9.5.2.1, bertanggung jawab atas pemasangan instalasi listrik sesuai dengan rancangan instalasi listrik yang telah disetujui oleh instansi yang berwenang.

9.5.8.3 Jika terjadi kecelakaan yang diakibatkan oleh karena instalasi tersebut diubah dan atau ditambah oleh pengguna instalasi atau pemasang instalasi lain, maka pelaksana pemasangan instalasi listrik yang terdahulu dibebaskan dari tanggung jawab.

9.5.8.4 Setiap pengguna instalasi listrik bertanggung jawab atas penggunaan yang aman, sesuai dengan maksud dan tujuan penggunaan instalasi tersebut.

9.5.8.5 Instansi yang berwenang, berhak memerintahkan penghentian seketika penggunaan instalasi listrik yang dapat membahayakan keselamatan umum atau keselamatan kerja. Perintah penghentian tersebut harus diberikan secara tertulis, disertai alasannya.

9.6 Pengaturan instalasi bangunan bertingkat

9.6.1 PHB Utama untuk pengaturan seluruh instalasi gedung bertingkat sebaiknya dipasang pada lantai jalan masuk gedung tersebut.

9.6.2 Pada setiap lantai gedung bertingkat harus dipasang sakelar masuk untuk pengaturan seluruh instalasi pada lantai yang bersangkutan.

9.6.3 Pada setiap unit rumah tinggal dari setiap lantai harus dipasang sakelar masuk untuk pengaturan instalasi unit rumah tinggal tersebut.

9.7 Pemasangan kabel tanah

9.7.1 Sebelum dipasang, kabel tanah harus diperiksa dahulu mengenai hal berikut:

- a) Kesesuaian dengan tujuan penggunaannya (lihat Tabel 7.1-5a dan 7.1-6).
- b) Bukti pengesahan yang harus tertera padanya.

- c) Kerusakannya sejauh yang dapat dilihat.
- d) Resistans isolasinya.

9.7.2 Setelah kabel terpasang dalam parit galian yang dalamnya diatur dalam 7.13, hal-hal berikut harus dilakukan:

- a) Tanah dan pasir bakal penimbun kabel harus dibebaskan dari benda tajam dan benda lain-lain yang dapat merusak isolasi kabel atau penghantar itu sendiri.
- b) Pada jarak tertentu sepanjang kabel harus ditempatkan rambu kabel yang jelas, kokoh dan awet.
- c) Selain ditimbuni tanah, kabel harus dilindungi dengan pelindung kabel seperti batu pelindung, pipa beton dan pipa besi dan tanda kabel.

9.7.3 Untuk keselamatan manusia dan keandalan kabel tanah yang sudah ditanam, sebelum kabel itu diberi tegangan kerja, resistans isolasinya harus diukur dan kabelnya diuji pada tegangan ujinya.

9.8 Pemasangan penghantar udara tegangan rendah (TR) dan tegangan menengah (TM)

9.8.1 Pada sambungan listrik berderet untuk beberapa bangunan terpisah dengan sambungan dari suatu tiang jaringan tegangan rendah ke tiang atap bangunan pertama, kemudian ke tiang atap bangunan kedua, dan seterusnya harus diperhatikan daya tahan tiang atap bangunan terhadap tarikan kawat dan kemungkinan pembongkaran salah satu bangunan antara.

9.8.2 Untuk menjaga keselamatan umum jika pembongkaran salah satu bangunan antara dibongkar seperti tersebut dalam 9.8.1, jarak dari tiang jaringan tegangan rendah ke tiang atap atau dari tiang atap ke tiang atap berikutnya tidak boleh lebih dari 30 m, dengan memperhatikan jarak minimum dalam 7.14.

9.8.3 Bangunan berderet yang rapat, seperti antara lain rumah petak, dikecualikan dari ketentuan dalam 9.8.2 di atas.

9.9 Keselamatan dalam pekerjaan

9.9.1 Memasuki ruang kerja listrik

9.9.1.1 Seseorang yang memasuki ruang kerja listrik harus:

- a) Mendapat izin dari petugas yang berwenang dan jika perlu harus diawasi oleh petugas yang ditunjuk.
- b) Ditemani paling sedikit oleh seorang untuk saling mengingatkan kemungkinan bahaya dan saling membantu menghindarkan tindakan yang keliru yang dapat menimbulkan kecelakaan.
- c) Dalam keadaan jasmani dan rohani sehat, menggunakan pakaian kering, waspada terhadap bahaya yang mungkin timbul, dan mengetahui dengan pasti apa yang akan dilakukannya dalam ruang tersebut.

- d) Membawa atau memakai perlengkapan pengaman yang diperlukan; seperti sepatu pengaman, bangku isolasi, dan tongkat pengaman.
- e) Memperhatikan rambu peringatan dan menjaga agar badan dan anggota badan berada dalam jarak yang aman dari perlengkapan listrik yang bertegangan. Jika tidak sedang melakukan pekerjaan, sedapat mungkin kedua tangan dimasukkan ke dalam saku.

9.9.1.2 Ruang kerja listrik yang dimasuki harus mendapat penerangan yang cukup.

9.9.2 Bekerja pada keadaan tidak bertegangan

9.9.2.1 Perlengkapan listrik yang akan dikerjakan pada keadaan tidak bertegangan harus dibebaskan dari tegangan dengan cara sebagaimana diatur dalam 9.10.5.1, dan di tempat sarana pemutusan sirkit harus dipasang rambu peringatan yang menyatakan seseorang sedang bekerja pada sirkit yang diputuskan itu.

9.9.2.2 Sebelum mulai dilaksanakan sesuatu pekerjaan, seseorang yang berwenang harus melakukan pemeriksaan tegangan dengan teleskop atau lampu uji untuk memastikan bahwa perlengkapan yang akan dikerjakan telah bebas dari tegangan.

9.9.2.3 Perlengkapan yang akan dikerjakan harus dibumikan secara baik. Suatu pembumian yang baik diperoleh dengan penghantar pembumi dari tembaga yang mempunyai penampang sekurang-kurangnya 16 mm^2 atau dengan penghantar pembumian dari bahan lain yang setaraf dengan itu.

Penghantar pembumi terus dibumikan dahulu dan setelah itu baru dihubungkan dengan perlengkapan yang akan dibumikan.

Penghantar pembumi harus dipasang kelihatan dari tempat orang yang sedang bekerja dan jika tidak mungkin, penghantar pembumi itu harus dipasang pada jarak yang dekat, sehingga orang yang bekerja itu dapat dengan mudah memeriksa keadaan penghantar pembumi tersebut.

9.9.2.4 Orang yang ditugasi memimpin pekerjaan pembebasan tegangan, harus mempunyai surat penugasan dari atasannya yang berwenang. Ia bertanggung jawab penuh bahwa bagian sirkit yang diputuskan itu benar-benar telah dibebaskan dari tegangan sesuai dengan peraturan keselamatan kerja yang berlaku.

9.9.2.5 Pekerjaan baru boleh dilaksanakan jika syarat pada 9.9.2.2, 9.9.2.3, dan 9.9.2.4 telah dipenuhi.

9.9.2.6 Sebelum melaksanakan pekerjaan, setiap sakelar/pemisah sirkit yang memungkinkan penyaluran tegangan harus terkunci/digembok dan anak kuncinya harus disimpan oleh petugas yang diberi wewenang untuk memimpin pekerjaan tersebut.

Penguncian semacam itu harus dilaksanakan menurut prosedur tertentu, untuk mencegah kemungkinan orang lain dapat membuka kunci sakelar/pemisah sirkit tersebut.

9.9.2.7 Jika transformator yang dihubungkan paralel hendak dibebaskan dari tegangan, sakelar pada kedua sisi tegangan harus dibuka. Selain itu, untuk membebaskan tegangan dari transformator yang mempunyai transformator tegangan, pengaman lebur di sisi tegangan rendah dari transformator tegangan juga harus dilepaskan, untuk menghindarkan kemungkinan transformator menjadi bertegangan kembali melalui tusuk kontak gawai

sinkronisasi atau voltmeter. Titik netral transformator juga harus dibuka, kecuali jika ia dihubungkan dengan penghantar pembumi tersendiri dengan baik.

9.9.2.8 Bekerja pada travers jalur udara harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- a) Tenaga kerja harus mendapat surat izin terlebih dahulu dari petugas yang berwenang.
- b) Bekerja harus selalu di bawah pengawasan seorang ahli yang berada di tempat pekerjaan.
- c) Sabuk pengaman harus dipakai dengan benar dan pakaian kerja yang memenuhi syarat keselamatan kerja harus selalu dipakai.

9.9.2.9 Pada sirkit ganda, jika pekerjaan dilakukan pada salah satu sirkit sedangkan sirkit yang lain masih bertegangan, masing-masing kawat penghantar pada sirkit yang dilakukan pekerjaan, harus dihubungkan dengan penghantar pembumi pada kedua ujung sirkit dan juga pada suatu tempat yang berdekatan dengan tempat akan dilakukan pekerjaan, dengan maksud untuk menghindarkan terjadinya kejutan karena induksi dari sirkit listrik yang bertegangan.

9.9.2.10 Bagian perlengkapan yang telah dibebaskan dari tegangan dan akan dibuang muatan listriknya harus diperiksa secara visual dan dengan menggunakan lampu indikator tegangan untuk memastikan bahwa bagian tersebut benar-benar telah terputus dari sumbernya. Membuang muatan listrik dapat dilakukan sebagai berikut:

- a) Jika pada perlengkapan listrik tersebut terpasang gawai pembumian permanen, muatan listrik dapat dibuang menurut prosedur yang telah ditentukan.
- b) Jika pada perlengkapan listrik tersebut tidak terpasang gawai pembumi, muatan listrik dapat dibuang dengan cara sebagai berikut:
 - 1) Sepotong kawat tembaga, sebaiknya fleksibel dan telanjang dengan penampang sekurang-kurangnya 16 mm^2 , terlebih dulu dibumikan dengan baik. Pada ujung lainnya diikatkan tongkat yang berisolasi sesuai dengan tegangan kerja perlengkapan. Petugas ahli yang berwenang harus berdiri cukup jauh dari perlengkapan, lalu menyentuh kawat pada ujung tongkat kepada semua penghantar perlengkapan sekaligus atau satu persatu.
 - 2) Jika cara a) tidak praktis untuk dilakukan, setelah kawat tembaga tadi dibumikan dengan baik, ujungnya dilemparkan ke penghantar perlengkapan dengan cermat sehingga jatuh tepat pada sasarannya.

9.9.2.11 Sebelum suatu kabel tanah dipotong, orang yang diperintahkan memotong kabel tanah itu harus sudah yakin bahwa kabel tanah tersebut telah bebas dari tegangan dan kedua ujungnya telah dibumikan, dan ia juga harus telah melihat bahwa suatu paku besi yang diikat dengan penghantar pembumi telah dipakukan dalam inti kabel tanah ditempat dimana kabel tanah tersebut harus dipotong.

9.9.2.12 Jika melepas penghantar pembumi yang tidak permanen, maka yang dibuka terlebih dahulu adalah ikatan pada perlengkapan listrik yang biasa bertegangan, dan kemudian baru ikatan pada pembumi.

9.9.3 Bekerja pada keadaan bertegangan

9.9.3.1 Bekerja pada keadaan bertegangan dapat dilakukan jika syarat berikut dipenuhi:

- a) Tenaga kerja harus sedikit-dikitnya dua orang, harus ahli, terampil bekerja pada keadaan bertegangan, dan memiliki surat izin kerja dari petugas yang berwenang. Sekurang-kurangnya seorang diantaranya harus bertindak sebagai pengawas ditempat kerja.
- b) Tenaga kerja harus dalam keadaan sehat rohani dan jasmani serta sadar, tidak mengantuk, dan tidak dalam keadaan mabuk.
- c) Tenaga kerja harus berdiri ditempat yang berisolasi dan atau menggunakan perkakas yang berisolasi dan andal, atau perlengkapan lain yang memenuhi syarat, sesuai dengan tegangan kerja perlengkapan yang akan dikerjakan.
- d) Tenaga kerja harus menggunakan pengaman badan yang sesuai seperti sarung tangan pengaman, topi pengaman, sepatu pengaman dan sabuk pengaman.
- e) Semua perlengkapan harus diperiksa setiap kali akan dipakai sesuai dengan petunjuk yang berlaku.
- f) Keadaan cuaca harus baik, tidak mendung dan tidak hujan bila bekerja di luar ruangan.

9.9.3.2 Dilarang bekerja dalam keadaan bertegangan di:

- a) Ruang dengan bahaya kebakaran atau bahaya ledakan.
- b) Ruang lembab dan ruang sangat panas.

9.9.3.3 Pekerja dilarang menyentuh perlengkapan listrik yang bertegangan dengan tangan telanjang meskipun ia telah membuat dirinya terisolasi dari bumi.

9.9.3.4 Untuk pelaksanaan pekerjaan pencabangan kabel tanah dalam keadaan bertegangan harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- a) Tenaga kerja wajib memakai gawai pengaman berupa kaca mata pengaman, sarung tangan pengaman.
- b) Memotong selubung logam harus dengan perkakas khusus yaitu yang tidak merusak kabel tanah.
- c) Jarak rambat antara ujung selubung logam setelah dipotong dan penghantar yang isolasinya akan dikupas harus cukup sehingga tidak mungkin terjadi loncatan listrik dari penghantar ke selubung logam.
- d) Setiap inti kabel tanah harus dilapisi isolasi tambahan yang cukup dan bila perlu inti yang satu direnggangkan dari inti yang lain dengan gawai tertentu.

9.9.4 Bekerja di dekat instalasi yang bertegangan

9.9.4.1 Jarak minimum aman dari perlengkapan yang bertegangan ialah batas jarak terdekat orang dapat bekerja dengan aman dari bahaya yang dapat ditimbulkan oleh perlengkapan tersebut. Untuk berbagai-bagai tegangan jarak minimum aman kerja itu adalah sebagai berikut:

Tabel 9.9-1 Jarak aman minimum

Tegangan U (antara fase dan bumi) kV	Jarak aman minimum cm
1	50
12	60
20	75
36	100

9.9.4.2 Tenaga kerja yang bekerja di dekat tegangan yang lebih tinggi dari pada tegangan perlengkapan yang sedang dikerjakannya harus tahu pasti bahwa perlengkapan tersebut bebas dari kebocoran isolasi atau dari imbas yang membahayakan, dan perlengkapan itu harus dibumikan.

9.9.4.3 Di dekat perlengkapan listrik yang bertegangan dilarang menggunakan pengukur panjang atau tali dari logam, atau tali dengan anyaman benang logam.

9.9.4.4 Di dekat bagian bertegangan yang terbuka, dilarang menggunakan tangga kayu atau tangga bambu yang diperkuat dengan batang logam yang memanjang searah dengan arus listrik.

9.9.4.5 Jika jarak aman kerja yang tersebut dalam 9.9.4.1 tidak dapat dipenuhi, tenaga kerja harus menggunakan pengaman dari bahan isolasi yang secara listrik dapat menyekat bagian yang bertegangan.

9.10 Pelayanan

9.10.1 Pelayanan

9.10.1.1 Yang dimaksud dengan pelayanan instalasi listrik ialah segala kegiatan yang mencakup antara lain menyalurkan, memindahkan, mengatur, membagi dan memutus listrik.

9.10.1.2 Pelayanan harus dilakukan sedemikian rupa sehingga aman bagi yang melayani, aman bagi instalasi, instalasi listrik dapat berfungsi dengan baik dan mutu serta keandalan listrik yang disalurkan terjamin.

9.10.1.3 Pasal ini berlaku bagi pelayanan instalasi listrik arus kuat sebagaimana diatur dalam 1.2.

9.10.2 Petugas pelayanan

9.10.2.1 Pelayanan instalasi listrik harus dilakukan oleh tenaga kerja yang khusus terlatih untuk tugas itu atau, jika hal itu tidak mungkin, oleh seseorang di bawah pengawasan dan petunjuk petugas yang ahli. Ketentuan ini tidak berlaku bagi pelayanan sakelar dan tusuk kontak, dan bagi penggantian lampu atau proteksi lebur pada instalasi rumah.

9.10.2.2 Penanggung jawab ahli ialah seorang ahli yang ditunjuk oleh pengurus setempat untuk bertanggung jawab atas tugas melayani dan memelihara instalasi listrik.

9.10.2.3 Perlengkapan listrik yang bertegangan menengah atau tinggi harus dilayani dengan menggunakan perkakas yang baik, kecuali jika perlengkapan listrik itu dirancang atau dilengkapi dengan gawai pelayanan khusus sehingga dapat dilayani dengan aman tanpa perkakas.

9.10.3 Ruang bebas

Setiap bagian dimana harus diadakan pemeriksaan dan pelayanan, harus diatur demikian rupa sehingga orang yang berwenang dapat leluasa menjalankan tugasnya. Setiap gang yang mengelilingi mesin dan perlengkapan, seperti generator, transformator dan papan penghubung harus bebas dari penghalang dan harus diatur demikian rupa sehingga orang yang berwenang dapat dengan mudah mencapai semua bagian yang perlu diperiksa dan diawasi.

9.10.4 Pengusahaan instalasi besar (di atas 200 kVA)

Pengusahaan instalasi listrik yang dibangkitkan sendiri dengan daya di atas 200 kVA, harus diselenggarakan dengan suatu organisasi yang baik dan tepat untuk melayani instalasi tersebut, dan mempunyai seorang ahli yang terlatih sebagai penanggung jawab.

9.10.5 Cara membebaskan tegangan

9.10.5.1 Agar dapat bekerja dengan aman dibagian instalasi listrik yang memerlukan kondisi tidak bertegangan, tindakan berikut harus dilakukan secara berturut-turut:

- a) Semua sakelar dan kemudian pemisah yang memungkinkan tenaga listrik mengalir ke bagian yang akan dibuat tidak bertegangan harus dibuka dan dikunci.
- b) Patron lebur dari pengaman lebur yang bersangkutan yang memungkinkan adanya tegangan harus dikeluarkan.
- c) Semua penghantar yang berhubungan ke meter yang memungkinkan adanya tegangan harus diputus dan dipisahkan.
- d) Melakukan pembuangan muatan seperti tersebut dalam 9.9.2.10.

9.10.5.2 Dalam keadaan darurat, untuk menyelamatkan jiwa, harta benda, atau instalasi listrik, seseorang yang mengetahui tentang listrik tanpa memberitahukan kepada petugas, dibenarkan mengambil tindakan cepat untuk menghentikan penyaluran tenaga listrik dengan membuka sakelar atau dengan cara lain yang sama.

9.10.6 Mengamankan keadaan tidak bertegangan

Mengamankan keadaan tidak bertegangan harus dilakukan sebagai berikut:

- a) Diperiksa dan dipastikan menurut ketentuan 9.9.2.2.
- b) Dibumikan menurut ketentuan 9.9.2.3.
- c) Penghantar instalasi yang dibebaskan dari tegangan harus dibumikan secara efektif di tempat pemutusan. Jumlah gawai pembumian dihitung dan dicatat.
- d) Pada pemutus dan pemisah yang mungkin memberikan tegangan kepada bagian instalasi yang akan dibuat tidak bertegangan harus dipasang rambu peringatan yang jelas dan mudah terlihat.

- e) Jika bagian instalasi yang harus dibuat tidak bertegangan mempunyai kemungkinan mendapatkan aliran listrik dari sumber lain, pemutus dan pemisah dari sumber lain itu harus dibuka juga, dan padanya harus dipasang rambu peringatan yang jelas dan mudah terlihat.

9.10.7 Cara memulihkan tegangan

Sebelum memulihkan tegangan kepada instalasi yang dibebaskan dari tegangan, tindakan berikut harus dilakukan secara berturut-turut:

- a) Semua gawai pbumi harus ditiadakan dan dihitung jumlahnya sesuai catatan.
- b) Hubungan pbumian dari bagian yang dalam keadaan kerja bertegangan, harus diputus, mula-mula pada bagian tersebut, baru kemudian pada pbumian.
- c) Ahli yang bertanggung jawab atas pekerjaan atau pengawas, harus yakin bahwa semua pekerjaan instalasi telah dilaksanakan dengan baik dan aman untuk diberi tegangan listrik kembali.
- d) Penanggung jawab yang ahli harus tahu pasti bahwa semua tenaga kerja yang bersangkutan telah meninggalkan tempat kerja mereka. Pada waktunya ia secara pribadi harus memberi tahu mereka masing-masing bahwa tegangan listrik akan dipulihkan.
- e) Semua patron pengaman lebur yang dikeluarkan harus dipasang kembali, dan pemisah harus dimasukkan.
- f) Saluran masuk dihubungkan kembali dan rambu peringatan dicabut.

9.11 Hal yang tidak dibenarkan dalam pelayanan

9.11.1 Orang yang tidak berwenang dilarang melayani atau mendekati bagian instalasi yang dapat menimbulkan bahaya.

Larangan ini harus dinyatakan secara tertulis, jelas dan mudah terlihat.

9.11.2 Dilarang melayani instalasi listrik tanpa perintah dari penanggung jawab, kecuali dalam keadaan darurat sebagaimana tersebut pada 9.10.5.2.

9.11.3 Dilarang melayani instalasi listrik :

- a) Seorang diri.
- b) Dalam keadaan gelap.
- c) Dalam keadaan badan atau pakaian basah, termasuk tutup kepala, topi dan sepatu.
- d) Dalam keadaan jasmani dan rohani tidak sehat.

9.11.4 Pada instalasi rumah, seseorang yang mengerti listrik dapat melayani instalasi listrik seorang diri.

9.12 Pemeliharaan

9.12.1 Ketentuan

9.12.1.1 Ruang lingkup

Pemeliharaan instalasi listrik meliputi program pemeriksaan, perawatan, perbaikan, dan uji ulang berdasarkan petunjuk pemeliharaan yang sudah ditentukan, agar keadaan instalasi selalu baik dan bersih, penggunaannya aman, dan gangguan serta kerusakan mudah diketahui, dicegah, atau diperkecil. Tujuannya agar instalasi listrik berfungsi dengan baik.

9.12.1.2 Ketentuan pemeliharaan

9.12.1.2.1 Seluruh instalasi listrik termasuk pengaman, pelindung, dan lengkapannya seperti papan pengenal dan rambu peringatan, serta bangunan instalasinya, harus terpelihara dengan baik.

9.12.1.2.2 Karena instalasi mengalami keausan, penuaan atau kerusakan yang akan mengganggu instalasi maka secara berkala instalasi harus diperiksa dan diperbaiki, dan bagian yang aus, rusak atau mengalami penuaan diganti.

9.12.1.2.3 Isolasi sakelar minyak, transformator dan sebagainya pada waktunya harus dibebaskan dari air, dibersihkan dari debu dan arang, serta dibebaskan dari zat asam, antara lain dengan cara penyaringan.

9.12.1.2.4 Perlengkapan tertentu seperti relai yang bagiannya lebih cepat terganggu kerjanya karena mengalami keausan, penuaan atau kerusakan, harus secara berkala diperiksa dan diuji baik segi mekanis maupun listriknya.

9.12.1.2.5 Dalam melaksanakan pemeliharaan tidak boleh menggunakan perkakas kerja dari bahan yang magnetik dekat pada medan magnet perlengkapan listrik.

9.12.1.2.6 Pelindung dan pengaman, yang selama melaksanakan pemeliharaan dibuka atau dipindahkan, harus segera dipasang kembali setelah pekerjaan selesai.

9.12.1.3 Pemeriksaan berkala

9.12.1.3.1 Semua bagian instalasi listrik harus diperiksa dan dibersihkan secara berkala dan teratur berdasarkan petunjuk, metode dan program yang telah ditentukan.

9.12.1.3.2 Hasil pemeriksaan berkala suatu instalasi harus dibuat dalam laporan tertulis dan dicatat secara teratur.

9.12.2 Gejala kerusakan

Gejala kerusakan isolasi dan gejala ketidakwajaran, yang dapat mengakibatkan bahaya atau kerusakan, harus segera dicari penyebabnya dan diperbaiki atau diganti.

Penjelasan:

- a) Penurunan nilai resistans isolasi instalasi listrik yang cepat dapat mengakibatkan bahaya kerusakan dikemudian hari meskipun nilai resistans isolasi tersebut pada waktu pengamatan masih memenuhi ketentuan dalam 3.20.
- b) Isolator yang retak, terutama untuk tegangan menengah dan atau tegangan tinggi, yang dapat mengakibatkan gangguan pada perusahaan atau dapat menimbulkan

kecelakaan, harus segera diganti. Biasanya retaknya isolator sukar diketahui, oleh karena itu perlu diadakan pemeriksaan rutin terhadap keadaan tersebut.

- c) Perkakas dan perlengkapan kerja seperti tongkat hubung, sarung tangan pengaman, tester dan lain-lain harus diperiksa secara teratur dan saat akan digunakan harus diperiksa terlebih dahulu apakah masih dapat digunakan sesuai dengan fungsinya. Keamanan dan keselamatan para petugas bergantung pada keandalan perkakas dan perlengkapan kerja tersebut.

9.12.3 Penerangan di tempat perlengkapan listrik

Agar dapat melayani dan memelihara perlengkapan listrik dengan baik, di tempat perlengkapan tersebut harus tersedia penerangan yang cukup.

9.12.4 Peningkat

Untuk memudahkan pemeliharaan selanjutnya, maka setiap instalasi dan perlengkapannya yang telah selesai dipelihara. harus diberi tanda peringatan mengenai tanggal pemeliharaan terakhir.

9.12.5 Rambu peringatan

Pada waktu melaksanakan pemeliharaan, petugas harus memperhatikan rambu peringatan bahaya di tempat ia bekerja, untuk meyakinkan agar jangan terjadi kecelakaan pada dirinya atau orang lain.

9.13 Pemeliharaan ruang dan instalasi khusus

9.13.1 Ruang dengan bahaya ledakan

Dalam ruang dengan bahaya ledakan seperti yang dimaksud dalam 8.5:

- a) Tidak diizinkan mengadakan perbaikan dan perluasan instalasi pada keadaan bertegangan kecuali untuk keadaan tertentu diatur lain.
- b) Keadaan aman dari perlengkapan listrik harus tetap terpelihara dengan baik.

9.13.2 Bahan mudah terbakar

Dilarang menyimpan atau menempatkan bahan yang mudah terbakar di daerah yang dapat membahayakan instalasi listrik.

9.13.3 Instalasi darurat

9.13.3.1 Instalasi listrik yang disiapkan untuk melayani keadaan darurat seperti yang dimaksud dalam 8.21, harus diperiksa dan dicoba secara berkala agar keamanan dan keandalannya terjamin.

9.13.3.2 Jika digunakan genset sebagai sumber tenaga listrik, ketentuan dalam 8.21 harus dipenuhi.

9.13.4 Instalasi sementara

Pemeliharaan semua instalasi listrik sementara di lapangan pembangunan, harus diawasi oleh orang yang berwenang dan bertanggung jawab penuh atas keamanan menggunakan, mengubah dan menambah instalasi. Instalasi sementara tersebut harus diperiksa dan diuji secara berkala sesuai dengan 8.18 paling lama tiga bulan sekali sesuai dengan keadaan dan tempat instalasi.

