

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 90⁰ 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 putusnya 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 Fiting 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

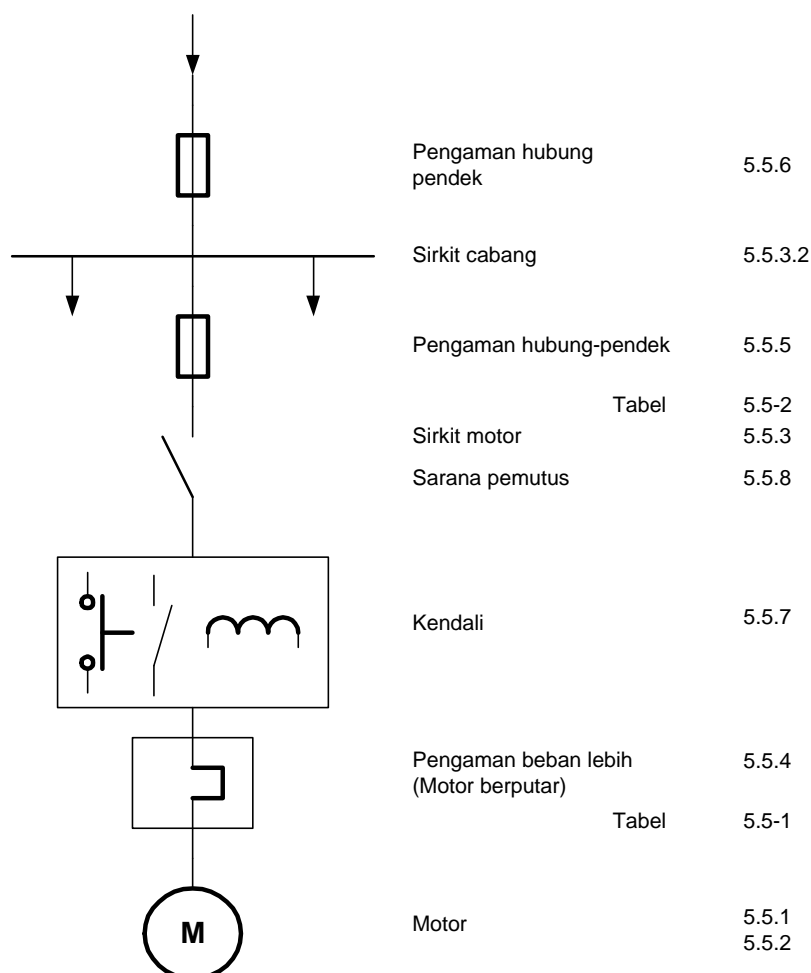
5.5.1.1 Pada pelat nama setiap motor harus terdapat keterangan atau tanda mengenai hal berikut:

- 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 pengenalan 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 pengenalan 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 pengenalan kotak kontak harus sesuai dengan penghantar yang menyuplainya sehingga nilai tersebut dapat dianggap menentukan nilai pengenalan 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 pengenalan 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 pengenalan atau setelan yang memenuhi 5.5.4.3 dan yang dapat menggerakkan sebuah sakelar untuk menghentikan semua motor sekaligus.

5.5.5.2 Nilai pengenalan atau setelan gawai proteksi

5.5.5.2.1 Nilai pengenalan 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) :

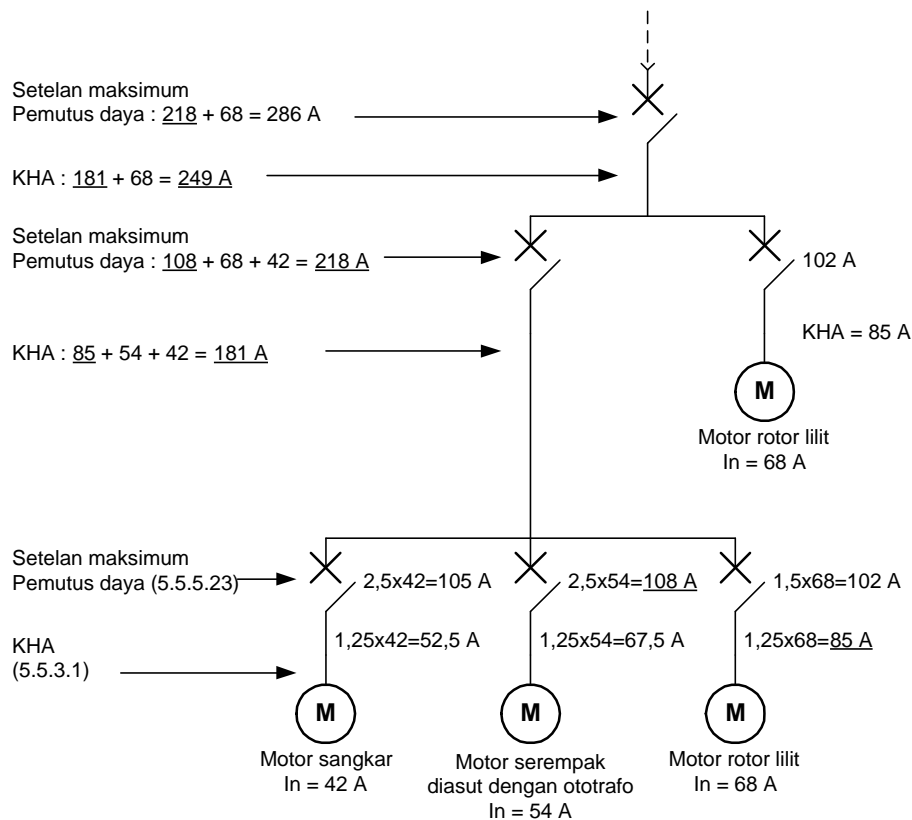
- a) Menurut 5.5.3.2 KHA tidak boleh kurang dari $42 \text{ A} + 54 \text{ A} + 1,25 \times 68 \text{ A} = 181 \text{ A}$;
- b) Menurut 5.5.6.1, setelan maksimum gawai proteksi masing-masing motor adalah sebagai berikut:

- 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 Penumbumian

5.5.11.1 BKT motor pegun harus dimumbumikan jika terdapat salah satu keadaan berikut:

- a) Motor disuplai dengan penghantar terbungkus logam;
- b) Motor ditempatkan di tempat basah dan tidak terpenclil 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 dimumbumikan 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 Kumbaran 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.