

Bagian 4 Perancangan instalasi listrik

4.1 Persyaratan umum

4.1.1 Ketentuan umum

4.1.1.1 Rancangan instalasi listrik harus memenuhi ketentuan PUIL ini dan peraturan lain yang tersebut dalam 1.3.

4.1.1.2 Rancangan instalasi listrik harus berdasarkan persyaratan dasar yang ditentukan dalam BAB 2 (terutama 2.3) dan memperhitungkan serta memenuhi proteksi untuk keselamatan yang ditentukan dalam BAB 3.

4.1.1.3 Sebelum merancang suatu instalasi listrik harus dilakukan penilaian (*assessment*) dan survai lokasi.

CATATAN Metode penilaian dan hal-hal yang disurvei dijelaskan dalam IEC 364-3.

4.1.2 Ketentuan rancangan instalasi listrik

4.1.2.1 Rancangan instalasi listrik ialah berkas gambar rancangan dan uraian teknik, yang digunakan sebagai pedoman untuk melaksanakan pemasangan suatu instalasi listrik.

4.1.2.2 Rancangan instalasi listrik harus dibuat dengan jelas, serta mudah dibaca dan dipahami oleh para teknisi listrik. Untuk itu harus diikuti ketentuan dan standar yang berlaku.

4.1.2.3 Rancangan instalasi listrik terdiri dari :

- a) Gambar situasi, yang menunjukkan dengan jelas letak gedung atau bangunan tempat instalasi tersebut akan dipasang dan rancangan penyambungannya dengan sumber tenaga listrik.
- b) Gambar instalasi yang meliputi:
 - 1) Rancangan tata letak yang menunjukkan dengan jelas letak perlengkapan listrik beserta sarana kendalinya (pelayanannya), seperti titik lampu, kotak kontak, sakelar, motor listrik, PHB dan lain-lain.
 - 2) Rancangan hubungan perlengkapan listrik dengan gawai pengendalinya seperti hubungan lampu dengan sakelarnya, motor dengan pengasutnya, dan dengan gawai pengatur kecepatannya, yang merupakan bagian dari sirkit akhir atau cabang sirkit akhir.
 - 3) Gambar hubungan antara bagian sirkit akhir tersebut dalam butir b) dan PHB yang bersangkutan, ataupun pemberian tanda dan keterangan yang jelas mengenai hubungan tersebut.
 - 4) Tanda ataupun keterangan yang jelas mengenai setiap perlengkapan listrik.
- c) Diagram garis tunggal, yang meliputi :
 - 1) Diagram PHB lengkap dengan keterangan mengenai ukuran dan besaran pengenalan komponennya;

- 2) Keterangan mengenai jenis dan besar beban yang terpasang dan pembagiannya;
- 3) Sistem pembumian dengan mengacu kepada 3.18;
- 4) Ukuran dan jenis penghantar yang dipakai.

d) Gambar rinci yang meliputi :

- 1) Perkiraan ukuran fisik PHB;
- 2) Cara pemasangan perlengkapan listrik;
- 3) Cara pemasangan kabel;
- 4) Cara kerja instalasi kendali.

CATATAN Gambar rinci dapat juga diganti dan atau dilengkapi dengan keterangan atau uraian.

e) Perhitungan teknis bila dianggap perlu, yang meliputi antara lain :

- 1) Susut tegangan;
- 2) Perbaikan faktor daya;
- 3) Beban terpasang dan kebutuhan maksimum;
- 4) Arus hubung pendek dan daya hubung pendek;
- 5) Tingkat penerangan.

f) Tabel bahan instalasi, yang meliputi :

- 1) Jumlah dan jenis kabel, penghantar dan perlengkapan;
- 2) Jumlah dan jenis perlengkapan bantu;
- 3) Jumlah dan jenis PHB;
- 4) Jumlah dan jenis luminer lampu.

g) Uraian teknis, yang meliputi :

- 1) Ketentuan tentang sistem proteksi dengan mengacu kepada 3.17;
- 2) Ketentuan teknis perlengkapan listrik yang dipasang dan cara pemasangannya;
- 3) Cara pengujian;
- 4) Jadwal waktu pelaksanaan.

h) Perkiraan biaya

4.2 Susunan umum, kendali dan proteksi

4.2.1 Umum

4.2.1.1 Susunan umum bagi perlengkapan dan proteksi sirkit harus sedemikian hingga instalasi beroperasi dengan memuaskan sehubungan dengan hal-hal berikut:

- a) Pemilihan kabel dan penghantar
- b) Susunan sirkit
- c) Pengendalian sirkit dengan switsing yang memadai
- d) Proteksi sirkit terhadap keadaan beban lebih dan hubung pendek
- e) Pemilihan, perancangan dan penempatan PHB dan panel kendali
- f) Pemilihan gawai proteksi arus sisa
- g) Sistem pembumian dan proteksi (3.17)
- h) Bahaya kebakaran dan ledakan
- i) Kondisi lingkungan

4.2.2 Ukuran dan jenis kabel dan penghantar

4.2.2.1 Umum. Kabel dan penghantar harus dipilih dengan mempertimbangkan kriteria berikut:

- a) KHA ditentukan dengan melihat pada jenis isolasi dan cara pemasangannya dan persyaratan dalam 4.2.2.2.
- b) Susut tegangan yang ditentukan dari impedans kabel, karakteristik beban dan persyaratan dalam 4.2.3.
- c) Kinerja pada hubung pendek yang ditentukan dari arus gangguan yang mungkin terjadi dan karakteristik gawai proteksi.
- d) Kekuatan mekanik dan pertimbangan fisik lainnya.