Lampiran A

(Normatif)

Lambang huruf untuk instrumen ukur

Lampiran A.1 Lambang huruf untuk instrumen ukur

No.	Lambang	Keterangan
1	A	ampere
2	V	volt
3	VA	voltampere
4	var	var
5	W	watt
6	Wh	watt-jam
7	VAh	voltampere - jam
8	varh	var - jam
9	Ω	ohm
10	Hz	hertz
11	h	jam
12	min	menit
13	s	detik
14	n	jumlah putaran per menit
15	$\cos \varphi$	faktor daya
16	φ	sudut fase
17	λ	panjang gelombang
18	f	frekuensi
19	t	waktu
20	t°	suhu
21	z	impedans

Lampiran A.2 Awalan pada satuan SI

No.	Lambang	Keterangan
1	T	tera = 10^{12}
2	G	giga = 10^9
3	M	mega = 10^6
4	k	kilo = 10^3
5	m	mili = 10^{-3}
6	μ	mikro = 10^{-6}
7	n	nano = 10^{-9}
8	p	piko = 10^{-12}

Lampiran A.3 Contoh penggunaan awalan pada satuan SI









No.	Lambang	Keterangan
1	$T\Omega$	1 teraohm = 10^{12} ohm
2	GW	1 gigawatt = 10^9 W
3	MW	1 megawatt = 10^6 W
4	kW	1 kilowatt = 10^3 W
5	mV	1 milivolt = 10^{-3} V
6	μ A	1 mikroampere = 10^{-6} A
7	nF	1 nanofarad = 10^{-9} farad
8	pF	1 pikofarad = 10^{-12} farad

LAMPIRAN B

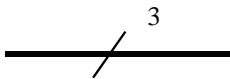
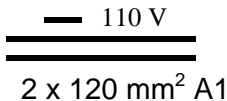
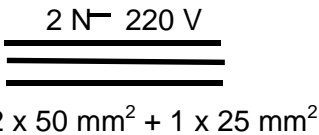
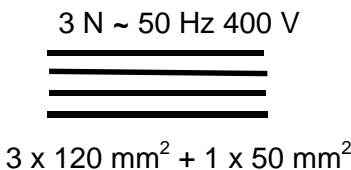

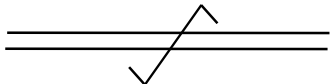
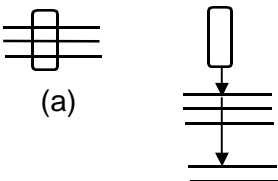
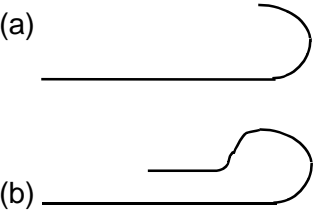
(Normatif)

Lambang gambar untuk diagram


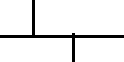


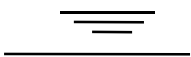
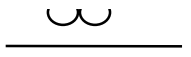
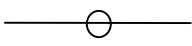
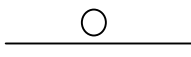
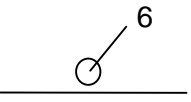
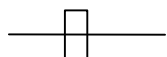
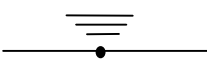
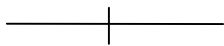
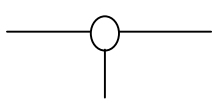
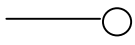
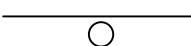
Lampiran B.1 Lambang gambar untuk diagram saluran arus kuat

No.	Lambang	Keterangan
1		Arus searah CATATAN: Tegangan dapat ditunjukkan di sebelah kanan lambang dan jenis sistem di sebelah kiri.
2	2 M  220/110 V	CONTOH : Arus searah, tiga penghantar termasuk kawat tengah, 220V (110 V antara setiap penghantar sisi dan kawat tengah). 2 M dapat diganti dengan 2 + M.
3		Arus bolak balik CATATAN: a) Nilai frekuensi dapat ditambahkan di sebelah kanan lambang. b) Tegangan dapat juga ditunjukkan di sebelah kanan lambang. c) Jumlah fase dan adanya netral dapat ditunjukkan di sebelah kiri lambang.
4	 50 Hz	CONTOH : Arus bolak balik, 50 Hz.
5	3 N  50 Hz 400/230 V	Arus bolak balik, fase tiga, dengan netral, 50 Hz, 400 V (230 V tegangan antara fase dengan netral) 3 N dapat diganti dengan 3 + N.
6	3 N  50 Hz / TN - S	Arus bolak balik, fase tiga, 50 Hz, sistem mempunyai satu titik dibumikan langsung dan netral serta penghantar pengaman terpisah sepanjang jaringan.
7		Penghantar Kelompok penghantar Saluran Kabel Sirkuit
8		CATATAN: a) Jika sebuah garis melambangkan sekelompok penghantar, maka jumlah penghantarnya ditunjukkan dengan menambah garis-garis pendek atau dengan satu garis pendek dan sebuah bilangan. CONTOH: Tiga penghantar (No. 8 dan No. 9)


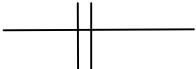
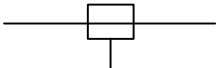
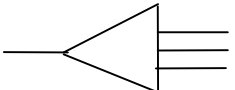
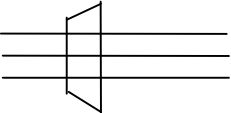
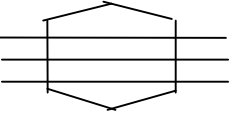
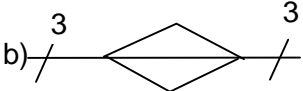
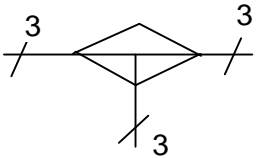
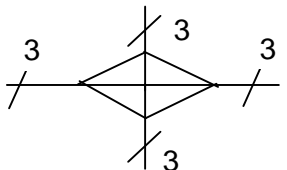
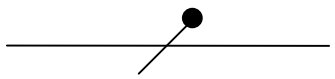
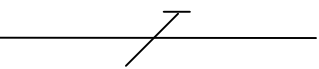
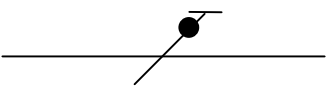
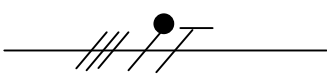
Lampiran B.1 (lanjutan)

No.	Lambang	Keterangan
9		b) Penjelasan tambahan dapat ditunjukkan sebagai berikut : 1) di atas garis: jenis arus, sistem distribusi, frekuensi dan tegangan. 2) di bawah garis: jumlah penghantar sirkit diikuti dengan tanda kali dan luas penampang setiap penghantar.
10		CONTOH : Sirkuit arus searah, 110 V, dua penghantar aluminium berpenampang 120 mm ² .
11		Sirkuit arus searah, 220 V (antara penghantar sisi dan kawat tengah 110V), dua penghantar sisi berpenampang 50 mm ² dan kawat tengah 25 mm ² .
12		Sirkuit fase-tiga, 50 Hz, 400 V, tiga penghantar berpenampang 120 mm ² , dengan netral berpenampang 50 mm ² .
13		Penghantar fleksibel
14		Penghantar pilin diperlihatkan dua penghantar.
15		Penghantar dalam suatu kabel: a) Tiga penghantar dalam suatu kabel. b) Dua dari lima penghantar dalam suatu kabel.
16		a) Ujung penghantar atau kabel tidak dihubungkan. b) Ujung penghantar atau kabel tidak dihubungkan dan diisolasi khusus.

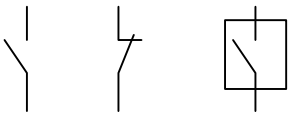


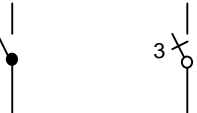



Lampiran B.1 (lanjutan)

No.	Lambang	Keterangan
17	    (a) (b)	a) Percabangan penghantar. b) Dua percabangan penghantar.
18		Saluran bawah tanah.
19		Saluran dalam laut.
20		Saluran udara
21	 	Saluran dalam jalur atau pipa. CATATAN: Jumlah pipa, luas penampang dan keterangan lainnya dapat diperlihatkan di atas saluran yang menggambarkan lintas pipa. CONTOH: Saluran dalam jalur dengan enam jurusan
22		Saluran masuk orang (<i>manhole</i>)
23		Saluran dengan titik sambung/hubung tertanam
24		Saluran dengan penahan gas atau minyak
25		Titik sadap pada saluran sebagai penyulang konsumen.
26		Sadap sistem
27		Sadapan hubungan seri

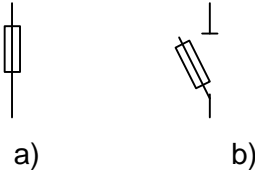
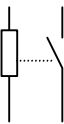


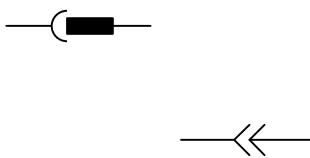
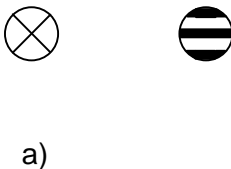
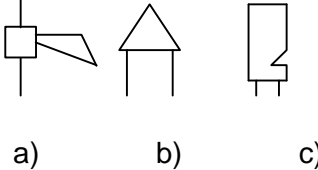
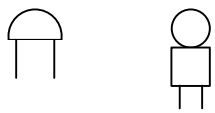
Lampiran B.1 (lanjutan)

No.	Lambang	Keterangan
28		Unit daya saluran, yang diperlihatkan jenis arus bolak balik.
29		Penahan daya pada penyulang distribusi.
30		Titik injeksi penyulang daya
31	a)  b) 	Kotak ujung kabel; mof ujung a) satu kabel berinti tiga b) tiga kabel berinti satu
32	a)  b) 	Kotak sambung lurus, mof sambung lurus; tiga penghantar. a) dinyatakan dengan garis ganda. b) dinyatakan dengan garis tunggal.
33		Kotak sambung cabang tiga
34		Kotak sambung cabang empat
35		Penghantar netral
36		Penghantar pengaman
37	 	Penghantar pengaman dan penghantar netral digabung CONTOH: Saluran fase tiga dengan penghantar pengaman dan penghantar netral


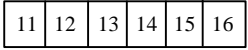






Lampiran B.2 Lambang gambar untuk diagram instalasi pusat dan gardu listrik

No.	Lambang	Keterangan
1	 a) b) c)	a) Sakelar penghubung b) Sakelar pemutus c) Sakelar berselungkup; sakelar bersekat pelindung
2	 a) b)	Sakelar dengan pemutusan : a) Secara termis b) Secara elektromagnetis
3	 a) b)	Sakelar dengan pelayanan a) Relai termal b) Relai elektromagnetik
4	 a) b)	a) Sakelar, lambang umum b) Sakelar kutub tiga
5		a) Sakelar pengubah aliran b) Sakelar pengubah aliran dengan kedudukan netral
6		Pemutus sirkit
7		Pemisah




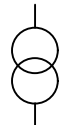
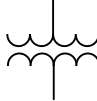


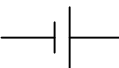




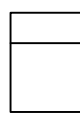


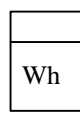
Lampiran B.2 (lanjutan)

8	 <p>a) b)</p>	<p>a) Pengaman lebur</p> <p>b) Sakelar pemisah dengan pengaman lebur</p>
9		Pengaman lebur dengan sirkit alarm terpisah
10		Kotak kontak
11		Tusuk kontak
12		Kontak tusuk
13	 <p>a) b)</p>	<p>a) Lampu; lambang umum lampu isyarat</p> <p>b) Lampu kedip; indikator</p>
14	 <p>a) b) c)</p>	<p>a) Klakson</p> <p>b) Sirene</p> <p>c) Peluit yang bekerja secara listrik</p>
15		Bel







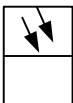

Lampiran B.2 (lanjutan)

16		Pendukung
17		Jalur terminal; blok terminal
18		Perangkat Hubung Bagi dan Kendali
19		Bumi; pembumian
20		Hubungan rangka atau badan
21		Pembumian rangka
22		Penyekatan atau dielektrik
23		Sekat pelindung; selungkup CATATAN - Penjelasan macam selungkup dapat ditambahkan dengan catatan atau dengan lambang kimiawi logam



Lampiran B.2 (lanjutan)

24		Garis batas; garis pemisah; sumbu
25	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>a)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>b)</p> </div> </div>	a) Generator - G b) Motor - M
26	 	Transformator
27	 	Auto transformator satu fase
28		Sel atau akumulator
29	 	Baterai sel atau baterai akumulator
30	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>a)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>b)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>c)</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>a)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>b)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>c)</p> </div> </div>	Lambang umum dari : a) instrumen penunjuk langsung atau pesawat ukur b) instrumen pencatat c) instrumen penjumlah CONTOH : a) Voltmeter b) Wattmeter c) Wh-meter (lihat Lampiran A)


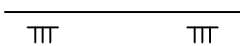
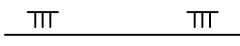
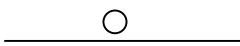
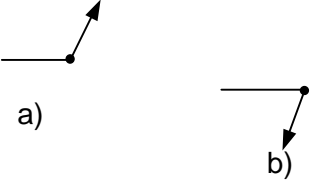


Lampiran B.2 (lanjutan)

31		Pusat tenaga listrik
32		Gardu listrik
33		Pusat listrik tenaga air
34		Pusat listrik tenaga termal (batubara, minyak bumi, gas, dsb)
35		Pusat listrik tenaga nuklir
36		Pusat listrik panas bumi
37		Pusat listrik tenaga matahari
38		Pusat listrik tenaga angin


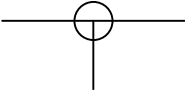
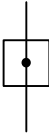
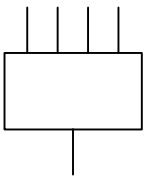

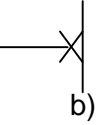
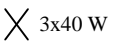



Lampiran B.2 (lanjutan)

39		Pusat listrik plasma MHD (magneto-hydrodynamic)
40		Gardu listrik konversi arus searah ke a.b.b.

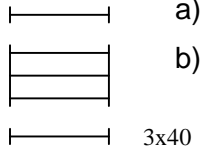

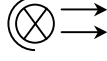


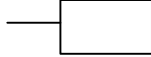
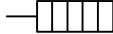
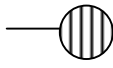

Lampiran B.3 Lambang gambar untuk diagram instalasi bangunan

No.	Lambang	Keterangan
1		Pengawatan (lambang) CATATAN - Untuk maksud tertentu, "garis" dapat diganti dengan "garis putus-putus"
2		Pengawatan tampak (di permukaan)
3		Pengawatan tidak tampak (di bawah permukaan)
4		Pengawatan dalam pipa CATATAN - Jenis pipa dapat dinyatakan, jika perlu
5		a) Pengawatan menuju ke atas b) Pengawatan menuju ke bawah CATATAN : Lambang 5 dan 6 1) Pernyataan "ke atas" dan "ke bawah" hanya berlaku jika gambar dibaca dalam posisi yang benar 2) Panah pada garis miring menyatakan arah aliran daya 3) Pengawatan berpangkal pada lingkaran atau titik hitam
6		Pengawatan melalui ruangan secara tegak lurus
7		Kotak, lambang umum



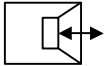







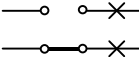
Lampiran B.3 (lanjutan)

8		Kotak sambung atau kotak hubung
9		Kotak cabang tiga
10		Kotak-saluran masuk utama
11		Perangkat Hubung Bagi dan Kendali dengan lima pipa
12	  a) b)	a) Lampu; titik sadap lampu dengan pengawatannya b) Lampu dipasang tetap pada dinding dengan pengawatannya
13		Kelompok dari tiga buah lampu 40 W
14		Perangkat lampu dengan sakelar sendiri
15	  a) b)	a) Lampu darurat b) Armatur penerangan darurat

Lampiran B.3 (lanjutan)

16		<p>a) Lampu floresen, lambang umum</p> <p>b) Kelompok dari tiga buah lampu floresen 40 W</p>
17		Proyektor, lambang umum
18		Lampu sorot
19		Lampu sebar
20		<p>Lengkapan tambahan untuk lampu luah</p> <p>CATATAN - Hanya digunakan jika perlengkapan tambahan tidak termasuk dalam armatur penerangan</p>
21		<p>Peranti listrik</p> <p>CATATAN - Jika perlu untuk lebih jelas dapat diberikan nama</p>
22	 	<p>Alat pemanas listrik</p> <p>Pemanas air listrik</p>
23		Kipas dengan pengawatannya



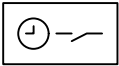


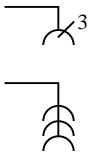


Lampiran B.3 (lanjutan)

24		Jam hadir (<i>time clock</i>)
25		Kunci listrik
26		Instrumen interkom
27		Sakelar, lambang umum
28		Sakelar dengan lampu pandu
29		Sakelar pembatas waktu, kutub tunggal
30	   a) b) c)	Sakelar satu arah a) kutub tunggal b) kutub dua c) kutub tiga
31	  a) b)	a) sakelar tarik kutub tunggal b) fungsi dari sakelar 30 a) dan 31 a)





Lampiran B.3 (lanjutan)

32	<p>a) b)</p>	<p>a) Sakelar dengan posisi ganda untuk bermacam-macam tingkat penerangan</p> <p>b) Fungsi dari sakelar a)</p>
33	<p>a) b)</p>	<p>a) Sakelar dua arah</p> <p>b) Fungsi dari dua buah sakelar a) yang digabung</p>
34	<p>a) b)</p>	<p>a) Sakelar silang</p> <p>b) Fungsi dari sakelar a)</p>
35		Sakelar dim
36		Tombol tekan
37		Tombol tekan dengan lampu indikator

Lampiran B.3 (lanjutan)

38		Tombol tekan dengan pencapaian terbatas (tertutup gelas, dsb)
39		Perlengkapan pembatas waktu
40		Sakelar waktu
41		Sakelar berkunci gawai sistem jaga
42		Kotak kontak
43		Kotak kontak ganda, misalnya untuk 3 buah tusuk kontak
44		Kotak kontak dengan kontak pengaman, misalnya kontak pembumian
45		Kotak kontak tertutup

Lampiran B.3 (lanjutan)

46		Kotak kontak dengan sakelar tunggal
47		Kotak kontak dengan sakelar interlok
48		Kotak kontak dengan transformator pemisah misalnya untuk alat cukur
49		Kotak kontak untuk peranti elektronik misalnya untuk telepon, teleks, dsb.

Lampiran C (Normatif)

Nomenklatur kabel

A	selubung atau lapisan perlindungan luar bahan serat (misalnya goni/ <i>jute</i>) CONTOH: NKRA, NAKBA
AA	selubung atau perlindungan luar dua lapis dari bahan serat goni (<i>jute</i>) CONTOH: NAHKZAA, NKZAA
B	perisai dari pita baja ganda CONTOH: NYBY, NEKBA selubung dari timah hitam CONTOH : NYBUY
C	penghantar konsentris tembaga CONTOH : NYCY selubung penghantar dibawah selubung luar CONTOH : NHSSHCou
CE	penghantar konsentris pada masing-masing inti, dalam hal kabel berinti banyak CONTOH : NYCEY
CW	penghantar konsentris pada masing-masing inti, yang dipasang secara berlawanan arah untuk kabel tegangan nominal 0,6/1 kV (1,2 kV) CONTOH : NYCWY
D	spiral anti tekanan pita penguat non-magnetis
E	kabel dengan masing-masing intinya berselubung logam CONTOH : NEKBA
F	perisai kawat baja pipih CONTOH : NYFGbY
G	spiral dari kawat baja pipih CONTOH : NYKRG

G	isolasi karet/EPR CONTOH : NGA selubung isolasi dari karet CONTOH : NGG
2G	isolasi karet butil dengan daya tahan lebih tinggi terhadap panas CONTOH : N2GAU
Gb	spiral pita baja (mengikuti F atau R) CONTOH : NYRGBY, N2XSEYFGbY
H	lapisan penghantar di atas isolasi, untuk membatasi medan listrik CONTOH: N HKBA, N HKRA
K	selubung timbal CONTOH : N KBA, N AKBY
KL	selubung aluminium CONTOH : N KLY, N AHKLY
KWK	selubung dari pita tembaga yang terpasang dan dilas memanjang CONTOH : N KWKZY
L	perisai dari jalinan-kawat-baja-bulat (<i>braid</i>) CONTOH : NTRLA
MK	kabel dengan selubung timah hitam untuk pemasangan dalam kapal laut CONTOH : MK
N	kabel standar penghantar tembaga CONTOH : N YA, N YY
NA	kabel standar penghantar aluminium CONTOH: N AYFGbY, N AKBA
NF	kabel udara berisolasi dipilin CONTOH : N F2X, N FAY
NI	kabel bertekanan gas CONTOH : N IKLDEY

NO	kabel bertekanan minyak CONTOH : NOKDEFOA
NP	kabel dalam pipa bertekanan gas CONTOH : NPKDvFSt2Y
O	perisai-terbuka dari kawat-kawat baja CONTOH : NKROA kabel berpenampang oval CONTOH : NYM-O kabel tanpa inti berwarna hijau kuning CONTOH : NYFGbY-O
Q	jalinan (<i>braid</i>) dari kawat-kawat baja berselubung-seng (<i>zing-coated</i>) CONTOH : NYKQ
R	perisai dari kawat-kawat baja bulat CONTOH : NYRGbY
RR	dua lapisan perisai dari kawat-kawat baja bulat CONTOH : NKRRGbY
S	- perisai dari tembaga - pelindung listrik dari pita tembaga yang dibalutkan pada sejmua inti kabel bersama-sama CONTOH : N2XSY
SE	pelindung listrik dari pita tembaga yang menyelubungi masing-masing inti kabel CONTOH : N2XSEY
T	tali penggantung dari baja
2X	selubung isolasi dari XLPE CONTOH : NF2X, N2XSY
Y	selubung isolasi dari PVC CONTOH : NYA
2Y	selubung isolasi dari polyethylene
Z	perisai dari kawat-kawat baja yang masing-masing mempunyai bentuk "Z"

CONTOH :
NKZAA

Z penghantar berisolasi dengan beban-tarik
CONTOH :
NYMZ

selubung logam dari pita seng
CONTOH :
NYRUZY

Lampiran D

(Informatif)

Daftar padanan kata

Lampiran D.1 Daftar padanan kata Indonesia - Inggris

A

1	akumulator ; aki	storage battery
2	alat	lihat : instrument
3	aparat	lihat : radas
4	armatur	fixture
5	arester	arrester
6	arus petir	lightning arrester
7	armatur penerangan relung basah	wet niche lightning fixture
8	armatur penerangan relung kering	dry niche lightning fixture
9	arus	current
10	arus asut	starting current
11	arus beban-lebih	overload current
12	arus beban-penuh	full-load current
13	arus bocoran	leakage current (syn.earth current)
14	arus bocoran bumi	earth current
15	arus bolak-balik ; arus a.b.b.	alternating current
16	arus buang	lihat : arus luah
17	arus bumi	lihat : arus bocoran bumi
18	arus diferensial	differential current
19	arus elektrode	elektrode current
20	arus gangguan	fault current
21	arus hubung-pendek	short-circuit current
22	arus hubung-singkat	lihat : arus hubung-pendek
23	arus isi	charging current
24	arus jatuh	lihat : arus trip
25	arus kejut	shock current
26	arus keluaran	output current
27	arus kerja	lihat : arus operasi
28	arus-lebih	over-current
29	arus luah	discharge current
30	arus operasi	operating current
31	arus pemutus	breaking current
32	arus pengenalan	rated current
33	arus pusar	eddy current
34	arus searah ; arus a.s.	direct current
35	arus sesaat	instantaneous current
36	arus setel	setting current
37	arus sisa	residual current
38	arus sisa operasi / kerja	operating residual current
39	arus trip	tripping current
40	asut	starter

B

41	bagian aktif	live part ;active part
----	--------------	------------------------

42	bagian konduktif	conductive part
43	bagian konduktif terbuka	exposed conductive part
44	bagian konduktif ekstra / luar	extraneous conductive part
45	bahang	heat
46	bahaya ledakan debu	dust explosion hazard
47	batang bumi utama	main earth bar
48	beban	load
49	beban kontinu	continuous load
50	beban-lebih	overload
51	beban penuh	full load
52	bengkel	workshop
53	berbahaya	dangerous
54	berbungkus logam	metal clad
55	berselungkup logam	metal enclosed
56	besaran pengenalan	rated quantities
57	blok terminal	terminal strip
58	bumi	earth ; ground
59	busing	bushing
60	busur api	arc
C		
61	casis, hubungan	chassis connection
62	celah	gap
63	celah pengaman	protective gap
D		
64	daerah bebas tegangan	lihat: muka mati
65	daerah berbahaya	dangerous areas ; dangerous location
66	dalam	indoor
67	darurat	emergency
68	daur tugas	duty cycle
69	daya pengenalan	rated power
E		
70	elektrode	electrode
71	elektrode batang	rod electrode
72	elektrode bumi	earth electrode
73	elektrode bumi mandiri	independent earth electrode
74	elektrode gradien potensial	electrode of potential gradient control
75	elektrode pelat	plate electrode
76	elemen-lebur	fuse-element
77	energi	energy
78	energi tegangan rendah	low voltage energy
F		
79	fase	phase
80	fase-dua	two-phase
81	fase satu; fasa tunggal	single phase
82	fase tiga	three-phase
83	fitting	fitting
84	fleksibel	flexible

85	flouresen	flourescent
G		
86	gangguan	fault
87	gangguan bumi	ground fault; earth fault
88	gangguan penghantar	conductor fault
89	gawai	device
90	gawai kendali tangan	manual control device
91	gawai pengaman	protective device
92	gradien	gradient
93	gradien potensial	potential gradient
94	gugus	bank
95	gugus lemari	bank of cubicles
H		
96	hantaran	lihat : penghantar
97	hubung pendek	short-circuit
I		
98	ikat pengaman	lihat : sabuk pengaman
99	impedans	impedance
100	impregnasi - meng	to impregnate
101	induktans	inductance
102	induktor	inductor
103	instalasi	installation
104	instalasi dalam / pasangan dalam	indoor installation
105	instalasi darurat	emergency installation
106	instalasi daya / tenaga (arus kuat)	power installation (heavy current)
107	instalasi domestik / rumah	domestic installation
108	instalasi konsumen	consumer's installation
109	instalasi listrik bangunan	electrical installation
110	instalasi luar / pasangan luar	outdoor installation
111	instalasi permanen	permanent installation
112	instalasi rumah / domestik	domestic installation
113	instalasi terbuka	exposed installation
114	instalasi terlindung	unexposed installation
115	instrumen ; alat	instrument
116	interkoneksi	lihat : silih subung
117	interlok	interlock
118	interruptor	interruptor
119	interruptor gas	gas interruptor
120	inti (kabel)	core (of a cable)
121	isolasi	insulation
122	isolasi dasar	basic insulation
123	isolasi ganda dua	double insulation
124	isolasi pengaman	protective insulation
125	isolasi pengaman setempat	local protective insulation
126	isolasi suplemen / tambahan	supplementary insulation
127	isolator	insulator
128	isolasi dasar	basic insulation
129	isolasi diperkuat	reinforced insulation

J

130	jalur	duct
131	jalur derek	hoist way
132	jalur penghantar	raceway
133	jalur penghantar logam	metal raceway
134	jangkauan tangan	arm's reach
135	jaringan	network
136	jaringan listrik	electrical network

K

137	kabel	cable ; cord
138	kabel berinti banyak ; kabel multi-inti	multicore cable
139	kabel berperisai TT	HV shielded cable
140	kabel fleksibel	flexible cable
141	kabel kerja kasar	hard-service cable
142	kabel tanah	ground cable
143	kabel utama	main cable
144	kabel, inti	core (of a cable)
145	kabel, sambungan	cable joint
146	kabel, selubung	sheath of a cable
147	kakas/gaya	force
148	kapasitas	capacitance
149	kapasitor	capacitor
150	kawat	wire
151	keadaan aman semula	original safe condition
152	kebutuhan, faktor	demand factor
153	kedap air	water tight
154	kedap debu	dust tight
155	kedap hujan	rain tight
156	kegagalan	failure
157	kegagalan isolasi	insulation failure
158	keluaran	output
159	kemampuan	capacity
160	kemampuan hantar arus (KHA)	current carrying capacity (ccc)
161	kemampuan waktu	time rating
162	kendali (pengendali)	control(ler)
163	kendali jauh	remote control
164	kendali pengaman	safety control
165	kendali, saluran	control line
166	kendali / kontrol tangan	manual control
167	kerja	work
168	kerja tunda	delayed action
169	klakson	horn
170	kompresi, tahan	compression resistant
171	konduktif, bagian	conductive part
172	konektor	connector
173	konstruksi	construction
174	konstruksi udara	overhead construction
175	konsumen ; pelanggan	consumer
176	kontak	contact (1)
177	kontak hubung	make contact

178	kontak putus	break contact
179	kontak tusuk	plug & socket
180	kontak, tangkai	contact arm
181	kontak, tombol	contact button
182	kontrol	lihat : kendali
183	korosif	corrosive
184	kotak bagi	distribution box
185	kotak bersama	common box
186	kotak cabang	box junction
187	kotak kontak biasa (KKB)	general purpose outlet
188	kotak sambung	joint box
189	krat	lihat ; peti

L

190	lampu	lamp
191	lampu darurat	emergency lamp
192	lampu fluoresen	fluorescent lamp
193	lampu luah	discharge lamp
194	lampu sebar / pencar	lihat : lampu sorot
195	lampu sinyal	signal lamp
196	lampu sorot	flood lamp
197	lampu tangan	hand lamp
198	lampu uji	test lamp
199	latu	spark
200	layan	service
201	layan, saluran	service line
202	lemari rel	busbar cubicle
203	lendutan	sag
204	lengkapan	accessory
205	lengkapan saluran	accessory of line
206	lif	lift
207	listrik	electrical (al) ; electrical
208	logam, terbungkus	metal clad
209	logam, berselungkup	metal enclosed
210	lorong	lihat : jalur
211	luah	discharge
212	luar	outdoor
213	luminair	luminaire

M

214	magun	fixed
215	massa terbuka	lihat : bagian konduktif terbuka
216	melayani (instalasi)	to operate (an installation)
217	memantau	to monitor
218	mempan bakar ; dapat terbakar	combustable
219	mempan sulut ; dapat dinyalakan	ignitable
220	mengimpregnasi	to impregnate
221	meter	meter
222	motor sangkar	squirrel-cage motor
223	motor serempak	lihat : motor sinkron
224	motor sinkron	synchronous motor
225	muka bebas tegangan	lihat ; muka mati
226	muka mati	dead front

N

227	nilai pengenalan	rating
228	nilai pengenalan isolasi	insulation rating
229	nominal, luas penampang	cross-section area
230	nominal, nilai	nominal value
231	nominal tegangan	nominal voltage
232	normal, ruang	normal space
233	neuromuskular	neuromuscular

P

234	pakaian ; pemakaian	lihat : pengedapan
235	panel bagi	lihat : kotak bagi
236	papan hubung bagi utama	main switch board
237	patron	lihat : selongsong
238	pegun	stationary
239	pekawatan	lihat : pengawatan
240	pelat nama	name plate
241	pelayanan	operation
242	pelepas	release
243	pelepasan	lihat : luah
244	pelindung	lihat : pengaman
245	pemanfaat listrik	current-using equipment
246	pembatas arus lebih	overcurrent limiter
247	pembuangan	drainage
248	pembumi(an)	earthing
249	pembumian langsung	direct earthing
250	pembumian pengaman	protective earthing
251	pembumian tak langsung	indirect earthing
252	pembumian, sistem	earthing system
253	pemeliharaan	maintenance
254	pemisah	isolator
255	pemisah pengaman	prospective isolator
256	pemutus dengan kontak alarm	cut-out with alarm contact
257	pemutus sirkit ; pemutus tenaga	circuit-breaker
258	pemutus sirkit bocoran bumi	earth leakage circuit breaker (CB)
259	pemutus dengan kontak alarm	cut-out with alarm contact
260	pemutus sirkit gangguan bumi	ground fault circuit interruptor
261	pemutus tenaga	lihat : pemutus-sirkit
262	penandaan; pemberian tanda	marking
263	pencemaran	lihat : pengotoran
263	pendengung	buzzer
265	penerangan tanda & bentuk	sign & outline lighting
266	pengaman lebur ; sekring	fuse
267	pengaman petir	lihat arester
268	pengaman, lemari	fuse cubicle
269	pengaman, selongsong	fuse cartridge
270	pengaman, sistem penghantar	prospective conductor system
271	pengaman, tabung gas luah	prospective discharge gas tube
272	pengasut	lihat : asut
273	pengawatan	wiring
274	pengawatan, cara	wiring method
275	pengedapan ; pemakaian	sealing

276	pengelas titik	spot welder
277	pengendalian ; kendali	control
278	pengguna	lihat : konsumen
279	penghantar	conductor
280	penghantar PEN (nol)	PEN conductor
281	penghantar aktif	active conductor
282	penghantar bocor rangka	frame leakage conductor
283	penghantar bumi	earth conductor
284	penghantar fase	phase conductor
285	penghantar kendali	control conductor
286	penghantar masuk layan	service entrance conductor
287	penghantar netral (N)	neutral conductor
288	penghantar netral pengaman	prospective earth conductor
289	penghantar pembumian	earthing conductor
290	penghantar pengaman (PE)	prospective conductor
291	penghantar pengaman bersama	common protective conductor
292	penghantar pilin	turisted conductor
293	penghantar sisi	outer conductor
294	penghantar telanjang	bare conductor
295	penghantar tengah	middle conductor
296	penghantar udara	overhead conductor
297	penghantar utama	main conductor
298	penghantar, lintas	routing of conductor
299	penghantar, pencadaran	screening of conductor
300	penghantar, sambungan	conductor joint
301	pengondisian udara	air conditioning
302	pengotoran ; kontaminasi	contamination
303	penodaan	lihat : pengotoran
304	pentanahan +	lihat : pembumian
305	penyambung	lihat : konektor
306	penyetelan, setelan	setting
307	penyumbat +	lihat : pengedapan
308	perangkat hubung-bagi (PHB)	lihat : perlengkapan hubung-bagi
309	peranti listrik	electrical appliances
310	perawatan	service
311	percabangan	junction
312	percabangan penghantar	junction of conductors
313	perlengkapan	equipment
314	perlengkapan hubung-bagi (PHB)	switchgear of control gear
315	perlengkapan magun (tetap)	fixed equipment
316	perlengkapan pegun (stasioner)	stationary equipment
317	perlengkapan randah (protabel)	portable equipment
318	perlengkapan pembatas periode	period limiting equipment
319	perlengkapan sinar x kerja lama	long time rating x ray equipment
320	perlengkapan sinar x kerja sesaat	monetary rating x ray equipment
321	peti	crate
322	pilinan	stranded
323	pipa	conduit; tubing
324	polaritas	polarity

R

325	radas	apparatus
326	radas pemakai daya	power consuming apparatus
327	radas penerangan	lightning apparatus

328	randah	portable
329	rangka	frame
330	rangka bagi	distribution frame
331	rangka hubung	connection frame
332	rangkaian	lihat : sirkit
333	reaktans	reactance
334	rel	busbar
335	rel bumi	earth bar
336	rel bumi utama	main earth
337	relai	relay
338	relai tegangan pengaman bocoran bumi	voltage operated earth leakage protection
339	resistans	resistance
340	resistans acuan	reference resistance
341	resistans bumi	earth resistance
342	resistans pembumian total	total earthing resistance
343	resistans elektrode bumi	earth electrode resistance
344	resistans jenis	specific resistance
345	resistans lingkaran	loop resistance
346	resistor	resistor
347	respons neuromuskular	neuromuscular response
348	respons ; tanggapan	response
349	ruang basah	wet space
350	ruang bebas	clearance
351	ruang berdebu	dusty space
352	ruang kering	dry space
353	ruang kerja	workspace
354	ruang kerja kasar	lihat : bengkel
355	ruang lembab	damp space
356	ruang uji	test room
357	rugi dielektrik	dielectric losses
358	rumah ; domestik	domestic

S

359	sabuk pengaman / keselamatan	safety belt
360	sadap	outlet ; tap
361	sadap, kotak	outlet box
362	sakelar	switch
363	sakelar bocor rangka	frame leakage switch
364	sakelar diri	built-in switch
365	sakelar kebakaran	fire switch
366	sakelar pembatas periode	period limiting switch
367	sakelar pemisah	disconnecter
368	sakelar pemisah pengaman	protective disconnecter
368	sakelar posisi banyak / multiposisi	multiposition switch
369	sakelar searah dua-kutub	one way two-pole switch
370	sakelar searah kutub tunggal	one way single-pole switch
370	sakelar searah tiga-kutub	one way three-pole switch
371	sakelar silang	intermediate switch
371	sakelar subsirkit	subcircuit switch
372	sakelar tarik kutub tunggal	single-pole pull switch
373	sakelar waktu	time switch
374	saluran	line
375	saluran bawah tanah	underground line
376	saluran hantaran +	lihat : jalur

377	saluran layan	service line
378	saluran listrik	electric line
379	saluran udara	overhead line
380	saluran utama	mains
381	saluran utama konsumen	consument's main
382	saluran utama subinstalasi	subinstallation mains
383	sarana	means
384	sarana pembatas arus	current limiting means
385	sarana pemutus	disconnecting means
386	selongsong	cartridge
387	selungkup	enclosure
388	sentuh langsung	direct contact
389	sentuh tak langsung	indirect contact
390	sentuh; kontak	contact (2)
391	silih hubung	interconnected ; interconnection
392	sinyal	signal
393	sirkuit	circuit
394	sirkuit akhir	final subcircuit (GB) ; final circuit (IEC)
395	sirkuit cabang	lihat : subsirkuit
396	sirkuit kendali dan isyarat	control and signal circuit
397	sistem netral mengambang	isolated neutral system
398	sistem saluran udara	overhead system
399	starter	lihat ; asut
400	subinstalasi	subinstallation
401	subsirkuit; sirkuit cabang	branch circuit ; subcircuit
402	suhu sekitar	ambient temperature
403	sukar menyala	difficult to ignate
404	suplai	supply
405	susut tegangan +	lihat : jatuh tegangan

T

405	tabung gas luah	discharge gas tube
406	tahan api	fire proof
407	tahan hujan	rain proof
408	tahan kompensasi	compression resistant
409	tahan percikan	splash proof
410	tahan tetes	drip proof
411	tahanan +	lihat : resistans
412	tana tunak; keadaan ajek	steady state
413	tanah	lihat : bumi
414	tanur	furnace
415	tegangan	voltage
416	tegangan antar fase	line to line voltage
417	tegangan pengenalan	rated voltage
418	tegangan ekstra rendah	extra low voltage
419	tegangan berbahaya	dangerous voltage
420	tegangan domestik / rumah	domestic voltage
421	tegangan langkah	step voltage
413	tegangan nominal	nominal voltage
414	tegangan gangguan	fault voltage
415	tegangan rendah	low voltage
416	tegangan rendah pengaman	protective low voltage
417	tegangan sentuh	touch voltage
418	tegangan tembus	break down voltage

419	tegangan tinggi	high voltage
420	tegangan uji	test voltage
421	tegangan, susut	voltage drop
422	tempat kerja	work place
423	tenaga	power
424	terminal	terminal
425	terminal, blok	terminal strip
426	tertutup kedap	hermetically sealed
427	tertutup penuh	totally enclosed
428	tespen	tester
429	tidak otomatis	non-automatic
430	titik acuan	point of reference
431	titik hubung	point of connection
432	tombol kontak	lihat : kontak, tombol
433	tombol tekan bercahaya	luminous push-button
434	tugas selang-seling	intermittent duty
435	tunda waktu	time delay
436	tunda kerja	lihat : kerja tunda
437	tusuk kontak	plug

Z

438	zummer	lihat : pendengung
-----	--------	--------------------

Lampiran D.2**Daftar padanan kata Inggris-Indonesia****A**

1	accessory (of lines)	lengkapan (saluran)
2	accumulator	akumulator; ski
3	active part	bagian aktif
4	air conditioning	pengondisian udara
5	ambient temperature	suhu sekitar
6	apparatus	radas
7	apparatus, lighting	radas penerangan
8	apparatus, power consuming	radas pemakai daya
9	arc	busur api
10	arms reach	jangkauan tangan
11	arrester	arester

B

12	bank	gugus
13	bank of cubicles	gugus almari
14	built-in switch	sakelar diri
15	busbar	rel
16	busbar cubicle	almari rel
17	bushing	busing
18	buzzer	pendengung

C

19	cable	kabel
20	cable joint	sambungan kabel
21	cable, flexible	kabel fleksibel
22	cable, HV shielded	kabel berperisai TT
23	cable, hard-service	kabel kerja kasar
24	cable, multicore	kabel berinti banyak; kabel multi inti
25	cable, sheath of a	selubung kabel
26	capacitance	kapasitans
27	capacitor	kapasitor
28	cartridge	selongsong
29	chassis connections	hubungan casis
30	circuit	sirkit
31	circuit-breaker	pemutus sirkit; pemutus tenaga
32	circuit, branch	sirkit cabang; subsirkit
33	circuit, control and signal	sirkit kendali dan isyarat
34	circuit, final sub-	sub-sirkit akhir
35	circuit, signal	sirkit isyarat
36	clearance	ruang bebas
37	combustable	mempan bakar
38	common box	kotak bersama
39	compression resistant	tahan kompresi
40	conductive part	bagian konduktif
41	conductor	penghantar
42	conductor joint	sambungan penghantar
43	conductor, active	penghantar aktif
44	conductor, bare	penghantar telanjang

45	conductor, common protective	penghantar pengaman bersama
46	conductor, control	penghantar kendali
47	conductor, earth	penghantar bumi
48	conductor, frame leakage	penghantar bocor rangka
49	conductor, main	penghantar utama
50	conductor, middle	penghantar tengah
51	conductor, neutral	penghantar netral
52	conductor, outer	penghantar sisi
53	conductor, overhead	penghantar udara
54	conductor, phase	penghantar fase
55	conductor, protective	penghantar pengaman
56	conductor, service entrance	penghantar masuk layan
57	conduit	pipa listrik
58	connector	konektor ; penyambung
59	construction	konstruksi
60	consumer	konsumen ; langgan
61	contact (1)	kontak
62	contact (2)	sentuh
63	contact arm	tangkai kontak
64	contact button	tombol kontak
65	contact, break	kontak putus
66	contact, direct	sentuh langsung
67	contact, indirect	sentuh tak langsung
68	contact, make	kontak hubung
69	contamination	pengotoran; kontaminasi; penodaan
70	control	pengendali
71	control line	saluran kendali
72	control, remote	kendali jauh
73	controller	kendali
74	core of (a cable)	inti (kabel)
75	corrosive	korosif
76	crate	peti
77	current	arus
78	current carrying capacity	kemampuan hantar arus (KHA0
79	current limiting means	sarana pembatas arus
80	current-using equipment	pemanfaat listrik
81	current, alternating	arus bolak-balik
82	current, differential	arus diferensial
83	current, direct	arus searah
84	current, earth leakage	arus bocoran bumi
85	current, eddy	arus putar
86	current, fault	arus gangguan
87	current, instantaneous	arus sesaat
88	current, leakage	arus bocoran
89	current, operating	arus kerja
90	current, operating residual	arus sisa kerja
91	current, rated	arus nominal
92	current, residual	arus sisa
93	current, shock	arus kejut
94	current, short-circuit	arus hubung pendek
95	current, starting	arus asut
96	current, tripping	arus trip ; arus jatuh
97	cut-out with alarm contact	pemutus dengan kontak alarm

D

98	damp space	ruang lembab
99	dangerous areas / location	daerah berbahaya
100	dead front	muka mati
101	delayed action	kerja tunda
102	demand factor	faktor kebutuhan
103	device	gawai
104	dielectric losses	rugl dielektrik
105	differential current	arus diferensial
106	difficult to ignite	sukar menyala
107	discharge	luah
108	discharge current	arus luah
109	discharge gas tube	tabung gas luah
110	disconnecting means	sarana pemutus
111	distribution box	kotak bagi
112	distribution frame	rangka bagi
113	double junction of conductors	dua percabangan penghantar
114	drainage	pembuangan
115	drip proof	tahan tetes
116	dry space	ruang kering
117	duct	jalur
118	dust explosion hazard	bahaya ledakan debu
119	dust tight	kedap debu
120	dusty space	ruang berdebu
121	duty cycle	daur tugas

E

122	earth	bumi ; tanah
123	earth bar	batang buni ; rel
124	earth bar. main	batang bumi utama
125	earth electrode	elektrode bumi
126	earth leakage circuit-breaker (GB)	pemutus sirkit bocoran bumi
127	earthing	pembumi ; pbumian
128	earthing electrode	elektrode pembumi
129	earthing resistance	resistants pbumian
130	earthing system	sistem pbumian
131	earthing direct	pbumian langsung
132	earthing, indirect	pbumian tak langsung
133	earthing, protective	pbumian pengaman
134	electrical appliances	peranti listrik
135	electrode	elektrode
136	electrode of potential gradient control	elektrode gradien potensial
137	electrode, earth	elektrode bumi
138	electrode, earthing	elektrode pembumi
139	electrode, independent earth	elektrode bumi mandiri
140	electrode, plate	elektrode pelat
141	electrode, rod	elektrode batang
142	emergency	darurat
143	enclosure	selungkup; pelingkup
144	energy	energi
145	equipment	perlengkapan
146	exposed conductive part	bagian konduktif terbuka

F

147	failure	kegagalan
148	failure, insulation	kegagalan isolasi
149	fault	gangguan
150	fault, conductor	gangguan penghantar
151	fault, earth (GB)	gangguan bumi
152	fault, ground	gangguan bumi
153	fire proof	tahan api
154	fitting (GB)	fiting
155	fixed	magun
157	fixed equipment	perlengkapan magun
158	fixture	armatur
159	fixture, dry niche lighting	armatur penerangan relung kering
160	fixture, wet niche lighting	armatur fitting penerangan relung basah
161	flexible	fleksibel; lentur
162	fluorescent	fluoresen
163	frame	rangka
164	frame connection	rangka hubung
165	full load	beban penuh
166	furnace	tanur
167	fuse	pengaman lebur
168	fuse cable	almari pengaman

G

168	gap	celah
169	gap, prospective	celah pengaman
170	general purpose outlet	kotak kontak biasa
171	gradient	gradien
172	ground	bumi
173	ground fault circuit interruptor	pemutus sirkit gangguan bumi

H

174	hazardous areas (GB)	daerah berbahaya
175	hazardous location	daerah berbahaya
176	heat	bahang
177	heavy current	arus kuat
178	hermatically sealed	tertutup kedap
179	hoist way	jalur derek
180	horn	klakson

I

181	ignitable	mempan sulut
182	impedance	impedans
183	impregnate	mengimpregnasi
184	indoor	dalam
185	inductance	induktans
186	inflamable	mempan menyala
187	installation	instalasi
188	installation, domestic	instalasi rumah/domestik
189	installation, exposed	instalasi terbuka
190	installation, indoor	instalasi dalam

191	installation, outdoor	instalasi luar
192	installation unexposed	instalasi terlindung
193	instrument	instrumen ; alat
194	insulation	isolasi
195	insulation, basic	isolasi dasar
196	insulation, double	isolasi ganda dua
197	insulation , local protective	isolasi pelindung setempat
198	insulation, protective	isolasi pengaman
199	insulator	isolator
200	interconnected	silih hubung
201	interlocked	interlok
202	intermittent duty	tugas selang-sela
203	interrupter	interuptor
204	isolated neutral system	sistem netral
205	isolator	pemisah
206	isolator, protective	pemisah pengaman

J

206	joint box	kotak sambung
207	junction	percabangan ; persimpangan
208	junction box	cabangan
209	junction of conductor	percabangan penghantar
210	lamp	lampu
211	lamp, discharge	lampu luah
212	lamp, flood	lampu sorot
213	lamp, hand	lampu tangan
214	lamp, signal	lampu sinyal
215	lamp, test	lampu uji
216	lift	lif
217	lightning arrester	arester petir
218	line	saluran
219	line, electric	saluran listrik
220	line, overhead	saluran udara
221	line, service	saluran layan
222	line, underground	saluran bawah tanah
223	live part	lihat active part
224	load	beban
225	load, continuous	beban kontinu
226	load, full	beban penuh
227	long time rating x-ray equipment	perlengkapan sinar x kerja lama
228	low voltage	tegangan rendah
229	luminous push-button	tombol tekan bercahaya

M

230	main cable	kabel utama
231	main earth bar	batang bumi utama
232	main switch board	papan hubung-bagi utama
233	mains	saluran utama
234	maintenance	pemeliharaan
235	manual control device	gawai kendali tangan
236	marking	penandaan; pemberian tanda
237	means	sarana
238	metal clad	berbungkus logam

239	metal enclosed	berselungkup logam
240	meter	meter
241	monetary rating x-ray equipment	perlengkapan sinar-x kerja sesaat
242	monitor to	memantau
243	movable	pegun

N

244	name plate	pelat nama
245	network	jaringan
246	neuromuscular	neuromuskular
247	nominal cross-section area	luas penampang nominal
248	nominal voltage	tegangan nominal
249	non-automatic	tidak otomatis
250	normal space	ruang normal

O

251	operate (an installation) to	melayani (instalasi)
252	original safe condition	keadaan aman semula
253	outdoor	luar
254	outlet	sadap
255	outlet box	kotak sadap
256	output	keluaran
257	overcurrent	arus lebih
258	overcurrent limiter	pembatas arus-lebih
259	overhead construction	konstruksi udara
260	overhead system	sistem saluran udara
261	overload	beban lebih

P

262	pen conductor	penghantar PEN
263	period limiting equipment	perlengkapan pembatas periode
264	permanent	permanen ; tetap
265	phase	fase
266	phase, single	fase satu; fase tunggal
267	phase, three	fase tiga
268	plug	tusuk kontak
269	plug & socket	kontak tusuk
270	point of connection	titik hubung
271	point of reference	titik acuan
272	polarity	polaritas
273	portable	rendah ; portabel
274	power	daya ; tenaga
275	protective conductor system	sistem penghantar pengaman
276	protective device	gawai pengaman
277	protective earth conductor	penghantar netral pengaman

R

278	raceway	jalur penghantar
279	raceway, metal	jalur penghantar logam
280	rain proof	tahan hujan
281	rain tight	kedap hujan

282 rated power
 283 rated quantities
 284 rating
 285 rating, insulation
 286 reactance
 287 relay
 288 release
 289 resistance
 290 resistance, earth
 291 resistance, earth electrode
 292 resistance, loop
 293 resistance, reference
 294 resistance, total earthing
 295 response
 296 routing of conductor

daya pengenalan
 besaran nominal
 nilai nominal
 nilai nominal isolasi
 reaktans
 relai
 pelepas
 resistants
 resistants bumi
 resistants elektrode bumi
 resistants lingkaran
 resistants acuan
 resistans pembumian total
 respons
 lintas penghantar

S

297 safety belt
 298 safety control
 299 sag
 300 screening of conductor
 301 sealing
 302 service
 303 service line
 304 setting
 305 short-circuit
 306 sign & outline lightning
 307 spark
 308 specific resistance
 309 splash proof
 310 spot welder
 311 squirrel-cage motor
 312 starter
 313 stationary
 314 steady state
 315 sub-circuit
 316 sub-installation
 317 supply
 318 switch
 319 switch, fire
 320 switch, frame leakage
 321 switch, intermediate
 322 switch, multi position
 323 switch, one way single-pole
 324 switch, one way three-pole
 325 one way two-pole
 326 switch, period limiting
 327 switch, single-pole pull
 328 switch, subcircuit
 329 switch, time
 330 switchgear controlgear
 331 synchronous motor

sabuk pengaman / keselamatan
 gawai kendali / keselamatan
 lendutan
 pencadangan penghantar
 pengendapan; pemakaian ; pakalan
 1. layan : 2. setelan
 saluran layan
 penyetelan; setelan
 hubungan pendek
 penerangan tanda & bentuk
 latu
 resistants jenis
 tahan percikan
 pengelasan titik
 motor sangkar
 asut
 stasioner
 tana tunak; keadaan ajek
 sub-sirkuit ; sirkuit cabang
 sub-instalasi
 suplai
 sakelar
 sakelar kebakaran
 sakelar bocor rangka
 sakelar silang
 sakelar posisi banyak/multiposisi
 sakelar satu arah kutub tunggal
 sakelar satu arah kutub-tiga
 sakelar satu arah kutub-dua
 sakelar pembatas periode
 sakelar tarik kutub tunggal
 sakelar subsirkuit
 sakelar waktu
 perlengkapan hubung bagi
 motr sinkron

T

332	terminal	terminal
333	terminal strip	blok terminal
334	test room	ruang uji
335	tester	tespen
336	time delay	tunda waktu
337	time rating	kemampuan waktu
338	totally enclosed	tertutup penuh

V

339	voltage	tegangan
340	voltage drop	susut tegangan ; jatuh tegangan
341	voltage, break down	tegangan tembus
342	voltage, dangerous	tegangan berbahaya
343	voltage, nominal	tegangan nominal
344	voltage, domestic	tegangan rumah/domestik
345	voltage, earth electrode	tegangan elektrode bumi
346	voltage, extra low	tegangan ekstra rendah
347	voltage, fault	tegangan gangguan
348	voltage, high	tegangan tinggi
349	voltage, line to line	tegangan antafase
350	voltage low	tegangan rendah
351	voltage, protective low	tegangan rendah pengaman
352	voltage, rated	tegangan nominal
353	voltage, step	tegangan langkah
354	voltage, test	tegangan uji
355	voltage touch	tegangan sentuh

W

355	water tight	kedap air
356	wet space	ruang basah
357	wire	kawat
358	wiring	pengawatan
359	wiring in conduit	pengawatan dalam pipa
360	wiring method	cara pengawatan
361	workplace	tempat kerja
362	workshop	bengkel
363	workspace	ruang kerja

Lampiran E (Informatif)

Pertolongan pertama pada kecelakaan dan keselamatan kerja

E.1 Ketentuan

Pada peristiwa kecelakaan terkena aliran listrik, biasanya penderita terjatuh setelah aliran listrik putus. Jika tempat kejadian itu membahayakan, misalnya di atas tiang, atap yang landai, atau kuda-kuda bangunan, sering orang mengalami kecelakaan yang lebih berat. Dalam hal ini pertolongan pertama pada kecelakaan (PPPK) yang dilakukan oleh seorang ahli atau pembantu dokter, tidak dimaksudkan untuk mengambil alih tugas dokter melainkan semata-mata merupakan pertolongan darurat sampai dokter datang.

E.2 Cara membebaskan penderita dari aliran listrik

E.2.1 Untuk memutuskan hubungan antara penderita dan penghantar, dilakukan cara seperti berikut:

- a) sedapat mungkin penghantar harus dibuat bebas tegangan dengan jalan memutuskan sakelar atau melepaskan gawai pengaman. Atau penghantar ditarik sampai terlepas dari penderita dengan menggunakan benda kering bukan logam, misalnya sepotong kayu atau seutas tali yang diikatkan pada penghantar;
- b) penderita ditarik dari tempat kecelakaan;
- c) penghantar dilepaskan dari tubuh penderita dengan tangan yang dibungkus dengan pakaian kering yang dilipat-lipat;
- d) penghantar dihubungkan pendekkan atau dibumikan.

E.2.2 Penolong harus mengamankan diri dahulu untuk menghindarkan atau mengurangi pengaruh arus listrik. Ia harus menempatkan diri pada papan yang kering, kain kering, pakaian kering atau alas serupa itu yang bukan logam pakaian kering atau alas serupa itu yang bukan logam (kayu, karet). Jika hal itu tidak mungkin, kedua tangan penolong dibalut dengan kain kering, pakaian kering atau bahan kering serupa itu (kertas, karet). Pada saat memberikan pertolongan, penolong harus menjaga diri agar tubuhnya jangan bersentuhan dengan benda logam.

E.3 Pertolongan pertama pada penderita luka

E.3.1 Luka tidak boleh disentuh dengan tangan

Basuhlah luka dengan air dan obat antiseptik bila luka tampak kotor. Tutuplah segera luka dengan pembalut luka yang steril dan kering; jangan membalut luka dengan bahan kain lain seperti saputangan, kain bekas, atau pita. Apabila bahan yang steril tidak tersedia, lebih baik luka dibiarkan terbuka.

Pembalut luka hanya dapat menahan luka yang dangkal. Pada waktu membalut luka, usahakan agar bagian badan yang terluka diangkat ke atas. Apabila luka sangat dalam dan banyak mengeluarkan darah, cegahlah pendarahan seperti itu dengan cara tersebut dalam E.3.2 a).

E.3.2 Macam-macam luka

a) Pendarahan arteri

Pendarahan arteri dapat diketahui karena darah memancar dari luka. Cobalah menghentikannya dengan membalut luka kuat-kuat dengan pembalut steril. Jika dengan cara ini tidak berhasil, tekuklah bagian badan yang terluka itu pada sendinya, misalnya pada lutut, siku, atau sendi paha, sampai batas maksimum; kemudian sementara ditekuk, tepat di atas luka ikatlah bagian badan itu dengan pita kain atau sabuk. Jika masih belum juga berhasil, gunakanlah *torniquet*. Jika *torniquet* tidak ada, himpitlah arteri bersangkutan dengan kedua ibu jari yang diletakkan sejajar pada tempat tersebut.

b) Luka pada mata

Tutuplah kedua mata dengan kasa steril meskipun cuma satu mata yang terluka. Jika luka disebabkan oleh bahan kimia seperti soda, asam keras, amonia, cucilah mata dengan air bersih. Gunakan ibu jari dan telunjuk untuk membuka mata selebar-lebarnya.

c) Luka bakar

Jika pakaian dari orang yang bersangkutan masih terbakar, cegahlah orang tersebut berlari-lari. Lemparkan ke tanah, matikan nyala api dengan membungkus orang tersebut dengan selimut, atau menggulingkan badan orang tersebut ke tanah. Bekas-bekas pakaian terbakar yang masih menempel pada badan tidak boleh dihilangkan. Kulit yang melembung tidak boleh disudat/dipecahkan.

Balutlah luka bakar dengan pembalut khusus untuk luka bakar (konsteril) dan balut longgar. Cegah penggunaan tepung, minyak atau salep untuk luka bakar. Apabila luka bakar sangat luas, tidak boleh dipakai pembalut sama sekali. Usahakan melindungi penderita luka bakar dari kedinginan (di tempat-tempat yang berhawa dingin) dengan menyelimutinya dan menjaga agar selimut tidak kena luka bakar. Bila penderita *shock* (gugat), baringkan korban dengan kepala lebih rendah dan segera kirim ke rumah sakit.

d) Luka bakar karena bahan kimia

Apabila luka bakar di bagian luar, maka buka pakaian penderita dan segera siram dengan air bersih yang banyak untuk melarutkan bahan-bahan kimia tersebut. Setelah itu balut luka seperti halnya luka bakar api. Apabila luka bakar di dalam, misalnya penderita telah terminum asam keras, segera penderita beri minum air atau air the dan secepatnya bawa ke rumah sakit.

e) Dalam keadaan pendarahan di dalam badan (dari paru-paru atau perut) baringkan penderita dan jaga agar penderita tetap tenang. Hanya dokter yang dapat menolong atau kirim segera penderita ke rumah sakit. Apabila luka di dalam badan akibat pukulan yang keras pada perut atau kepala, biasanya penderita merasa mual dan muntah, penderita tidak boleh diberik minum atau makan. Kirimkan penderita segera ke rumah sakit dengan mengusahakan agar penderita selalu diam dalam keadaan berbaring.

E.4 Patah tulang

Tulang yang patah harus diusahakan agar jangan banyak berberak. Bandutlah bagian itu pada bidai (*splints*), meskipun belum tentu tulangnya patah. Untuk lengan yang patah cukup dipakai satu papan bidai saja, sedangkan untuk kaki diperlukan dua atau tiga papan. Sebagai pembalut dapat digunakan pita, kain atau tali yang lunak. Bandutlah bidai di beberapa tempat sehingga sendi yang berhubungan dengan bagian badan yang patah tak dapat bergerak. Apabila bidai yang khusus untuk tulang patah tidak ada, lengan yang patah untuk sementara dibandut pada dada (ditekuk pada sisi) atau digantung dengan kain segitiga; tungkai kaki yang patah dibandut pada papan atau tongkat. Jika tak ada papan atau bandut pada tungkai kaki yang utuh. Aturan di atas tidak berlaku bagi tulang belakang atau tulang punggung yang patah. Dalam hal ini geserlah penderita dengan hati-hati pada meja datar yang kuat. Jangan sekali-kali mengangkat badan penderita.

E.5 Keracunan gas

Usahakan agar penderita keracunan gas mendapat udara yang bersih. Bawalah dia ke luar atau bukalah jendela lebar-lebar. Gas yang berbahaya ada dua macam, yaitu:

- a) Gas yang tidak merusakkan paru, misalnya gas yang meracuni darah dan syaraf, narkotika, karbon monoksida, asam sianida, eter, kloroform, uap bensin atau benzol. Bukalah baju penderita, dan jangan sekali-kali memberi minum pada penderita yang pingsan. Gosoklah tangan dan kakinya dengan tangan. Apabila pernafasan berhenti, usahakan pernafasan buatan, kalau dapat dengan alat penghisap oksigen.
- b) Gas yang merusak paru, misalnya klor, fosgen, gas nitro, dan sulfur dioksida. Bukalah baju penderita, kemudian jauhkan dia dari baju yang sudah penuh mengandung gas. Usahakan agar penderita tenang dan berbaring terlentang, jangan diperbolehkan untuk berjalan. Apabila penderita sudah sadar, berilah sedikit air kopi atau air the panas. Dalam hal ini tidak boleh diberi pernafasan buatan.

E.6 Menolong orang tenggelam

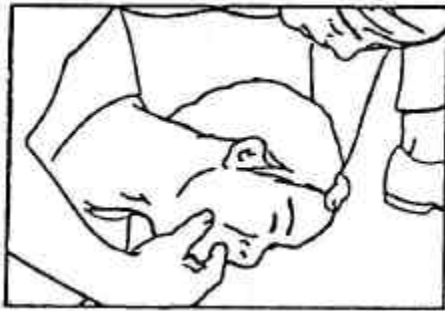
Untuk menolong orang yang tenggelam, peganglah ia dari belakang untuk menjaga keselamatan diri penolong. Peganglah di bawah ketiak atau dagunya, sementara lutut penolong didorongkan ke punggung penderita. Jika perlu tutup hidungnya secara paksa dengan jari. Setelah penderita sampai di darat, kendurkan semua pakaian yang menyesakannya, bersihkan mulutnya dari pasir atau lumpur, dan lepaskan gigi palsu, dan penolong berdiri di tengah-tengahnya dengan kaki mengangkang. Tempatkan kedua tangan penolong pada perut penderita dekat pada rusuk yang paling bawah, lalu angkatlah sehingga kepala penderita merunduk ke lantai dan air ke luar dari mulutnya. Jika pernafasan berhenti, segera lakukan pernafasan buatan.

E.7 Pernafasan buatan

Penyelamatan pada korban kecelakaan kejut listrik dapat mengagetkan korban dan menghentikan nafas korban. Berikut langkah-langkah ditempuh untuk memberikan pernafasan buatan:

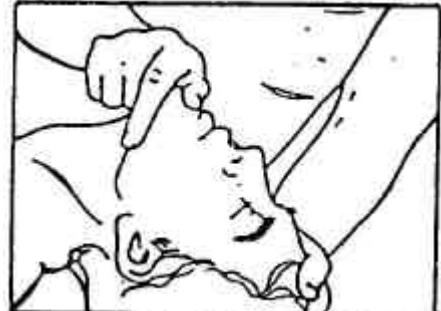
- a) menyadarkan kembali korban,
- b) segera cari pertolongan,
- c) periksa reaksi, goyang dengan pelan dan teriak dengan keras, bila tidak ada reaksi, maka lakukan hal sebagai berikut:

1) Pertama



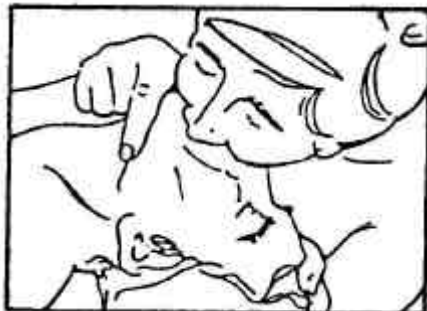
- letakkan korban pada sisinya,
- buka mulutnya dan periksa benda-benda asing,
- bila ada, bebaskan jalan pernafasan dengan jari.

2) Kedua



- baringkan korban pada punggungnya,
- angkat kepalanya ke belakang dan angkat dagunya ke depan.

3) Ketiga



- periksa nafas, periksa gerakan di dada, dengarkan dan rasakan adanya nafas,
- bila tidak ada nafas, maka pencet hidung smpat tertutup dengan ibu jari dan telunjuk,
- tiup ke dalam mulut korban.

4) Keempat



Berikan dengan cepat 5 kali tiupan pernafasan, dan diikuti dengan satu pernafasan setiap 5 detik (12 kali per menit).

CATATAN Untuk anak di bawah 2 tahun letakkan mulut anda pada hidung dan mulut korban dan berikan 20 tiupan ringan per menit.

5) Kelima



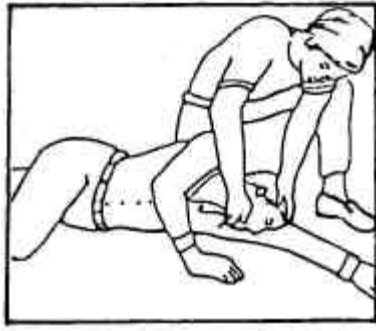
Periksa denyut *carotid*.

Bila tidak ada denyut, letakkan tangan anda di tulang dada sebelah bawah.

Satu orang operator: Berikan 15 kali tekanan pada jantung, diikuti dengan 2 kali pernafasan dengan cepat. Lepaskan tekanan pada jantung 5 cm sebanyak 80 tekanan per menit.

Dua orang operator: Berikan 5 kali tekanan jantung, selanjutnya satu pernafasan penuh tanpa interupsi pada tekanan jantung dengan kecepatan 60 tekanan per menit.

6) Keenam



- Bila denyut korban dan pernafasan alamiah telah kembali, hentikan penyadaran kembali, dan letakkan korban pada posisi *recovery* atau posisi koma.
- Perhatikan terus korban, untuk memastikan dia tidak berhenti bernafas lagi, sampai perawat ahli mengambil alih.

- d) Periksa denyut setelah 1 menit pertama, selanjutnya setiap 3 menit. Bila denyut kembali, teruskan pernafasan mulut ke mulut sampai pernafasan kembali.

CATATAN Informasi ini hanya merupakan suatu panduan. Disarankan agar petugas yang berhubungan dengan pekerjaan pemasangan atau perawatan instalasi listrik, memperoleh pelatihan resmi mengenai cara-cara terbaru pertolongan menyadarkan kembali korban.

BAHAYA :

- a) Usahakan keselamatan anda sendiri dan keselamatan korban dan orang-orang sekeliling.
- b) Tegangan tinggi, tunggu sampai suplai daya diputuskan.
- c) Tegangan rendah, segera matikan suplai daya. Bila hal ini tidak dapat dilakukan, maka tarik atau dorong korban dari hubungan listrik memakai bahan tidak konduktif yang kering seperti kayu, tali, pakaian, plastik atau karet. Jangan mempergunakan metal atau apapun yang lembab.

E.8 Pingsan alam

Ada kemungkinan seorang penderita mengalami pingsan alam. Dalam peristiwa ini, penderita harus dijaga agar tetap hangat dengan jalan menyelimutinya, dan jika mungkin botol berisi air panas ditempatkan pada kakinya.

E.9 Minuman perangsang

Minuman perangsang tidak boleh diberikan kepada penderita yang pingsan. Minuman panas tidak boleh diberikan kecuali penderita sudah benar-benar sadar.

E.10 Keselamatan kerja

- a) Tersedianya alat untuk pertolongan.
- b) Setiap kecelakaan yang membutuhkan pengobatan, pertolongan, atau perawatan, terlebih dulu harus dilaporkan secepat mungkin kepada orang yang diberi wewenang mengepalai pekerjaan yang bersangkutan, yang selanjutnya akan melaporkan kejadian itu secara terinci kepada ahli teknik atasannya.
- c) Setiap kecelakaan harus dicatat dalam sebuah buku statistik kecelakaan, yang antara lain harus berisi data berikut:
 - 1) nomor urut,

- 2) nama penderita,
 - 3) jam, hari, tanggal, dan tahun terjadinya kecelakaan,
 - 4) sebab kecelakaan,
 - 5) macam dan akibat kecelakaan,
 - 6) pertolongan pertama yang diberikan dengan menyebutkan jam, tanggal, dan macam pertolongan pertama tersebut,
 - 7) nama saksi yang melihat kecelakaan, dan
 - 8) keterangan lain yang diperlukan.
- d) Ruang kerja listrik yang dengan teratur dan terus-menerus dilayani dan dijaga oleh petugas, misalnya pusat pembangkit listrik, gardu induk, gardu hubung, bengkel listrik dan gudang, harus dilengkapi perlengkapan pencegah bahaya kebakaran. Di tiap ruang harus tersedia alat pemadam kebakaran racun api (*brandblusser*) dengan isi obat racun api yang cukup, sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
- e) Ruang kerja listrik yang dengan teratur atau terus menerus dilayani atau dijaga oleh petugas, seperti pusat pembangkit listrik, gardu induk, gardu hubung, dan bengkel listrik, harus dilengkapi perlengkapan kecelakaan seperti obat-obatan (PPPK), tanda, tandu, dan lain sebagainya.
- f) Pada ruang kerja listrik berbahaya seperti pusat pembangkit listrik, gardu induk, gardu hubung, gardu distribusi, bengkel listrik, gudang listrik harus dipasang papan larangan masuk bagi setiap orang yang bukan petugas (yang tidak berkepentingan).
- g) Dalam ruang kerja listrik berbahaya para petugas harus menggunakan pakaian kerja yang baik, kering dan cocok menurut keadaan iklim dan aman sesuai dengan sifat pekerjaan yang dihadapi.
- h) Selain ketentuan di atas harus diperhatikan pula peraturan keselamatan kerja yang dikeluarkan oleh pemerintah.

Lampiran F

(Informatif)

Daftar gambar

3.4-1	Zone jangkauan tangan	41
3.5-1	Sistem TN-S	46
3.5-2	Sistem TN-C-S, fungsi netral dan proteksi tergabung dalam penghantar tunggal di sebagian sistem	47
3.5-3	Sistem TN-C, fungsi netral dan proteksi tergabung dalam penghantar tunggal di seluruh sistem	47
3.5-4	Sistem TT	48
3.5-5	Sistem IT	48
3.11-1	Transformator pemisah dengan hubung pendek ke bumi pada sirkit sekunder dan hubung pendek ke BKT perlengkapan listrik	59
3.12-1	Beberapa contoh tipikal sistem TT	63
3.12-2	Contoh penyambungan BKT perlengkapan listrik melalui kontak tusuk	64
3.13-1	Pembumian di sekitar sumber dan di setiap ujung cabang jaringan	69
3.13-2	69
3.13-3	Contoh tipikal hubungan penghantar proteksi dan penghantar PEN ke rel atau terminal dalam PHB	71
3.14-1	Contoh sistem IT	74
3.15-1	Contoh instalasi proteksi dengan GPAS	76
3.15-2	Pemasangan GPAS pada sistem yang mempunyai penghantar PEN (sistem TN)	76
3.15-3	Pemasangan GPAS pada sistem TT	76
3.18-1	Cara pemasangan elektrode pita	80
3.21-1	Pengukuran resistans pembumian pada sistem TT	87
3.21-2	Pengukuran resistans lingkaran	88
3.21-3	Pengukuran arus hubung pendek pada sistem TN (PNP)	89
3.21-4	Pengukuran pada gawai proteksi arus sisa	90
3.25-1	Penempatan arester pada saluran udara tegangan rendah	98
3.25-2	Penempatan arester pada ujung kabel	98
3.25-3	Susunan pemasangan arester	99
3.25-4	Prinsip dasar dan tipikal arester saluran udara tegangan rendah	99
3.25-5	Karakteristik kerja arester	100
3.25-6	Penempatan arester pada instalasi konsumen	100
3.25-7	Penempatan arester untuk sistem TN	101
3.25-8	Penempatan arester untuk sistem TT	101
3.25-9	Rangkaian suatu arester gabungan	102
3.25-10	Penempatan arester secara selektif	102
3.25-11	Jarak antara tiang atap dan instalasi penangkal petir	103
3.25-12	Tiang atap dihubungkan dengan instalasi penangkal petir melalui arester celah proteksi	104
3.25-13	Contoh arester celah proteksi	104
4.1	Suplai untuk perlengkapan pengendalian api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif	125
		147
5.5-1	181
5.5-2	Contoh pada 5.5.6.1	185
6.2-1	Ruang pelayanan	217

6.2-2a	Contoh gambar bagan untuk 6.2.4.1 dan 6.2.4.2	218
6.2-2b	Contoh gambar bagan untuk 6.2.4.1 dan 6.2.4.2	218
6.2-3a	Contoh gambar bagan untuk 6.2.4.3	219
6.2-3b	Contoh gambar bagan untuk 6.2.4.3	220
6.2-4a	Contoh gambar bagan untuk 6.2.5.1	221
6.2-4b	Contoh gambar bagan untuk 6.2.5.1	221
6.2-5a	Contoh gambar bagan untuk 6.2.7.1	222
6.2-5b	Contoh gambar bagan untuk 6.2.7.2	222
6.2-6	Contoh gambar bagan untuk 6.2.8.1 a)	224
6.2-7	Contoh gambar bagan untuk 6.2.8.1 b)	224
6.6-1	Contoh gambar bagan untuk 6.6.2.2 dan 6.6.2.3	231
6.6-2	Contoh gambar bagan untuk 6.6.2.3 dan 6.6.2.4	231
6.6-3	Contoh gambar bagan untuk 6.6.2.5	232
8.23-1	Klasifikasi zone dalam kamar mandi (tampak atas)	400
8.23-2	Klasifikasi zone dalam kamar mandi (tampak samping)	401
8.25-1	Klasifikasi zone dalam kolam renang di bawah muka tanah	403
8.25-2	Klasifikasi zone dalam kolam renang di atas muka tanah	403
8.25-3	Contoh untuk dimensi zone dengan partisi	404
8.25-4	Contoh untuk penentuan zone pada air mancur	404
8.27-1	Contoh instalasi ruang operasi dengan penyama potensial	425
8.27-2	Contoh penyama potensial di ruang operasi	426
8.27-3	Daerah (zone) rawan di ruang operasi yang menggunakan anastesik mampu bakar berupa campuran gas anastesik dan bahan pembersih	427
8.27-4	Contoh sistem distribusi instalasi listrik pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan	429

Lampiran G

(Informatif)

Daftar tabel

3.4-1	Elemen kode IP	42
3.13-1	Waktu pemutusan maksimum untuk sistem TN	66
3.14-1	Waktu pemutusan maksimum dalam sistem IT (gangguan kedua) ...	74
3.16-1	Luas penampang minimum penghantar proteksi	77
3.16-2	Luas penampang minimum penghantar fase	78
3.18-1	Resistans jenis tanah	80
3.18-2	Resistans pembumian pada resistans jenis $\rho_1=100 \Omega m$	81
3.18-3	Ukuran minimum elektrode bumi	82
3.20-1	Nilai resistans isolasi minimum	85
3.23-1	Batas suhu dalam pelayanan normal untuk bagian perlengkapan yang dapat terjangkau dalam jangkauan tangan	93
4.2	Perkiraan arus pengenalan, elemen lebur terbuat dari tembaga yang dilapisi timah untuk penggunaan dalam pengaman lebur semi-tertutup yang dapat dikawati kembali	114
4.3-1	Kebutuhan maksimum instalasi rumah tunggal dan rumah ganda ...	118
4.3-2	Kebutuhan maksimum instalasi bukan rumah	121
4.4-1	Jumlah titik sambung untuk sirkit akhir untuk penggunaan tunggal dalam instalasi rumah	129
4.4-2	Jumlah titik sambung untuk satu buah sirkit akhir untuk penggunaan tunggal dalam instalasi rumah	130
4.4-3	Pembebanan dan jumlah titik sambung pada sirkit akhir beban campuran dalam instalasi rumah	132
4.4-4	Pembebanan dan jumlah titik sambung tiap sirkit akhir beban campuran dalam instalasi bukan rumah	133
5.1-1	Tingkat ketahanan perlengkapan terhadap tegangan impuls	164
5.3-1	Jarak bebas minimum penghantar telanjang terhadap bumi (massa) pada tegangan 250 V ke atas dalam sistem lampu tabung gas	172
5.5-1	Penempatan unsur pengindera pengaman beban lebih	181
5.5-2	Nilai pengenalan atau setelan tertinggi gawai pengaman sirkit motor terhadap hubung pendek	183
5.15-1	Daur tugas mesin las listrik	207
6.6-1	Daftar pembebanan penghantar yang dibolehkan untuk tembaga penampang persegi	235
6.6-2	Daftar pembebanan penghantar yang dibolehkan untuk aluminium penampang persegi	236
7.1-1	Luas penampang nominal kabel dan kabel tanah	273
7.1-1a	Luas penampang penghantar konsentris	274
7.1-1b	Jumlah luas penampang geometri pelindung listrik	274
7.1-2	Jumlah luas penampang penghantar udara telanjang	275
7.1-3	Daftar konstruksi kabel instalasi	276
7.1-4	Daftar konstruksi kabel fleksibel untuk dihubungkan dengan peralatan listrik yang dapat dipindah-pindahkan atau bergerak	281
7.1-5	Daftar konstruksi dan penggunaan kabel tanah berisolasi dan berselubung termoplastik	285

7.1-5a	Daftar konstruksi dan penggunaan kabel tanah berisolasi XLPE dan berselubung PVC	289
7.1-6	Daftar konstruksi dan penggunaan kabel tanah berisolasi kertas	291
7.1-7	Konstruksi penghantar udara tembaga telanjang (BCC)	296
7.1-8	Konstruksi penghantar udara aluminium telanjang (AAC)	297
7.1-9	Konstruksi penghantar udara campuran aluminium telanjang (AAAC)	298
7.1-10	Kabel udara	299
7.2-1	Pengenal inti atau rel	300
7.2-2	Warna selubung kabel berselubung PVC dan PE untuk instalasi magun (pasangan tetap)	300
7.3-1	KHA terus menerus yang diperkenankan dan proteksi untuk kabel instalasi tunggal berisolasi PVC pada suhu keliling 30 °C dan suhu penghantar maksimum 70 °C	301
7.3-2	Faktor koreksi untuk KHA terus menerus untuk kabel instalasi tunggal berisolasi PVC pada suhu keliling 30 °C dengan suhu penghantar maksimum 70 °C	302
7.3-3	Faktor koreksi untuk KHA terus menerus untuk kabel instalasi tunggal berisolasi PVC terbuat dari bahan khusus tahan panas pada suhu keliling di atas 55 °C	302
7.3-4	KHA terus menerus yang diperkenankan untuk kabel instalasi berisolasi dan berselubung PVC, serta kabel fleksibel dengan tegangan nominal 230/400 (300) volt dan 300/500 (400) volt pada suhu keliling 30 °C, dengan suhu penghantar maksimum 70 °C	303
7.3-5a	KHA terus menerus untuk kabel tanah berinti tunggal, berpenghantar tembaga, berisolasi dan berselubung PVC, dipasang pada sistem arus searah dengan tegangan kerja maksimum 1,8 kV; serta untuk kabel tanah berinti dua, tiga dan empat berpenghantar tembaga, berisolasi dan berselubung PVC yang dipasang pada sistem arus fase tiga dengan tegangan nominal 0,6/1 kV (1,2 kV) pada suhu keliling 30 °C	304
7.3-5b	KHA terus menerus untuk kabel tanah berinti tunggal, berpenghantar aluminium, berisolasi dan berselubung PVC, dipasang pada sistem arus searah dengan tegangan kerja maksimum 1,8 kV; serta untuk kabel tanah berinti dua, tiga dan empat berpenghantar tembaga, berisolasi dan berselubung PVC yang dipasang pada sistem arus fase tiga dengan tegangan nominal 0,6/1 kV (1,2 kV) pada suhu keliling 30 °C	305
7.3-6a	KHA terus menerus untuk kabel tanah berinti banyak, berpenghantar tembaga, berisolasi dan berselubung PVC dengan tegangan nominal 3,6/6 kV (7,2 kV) dan 6/10 kV pada suhu keliling 30 °C	306
7.3-6b	KHA terus menerus untuk kabel tanah berinti banyak, berpenghantar aluminium, berisolasi dan berselubung PVC dengan tegangan nominal 3,6/6 kV (7,2 kV) dan 6/10 kV (12 kV) pada suhu keliling 30 °C	307
7.3-7a	KHA terus menerus untuk kabel tanah berinti tunggal, berpenghantar tembaga, berisolasi dan berselubung PVC dengan tegangan nominal 0,6/1 kV (1,2 kV); 3,6/6 kV (7,2 kV) dan 6/10 kV (12 kV) yang dipasang sejajar pada suatu sistem fase tiga pada suhu keliling 30 °C	308
7.3-7b	KHA terus menerus untuk kabel tanah berinti tunggal, berpenghantar aluminium, berisolasi dan berselubung PVC dengan tegangan nominal 0,6/1 kV (1,2 kV); 3,6/6 kV (7,2 kV) dan 6/10 kV (12 kV) yang dipasang sejajar pada suatu sistem fase tiga pada suhu keliling 30 °C	309

7.3-8a	KHA terus menerus untuk kabel tanah berinti tunggal, berpenghantar tembaga, berisolasi dan berselubung PVC, tidak berperisai, dengan tegangan nominal 0,6/1 kV (1,2 kV); 3,6/6 kV (7,2 kV) dan 6/10 kV (12 kV), yang dipasang terikat membentuk suatu sistem fase tiga pada suhu keliling 30 °C	310
7.3-8b	KHA terus menerus untuk kabel tanah berinti tunggal, berpenghantar aluminium, berisolasi dan berselubung PVC, tidak berperisai, dengan tegangan nominal 0,6/1 kV (1,2 kV); 3,6/6 kV (7,2 kV) dan 6/10 kV (12 kV), yang dipasang terikat membentuk suatu sistem fase tiga pada suhu keliling 30 °C	311
7.3-9a ₁	KHA terus menerus untuk tiga kabel tanah berinti tunggal, berpenghantar tembaga berisolasi XLPE, berpelindung bebat tembaga serta berselubung PVC dengan tegangan nominal 3,6/6 kV (7,2 kV), 6/10 kV (12 kV), 8,7/15 kV (17,5 kV), 12/20 kV (24 kV), 18/30 kV (36 kV) yang dipasang sejajar pada suatu sistem fase tiga pada suhu keliling 30 °C atau suhu tanah 30 °C	312
7.3-9a ₂	KHA terus menerus untuk tiga kabel tanah, berpenghantar tembaga berisolasi XLPE, berpelindung bebat tembaga serta berselubung PVC dengan tegangan rendah 0,6/1 kV (1,2 kV) yang dipasang sejajar pada suatu sistem fase tiga 30 °C atau suhu tanah 30 °C	313
7.3-9b	KHA terus menerus untuk tiga kabel tanah berinti tunggal, berpenghantar tembaga berisolasi XLPE, berpelindung bebat tembaga serta berselubung PVC dengan tegangan nominal 3,6/6 kV (7,2 kV), 6/10 kV (12 kV), 8,7/15 kV (17,5 kV), 12/20 kV (24 kV), 18/30 kV (36 kV) yang dipasang segitiga pada suatu sistem fase tiga, pada suhu keliling 30 °C atau suhu tanah 30 °C	314
7.3-10a	KHA terus menerus, kabel tanah berinti tiga berpenghantar tembaga berisolasi XLPE, berpelindung bebat tembaga pada tiap inti, serta berselubung PVC, dengan tegangan kerja nominal 6/10 kV (12 kV); 8,7/15 kV (17,5 kV) dan 12/20 kV (24 kV) pada suhu keliling 30 °C atau suhu tanah 30 °C	315
7.3-10b	KHA terus menerus, kabel tanah berinti tiga berpenghantar aluminium berisolasi XLPE, berpelindung bebat tembaga pada tiap inti, serta berselubung PVC, dengan tegangan kerja nominal 6/10 kV (12 kV); 8,7/15 kV (17,5 kV) dan 12/20 kV (24 kV) pada suhu keliling 30 °C atau suhu tanah 30 °C	315
7.3-11a	KHA terus menerus, kabel tanah berinti tiga berpenghantar tembaga berisolasi XLPE, berpelindung bebat tembaga pada tiap inti, berperisai baja serta berselubung PVC, dengan tegangan kerja nominal 6/10 kV (12 kV); 8,7/15 kV (17,5 kV) dan 12/20 kV (24 kV) pada suhu keliling 30 °C atau suhu tanah 30 °C	316
7.3-11b	KHA terus menerus, kabel tanah berinti tiga berpenghantar aluminium berisolasi XLPE, berpelindung bebat tembaga pada tiap inti, berperisai baja serta berselubung PVC, dan tegangan pengenal 6/10 kV (12 kV); 8,7/15 kV (17,5 kV) dan 12/20 kV (24 kV) pada suhu keliling 30 °C atau suhu tanah 30 °C	316
7.3-12a	KHA terus menerus kabel pilin udara berpenghantar aluminium atau tembaga berisolasi XLPE atau PVC, dengan tegangan nominal 0,6/1 kV (1,2 kV) untuk saluran tegangan rendah dan saluran pelayanan, pada suhu keliling maksimum 30 °C	317
7.3-12b	KHA terus-menerus kabel pilin udara berpenghantar aluminium berisolasi XLPE, berpenggantungan kawat baja dengan tegangan nominal 3,6/6 kV (7,2 kV), 6/10 kV (12 kV), 8,7/15 kV (17,5 kV), 12/20 kV (24 kV), 18/30 kV (36 kV) pada suhu maksimum 40 °C	318

7.3-13	Faktor koreksi untuk KHA kabel tanah berpenghantar tembaga atau aluminium berisolasi dan berselubung PVC tegangan nominal 0,6/1 kV (1,2 kV), berinti lebih dari 4, dengan luas penampang nominal penghantar 1,5 mm ² sampai dengan 10 mm ²	318
7.3-14	Faktor koreksi untuk KHA terus menerus dari kabel tanah yang ditanam dalam tanah yang mempunyai resistans panas-jenis lain dari 100 °C cm/W	319
7.3-15a	Faktor koreksi untuk KHA kabel tanah berisolasi PVC tegangan nominal 0,6/1 kV (1,2 kV) dan 3,6/6 kV (7,2 kV) yang ditanam dalam tanah dengan suhu keliling lain dari 30 °C	320
7.3-15b	Faktor koreksi untuk kabel XLPE dengan suhu keliling yang lain dengan 30 °C	320
7.3-16a	Faktor koreksi untuk KHA dari kabel tanah yang ditanam sejajar dalam tanah dengan jarak 7 cm untuk kabel tanah berinti tunggal (arus searah) dan berinti banyak (fase tiga)	320
7.3-16b	Faktor koreksi untuk KHA kabel tanah berinti tiga sebagaimana termaksud dalam Tabel 7.3-10a sampai dengan 7.3-11b dempet, berjarak 7 cm dan berjarak 25 cm dalam tanah	320
7.3-17	Faktor koreksi untuk KHA kabel tanah yang ditanam dalam tanah, untuk kabel tanah berinti tunggal pada sistem arus bolak-balik	321
7.3-18	Faktor koreksi untuk KHA kabel tanah yang dipasang di udara dengan suhu keliling lain dari 30 °C	321
7.3-19	Faktor koreksi terhadap Tabel 7.3-5a sampai dengan 7.3-11b untuk perhitungan KHA kabel berisolasi dan berselubung PVC berinti banyak dan berinti tunggal (sistem arus searah) atau kabel berisolasi XLPE, berpelindung bebat tembaga tanpa perisai baja dan berselubung PVC berinti tiga, yang dipasang di udara pada sistem arus fase tiga	322
7.3-20	Faktor koreksi terhadap Tabel 7.3-7a sampai dengan 7.3-9b untuk perhitungan KHA kabel tanah berinti tunggal, berisolasi dan berselubung PVC berisolasi XLPE, berpelindung bebat tembaga atau lilitan kawat tembaga dan berpelindung PVC yang dipasang di udara pada sistem arus fase tiga	324
7.3-21a	KHA terus menerus kabel tanah berinti tunggal (pada sistem arus-searah) dan berinti banyak berikat (pada sistem arus fase tiga) berpenghantar tembaga berisolasi kertas berpelindung timbal, atau tanpa perisai berpelindung aluminium, pada suhu keliling 30 °C	326
7.3-21b	KHA terus menerus kabel tanah berinti tunggal (pada sistem arus-searah) dan berinti banyak berikat (pada sistem arus fase tiga) berpenghantar aluminium berisolasi kertas berpelindung timbal, atau tanpa perisai berpelindung aluminium, pada suhu keliling 30 °C	327
7.3-22a	KHA terus menerus kabel tanah berinti banyak, berpenghantar tembaga, berisolasi kertas berpelindung timbal atau tanpa perisai berpelindung aluminium, dengan tegangan nominal 3,6/6 kV (7,2 kV) dan 6/10 kV (12 kV), pada suhu keliling 30 °C	328
7.3-22b	KHA terus menerus kabel tanah berinti banyak, berpenghantar aluminium, berisolasi kertas berpelindung timbal atau tanpa perisai berpelindung aluminium, dengan tegangan nominal 3,6/6 kV (7,2 kV) dan 6/10 kV (12 kV), pada suhu keliling 30 °C	329
7.3-23a	KHA terus menerus kabel tanah berinti banyak, berpenghantar tembaga, berisolasi kertas berpelindung timbal pada tiap-tiap intinya serta kabel tanah-H dengan pelindung timbal atau perisai berpelindung aluminium, pada suhu keliling 30 °C	330

7.3-23b	KHA terus menerus kabel tanah berinti banyak, berpenghantar aluminium, berisolasi kertas berpelindung timbal pada tiap-tiap intinya serta kabel tanah-H dengan pelindung timbal atau perisai berpelindung aluminium, pada suhu keliling 30 °C	331
7.3-24	Faktor koreksi untuk KHA terus menerus kabel berpelindung aluminium pada tiap intinya	332
7.3-25a	KHA terus-menerus dari tiga kabel tanah berinti tunggal berpenghantar tembaga berisolasi kertas dan berpelindung yang dipasang berjajar pada suatu sistem arus fase tiga pada suhu keliling 30 °C	333
7.3-25b	KHA terus-menerus dari tiga kabel tanah berinti banyak berpenghantar aluminium berisolasi kertas dan berpelindung yang dipasang sejajar pada keliling 30 °C	334
7.3-26a	KHA terus-menerus dari tiga kabel tanah berinti tunggal berpenghantar tembaga berisolasi kertas berpelindung timbal tanpa perisai yang diikat membentuk segi tiga pada sistem arus fase tiga pada suhu keliling 30 °C	335
7.3-26b	KHA terus-menerus dari tiga kabel tanah berinti tunggal berpenghantar aluminium berisolasi kertas berpelindung timbal tanpa perisai yang diikat membentuk segi tiga pada sistem arus fase tiga pada suhu keliling 30 °C	336
7.3-27a	KHA terus-menerus dari tiga kabel tanah berinti tunggal berpenghantar tembaga berisolasi kertas berpelindung aluminium yang dipasang berjajaran pada sistem arus fase tiga pada suhu keliling 30 °C	337
7.3-27b	KHA terus-menerus dari tiga kabel tanah berinti tunggal berpenghantar aluminium berisolasi kertas berpelindung aluminium yang dipasang sejajar pada sistem arus fase tiga pada suhu keliling 30 °C	338
7.3-28a	KHA terus-menerus dari tiga kabel tanah berinti tunggal berpenghantar tembaga berisolasi kertas berpelindung aluminium yang diikat membentuk segi tiga pada sistem arus fase tiga pada suhu keliling 30 °C	339
7.3-28b	KHA terus-menerus dari tiga kabel tanah berinti tunggal berpenghantar aluminium berisolasi kertas berpelindung aluminium yang diikat membentuk segi tiga pada sistem arus fase tiga pada suhu keliling 30 °C	340
7.3-29	Faktor koreksi untuk KHA dari kabel tanah yang ditanam di dalam tanah dengan resistans-panas-jenis berbeda dengan 100 °C cm/W. Faktor koreksi terhadap Tabel 7.3-10 sampai dengan 7.3-17. Faktor koreksi yang dipakai adalah hasil perkalian faktor A dan faktor B	341
7.3-30	Faktor koreksi untuk KHA dari kabel tanah yang dipasang langsung di dalam tanah pada suhu keliling berbeda dengan 30 °C	342
7.3-31	Faktor koreksi untuk KHA dari beberapa kabel tanah berinti tunggal pada sistem arus searah dan dari yang berinti banyak pada sistem arus fase tiga yang dipasang langsung di dalam tanah bersama-sama (jarak antara 2 kabel tanah berdekatan minimum 7 cm)	343
7.3-32	Daftar faktor koreksi untuk KHA dari beberapa kabel tanah berinti tunggal pada sistem arus fase tiga yang dipasang langsung di dalam tanah bersama-sama	343
7.3-33	Faktor koreksi untuk KHA dari beberapa kabel tanah berisolasi kertas berpelindung timbal atau aluminium yang dipasang di udara pada suhu keliling berbeda dengan 30 °C	343

7.3-34	Faktor koreksi untuk KHA dari beberapa kabel tanah berinti tunggal pada sistem arus searah dan kabel tanah berinti banyak pada sistem arus fase tiga; koreksi terhadap Tabel 7.3-22a sampai dengan 7.3-24	344
7.3-35	Faktor koreksi untuk KHA kabel tanah berinti tunggal pada sistem arus fase tiga, koreksi terhadap Tabel 7.3-25a sampai dengan 7.3-28b	346
7.3-36	KHA terus menerus dari penghantar tembaga telanjang BCC	348
7.3-37	KHA terus menerus dari penghantar aluminium telanjang AAC	349
7.3-38	KHA terus menerus dari penghantar aluminium paduan telanjang AAAC	350
7.3-39	KHA dari penghantar udara aluminium berteras baja ACSR	351
7.3-40	Resistans penghantar (kabel) instalasi tetap pada suhu 20 °C (R_{20})	352
7.6-1	Penghantar dengan bahan isolasi, pembebanan dan pemasangannya harus memperhatikan suhu batas yang diperkenankan	353
7.8-1	Diameter dalam minimum pipa instalasi listrik untuk pemasangan kabel rumah berisolasi PVC (NYA)	354
7.8-2	Diameter dalam minimum pipa instalasi listrik untuk pemasangan kabel rumah berisolasi karet (NGA)	355
7.16-1	Luas penampang nominal terkecil kabel dan penghantar udara	356
7.16-2	Jarak minimum antara 2 penghantar udara telanjang	356
7.16-3	Jarak minimum antara penghantar udara dan tanah diukur dari titik lendutan terendah terhadap tanah	357
7.16-4	Jarak maksimum antara dua titik tumpu penghantar udara	357
7.16-5	Jarak minimum antara penghantar udara dan jaringan telekomunikasi	357
8.5-5	Hubungan antara kelas suhu peralatan, suhu permukaan dan suhu penyalan	364
8.25-1	Persyaratan pengaman utama penerapan tindakan pengaman sesuai zone	409
8.25-2	Pemilihan dan pemasangan perlengkapan sesuai zone	409
8.27-1	Klasifikasi ruang medis penggolongan jenis ruang (kolom 2) ke kelompok (kolom 1) ditentukan oleh jenis penggunaan secara kedokteran (kolom 3 dan 4) serta perlengkapan kedokteran. Alat dasar itu suatu jenis ruang tertentu dapat digolongkan ke dalam lebih dari satu kelompok	415
8.27-2	Ruang fasilitas pelayanan kesehatan	416
8.28	Jenis perusahaan, jenis ruang dan kategori	432
9.9-1	Jarak minimum aman	448

Lampiran H

(Informatif)

Daftar anggota panitia revisi PUIL 1987

Lampiran H.1 Susunan keanggotaan revisi PUIL 1987 (SNI 04-225-1987)

No.	Nama	Wakil dari	Kedudukan dalam panitia pelaksanaan
(1)	(2)	(3)	(4)
1.	Dr. Ir. Luluk Sumiarso, MSc	Ditjen L.P.E-Dep. P.E	Ketua Harian (TP)
2.	Ir. Ratna Arianti, M.Sc	Ditjen L.P.E-Dep. P.E	Wakil Ketua Harian I (TP)
3.	Ir. Soemarjanto, MM	Ditjen L.P.E-Dep. P.E	Wakil Ketua Harian II (TP)
4.	Ir. J. Poerwono, MSEE	Ditjen L.P.E-Dep. P.E	Sekretaris I (TP)
5.	Ir. Mardianto kadri, M.Sc., Ph.D	Ditjen L.P.E-Dep. P.E	Sekretaris II (TP, TE)
6.	Ir. A. Gultom	DEPNAKER R.I	Anggota (Nara Sumber)
7.	Dr. Ronald Hutapea, SKM., Ph.D	DEPKES R.I	Anggota (Nara Sumber)
8.	Ir. Achdiat Atmawinas	DEPPERINDAG R.I	Anggota (Nara Sumber)
9.	Ir. Artono`	Ditjen L.P.E-Dep. P.E	Anggota (TP)
10.	Ir. J. Sitohang	Ditjen L.P.E-Dep. P.E	Anggota (TP)
11.	Abdullah Wahyudi, SH	Ditjen L.P.E-Dep. P.E	Anggota
12.	Ir. Ratni S. Pandia	Ditjen L.P.E-Dep. P.E	Anggota (TE)
13.	Ir. Tjahyokartiko Gondokusumo	Ditjen L.P.E-Dep. P.E	Anggota
14.	Ir. M. Ridwan S.	Ditjen L.P.E-Dep. P.E	Anggota
15.	Ir. Agus Sufiyanto	Ditjen L.P.E-Dep. P.E	Anggota (TE)
16.	Ir. Jisman Hutajulu	Ditjen L.P.E-Dep. P.E	Anggota (TE)
17.	Ir. Helmi P. Nainggolan	Ditjen L.P.E-Dep. P.E	Anggota (TE)
18.	Sugeng Prahoro, S.T	Ditjen L.P.E-Dep. P.E	Anggota (TE)
19.	Ir. B.H Pasaribu	Ditjen L.P.E-Dep. P.E	Anggota
20.	Djoko Moeljono, SH	Ditjen L.P.E-Dep. P.E	Anggota
21.	Ir. Munir Ahmad	Ditjen L.P.E-Dep. P.E	Anggota
22.	Ir. Idrus Albar	Ditjen L.P.E-Dep. P.E	Anggota
23.	Ir. Syarief Husein	B.S.N	Anggota (TP)
24.	Ir. Imam Sobari	DEPNAKER R.I	Anggota
25.	Ir. Taufik Izwan	DEPKES R.I	Anggota
26.	Ir. Radison Silalahi	DEPPERINDAG R.I	Anggota
27.	Ir. Nur Aryanto Aryono	B.P.P Teknologi	Anggota
28.	Ir. Wardhani	PT. PLN (Persero)	Anggota (TP,TE)
29.	Ir. Achmad Sudjana	PT. PLN (Persero)	Anggota (TP)
30.	Ir. Cicih Munarsih	PT. PLN (Persero)	Anggota (TE)
31.	Ir. Bartien Sayogo	PT. PLN (Persero)	Anggota (TP,TE)
32.	Ir. Bambang Irawadi	PT. PLN (Persero)	Anggota
33.	Ir. Abdul Faridhan	PT. PLN (Persero)	Anggota
34.	Ir. Edy Iskanto	PT. PLN (Persero)	Anggota (TE)
35.	Ir. Djatmiko	PERTAMINA	Anggota
36.	Ir. Wantomoeljono	PT. B.K.I	Anggota
37.	Ir. Djuhana Djoekardi	Yayasan UPTL/USAKTI	Anggota (TP)
38.	Ir. Moeljadi Oetji	Yayasan UPTL	Anggota (TP)
39.	Ir. Masgunarto Budiman, M.Sc	Yayasan UPTL/ Y PLN	Anggota (TE)
40.	Ir. Darius Fachrudin	Yayasan UPTL/APPI	Anggota
41.	Ir. Karel Pijpaert	Yayasan UPTL/APPI	Anggota (TP)

(1)	(2)	(3)	(4)
42.	Ir. Anggara Simanjuntak, MBA	Yayasan UPTL/AKLI	Anggota
43.	Ir. Djoni S. Soetarman	Yayasan UPTL/AKLI	Anggota (TE)
44.	Ir. Sukarno	Yayasan UPTL/AKLI	Anggota (TP,TE)
45.	Ir. J. Soekarto	Yayasan UPTL/AKLI	Anggota (TE)
46.	Ir. Sambodho Sumani	Yayasan UPTL/ PT. Cikarang Listrindo	Anggota
47.	Widiarko	Yayasan UPTL/ PT. Megaputra GD	Anggota
48.	Ir. Suwarno Suardjo	Yayasan UPTL	Anggota
49.	Ir. Soemarto Soedirman	Yayasan Dana Pensiun PT. PLN (Persero)	Anggota (TP)
50.	Ir. Komari	Yayasan Dana Pensiun/ PT. PLN (Persero)	Anggota
51.	Ir. S. Widodo	Yayasan Dana Pensiun/ PT. PLN (Persero)	Anggota
52.	Ir. Moeljadi Sasrasoebrata	INKINDO	Anggota
53.	Ir. Djoni Setiadi	APKABEL	Anggota
54.	Dipl. Ing. Bob Wirajendi	APKABEL	Anggota
55.	Ir. Mangambari Tompo, MBA	AKLI	Anggota (TP)
56.	Ir. Nanang Poetranto, M.Sc	AKLI	Anggota (TP)
57.	Ir. Bambang Sukotjo Abbas	AKLI	Anggota
58.	Ir. H. Anwar, M.Sc	APITINDO	Anggota
59.	Dr. Ir. Djoko Darwanto	MKI	Anggota
60.	R. Sri Rahadi	PT. Elnusa	Anggota (TP)
61.	Ir. Soedibyono T., MSEE	PT. Encona	Anggota (TE)
62.	Ir. Soenarjo Sastrosewojo	PT. Putimekas Bersama	Anggota (TP, TE)
63.	Dr. Ir. Sunoto, M.Eng	PT. Consilindo Sitara	Anggota
64.	Prof. T.M. Soelaeman	ITB	Anggota
65.	Drs. Adjat Sakri, M.Sc	ITB	Anggota (TE)
66.	Ir. Imam Sugandi	ITI	Anggota

Keterangan :

TP = Tim Pengarah

TE = Tim Editing

**Lampiran H.2 Penambahan anggota panitia revisi PUIL 1987 (SNI 04-0225-1987)
berdasarkan Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi
No. 51-12/40/600.3/1999**

No.	Nama	Wakil dari	Kedudukan dalam panitia pelaksanaan
(1)	(2)	(3)	(4)
1.	Ir. Irfan Karim Yoesoef	DEPKES R.I	Anggota (Nara Sumber)
2.	Ir. Prihadi Waluyo, MM	BSN	Anggota (TP)
3.	Ir. Leonard Sinaga	APKABEL	Anggota
4.	Ir. Biston Situngkir	APKABEL	Anggota

Lampiran H.3 Kelompok pelaksana perumusan revisi PUIL 1987

Bagian 1

1. Ir. Anwar, M.Sc (Ketua)
2. Ir. Ratni S. Pandia (Wakil Ketua)
3. Ir. Soenarjo Sastrosewojo (Anggota)
4. Drs. Adjad Sakri, M.Sc (Anggota)

Bagian 3

1. Ir. Komari (Ketua)
2. Ir. J. Soekarto (Wakil Ketua)
3. Ir. Bartien Sayogo (Anggota)
4. Ir. Soemarto Soedirman (Anggota)
5. Dr. Ir. Djoko Darwanto (Anggota)
6. Ir. Bambang Soekotjo Abbas (Anggota)

Bagian 5

1. Ir. Ahmad Sudjana (Ketua)
2. Ir. Soewarno Soeardjo (Wakil Ketua)
3. Ir. Karel Pijpaert (Anggota)
4. Ir. Helmi P. Nainggolan (Anggota)

Bagian 7

1. Ir. Masgunarto Boediman, M.Sc (Ketua)
2. Ir. Nanang Poetranto (Wakil Ketua)
3. Ir. Abdul Faridhan (Anggota)
4. Ir. Nur Aryanto Artono (Anggota)
5. Ir. M. Ridwan S (Anggota)
6. Ir. Munir Ahmad (Anggota)

Bagian 9

1. Ir. Djatmiko (Ketua)
2. Ir. Sambodho Sumani (Wakil Ketua)
3. Ir. Artono (Anggota)
4. Ir. B.H Pasaribu (Anggota)
5. Ir. Taufik Izwan (Anggota)

Bagian 2

1. Ir. Soenarjo Sastrosewojo (Ketua)
2. Drs. Adjad Sakri, M.Sc (Wakil Ketua)
4. Ir. Slamet Widodo (Anggota)
5. Djoko Moeljono, S.H (Anggota)
6. Ir. Tjahjo Kartiko Gondokusumo (Anggota)

Bagian 4

1. Ir. Djuhana Djoekardi (Ketua)
2. Ir. Soedibyono T., MSEE (Wakil Ketua)
3. Dr. Ir. Sunoto, M.Eng (Anggota)
4. Ir. Imam Sugandhi (Anggota)
5. Sugeng Prahoro, S.T (Anggota)
6. Ir. Idrus Alber (Anggota)

Bagian 6

1. Ir. Sri Rahadi (Ketua)
2. Ir. Cicih Munarsih (Wakil Ketua)
3. Ir. Jisman Hutajulu (Anggota)
4. Ir. Karel Pijpaert (Anggota)

Bagian 8

1. Ir. Sukarno (Ketua)
2. Ir. Djoni S. Soetarman (Wakil Ketua)
3. Ir. Edy Iskanto (Anggota)
4. Ir. Bambang Irawadi (Anggota)
5. Ir. J. Sihotang (Anggota)
6. Ir. Agus Sufiyanto (Anggota)

Lampiran H.4 Anggota tim editing revisi PUIL 1987

1. Drs. Adjat Sakri, M.Sc
2. Ir. Ahmad Sudjana
3. Ir. Bartien Sayoga
4. Ir. Djoni S. Sutarman
5. Ir. Djuhana Djoekardi
6. Freddy Suhartono, ST (PT. Schneider Indonesia)
7. Helen Situmorang (PT. Schneider Indonesia)
8. Ir. Isdarmadi Ismail, MT (PT. Schneider Indonesia)
9. Ir. Karel Pijpaert
10. Ir. Masgunarto Boediman, M.Sc
11. Ir. Soenarjo Sastrosewojo
12. Ir. Suwarno Suwardjo
13. R. Sri Rahadi
14. Ir. Soedibyono T. MSEE
15. Ir. Sukarno

Indeks

air keras		
1	larangan penggunaan air keras untuk solder sambungan kabel	7.11.1.14
akumulator		
2	inverter sebagai perlengkapan aki	8.22.6.2.1
3	jenis akumulator yang dipergunakan untuk cdpk	8.22.6.1.3
4	tusuk kontak dalam ruangan akumulator	5.4.2.3
5	lebar gang dalam ruang akumulator	5.9.5.7
6	penerangan ruang akumulator	5.9.5.12
7	ruang lk dan ko untuk akumulator	5.9.5.1 5.9.5.2
8	ruang tempat baterai	8.22.6.1.10
9	syarat pengisi baterai	8.22.6.1.3
10	tanda peringatan dalam ruang akumulator	5.9.5.13
alat pengaman		
11	alat pengaman transformator minyak	5.8.1.8
12	pemilihan alat pengaman kabel tanah	7.3.5.5
alat ukur		
13	pemasangan alat ukur dan alat kendali	9.4.6
aluminium		
14	lapisan pelindung aluminium kabel tanah sebagai penghantar nol sistem PNP	3.13.2.21
15	penghantar aluminium sebagai penghantar bumi	3.19.2.2
aparat		
16	aparat pengukuran resistans isolasi	3.20.1.3
aplikator		
17	pelindung aplikator pada perlengkapan pemanas	5.13.4.6
arester		
18	penempatan arester pada instalasi konsumen	3.25.2.2
19	penempatan arester pada instalasi sistem informasi	3.25.2.3
20	penempatan arester pada saluran udara	3.25.2.1.1
armatur		
21	armatur saluran kabel sirkit	5.3.6.4
22	konstruksi rumah armatur	5.3.7.1
23	pemasangan armatur lampu gantung	5.3.3.5
24	pemberian tanda pada armatur	5.3.7.5
25	pembumian BKT pada armatur	5.3.2.2.2
26	pembumian armatur transformator dan selungkup	5.3.2.2.1
27	pembumian armatur lampu	5.3.2.1
28	penggunaan kabel fleksibel pada armatur	5.3.6.2.1
29	persyaratan armatur lampu berdasarkan tegangan	5.3.1.7 5.3.1.9
30	sambungan dalam armatur penerangan di atas 300 V	5.3.6.3.4
31	sambungan dan pencabangan pada armatur	5.3.6.3.2
32	tabel pelat logam armatur (minimum 0.6 mm)	5.3.7.1.2

33	tanda peringatan untuk armatur tegangan di atas 100 V	5.3.11.3.10
34	terminal pada armatur penerangan	5.3.3.6
armatur lampu		
35	tutup roset dan kotak sambung untuk armatur lampu	5.3.4.1
arus		
36	arus bocoran	1.9-A
37	arus bocoran bumi	1.9-A
38	definisi arus beban lebih	1.9-A
arus asut		
39	pembatasan arus asut motor	5.5.7.4
arus beban lebih		
40	definisi arus beban lebih	1.9-A
41	proteksi dari arus beban lebih	3.24.3
arus beban lebih dalam waktu singkat		
42	perlengkapan yang dibebani arus beban lebih dalam waktu singkat	4.2.8.4
arus bocoran		
43	definisi arus bocoran	1.9-A
arus hubung pendek		
44	pengukuran arus hubung pendek pada sistem TN	3.21.3.2
45	pengukuran resistans pembumian atau arus hubung pendek pada sistem IT	3.21.3.3
arus nominal		
46	nilai arus nominal sakelar masuk	6.2.4.2
arus operasi sisa		
47	arus operasi sisa pengenalan GPAS	3.4.5.1
arus pusar		
48	pemanasan karena arus pusar pada kerangka bahan feromagentis	6.2.7.4
arus sisa		
49	pengukuran arus sisa BKT perlengkapan	3.21.3.4.2
asut		
50	pemilihan alat pengaman arus pengasutan motor	5.5.5.2.1
51	pengasut motor yang berulang-ulang	5.5.4.8
52	pengasutan kembali motor	5.5.7.6
auditorium		
53	penerangan auditorium	8.16.3.3
autotransformator		
54	autotransformator pada sistem tidak dibumikan	5.8.1.5
55	penghantar netral autotransformator	5.8.1.5.2

bagian konduktif terbuka (BKT)				
56	hubungan BKT instalasi ke bumi	3.5.3.3	3.5.4	3.5.5
		3.5.6		
57	pembumian BKT pada armatur	5.3.2.2.2		
58	penyambungan BKT pada SELV	3.3.1.4.2		
bahaya kebakaran dan ledakan gas (blg)				
59	definisi blg	8.5.1.1		
60	perlengkapan sinar X dalam blg (bld)	5.17.1.3		
bahaya kebakaran dalam ruang berdebu				
61	pemasangan konduit di ruang bld	8.8.2.3		
bahaya kebakaran serat (bks)				
62	pipa konduit dalam ruang bks	8.8.2.3		
bambu				
63	bambu sebagai tiang listrik instalasi sementara	8.18.2.4		
bangunan bertingkat				
64	pemasangan PHB utama pada bangunan bertingkat	9.6.1		
65	pemasangan sakelar masuk setiap lantai bangunan bertingkat	9.6.2		
bangunan sederhana				
66	PHB pada bangunan sederhana	6.2.2.12	6.2.2.13	
beban lebih				
67	syarat pemasangan proteksi beban lebih untuk motor	5.5.4.1		
beban bengkok				
68	jari-jari lengkung benda bengkok	7.8.3.3.5		
bebas riak				
69	definisi arus searah bebas riak	3.3.1.4.3		
bioskop				
70	penerangan darurat di bioskop	8.16.4		
biru				
71	penggunaan warna biru pada selungkup penghantar	7.2.3		
72	warna biru untuk penghantar netral	7.2.3.1		
bonding				
73	bonding pada instalasi kolam renang	8.25.6.1		
74	bonding pipa instalasi	8.25.6.1		
bumi				
75	larangan penggunaan bumi sebagai penghantar balik	7.10.1.18		
celah proteksi				
76	celah proteksi sebagai penangkal petir	3.25.2.1.3	3.25.2.4.2	
dapur listrik				
77	kebutuhan maksimum dapur listrik	Tabel 4.3-1C		

daur tugas				
78	KHA penghantar mesin las sesuai daur tugas	5.15.2.1.1	5.15.2.1.2	5.15.3.1.1
debu				
79	pengelompokan jenis debu	8.8.1		
derek atau lift				
80	jenis kabel fleksibel pada instalasi derek lif	8.14.2.5		
81	kebutuhan maksimum lif	Tabel 4.3-1K	Tabel 4.3-2E	
82	lif dan pompa air kebakaran sebagai beban gen-set darurat	8.21.3.1.1		
83	pemasangan sakelar pembatas pada derek atau lif	8.14.2.8		
84	penghantar dalam jalur penghantar instalasi derek atau lif	8.14.2.4		
85	PHB instalasi derek atau lif	8.14.2.1		
derek dan lif listrik				
86	instalasi	8.14.2		
87	lif pengangkut orang	8.14.2.11		
88	pencegahan bahaya tegangan sentuh	8.14	8.14.1	
89	penghantar fleksibel	8.14.2.5		
90	perlengkapan rem	8.14.2.6		
91	perlengkapan hubung bagi dan kendali	8.14.3		
92	pintu masuk	8.14.2.10		
desa				
93	definisi listrik desa	8.17		
diskriminasi				
94	diskriminasi gawai proteksi sirkit	4.11.4.4		
domestik				
95	pengamanan sirkit penerangan instalasi domestik (rumah)	7.7.1.1		
edison				
96	fiting edison dan goliath	5.3.10.1		
97	popularitas fitting lampu jenis edison	2.5.2.4		
efek termal				
98	proteksi dari efek termal	3.23		
elektrode				
99	bahan dan ukuran elektrode	3.18.4	Tabel 3.18-3	
100	definisi elektrode batang	3.18.2.2		
101	definisi elektrode bumi	3.18.1.1		
102	definisi elektrode pelat	3.18.2.3		
103	definisi elektrode pita	3.18.2.1		
104	elektrode pita sebagai pengatur gradien tegangan	3.18.4.3		
105	nilai resistans pembumian elektrode bumi di sekitar sumber listrik pada sistem TN	3.13.2.10b)		
106	pemasangan dan susunan elektrode bumi	3.19.1		
107	pembumi BKT perlengkapan/instalasi dengan elektrode bumi tersendiri pada sistem TT	3.12.1.3		

108	penggunaan besi tulang beton sebagai elektrode	3.18.2.4	
109	penggunaan pipa air logam sebagai elektrode bumi	3.18.2.4	
elektrode batang			
110	cara pemasangan beberapa elektrode batang	3.19.1.4	
111	definisi elektrode batang	3.18.2.2	
elektrode bumi			
112	nilai resistans pembumian elektrode bumi di sekitar sumber listrik pada sistem TN	3.13.2.10 b)	
elektrode pelat			
113	pemasangan elektrode pelat	3.19.1.5	
elektrode pita			
114	cara pemasangan elektrode pita	3.18.2.1	3.19.1.3
115	definisi elektrode pita	3.18.2.1	
116	elektrode pita sbg pengatur gradien tegangan	3.18.4.3	
elektrode tersendiri			
117	cara pembumian BKT dengan elektrode bumi tersendiri sistem TT	3.12.1.3	
EPR			
118	kabel berisolasi mineral dan karet EPR	7.1.5	
evakuasi			
119	perlengkapan evakuasi	4.11.2.2	
faktor koreksi			
120	faktor koreksi kabel tanah isolasi kertas	7.3.5.3	
121	faktor koreksi KHA kabel tanah isolasi PVC	7.3.4.3	
fas.pel.kes.			
122	CDPK untuk ruang kelompok IE dan 2E pada fas.pel.kes	8.27.5.2.1	
123	klasifikasi ruang fasilitas (fas.pel.kes)	8.27.1.2	
124	penyama pada instalasi fas.pel.kes	8.27.3.8	
125	PHB untuk ruang fas.pel.kes	8.27.2.8	
fase satu			
126	jumlah titik beban rangkaian akhir fase tiga	Tabel 4.4-4	
fasilitas pelayanan kesehatan			
127	cara pengawatan dan perlengkapan	8.27.2	
128	klasifikasi ruang	8.27	8.27.1.2
129	penghantar proteksi	8.27.3.7	
130	penyama potensial khusus	8.27.3.8	
131	tindakan proteksi	8.27.3	
132	tindakan proteksi terhadap bahaya ledakan dan kebakaran	8.27.4	
133	suplai daya pengganti khusus	8.27.5	
ferromagnetik			
134	pemanasan karena arus pusar pada kerangka bahan ferromagnetik	6.2.7.4	

ferromagnetik				
135	pengelompokan pemasangan kabel rumah dalam pipa magnetis	7.3.1.9		
fiting lampu				
136	fiting lampu penerangan pentas	5.3.1.2		
137	fiting lampu untuk penerangan luar	5.3.3.4.1	5.3.3.4.2	
138	pemasangan sakelar pada fitting lampu	5.3.3.8.1		
139	penggunaan fitting lampu yang bersakelar dalam ruang lb	5.3.8		
140	polaritas fitting lampu jenis edison	2.5.2.4		
141	selubung ulir fitting lampu pasangan tetap	5.3.1.3		
gagang pelayanan				
142	gagang pelayanan dari kayu	5.1.7.2		
143	gagang pelayanan dari logam	5.1.7.1		
144	gagang pelayanan pada tegangan menengah dan tegangan tinggi	5.1.7.3	5.1.7.4	
gambar				
145	gambar bagan PHB	6.2.3.5		
146	gambar instalasi – rumah sederhana	8.17.2.2.1		
gamma				
147	definisi ruang gamma	8.10.5		
gawai kendali				
148	komponen gawai kendali	6.6.5		
gawai proteksi				
149	arus pengenalan gawai proteksi	4.28		
150	gawai proteksi arus lebih	lihat GPAL	4.2.7.2.2	4.2.7.2.3
			4.2.7.2.4	
151	gawai proteksi arus sisa	lihat GPAS		
152	pemulihan alat proteksi arus pengasutan motor	5.3.5.2		
153	proteksi transformator kering	5.8.1.9		
gedung pertunjukan, pertemuan, musium d.l.l				
154	alat penerangan perlengkapan panggung	8.16.3.7		
155	baterei	8.16.4.8		
156	instalasi penerangan darurat	8.16.4.6		
157	instalasi yang digunakan sementara	8.16.2.2		
158	kuat penerangan darurat	8.16.4.2		
159	lampu panggung	8.16.3.8		
160	penggunaan tegangan lebih dari 300 v	8.16	8.16.1.1	
161	penghantar	8.16.2		
162	penghantar tanpa isolasi	8.16.2.3		
163	perlengkapan listrik	8.16.5		
164	perlengkapan listrik untuk panggung	8.16.1		
165	resistans pengendali	8.16.1.5		
166	tempat penonton	8.16.3.3		
167	tanda penunjuk	8.16.3.5		
168	tangga	8.16.5.5.4		
169	ruang di panggung	8.16.3.6		
170	ruang pemain musik	8.16.3		
171	ruang proyektor	8.16.3.7.1		
gen-set darurat		8.21.3		
172	beban utama yang tersambung pada gen-set darurat	8.21.3.1		

173	kapasitas tangki bahan bakar gen-set darurat	8.21.3.3.1		
174	lif dan pompa air kebakaran sebagai beban gen-set darurat	8.21.3.1.1		
175	persyaratan kapasitas dan ruang gen-set darurat	8.21.3.1.4		
176	urutan asut beban gen-set darurat	8.21.3.1.3		
generator				
177	KHA penghantar generator	5.6.1.3		
178	pelat nama generator	5.6.1.1		
goliath				
179	fiting edison dan goliath	5.3.10.1		
GPAL				
180	gawai proteksi arus lebih dan karakteristik sirkit	2.3.8	2.4.4.2	
181	GPAL boleh memutuskan penghantar N pada sistem TN-S	3.13.2.17		
182	GPAL harus memutuskan penghantar N pada sistem TT dan IT	3.13.2.17		
183	GPAL tidak boleh memutuskan penghantar PEN	3.13.2.17		
184	pemasangan GPAL pada sistem IT	3.14.2.5		
185	pemasangan GPAL pada sistem TN	3.13.2.1	3.13.2.4	3.13.2.6
186	pemasangan GPAL pada sistem TT	3.12.2.1	3.12.2.3	
187	pengaman arus lebih pemanas induksi dan dielektrik	5.13.3.3		
GPAS				
188	definisi GPAS	3.15.1.1		
189	GPAS jenis S pada sistem TT	3.12.2.1		
190	GPAS sebagai proteksi tambahan dari kejut listrik dalam pelayanan normal	3.4.5		
191	pemilihan GPAS	3.15.1.2		
192	penggunaan GPAS	3.15		
193	penggunaan GPAS pada sistem IT	3.14.2.5	3.16.2.4.2b)	
194	penggunaan GPAS pada sistem TN	3.13.2.1	3.13.2.4	3.13.2.6
195	penggunaan GPAS pada sistem TT	3.12.2.1	3.12.2.3	
196	proteksi terhadap bahaya kebakaran dengan GPAS	3.15.1.2.3		
hidrometer				
197	hidrometer sebagai perlengkapan instalasi aki	8.21.3.4.3		
hijau-kuning				
198	penggunaan warna loreng hijau-kuning selubung penghantar	7.2.2		
199	warna loreng hijau kuning pada kabel	7.2.2.1		
hitam				
200	warna hitam untuk kabel berinti tunggal	7.2.4.1		
hubung pendek				
201	pengaman penghantar terhadap hubung pendek	7.5.3.1	7.5.3.2	
ikatan penyama potensial (IPP)				
202	IPP dalam bangunan besar pada sistem TN	3.13.1.1		
203	IPP pada hubungan antar pembumi instalasi penangkal petir	3.25.2.5.2		
204	IPP pada pemasangan arester	3.25.2.2.1		

205	IPP suplemen	3.7.2.2	
206	IPP utama	3.7.2.1	
207	warna penghantar IPP	3.6.2.2 a)	3.6.3.1
instalasi			
208	instalasi dalam gedung terpisah	4.11.3.3	
209	instalasi dalam masa pembangunan	8.20	
210	instalasi ganda	4.8.2.2	
instalasi generator set darurat			
211	hubungan paralel	8.21.3.5.7	
212	kendali	8.21.3.5	
213	lampu untuk pelayanan darurat	8.21.2.6	
214	pelayanan manual	8.21.3.5.3	
215	pemadam api	8.21.2.5	
216	peringatan bahaya	8.21.3.3.5	
217	syarat bangunan/ruang	8.21	8.21.2
218	syarat kecepatan tanggap	8.21.3.2.1	
219	suplai bahan bakar	8.21.3.3.1	
220	urutan asut	8.21.3.1.3	
221	ventilasi	8.21.2.4	
instalasi konsumen			
222	penghantar netral berisolasi pada instalasi konsumen	3.12.2.7	
instalasi listrik desa			
223	definisi instalasi listrik desa	8.17	
224	ketentuan khusus	8.17.2.2	
225	penghantar	8.17.2.3	
226	PHB	8.17.2.5	
227	sambungan rumah desa	8.17.3	
instalasi listrik dalam kamar mandi			
228	ikatan penyama potensial tambahan	8.23.4	
229	klasifikasi zone	8.23	8.23.2
230	pemilihan dan pemasangan perlengkapan listrik	8.23.6	
231	pengkawatan	8.23.7	
232	proteksi terhadap kejut listrik	8.23.3	
instalasi penerangan darurat			
233	inverter baterai	8.22.6.2	
234	jenis penerangan	8.22	8.22.3
235	jenis sistem	8.22.4	
236	pengasutan mesin secara otomatis	8.22.6.3	
237	sistem instalasi listrik	8.22.5	
238	sistem kendali	8.22.7	
239	sumber daya darurat	8.22.6	
instalasi rumah			
240	instalasi rumah dan gedung khusus	8.15	
instalasi sementara			
241	bambu sebagai tiang listrik instalasi sementara	8.18	
242	definisi instalasi sementara	8.18.1.1	
243	fiting lampu pada instalasi sementara	8.18.1.2	
244	penerangan pesta	8.18.3	
245	penghalang dan tanda peringatan instalasi sementara	8.18.1.3	
246	penghantar	8.18.2	

247	ruang PHB	8.18.1.2	
instalasi semi permanen			
248	instalasi semi permanen	8.18	
interferensi radio			
249	tingkat interferensi radio pada inverter	8.22.6.2.3	
interlok			
250	interlok pintu paralel	5.13.4.3	
251	interlok untuk sirkit kendali jarak jauh	5.13.2.8.1	
inti			
252	pengenal inti atau rel	Tabel 7.2-1	
inverter			
253	alat ukur pada inverter	8.22.6.2.6	
254	inverter sebagai perlengkapan aki	8.22.6.2	
255	tingkat interferensi radio pada inverter	8.22.6.2.3	
isolasi			
256	isolasi diperkuat	3.8.1.1.3	
257	isolasi ganda	3.8.1.1.1	
258	isolasi suplemen	3.8.1.1.2	
isolasi proteksi			
259	persyaratan isolasi proteksi	3.6.2.4	
isolator			
260	pengaman isolator dan pipa instalasi	7.6.1.1	7.6.1.2
261	porcelain sebagai bahan isolator	7.6.2.1	
isolator jepit/rol			
262	jarak titik tumpu pada isolator penghantar 1,5; 2,5; 4 mm ²	7.10.15	
isyarat			
263	isyarat bekerjanya CDPK pada setiap ruang	8.27.5	
jalan masuk			
264	persyaratan jalan masuk ruang PHB terbuka	6.4.2.3	
jalur penghantar			
265	jenis jalur penghantar	7.7.2	
266	penghantar dalam jalur penghantar instalasi derek atau lif	8.14.2.5	
jarak			
267	jarak pagar bagian yang bertegangan pada ruang I dan Ik	8.2.1.6	
jarak kabel			
268	jarak kabel arus kuat dan arus lemah (telekomunikasi)	7.8.1.19	
jarak kerja aman			
269	jarak kerja aman	9.9.4.1	Tabel 9.1-1

jenis ruangan khusus					
270	jenis ruangan khusus	8.28			
kabel					
271	definisi penghantar konsentris kabel	7.13.4.1.1			
272	kabel dengan lapisan pelindung logam	7.10.2.4	7.10.2.5		
273	kabel isolasi mineral	7.1.5			
274	kabel udara berisolasi	7.1.4.3	Tabel 7.1-10		
275	kabel untuk lingkungan panas	7.3.1.4	7.3.2.4	Tabel 7.1-3	
276	lapisan pelindung luar kabel	7.1.3.4.5			
277	lapisan pelindung mekanis (perisai) kabel	7.1.3.4.4			
278	lapisan pelindung elektris pada kabel	7.1.2.3			
279	lapisan pembatas medan listrik kabel	7.1.3.4.3			
280	larangan penggunaan penghantar netral bersama pada kabel	7.8.1.14			
281	luas penampang geometris pelindung listrik kabel	Tabel 7.1-1b			
282	luas penampang penghantar konsentris kabel	Tabel 7.1-1a			
283	penghantar konsentris pada kabel	7.1.3.4.1			
284	standar tegangan kerja kabel	7.1.2.2			
285	tegangan kerja kabel	7.1.2.2	7.1.3.3		
286	warna hitam untuk kabel berinti tunggal	7.2.4.1			
287	warna loreng hijau kuning pada kabel	7.2.2.1			
288	warna selubung kabel	7.2.7	Tabel 7.2-2		
289	warna selubung kabel berselubung untuk instalasi magun	Tabel 7.2-2			
kabel berinti banyak					
290	penggunaan kabel berinti banyak pada pemanas induksi	5.13.2.6.2			
291	perisai logam magnetis pada kabel berinti banyak	7.13.4.7			
kabel berinti tunggal					
292	kabel berinti tunggal yang berperisai logam magnetis	7.13.4.8			
kabel berisolasi mineral					
293	kabel berisolasi mineral karet EPR	7.1.5			
kabel berisolasi					
294	penggunaan kabel berisolasi ganda instalasi rumah sederhana	Tabel 7.1-3			
kabel fleksibel					
295	kabel fleksibel	Tabel 7.1-4	8.5.10.3		
296	jenis kabel fleksibel pada instalasi derek atau lift	8.14.2.5			
297	kabel fleksibel pada separasi listrik	3.11.2.1.4			
298	kabel fleksibel yang dihubungkan secara permanen pada perlengkapan listrik	3.6.2.4 b)			
299	pemasangan kabel fleksibel	7.10.6.2	7.10.6.3	7.10.6.4	
300	pengamanan kabel fleksibel — 0,75 mm ²	5.2.1.6			
301	penggunaan kabel fleksibel	5.2.1.2	5.2.1.3	7.10.6.1	
302	penggunaan kabel fleksibel pada armatur	5.3.6.2.1			

303	penggunaan penghantar proteksi pada kabel fleksibel	3.6.2.2 e)	
304	penyambungan dengan kabel fleksibel pada sistem IT	3.14.2.13	
kabel instalasi			
305	jenis kabel instalasi dalam ruang suhu tinggi	7.3.1.4	
kabel instalasi pipih			
306	pemasangan kabel instalasi pipih	7.10.3	
kabel isolasi tunggal			
307	KHA kabel dengan isolasi tunggal karet	7.3.1.2	
308	KHA kabel isolasi tunggal dengan isolasi PVC	7.3.1.1	Tabel 7.3-1
kabel lampu			
309	ukuran kabel lampu	5.2.2.2	
kabel rel			
310	kabel tanah dekat rel kereta	7.13.3.1	
kabel rumah			
311	pemasangan kabel rumah dalam bangunan	7.10.1.1	
312	pengelompokan pemasangan kabel rumah dalam pipa magnetis	7.11.1.9	
kabel tanah			
313	cara memotong kabel tanah	9.9.2.11	
314	cara pemasangan kabel tanah	7.13.1.2	
315	faktor koreksi KHA kabel tanah isolasi PVC	7.3.4.3	
316	KHA kabel tanah berisolasi PVC	Tabel 7.3-5a sampai dengan Tabel 7.3-8b	
317	pemeriksaan dan pengujian kabel tanah	9.7.3	
318	pemilihan alat pengaman kabel tanah	7.3.5.5	
kabel tanah isolasi XLPE			
319	KHA kabel tanah isolasi XLPE selubung PVC	7.3.6.1	
kabel tanah isolasi kertas			
320	faktor koreksi kabel tanah isolasi kertas	7.3.5.3	
kapasitor			
321	alat pembuang muatan kapasitor	5.10.1.6	
322	KHA penghantar sirkit kapasitor	5.10.2.1	
323	pelat nama pada kapasitor	5.10.5.1	
karet			
324	KHA kabel dengan isolasi tunggal karet	7.3.1.2	Tabel 7.3-2
katub			
325	katub pelepas tekanan pada peranti pemanas	5.12.8.1	
keadaan bertegangan			
326	bekerja pada keadaan bertegangan	9.9.3	
327	dilarang bekerja pada keadaan bertegangan	9.9.3.2	
keadaan darurat			
328	definisi keadaan darurat	8.22.1.2	

kebutuhan maksimum

329	cara menentukan kebutuhan maksimum	4.3.1	
330	kebutuhan maksimum dapur listrik	Tabel 4.3-1C	
331	kebutuhan maksimum instalasi rumah tunggal dan rumah ganda	Tabel 4.3-2	
332	kebutuhan maksimum kotak-kontak biasa	Tabel 4.3-1B	
333	kebutuhan maksimum las busur	Tabel 4.3-2H	4.3.2.4.2
334	kebutuhan maksimum las resistans	Tabel 4.3-2	4.3.2.4.3
335	kebutuhan maksimum lif	Tabel 4.3-1K	
336	kebutuhan maksimum motor	Tabel 4.3-2D	
337	kebutuhan maksimum mesin las	4.3.2.4	
338	kebutuhan maksimum pompa bahan bakar	Tabel 4.3-2F	
339	kebutuhan maksimum rumah tunggal dan bangunan rumah petak	Tabel 4.3-1	
340	kebutuhan maksimum KKB bukan instalasi rumah	Tabel 4.3-2B	
341	kebutuhan maksimum KKB	Tabel 4.3-1B	
342	penentuan kebutuhan maksimum daya penaksiran	4.3.3	
340	penentuan kebutuhan maksimum dengan cara pengukuran atau pembatasan	4.3.4	
343	kebutuhan maksimum sirkit akhir	4.3.5	

kedap air

344	PHB kedap air	6.5.2.5	
-----	---------------	---------	--

kelas

345	perlengkapan kelas 0	3.8.2.1	
346	perlengkapan kelas I	3.8.2.2	
347	perlengkapan kelas II	3.8.2.3	
348	perlengkapan kelas III	3.8.2.4	

kelompok IE

349	CDPK untuk ruang kelompok IE dan 2E pada fas.pel.kes	8.27.1.2.3	
-----	--	------------	--

kelompok 2E

350	CDPK untuk ruang kelompok IE dan 2E pada fas.pel.kes	8.27.1.2.3	
-----	--	------------	--

kemampuan

351	interlok untuk sirkit kendali jarak jauh	5.13.2.8.1	
352	pemasangan alat ukur dan alat kendali	9.4.6	
353	pemilihan standar kemampuan perlengkapan listrik	9.4.2.2	
354	tegangan kendali pada pemanas induksi dan dielektrik	5.13.2.7	
355	tegangan sirkit kendali pemadam kebakaran	4.11.2.1	
356	ukuran kabel kendali	6.6.5.3	

kerja singkat			
357	perlengkapan sinar x kerja singkat	5.17.1.5	
kertas			
358	KHA kabel tanah isolasi kertas	7.3.5.1	
KHA			
359	KHA kabel isolasi tunggal isolasi karet	7.3.1.2	
360	KHA kabel tanah isolasi XLPE selubung PVC	7.3.6.1	
361	KHA kabel tanah isolasi kertas	7.3.5.1	
362	KHA kabel tunggal dengan isolasi PVC	7.3.1.1	Tabel 7.3-1
363	KHA penghantar mesin las sesuai daur kerja	5.15.2.1	5.15.2.1.2
364	KHA penghantar penghubung pada sistem TN	3.13.2.11	
365	KHA penghantar proteksi pada sistem TN-C-S	3.13.2.16 a)	
366	KHA penghantar sirkit kapasitor	5.10.2.1	
367	KHA penghantar sirkit mesin perkakas	5.16.2.1	
368	KHA penghantar udara di luar bangunan	7.3.7.1	
369	KHA penghantar generator	5.6.1.3	
370	KHA sirkit 2 buah motor	5.5.3.2	
371	KHA sirkit motor	5.5.3.1	
klasifikasi			
372	klasifikasi ruang	8.5.2	
ko			
373	ruang lk dan ko untuk akumulator	5.9.5.1	5.9.5.2
kode			
374	kode IP	3.4.6	
kolam renang			
375	bonding pada instalasi kolam renang	8.25.3.2	
376	definisi kolam renang permanen/tidak permanen		
377	jenis transformator pemisah pada instalasi kolam renang	8.25.6.3	
378	kotak-kontak di kolam renang	8.25.6.3	
377	pemanas air kolam renang	8.25.6.4	
379	pembumian peralatan kolam renang	8.25.3.2	
380	tegangan maksimum (300 V) untuk penerangan kolam renang	8.25.6.5	
kolam renang dan kolam lainnya			
381	air mancur	8.25.7	
382	klasifikasi	8.25.2	
383	lampu kolam renang di bawah air	8.25.6.5	
384	penerapan SELV	8.25.3	
385	perlengkapan	8.25	8.25.1.2
386	persyaratan khusus	8.25.4	8.25.8
387	pengaruh luar	8.25.5	
388	pengkawatan	8.25.6	
konduit			
389	pemasangan konduit di ruang blg	8.5.11.1	
390	persyaratan ulir pipa instalasi (konduit)	8.5.11.2	
konsentris			
391	penghantar konsentris sebagai penghantar PEN pada sistem TN	3.13.2.19	

konstruksi		
392	bagian suatu konstruksi digunakan sebagai penghantar proteksi	3.6.2.2 d)
konsumen		
393	pembumian penghantar PEN di setiap konsumen	3.13.1.3
394	penempatan arester pada instalasi konsumen	3.25.2.2
395	penghantar PEN pada instalasi konsumen	3.13.2.14
kontak tusuk		
396	hubungan penghantar proteksi melalui kontak tusuk	3.6.2.3
397	konstruksi kontak tusuk untuk pembumian	5.4.1.7
398	kontak tusuk dalam ruang akumulator	5.4.2.3
399	kontak tusuk dari bahan kayu	5.4.1.2.3
400	kontak tusuk di ruang panas ; lembab dan basah	5.4.2.2
401	kontak tusuk sebagai sakelar	5.4.1.6
402	kontak tusuk untuk penggunaan kasar	5.4.2.1
403	penggunaan kontak tusuk untuk lampu rendah	5.4.1.9.1
404	syarat kontak tusuk untuk tegangan di atas 50 V sampai dengan 300 V	5.4.1.8.1 5.4.1.8.2
koreksi		
405	faktor koreksi penghantar udara	7.3.7.3
kotak kontak		
406	kotak kontak di dalam kolam renang	8.25.6.2
407	kotak kontak pada sistem FELV	3.3.2.4
408	kotak kontak pada sistem SELV dan PELV	3.3.1.3.3
409	kotak kontak yang dilengkapi kontak proteksi	3.6.2.4 c)
410	lubang kotak kontak untuk arus berlainan	5.4.1.4.2
411	lubang kotak kontak untuk tegangan berlainan	5.4.1.4.1
412	pengaman sirkit kotak kontak	7.7.1.2 7.7.1.3
413	penggunaan terminal pada sakelar dan kotak kontak	7.11.1.5.1
414	polaritas kotak kontak fase tunggal	2.5.2.6
kotak kontak khusus		
415	jumlah titik KKK pada rangkaian khusus beban kecil sejenis	Tabel 4.3-1B
416	kebutuhan maksimum lampu pijar; lampu TL; KKB dan KKK	Tabel 4.3-1A Tabel 4.3-1B
kotak sambung		
417	tutup roset dan kotak sambung untuk armatur lampu	5.3.4.1 5.3.4.2
kubu transformator		
418	ketentuan untuk kubu transformator	5.8.3.4
419	kubu untuk transformator sistem tegangan lebih 20.000 V	5.8.2.1
420	kubu transformator minyak pasangan dalam	5.8.2.3
421	lubang ventilasi kubu transformator	5.8.3.4
laboratorium listrik		
422	papan tanda peringatan dan laboratorium listrik	8.4.2.5

lambang			
423	lambang penghantar netral	3.5.4	
424	lambang penghantar PEN	3.5.4	
425	lambang penghantar proteksi	3.5.4	
426	lambang perlengkapan berisolasi diperkuat	3.8.1.1.3	
427	lambang perlengkapan berisolasi ganda	3.8.1.1.1	
428	lambang perlengkapan berisolasi suplemen	3.8.1.1.2	
lampu			
429	pembumian pada autotransformator untuk lampu	5.3.11.2.9	
lampu tabung gas			
430	lampu tabung gas	5.3.11	
431	penggunaan transformator berisi minyak untuk lampu tabung	5.3.11.3	
432	perlengkapan lampu tabung gas tegangan 1000 V atau kurang	5.3.11.3.2	
433	transformator untuk lampu tabung gas tegangan di atas 1000 V	5.3.11.1.3 a)	
lampu tangan			
434	persyaratan beban-konstruksi lampu tangan	5.3.7.3.1	
lampu uji			
435	penyambungan lampu uji	5.3.6.6.1	5.3.6.6.2
lantai dan dinding			
436	resistans lantai dan dinding berisolasi	3.9.4	
lapisan pelindung listrik			
437	definisi lapisan pelindung listrik	7.1.3.4.2.1	
lapisan pelindung luar			
438	fungsi lapisan pelindung luar	7.1.3.4.5	
lapisan pelindung logam			
439	kabel dengan pelapisan pelindung logam	7.12.2.4	7.12.2.5
lapisan pelindung listrik			
440	lapisan pelindung elektris pada kabel	7.1.2.3	
441	lapisan pelindung listrik pada kabel	7.1.3.4.2	
lapisan pelindung			
442	luas penampang geometris minimum lapisan pelindung	7.1.3.4.2.2	
las			
443	definisi	4.3.2.4.1	
las busur			
444	kebutuhan maksimum las busur	4.3.2.4.2	
las resistans			
445	kebutuhan maksimum las resistans	4.3.2.4.2	
lawa			
446	syarat bekerja pada traverse	9.9.2.8	

lb					
447	penggunaan kompon perapat pada pipa dalam ruang lb	8.5.11.1			
448	penggunaan pipa berulir dalam ruang lb	8.5.11.2			
lebar gang					
449	lebar gang dalam ruang akumulator	5.9.5.7			
lendutan					
450	jarak lendutan terendah ke tanah pada saluran udara	7.16.3.2	Tabel 7.16-3		
lift					
451	definisi lift	4.11.2.3			
452	lift khusus	4.11.3.4			
linac					
453	definisi ruag linac	8.10.6.1			
lk					
454	ruang lk dan ko untuk akumulator	5.9.5			
loreng hijau-kuning					
455	warna loreng hijau-kuning untuk penghantar proteksi	3.6.2.2			
lubang ventilasi					
456	lubang ventilasi kubu transformator (20 cm ² /kVA)	5.8.3.4 c)			
mesin las					
457	KHA penghantar mesin las sesuai daur kerja	4.3.2.4.3	5.15.2.1.1	5.15.2.1.2	
458	daur kerja mesin las	4.3.2.4.1			
mesin perkakas					
459	definisi mesin perkakas logam dan plastik	5.16.1.2			
460	KHA penghantar sirkit mesin perkakas	5.16.2.1			
461	pelat nama mesin perkakas	5.16.1.3			
mineral					
462	kabel berisolasi mineral dan silikon	7.3.3.1			
minyak					
463	penggunaan transformator berisi minyak untuk lampu tabung	5.3.11.24			
monitor					
464	gawai monitor isolasi pada sistem IT	3.14.2.2			
465	pemasangan gawai monitor isolasi pada sistem IT	3.14.2.8			
motor					
466	beban singkat dan intermiten motor	5.5.3.3			
467	definisi pengendali motor	5.5.7.1			
468	kebutuhan maksimum motor	Tabel 4.3-2D			
469	KHA sirkit 2 buah motor atau lebih	5.5.3.2			
470	KHA sirkit motor	5.5.3.1			
471	pelat nama motor	5.5.1.1	5.5.1.6.3		
472	pemasangan motor dalam ruangan berdebu	5.5.2.2.1	5.5.2.2.2		

473	pemasangan motor pada sirkit serba guna	5.5.4.7	
474	pemasangan pengaman lebur pada motor	5.5.4.4.1	
475	pemasangan perlengkapan pengatur dan pengendali untuk motor	5.5.1.6.2	
476	pembatasan arus asut motor	5.5.7.4	
477	pemilihan alat pengaman arus pengasutan motor	5.5.5.2.1	
478	pengaman beberapa buah motor	5.5.5.1	
479	pengasut kembali motor	5.5.7.6	
480	pengasut motor yang berulang-ulang	5.5.4.8	
481	pengendali untuk motor	5.5.7.2	
482	pengendara beban lebih pada motor	5.5.9.2	
483	persyaratan sirkit sadapan untuk motor	5.5.5.5	
484	reostat untuk mengasut motor	5.5.7.3.3	
485	sarana pemutusan motor	5.5.8.2	
486	syarat pemasangan pengaman beban lebih untuk motor	5.5.4.2.1	
487	syarat sarana pemutus untuk motor	5.5.8.3	5.5.8.4
motor generator			
488	motor generator untuk tegangan ekstra rendah	3.3.1.2.2	
motor pegun			
489	pembumian motor pegun	5.5.11.1	5.5.11.2
motor pompa kebakaran			
490	proteksi arus lebih untuk sirkit motor pompa kebakaran	4.11.8.2	
491	proteksi suhu lebih untuk motor pompa kebakaran	4.11.8.3	
492	sirkit kendali untuk motor pompa kebakaran	4.11.8.4	
muatan listrik			
493	cara membuang muatan listrik	9.9.2.10	
nilai resistans			
494	nilai resistans isolasi minimum instalasi listrik	3.20.1.3	Tabel 3.20-1
495	nilai resistans jenis tanah dan resistans pembumian	3.18.3	
496	nilai resistans lantai dan dinding berisolasi	3.9.4	
497	nilai resistans pembumian pada sistem IT	3.14.2.11	
498	nilai resistans pembumian pada sistem TT	3.15.2.1	
499	nilai resistans pembumian total pada saluran udara untuk sistem TN	3.13.2.10	
nya			
500	cara pemasangan kabel berisolasi tunggal (NYA) dalam pipa	7.10.1.8	
nym			
501	cara pemasangan kabel NYM dalam plesteran	7.10.1.8	
otomatis			
502	sarana pemutus otomatis perlengkapan sinar x	5.17.2.3	
pagar			
503	jarak pagar bagian yang bertegangan pada ruang I dan Ik	8.2.1.6	
504	pagar pada ruang I pasangan luar	8.2.1.6	

panas			
505	jenis kabel untuk ruang dengan suhu panas	7.3.1.4	7.3.2.4
paralel			
506	pengaman penghantar yang dihubungkan paralel	7.5.4	
507	persyaratan hubungan paralel penghantar	7.5.4	
508	syarat kerja paralel transformator	5.8.1.10	
509	transformator yang dihubungkan paralel	9.9.2.7	
pasangan luar			
510	pagar pada ruang I pasangan luar	8.2.1.6	
pekerjaan dalam ketel uap, tangki dan bejana logam lain penghantar		8.12	8.12.2
pelat nama			
512	pelat nama generator	5.6.1.1	
513	pelat nama instalasi penerangan tanda/bentuk	8.26.1.6	
514	pelat nama mesin perkakas	5.16.1.3	
515	pelat nama motor	5.5.1.6.3	
516	pelat nama pada kapasitor	5.10.5.1	
517	pelat nama pada perlengkapan pemanas	5.13.4.8	
518	pelat nama transformator	5.8.1.14	
pelindung elektris			
519	penggunaan pelindung elektris sebagai penghantar netral	7.1.3.4.1.1	
pelindung konsentris			
520	selubung logam; pelindung konsentris dan pelindung mekanis	7.10.1.16	
pelindung luar			
521	lapisan pelindung luar kabel	7.1.3.4.5	
pelindung mekanis			
522	lapisan pelindung mekanis (perisai) kabel	7.1.3.4.4	
523	selubung logam; pelindung konsentris dan pelindung mekanis	7.10.1.16	
peluncur			
524	dok galangan kapal	8.13	
pemadam kebakaran			
525	pemasangan gawai proteksi untuk sirkit pemadam kebakaran	4.11.4.4	
526	pengaman untuk motor pompa pemadam kebakaran	4.11.8.2	4.11.8.3
527	sakelar utama untuk sirkit lif dan perlengkapan pemadam kebakaran	4.11.5.2	
528	sirkit untuk perlengkapan pemadam kebakaran	4.11.6	
pemanas			
529	katup pelepas tekanan pada peranti pemanas	5.12.8.1	
530	pemberian tanda pada peranti pemanas	5.12.4	
531	pengaman pembumian AS pada pemanas induksi dan dielektrik	5.13.2.1	
532	peranti pemanas yang dicelupkan	5.12.6.1	

533	tegangan kendali pada pemanas induksi dan dielektrik	5.13.2.7		
pemanas air				
534	pemanas air kolam renang	Tabel 4.3-1G	Tabel 4.3-2G	
pemanas induksi dan dielektrik				
535	definisi pemanas induksi dan dielektrik	5.13.1.2		
536	pengamanan arus lebih pemanas induksi dan dielektrik	5.13.3.3		
537	penggunaan kabel berinti banyak pada pemanas induksi	5.13.2.6.2		
538	tegangan kendali pada pemanas induksi dan dielektrik	5.13.2.7		
pembangkit tenaga listrik				
539	pengujian berkala instalasi pembangkit tenaga listrik (PTL)	8.27.6.5		
pembatas arus gangguan				
540	pengaman lebur sebagai pembatas arus gangguan	4.2.9.2		
541	pemasangan pembatas arus gangguan	4.2.9.5		
pembatas medan listrik				
542	lapisan pembatas medan listrik kabel	7.1.3.4.3		
pembebanan intermiten				
543	definisi pembebanan intermiten	7.4.1.2		
544	pengaman sirkit dengan pembebanan singkat atau intermiten	7.7.2.1	7.7.2.2	
pembebanan singkat				
545	definisi pembebanan singkat	7.4.1.1		
546	pengamanan sirkit dengan pembebanan singkat atau intermiten	7.7.2.1	7.7.2.2	
pemberian tanda				
547	pemberian tanda mengenai lokasi PHB utama	4.13.1.3		
548	pemberian tanda pada peranti pemanas	5.12.4		
549	pemberian tanda pada sakelar perlengkapan penanggulangan bahaya kebakaran	4.11.5.1 4.11.5.4	4.11.5.2	4.11.5.3
pembumian				
550	contoh pembumian pada sistem TT	3.12.1.3		
551	jenis pembumian sistem	3.5.3.3		
552	pembumian armatur lampu	5.3.2.1		
553	pembumian BKT pada armatur	5.3.2.2		
554	pembumian instalasi rumah sederhana	8.17.2.5		
555	pembumian motor pegun	5.5.11.1	5.5.11.2	
556	pembumian pada autotransformator untuk lampu	5.3.11.2.9		
557	pembumian pada pemutusan suplai secara otomatis	3.7.1.2		
558	pembumian pada sistem IT	3.14.1.2		
559	pembumian pada titik tambahan dalam sistem TN	3.13.1.1		

560	pembumian penghantar PEN pada saluran udara sistem TN	3.13.2.10	
561	pembumian penghantar PEN pada sistem TN	3.13.1.3	
562	pembumian pipa instalasi dari logam	7.8.5.3	
563	pembumian selungkup dan rangka logam perlengkapan listrik	5.1.5.1	
564	pembumian yang baik dari pipa air minum logam pada sistem TN	3.13.2.11	
565	pengaman pembumian AS pada pemanas induksi dan dielektrik	5.13.2.6.1	
566	perisai kabel sebagai penghantar pembumian	7.1.3.4.4	
pemeriksaan			
567	pemeriksaan dan pengujian instalasi listrik	9.4.3	
pemisahan			
568	pemisahan kabel dalam selungkup yang sama	4.11.7.1	
569	pemisahan penghantar dalam kabel inti banyak	4.11.7.2	
pemutus sirkit			
570	kapasitas pemutus dari pemutus arus	2.4.4.1	
pemutus sirkit			
571	pemutus sirkit sebagai proteksi dari arus beban lebih	3.24.3.2	
572	pemutus sirkit sebagai proteksi dari arus lebih	3.24.2.1	
penampang			
573	luas penampang nominal minimum lapisan pelindung	7.1.3.4.2.2	
574	luas penampang penghantar konsentris	7.1.3.4.1.2	Tabel 7.1-1a
penampang geometris			
575	luas penampang geometris pelindung listrik kabel	Tabel 7.1-1b	
penempatan PHB			
576	penempatan PHB pada tegangan	6.2.12	
penerangan			
577	penerangan ruang akumulator	5.9.5.12	
578	pengaman sirkit penerangan instalasi domestik (rumah)	7.7.1.1	
penerangan darurat			
579	jenis sistem penerangan darurat	8.22.4	
580	kapasitas sumber penerangan darurat	8.21.3.1.1	
581	penerangan gerbang keluar; lorong; anti panik dan lampu exit	8.22.3	
582	PHB untuk penerangan darurat	8.21.2.1	
583	rugi tegangan pada instalasi penerangan darurat	8.22.5.1	
584	sistem penerangan darurat	8.22.4	
585	warna fitting penerangan darurat (merah)	8.22.5.2	
penerangan tanda dan penerangan bentuk			
586	lampu tabung gas	8.26.3.3	
587	pembumian	8.26	8.26.1.4
588	penerangan tanda dan penerangan bentuk randah	8.26.2	

599	penerangan tanda dan penerangan bentuk tegangan menengah	8.26.3	
590	transformator	8.26.3	
penerangan luar			
591	fiting lampu untuk penerangan luar	5.3.3.3	5.3.3.4.2
penerangan tanda dan bentuk			
592	definisi penerangan tanda bentuk	8.26.1.2	
593	kapasitas maksimum sirkit akhir penerangan tanda dan bentuk	8.26.1.5	
594	pelat nama instalasi penerangan tanda bentuk	8.26.1.6	
595	pemberian tanda pada penerangan tanda dan bentuk	8.26.1.6	
596	persyaratan transformator untuk penerangan tanda dan bentuk	8.26.3.2	
pengaman hubung pendek			
597	pemasangan pengaman hubung pendek tambahan pada sirkit motor	5.5.4.6	
pengaman jenis cepat			
598	pengaman penghantar pengaman jenis cepat	7.7.3.3	
pengaman lebur (PL)			
599	pemasangan pengaman lebur pada motor	5.5.4.4	Tabel 5.5-1
600	penempatan pengaman lebur sakelar dan rel	6.2.7	
601	pengaman lebur untuk transformator tegangan	5.8.1.9.3	
602	PL sebagai proteksi dari arus beban lebih	3.24.3.2	
603	PL sebagai proteksi dari arus lebih	3.24.2.1	
604	semi tertutup yang dapat dikawati kembali	4.2.8.2	
pengaman lebur terbuka			
605	penggunaan pengaman lebur terbuka TR	6.6.2.9.c	
pengatur			
606	pemasangan perlengkapan pengatur dan pengendali untuk motor	5.5.1.6.2	
pengendali			
607	definisi pengendali motor	5.5.7.1	
608	pemasangan perlengkapan pengatur dan pengendali untuk motor	5.5.1.6.2	
609	pengendali untuk motor	5.5.7.2	
610	suplai pengendali pada pemanas induksi dan dielektrik	5.3.3.7	
611	pengendalian sirkit yang netralnya dibumikan langsung	4.8	
penggunaan dan penandaan			
612	kelas suhu perlengkapan listrik	8.5.4	8.5.5
penghalang			
613	penghalang dan tanda peringatan instalasi sementara	8.18.12	
penghantar			
614	bagian konstruksi sebagai penghantar proteksi	3.6.2.2 d)	
615	bahan penghantar	2.3.6.2	2.3.6.3

616	jenis-jenis sambungan penghantar	7.11.1.1		
617	pengaman penghantar terhadap hubung pendek	7.5.3.1		
618	ukuran dan luas penampang penghantar	2.3.6.1	2.3.6.3	2.3.6.4
penghantar balik				
619	larangan penggunaan bumi sebagai penghantar balik	7.10.1.18		
penghantar bumi				
620	pemasangan penghantar bumi menembus langit-langit	3.19.2.3		
621	penghantar aluminium sebagai penghantar bumi	3.19.2.2		
622	penghantar bumi pada jaringan saluran udara sistem TT	3.19.2.8		
penghantar bumi				
623	warna penghantar bumi	3.6.2.2 a)		
penghantar konsentris				
624	definisi penghantar konsentris pada kabel	7.1.3.4.1.1		
penghantar konsentris				
625	penghantar konsentris sebagai penghantar PEN pada sistem TN	3.13.2.19		
penghantar kontak				
626	penghantar seret dan penghantar kontak	7.14.1.1 sampai dengan 7.14.1.3		
penghantar netral				
627	hubungan penghantar bumi arester dengan penghantar netral pada sistem TN	4.2.2.2.3 3.25.2.1.1 c)		
628	KHA penghantar netral	4.7.1.1		
	lambang penghantar netral	3.5.4		
629	larangan pemasangan sakelar pada penghantar nol atau netral	7.10.1.24		
630	luas penampang penghantar netral	3.16.2		
	pemasangan penghantar netral pada PHB dalam sistem TN-S	3.13.2.7.2	3.13.2.7.3	3.13.2.8.3
631	pengaman lebur di penghantar netral	4.9.3		
632	penggunaan pelindung listrik sebagai penghantar netral	7.1.3.4.1.1		
633	penghantar netral berisolasi pada sistem TT	3.12.2.7		
634	penghantar netral pada sirkit akhir	4.7.2		
635	penghantar netral autotransformator	5.8.1.5.2		
636	penghantar netral berisolasi pada instalasi konsumen	3.12.2.7		
637	proteksi penghantar netral	3.16.2.4		
638	susunan penghantar netral	3.5.3.3		
639	warna biru untuk penghantar netral	7.2.3		
penghantar netral bersama				
640	larangan penggunaan penghantar netral bersama pada kabel	4.7.2	7.10.1.14	
641	penghantar netral bersama di sirkit utama konsumen dan sirkit cabang	4.7.1		
642	penghantar netral bersama pada saluran utama dan cabang	4.7.1		

penghantar paralel				
643	sambungan penghantar paralel	4.2.5		
penghantar PEN				
644	definisi penghantar PEN	3.5.3.3	3.13.1.2	
645	hubungan penghantar PEN dengan pipa air logam	3.13.2.11		
646	lambang penghantar PEN	3.5.4		
647	lapisan timah hitam kabel tanah sebagai penghantar PEN	3.13.2.20		
648	larangan gawai proteksi arus lebih memutus penghantar PEN pada sistem TN-C	3.13.2.17		
649	larangan pemasangan sakelar pada penghantar PEN secara tersendiri	3.13.2.18		
650	pembumian penghantar PEN	3.13.1.3		
651	pembumian penghantar PEN pada saluran udara	3.13.2.10		
652	penampang penghantar PEN	3.13.2.7.1		
653	penggunaan lapisan pelindung aluminium kabel tanah sebagai penghantar PEN	3.13.2.21		
654	penghantar konsentris sebagai penghantar PEN	3.13.2.19		
655	penghantar PEN dalam instalasi konsumen	3.13.2.14		
656	persyaratan penghantar PEN	3.13.2.8		
657	warna penghantar PEN	3.13.2.15		
penghantar pembumian				
658	sakelar pada penghantar pembumian penghantar pengamanan	6.6.2.18		
penghantar seret				
659	penghantar seret dan penghantar kontak	7.14.1.1	7.14.1.2	7.14.1.3
penghantar udara				
660	faktor koreksi penghantar udara	7.3.7.3		
661	KHA penghantar udara di luar bangunan	7.3.7.1		
penghantar udara telanjang				
662	jarak antara dua penghantar udara telanjang	7.16.3.1	Tabel 7.16.2	
663	konstruksi pengantar udara telanjang	7.1.4.2	Tabel 7.1-7 sampai dengan Tabel 7.1-9	
penghantar proteksi				
664	hubungan dengan penghantar proteksi pada sistem IT	3.14.2.7		
665	hubungan penghantar proteksi melalui kontak tusuk	3.6.2.3		
666	kabel fleksibel berpenghantar proteksi pada sistem TT	3.12.2.4		
667	lambang penghantar proteksi	3.5.4		
668	luas penampang nominal penghantar proteksi	3.16.1	Tabel 3.16-1	
669	penghantar proteksi pada sistem IT	3.14.2.9		
670	persyaratan penghantar proteksi	3.6.2.2		
671	persyaratan penghantar proteksi pada sistem TN-C-S	3.13.2.16		
672	warna penghantar proteksi	3.6.2.2	7.2.2.1	
pengindera beban lebih				
673	pengindera beban lebih pada motor	5.5.9.2		

pengujian			
674	pemeriksaan dan pengujian instalasi listrik	9.4.3	
675	pengujian berkala sistem CDPK	8.27.6.5	
pentas			
676	fiting lampu penerangan pentas	5.3.1.2	
penyama potensial			
677	penyama potensial	8.5.8	
penyama tegangan			
678	penyama tegangan pada instalasi fas.pel.kes	8.27.3.8.2	
perisai			
679	lapisan pelindung mekanis (perisai) kabel	7.1.3.4.4	
perisai kabel			
680	perisai kabel sebagai penghantar pembumian	7.1.3.4.4	
perisai logam magnetis			
681	kabel berinti tunggal yang berperisai logam magnetis	7.1.3.4.8	
perlengkapan genggam			
682	perlengkapan genggam	5.17.2.2	8.5.10.2
683	perlengkapan perlengkapan yang digunakan dalam setiap zone portabel	8.5.6	
perlengkapan pengendalian api dan asap kebakaran			
684	perlengkapan pengendalian api dan asap kebakaran	4.11.2.1	
perlindungan mekanik			
685	perlindungan mekanik sakelar dan pengendali perlengkapan penanggulangan bahaya kebakaran	4.11.4.5	
perusahaan kasar			
686	penghantar	8.12.2	
687	PHB	8.11	8.11.1
688	piranti lain	8.11.3	
petir			
689	celah proteksi sebagai penangkal petir	3.25.2.1.3	3.25.2.4.2
petir			
690	proteksi instalasi listrik dari tegangan lebih akibat petir	3.25	
phb			
691	gambar bagan PHB	6.2.3.5	
692	jalan masuk ke dalam selungkup PHB	4.13.3	
693	jalan keluar dari daerah PHB	4.13.4	
694	kemampuan sakelar masuk PHB	6.2.4.2	
695	lokasi PHB	4.13.1.1	
696	lokasi yang dilarang	4.13.1.4	
697	pemberian tanda pada PHB	6.2.3.4	
698	pencapaian PHB	4.13.2	
699	penempatan PHB di tempat umum	6.5.2.3	6.5.2.6

700	PHB dengan bagian bertegangan terbuka	4.13.1.5	
701	PHB instalasi derek atau lif	8.14.3	
702	PHB kedap air	6.5.2.5	
703	PHB pada bangunan sederhana	6.2.2.12	6.2.2.13
704	PHB untuk ruang fas.pel.kes	8.27.5.3.6	
phb tegangan tinggi			
705	persyaratan PHB tegangan >1000 V a.b dan >1500 V a.s	6.3.1.3	
phb terbuka			
706	persyaratan jalan masuk ruang PHB terbuka	6.4.2.3	
phb utama			
707	jumlah sakelar utama pada PHB utama	4.8.1.2	
708	letak PHB utama bangunan bertingkat	4.13.1.2	
709	lokasi PHB utama	4.13.1.2	
710	pemberian tanda mengenai lokasi PHB utama	4.13.1.3	
711	penempatan PHB utama gen-set darurat	8.21.2.1	
pipa			
712	cara pemasangan akbel berisolasi tunggal (NYA) dalam pipa	7.10.1.9	
pipa PVC			
713	suhu kerja maksimum pipa PVC	7.8.5.10	
pipa air			
714	jaringan pipa air logam dalam rumah atau gedung sebagai penghantar bumi	3.18.5.2	
715	jaringan pipa air logam pada sistem TN	3.12.1.3	3.13.2.20
716	jaringan pipa air logam pada sistem TT	3.12.1.3	
717	jaringan pipa air logam sebagai elektrode bumi	3.18.2.4	3.18.5.1
pipa berulir			
718	penggunaan pipa berulir dalam ruang lb	8.5.11.2	
pipa instalasi			
719	pemasangan pipa instalasi tegak lurus atau mendatar	7.8.5.4	
720	pembumian pipa instalasi dari logam	7.8.5.3	
721	persyaratan isolator dan pipa instalasi	7.8.1.1	7.8.1.2
722	persyaratan pipa instalasi	7.8.3.2	
723	pipa instalasi jenis kampuh terbuka	7.8.5.8	
plesteran			
724	cara pemasangan kabel NYM dalam plesteran	7.10.1.8	
polaritas			
725	polaritas fitting lampu jenis Edison	2.5.2.4	
726	polaritas kotak kontak fase tunggal	2.5.2.6	
727	polaritas pada fitting penerangan	5.3.6.6	
728	polaritas pengaman lebur jenis D	2.5.2.5	
729	polaritas sakelar	2.5.2.3	
pompa air kebakaran			
730	lif dan pompa air kebakaran sebagai beban gen-set darurat	8.21.3.1.1	

porselen				
731	porselen sebagai bahan isolator	7.8.2.1		
proteksi				
732	ketentuan umum bagi proteksi dari sentuh tak langsung	3.6		
733	koordinasi proteksi beban lebih dan hubung pendek	3.24.5		
734	proteksi dari arus beban lebih	3.24.3		
735	proteksi dari arus hubung pendek	3.24.4		
736	proteksi dari arus lebih	3.24		
737	proteksi dari efek termal	3.23		
738	proteksi dari kebakaran	3.23.2	3.15.1.2.3	
739	proteksi dari kejut listrik	3.2		
740	proteksi dari luka bakar	3.23.3		
741	proteksi dari panas lebih	3.23.4		
742	proteksi dari sentuh langsung	3.4		
743	proteksi dari sentuh langsung dan tak langsung	3.3		
744	proteksi dari sentuh tak langsung	3.5		
745	proteksi dengan ikatan penyama potensial lokal bebas bumi	3.10		
746	proteksi dengan isolasi bagian aktif	3.4.1		
747	proteksi dengan lokasi tidak konduktif	3.9		
748	proteksi dengan menggunakan perlengkapan kelas II	3.8		
749	proteksi dengan pemutusan suplai secara otomatis	3.7		
750	proteksi dengan penempatan di luar jangkauan	3.4.4		
751	proteksi dengan penghalang atau selungkup	3.4.2		
752	proteksi dengan rintangan	3.4.3		
753	proteksi dengan separasi listrik	3.11		
754	proteksi dengan tegangan ekstra rendah	3.3.1	3.3.2	
755	proteksi instalasi listrik dari tegangan lebih akibat petir	3.25		
756	proteksi penghantar netral	3.16.2.4		
757	proteksi penghantar paralel	3.24.3.3		
758	proteksi tambahan dengan gawai proteksi arus sisa	3.4.5		
759	proteksi untuk keselamatan	3.1.1		
760	proteksi kabel fleksibel ____0.75 mm ²	5.3.1.6	7.7.1.2	7.7.1.3
761	proteksi sirkit dengan pembebanan singkat atau intermiten	7.7.2.1	7.7.2.2	
proteksi penghantar				
762	proteksi penghantar dengan beban pada kedua ujung	7.5.2.6		
763	proteksi penghantar yang dihubungkan paralel	7.5.4		
764	proteksi penghantar yang mengecil	7.5.2.2		
765	proteksi terhadap pembusuran yang membahayakan	8.5.7		
proyektor		3.4.5		
766	penerangan ruang proyektor	8.16.3.7.1		
publik				
767	penerangan tempat umum (publik)	8.16.3.1		
pvc				
768	faktor koreksi KHA kabel tanah isolasi PVC	7.3.4.3		

769	KHA kabel tanah berisolasi PVC	7.3.4.1	Tabel 7.3-5a sampai dengan 7.3-8b Tabel 7.3-1
770	KHA kabel tunggal dengan isolasi PVC	7.3.1.1	
rambu bahaya			
771	pemasangan rambu bahaya dan papan pemberitahuan	9.5.5	
rancangan instalasi listrik			
772	rancangan instalasi listrik	4.1.2	
redup			
773	penerangan yang dapat diredupkan	8.16.3.9	
rel			
774	luas penampang rel	6.6.4.2	
775	penempatan pengman lebur sakelar dan rel	6.2.7	
rem			
776	rem listrik pada instalasi derek atau lift	8.14.2.6	
reostat			
777	persyaratan reostat	5.11.1.5	
778	reostat untuk mengusut motor	5.5.7.3.3	
resistans isolasi			
779	aparat pengukuran resistans isolasi	3.20.1.3	Tabel 3.20-1
780	nilai resistans isolasi minimum	3.20.1.3	
781	pengukuran resistans isolasi lantai dan dinding	3.22	
782	resistans isolasi instalasi listrik	2.5.7.1	
783	resistans isolasi instalasi listrik di ruang lembab/basah	2.5.7.2	
784	resistans isolasi instalasi listrik tegangan rendah	3.20	
resistans jenis			
785	tabel resistans jenis tanah	Tabel 3.18-1	
resistans pelepasan			
786	resistans pelepasan muatan pada perlengkapan pemanas	5.13.4.4	
resistans pembumian			
787	nilai resistans pembumian pada sistem IT	3.14.2.11	
788	nilai resistans pembumian pada sistem TT	3.15.2.1	
789	nilai resistans pembumian total pada saluran udara untuk sistem TN	3.13.2.10	
790	pengukuran resistans pembumian	3.21.3.1	
791	pengukuran resistans pembumian pada sistem IT	3.21.3.3	
792	pengukuran resistans pembumian pada sistem TT	3.21.3.1.1	
rentang tegangan			
793	rentang tegangan I	3.3.1.1.a)	
roset			
794	kemampuan roset lampu	5.3.12.2	

795	pemasangan dan konstruksi roset lampu	5.3.12.3	5.3.12.4
796	tutup roset dan kotak sambung untuk armatur lampu	5.3.4.1	5.3.4.2
ruang bedah			
797	CDPK untuk ruang bedah	8.27.5.2.1	
ruang berdebu			
798	definisi debu	8.8	8.8.1
799	fiting lampu pijar	8.8.2.5	
800	PHB	8.8.2.2	
ruang dengan bahaya ledakan			
801	ruang dengan bahaya ledakan	8.5	
ruang kerja listrik			
802	gang, bordes, lorong	8.2.2.7	
803	penghantar randah	8.2.3.3	
804	perlindungan	8.2.2	
ruang kerja listrik terkunci			
805	pintu jalan masuk	8.3	8.3.1.5
ruang I			
806	alat pemadam kebakaran pada ruang I dan ruang Ik	8.2.2.10	
807	pagar pada ruang I pasangan luar	8.2.1.6	
808	pemasangan motor dalam ruangan lembab	5.5.2.1	
809	pengawasan ruang I dan ruang Ik	8.2.1.2	
810	pintu untuk gang pelayanan di ruang I dan ruang Ik	8.3.1.5	
811	tanda peringatan pada ruang I dan ruang Ik	8.2.2.5	
812	ventilasi pada ruang I dan Ik	8.2.2.4	
ruang I dan Ik			
813	jarak pagar bagian yang bertegangan pada ruang I dan Ik	8.2.1.6	
ruang I dan ruang Ik			
814	pemasangan instalasi listrik dalam ruang I dan Ik	8.2.2.1	
ruang lembab termasuk ruang pendingin			
815	penghantar	8.6.2.5	
816	motor	8.6.2.10	
817	PHB	8.6.1.5	
818	pipa	8.6.1.7	8.6.2.4
819	ruang lembab	8.6	8.6.1
820	ruang pendingin	8.6.2.1	
ruang Ik			
821	alat kebakaran pada ruang I dan ruang Ik	8.2.2.10	
822	pengawasan ruang I dan ruang Ik	8.2.1.2	
823	persyaratan pintu dalam ruang Ik	8.3.1.5	
824	pintu untuk gang pelayanan di ruang I dan ruang Ik	8.3.1.5	
825	tanda peringatan pada ruang I dan ruan glk	8.2.2.5	
826	ventulasi pada ruang I dan ruang Ik	8.2.2.4	
ruang pompa			
827	ruang pompa hidran kebakaran	4.11.4.3	

ruang radiasi			
828	ruang gamma	8.10.5	
829	ruang linac	8.10.6	
830	ruang neutron	8.10.7	
831	ruang sinar	8.10	8.10.1
832	ruang radiasi tinggi	8.10.2	
833	ruang mikroskop elektron	8.10.3	
834	sel radioaktif	8.10.4	
ruang sangat panas			
835	instalasi listrik dalam ruang	8.7	8.7.11
ruang uji bahan listrik dan laboratorium listrik			
836	pintu masuk	8.4	8.4.2.5
rugi tegangan			
837	rugi tegangan pada instalasi penerangan darurat	8.21.3.2.2	
rumah sederhana			
838	definisi instalasi rumah sederhana	8.17.2.1	
839	gambar instalasi rumah sederhana	8.17.2.2	
840	jumlah titik beban instalasi rumah sederhana	8.17.2.4.1	
841	pembumian instalasi-rumah sederhana	8.17.2.5	
842	penggunaan kabel berisolasi ganda instalasi rumah sederhana	8.17.2.3.1	
rumah tunggal			
843	kebutuhan maksimum rumah tunggal dan bangunan rumah petak	Tabel 4.3-1	
844	pemasangan sakelar masuk setiap rumah tunggal	9.6.3	
sabuk pengaman			
845	penggunaan sabuk pengaman	9.9.2.8	
sakelar			
846	larangan pemasangan sakelar pada penghantar nol atau netral	7.10.1.24	
847	pemasangan sakelar pada fitting lampu	5.3.8	
848	pemasangan sakelar pada peranti listrik	5.1.8.1	5.1.8.3
849	penempatan pengaman lebur sakelar dan rel	6.2.7	
850	penggunaan fitting lampu tanpa sakelar pada pen, tanda/bentuk	8.26.2.2	
851	penggunaan terminal pada sakelar dan kotak-kontak	7.11.1.5.1	
852	polaritas sakelar	2.5.2.3	
853	sakelar tambahan	4.8.2	
sakelar dan pemutus sirkit			
854	kemampuan menyambung dan memutus	4.12.1.1	
855	sakelar dan pemutus sirkit fasa banyak	4.12.1.3	
856	sakelar dan pemutus sirkit kutub tunggal	4.12.1.2	
857	sakelar di penghantar netral	4.12.2	
sakelar kaki			
858	perisai untuk sakelar kaki	5.13.2.8.2	
sakelar keluar			
859	pemasangan sakelar keluar	6.2.5	

sakelar masuk				
860	pemasangan sakelar masuk	6.2.4		
861	pemasangan sakelar masuk setiap lantai bangunan bertingkat	9.6.3		
862	pemasangan sakelar masuk setiap rumah tunggal	9.6.3		
sakelar pembatas				
863	pemasangan sakelar pembatas pada derek atau lift	8.14.2.7		
sakelar pemisah				
864	sakelar pemisah untuk motor pompa kebakaran yang dikendalikan dari jarak jauh	4.11.8.1		
sakelar sentak				
865	sakelar sentak untuk AS	6.6.2.12		
sakelar tambahan				
866	sakelar tambahan di instalasi dalam gedung terpisah	4.8.2.1		
sakelar utama				
867	jumlah sakelar utama pada PHB utama	4.8.1.2	4.11.3.2	
868	pemberian tanda	4.8.1.4		
869	pencapaian ke sakelar utama	4.8.1.3		
870	pengendalian dari PHB dengan sakelar utama	4.8.1.1		
871	sakelar utama untuk bangunan yang terpisah	4.8.2.1		
872	sakelar utama untuk sirkit lif dan perlengkapan kebakaran	4.11.4.2		
873	sakelar utama yang terpisah	4.11.3.1		
saluran udara				
874	jarak titik tumpu penghantar utama	7.16.3.4	Tabel 7.16-4	
875	pemasangan alat pengaman tegangan lebih pada SU	7.16.5		
876	penghantar udara telanjang pada tiang atap	7.16.4.2		
877	saluran udara di dekat saluran telekomunikasi	7.14.2.3	7.14.2.4	7.14.3.5
saluran udara				
878	pemasangan penghantar PEN pada saluran udara	3.13.2.13		
879	pembumian penghantar PEN pada saluran udara sistem TN	3.13.2.10		
880	penempatan arester pada saluran udara	3.25.2.1.1		
saluran utama				
881	penghantar netral bersama pada saluran utama dan cabang	4.7.1		
sambungan				
882	jenis-jenis sambungan penghantar	7.11.1.1		
sambungan puntir				
883	pelaksanaan sambungan puntir	2.5.4.4		
sambungan rumah				
884	sambungan rumah sederhana	8.17.3.3		

sandi-IIa		
885	ruang mengandung aseton, propan	8.5.3
sandi-IIb		
886	ruang mengandung etilen, butadien	8.5.3
sandi-IIc		
887	ruang mengandung hidrogen, esetilen	8.5.3
sandi-d		
888	selungkup tahan ledakan	8.5.6
sandi-e		
889	perlengkapan dengan keamanan yang ditingkatkan	8.5.6
sandi-l		
890	perlengkapan yang aman	8.5.5
sandi-o		
891	perlengkapan terendam minyak	8.5.6
sandi-p		
892	perlengkapan bertekanan	8.5.6
sandi-q		
893	perlengkapan dengan pengisian pasir	8.5.6
sandi-s		
894	dengan perlindungan khusus	8.5.5
sarana pemutus		
895	syarat sarana pemutus untuk motor	5.5.8.3
sarana pemutusan		
896	sarana pemutusan motor	5.5.8.2
selungkup		
897	pembumian armatur transformator dan selungkup	5.3.2.2.1
separasi listrik		
898	proteksi dengan separasi listrik	3.13.2.13
serba guna		
899	pemasangan motor pada sirkit serba guna	5.5.4.7
sertifikat		
900	sertifikat instalasi listrik	2.5.8.1
setelan		
901	setelan alat pengaman transformator kering	5.8.1.9.2
silikon		
902	kabel berisolasi mineral dan karet silikon	7.3.3.1
simbol Ex.		
903	tanda untuk setiap jenis pengaman	8.5.12
904	simbol untuk kelompok perlengkapan listrik	8.5.12

sinar x		
905	definisi perlengkapan sinar x	5.17.1.2
906	perlengkapan sinar x dalam blg (bld)	5.17.1.3
907	perlengkapan sinar x kerja singkat	5.17.1.5
908	sarana pemutus otomatis perlengkapan sinar x	5.17.2.3
909	ukuran penghantar terkecil perlengkapan sinar x	5.17.1.8
sinar x jenis genggam		
910	perlengkapan sinar x jenis genggam	5.17.1.5
sirkuit		
911	pemasangan motor pada sirkuit serba guna	5.5.4.7
sirkuit akhir		
912	penghantar netral pada sirkuit akhir	4.7.1
913	PHB untuk sirkuit cabang dan sirkuit akhir	4.9.1.1
914	proteksi sirkuit cabang dan sirkuit akhir	4.9.1.1
915	sirkuit akhir terpisah yang diperlukan	4.3.6
916	sirkuit akhir untuk penggunaan tunggal	4.4.1.2
sirkuit cabang		
917	pengamanan pada sirkuit cabang	8.26.1.5
918	penghantar netral bersama	4.7
sirkuit cabang dan sirkuit akhir		
919	penampang minimum sirkuit cabang	4.6.2
920	penurunan KHA di sirkuit akhir	4.6.4
921	penurunan KHA di sirkuit cabang	4.6.3
922	sirkuit cabang dan sirkuit akhir lebih besar dari 100 A	4.8.2.3
923	susunan sirkuit cabang dan sirkuit akhir	4.6
924	titik awal dari sirkuit cabang dan sirkuit akhir	4.6.1
sirkuit kendali		
925	pengamanan sirkuit kendali	4.9.2.1
sirkuit utama konsumen		
926	penampang minimum sirkuit utama konsumen	4.5.1
927	sistem pengawatan sirkuit utama konsumen	4.5.2
sirkuit yang netralnya dikebumikan langsung		
928	pengamanan sirkuit cabang dan sirkuit akhir yang netralnya dikebumikan langsung	4.9.1.1
sirkuit yang netral dikebumikan tidak langsung		
929	pengendalian dan pengamanan sirkuit yang netralnya dikebumikan tidak langsung	4.10
sistem		
930	jenis pembumian sistem	3.5.3.3
931	jenis sistem distribusi	3.5.3
932	jenis sistem penghantar aktif	3.5.3.2
933	rekomendasi untuk sistem TT, TN dan IT	3.17
934	sistem FELV	3.3.2
935	sistem IT	3.5.6
936	sistem pemanas udara paksa	3.23.4.1
937	sistem SELV dan PELV	3.3.1
938	sistem TN	3.13
939	sistem TT	3.5.5

sistem kabel			
940	pengawatan permanen	8.5.10	8.5.10.1
941	selubung kedap air	8.5.10.1	
sistem konduit untuk selungkup tahan api			
942	kabel tidak berselubung di dalam konduit	8.5.11.6	
943	konduit sebagai penghantar pengaman	8.5.11.3	
944	letak pengedap (seal)	8.5.11	8.5.11.1
945	ruang yang korosif	8.5.11.5	
946	ulir	8.5.11.2	
sistem pengawatan			
	sistem pengawatan	8.5.9	
sistem tidak dibumikan			
947	autotransformator pada sistem tidak dibumikan	5.8.1.5.1	
solder			
948	larangan penggunaan sambungan solder	7.11.1.11	7.11.1.1.3
sr			
949	jarak SR antar tiang atap	9.8.2	
su			
950	jarak lendutan terendah ke tanah pada saluran udara	Tabel 7.16-3	7.16.3.2
suplai			
951	susunan suplai perlengkapan pengendalian api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lift	4.11.4.1	
suplai alternatif			
952	susunan suplai alternatif	4.8.2.4	
suplai daya pengganti khusus			
953	CDPK untuk ruang bedah	8.27.5	
954	isyarat bekerjanya CDPK pada setiap ruang	8.27.5.3.4	
955	jenis akumulator yang dipergunakan untuk CDPK	8.27.5.4.2	
956	pengujian berkala sistem CDPK	8.27.6.5	
957	persyaratan CDPK	8.27.5.2.1	
susut tegangan			
958	susut tegangan suatu instalasi	4.2.3.1	
tanda			
959	pemberian tanda pada armatur	5.3.7.5	
960	pemberian tanda pada PHB	6.2.3.4	8.5.12
961	tanda pelindung kebakaran dan peledakan	8.5.4.2	
tanda pengenal			
962	tanda pengenal arus searah lampu tabung	5.3.11.25	
963	tanda pengenal pada penghantar ikatan penyama potensial	3.6.3.1	6.2.3.4
tanda peringatan			
964	papan tanda peringatan di laboratorium listrik	8.4.2.5	
965	pemasangan papan dan tanda peringatan	9.4.5	

966	penghalang dan tanda peringatan instalasi sementara	8.18.1.2	
967	tanda peringatan pada ruang I dan ruang Ik	8.2.2.5	
968	tanda peringatan untuk armatur tegangan di atas 1000 V	5.3.11.3.10	
969	tanda peringatan dalam ruang akumulator	5.9.5.13	5.3.2.7.1
970	tanda peringatan pada pintu masuk	2.5.5.3	
tangki bahan bakar			
971	kapasitas tangki bahan bakar untuk gen-set darurat	8.21.3.3.1	
tegangan ekstra rendah			
972	proteksi dengan tegangan ekstra rendah; SELV dan PELV	3.3.1	
973	tegangan ekstra rendah sebagai proteksi dari sentuh langsung dan tak langsung	3.3	
tegangan kerja kabel			
974	ketentuan tentang tegangan kerja kabel	7.1.2.2	
975	standar tegangan kerja kabel	7.1.2.2	7.1.3.3
tegangan menengah			
976	penempatan PHB untuk tegangan menengah	6.2.12	
telekomunikasi			
977	jarak kabel arus kuat dan arus lemah (telekomunikasi)	7.10.1.19	
978	persilangan kabel tanah dengan kabel telekomunikasi	7.15.2	
979	saluran udara di dekat saluran telekomunikasi	7.16.3.5	Tabel 7.16-5
teraputik			
980	perlengkapan jenis teraputik sinar-x	5.17.2.3.3	
termal limbah			
981	efek isolasi termal limbah	4.2.2.2	
terminal			
982	penggunaan terminal pada sakelar dan kotak-kontak	7.11.1.5.1	
983	terminal pada armatur penerangan	5.3.3.6	
terminal pembumian			
984	terminal pembumian selungkup dan rangka logam	5.1.5.1	
tiang atap			
985	jarak SR antar tiang atap	9.8.2	
986	penghantar udara telanjang pada tiang atap	7.16.4.2	
timah hitam			
987	lapisan timah hitam kabel tanah sebagai penghantar PEN	3.13.2.20	
tipe D			
988	pengaman lebur tipe D	6.6.2.19	
989	persyaratan pengaman lebur tipe D	6.6.2.9 b)	9.8.2

titik beban		
990	jumlah titik beban instalasi-rumah sederhana	8.17.2.4.1
991	jumlah titik beban maksimum dalam tiap sirkit akhir	4.4.1
992	sirkit dari hanya satu titik beban dan sirkit campuran	4.4.1.3
titik sambung		
993	jumlah titik sambung per sirkit akhir untuk aplikasi khusus dalam instalasi bukan rumah	4.4.2
994	jumlah titik sambung untuk satu buah sirkit akhir penggunaan tunggal dalam instalasi bukan rumah	Tabel 4.4-2
995	jumlah titik sambung untuk sirkit akhir penggunaan tunggal dalam instalasi rumah	Tabel 4.4-1
996	pembebanan dan titik sambung pada sirkit akhir beban campuran dalam instalasi rumah	Tabel 4.4-3
tr		
997	penggunaan pengaman lebur terbuka TR	6.6.2.9.c
transformator		
998	alat pengaman transformator minyak	5.8.1.8
999	pelat nama pada transformator	5.8.1.1.3
1000	pembumian armatur transformator dan selungkup	5.3.2.2.1 8.5.8
1001	pembumian pada autotransformator untuk lampu	5.3.11.2.9
1002	penggunaan transformator berisi minyak untuk lampu tabung	5.3.11.2.4
1003	syarat kerja paralel transformator	5.8.1.10
1004	transformator untuk lampu tabung gas	4.4.2.4
1005	transformator untuk lampu tabung gas tegangan di atas 1000 V	5.3.11.3.4
1006	transformator yang dihubungkan paralel	9.9.2.7
transformator kering		
1007	pengaman transformator kering	5.8.1.9
1008	setelan alat pengaman transformator kering	5.8.1.9.2
transformator pemisah		
1009	pengaman transformator pemisah pada instalasi kolam renang	8.25.6.3
transformator tegangan		
1010	pengaman lebur untuk transformator tegangan	5.8.1.9.3
transformator		
1011	transformator pemisah	3.11.2.1.1
1012	transformator pemisah pengaman	3.3.1.2.1 3.3.1.2.5
tt		
1013	penempatan PHB untuk TM	6.2.12
tule		
1014	penggunaan tule pada sambungan kabel	7.11.1.10
uji coba		
1015	uji coba instalasi listrik	9.5.7

ulir		
1016	penempatan ulir pipa instalasi (konduit)	8.5.11.2
1017	selubung ulir fitting lampu pasangan tetap	5.3.1.3
ventilasi		
1018	ventilasi pada ruang I dan Ik	8.2.2.4
warna		
1019	identifikasi penghantar dengan warna	7.2
1020	pengenal warna untuk inti atau rel	7.2.5
1021	penggunaan warna loreng hijau-kuning	
	selubung penghantar	7.2.2
1022	warna selubung penghantar dalam perlengkapan listrik	7.2.4.1
xlpe		
1023	KHA kabel tanah isolasi SLPE selubung PVC	7.3.6.1