4.2.2.2 Kemampuan hantar arus

4.2.2.2.1 Setiap penghantar harus mempunyai KHA seperti yang ditentukan dalam BAB 7 dan tidak kurang dari arus yang mengalir di dalamnya. Untuk maksud ayat ini, KHA harus dianggap tidak kurang dari kebutuhan maksimum yang ditentukan dalam 4.3.2 untuk sirkit utama konsumen dan sirkit cabang, atau dalam 4.3.4 untuk sirkit utama konsumen atau sirkit cabang, dengan cara pengukuran atau pembatasan atau dalam 4.3.5 untuk sirkit akhir (lihat 4.2.8.2 jika sirkit diamankan oleh pengaman lebur semi tertutup yang dapat dikawati kembali).

4.2.2.2.2 Efek isolasi termal limbak (*bulk*)

Efek isolasi termal limbak pada kabel adalah sebagai berikut :

- a) Kabel dipasang dalam isolasi termal. Kabel yang dipasang menurut cara yang diuraikan dalam butir 1) dan 2) di bawah harus dipandang sebagai dipasang dalam isolasi termal limbak dan KHA-nya ditentukan apakah kabel tersebut dikelilingi keseluruhannya atau di kelilingi sebagian.

- 1) Kabel yang dikelilingi keseluruhannya.

Kabel yang dikelilingi oleh dan mengadakan kontak dengan isolasi termal limbak di semua sisi.

- 2) Kabel yang dikelilingi sebagian.

Kabel yang dipasang dalam isolasi termal limbak dengan mencegah agar kabel tidak dikelilingi keseluruhannya, misalnya dengan cara mengklek pada bagian struktur atau ditaruh pada langit-langit.

- b) Kabel yang dipasang seperti berikut ini dianggap dipasang dalam isolasi termal:

- 1) Ruang atap.

Dalam instalasi rumah, ruang 150 mm di atas langit-langit di ruang atap, harus dianggap berisi isolasi termal dan KHA kabel yang dipasang di ruang tersebut harus ditentukan sesuai apakah kabel tersebut dikelilingi keseluruhannya atau dikelilingi sebagian jika isolasi termal limbak dipasang.

- 2) Relung dinding.

Instansi pemeriksa boleh menentukan apakah relung di dinding luar rumah harus dianggap berisi isolasi termal limbak. KHA kabel yang dipasang di dalam relung tersebut di atas harus ditentukan apakah kabel tersebut dikelilingi keseluruhannya atau dikelilingi sebagian jika isolasi termal limbak dipasang.

Suatu panjang kabel yang tidak melebihi 150 mm yang melalui isolasi termal limbak, misalnya untuk penyambungan ke suatu titik cahaya, tidak perlu dianggap sebagai dikelilingi oleh isolasi termal.

Kabel harus tidak dianggap sebagai dikelilingi oleh isolasi termal jika dipasang dengan cara sedemikian yang memungkinkan sirkulasi bebas dari udara di sekeliling kabel, misalnya dalam selungkup pengawatan dengan ukuran cukup dan bagaimanapun tidak kurang dari 50 mm x 100 mm.

CATATAN :

- a) Bahan isolasi termal limbak mencakup gelas serat atau wol batuan, bahan organik seperti kertas, gabus atau rumput laut yang biasanya dipasang dalam bentuk terurai dan busa sintetis yang mengembang seperti busa polystyrene dan polyurethane yang mempunyai beberapa cara pemasangan termasuk pemompaan atau injeksi di tempat sebagai busa basah. Laminasi lembaran yang memantulkan tidak dianggap sebagai isolasi termal limbak untuk maksud ayat ini.
- b) Kabel yang dikelilingi isolasi limbak harus diturunkan KHA-nya. Sebagai pedoman dapat digunakan faktor penurunan KHA sebagai berikut :

Ukuran kabel mm ²	Dikelilingi keseluruhan %	Dikelilingi sebagian %
1 - 6	40	60
10 - 25	50	63

4.2.2.2.3 Penghantar netral

Hal berikut berlaku bagi penghantar netral.

- a) Sirkuit fase tunggal : Penghantar netral suatu sirkuit utama konsumen, sirkuit cabang atau sirkuit akhir harus mempunyai KHA tidak kurang dari KHA penghantar fase yang terkait, atau jika terdapat lebih dari satu penghantar fase sama dengan jumlah KHA penghantar fase tersebut.

- b) Sirkuit fase banyak.

1) Umum

Penghantar netral dari sirkuit utama konsumen, sirkuit cabang atau sirkuit fase banyak harus mempunyai KHA tidak kurang dari arus tidak seimbang maksimum. Arus tidak seimbang semacam itu tidak mencakup arus yang dapat timbul karena beroperasinya gawai proteksi dan kondisi abnormal sejenis tetapi harus mencakup setiap arus harmonik ketiga dan yang lebih tinggi.

KHA penghantar netral dari sirkuit utama konsumen di mana sistem pembumian netral banyak (*multiple earthed neutral*) digunakan tidak boleh lebih kecil dari 33,3 % dari KHA penghantar fase terkait dan harus memenuhi 4.5.1.

Jika sirkuit utama, sirkuit cabang atau sirkuit akhir fase banyak menyuplai beban yang bagian terbesar daripadanya tersambung antara penghantar aktif dan netral, maka KHA dari penghantar netral tidak boleh kurang dari:

- (a) KHA penghantar fase terbesar bilamana penghantar itu mempunyai KHA tidak lebih dari 100 A.
- (b) 100 A jika penghantar fase terbesar mempunyai KHA lebih dari 100 A tetapi tidak lebih dari 200 A; atau
- (c) Setengah dari pada penghantar fase terbesar, bilamana penghantar itu mempunyai KHA lebih dari 200 A.

Jika penghantar fase lebih besar dipasang dalam sirkuit utama konsumen, sirkuit cabang atau sirkuit akhir karena kepentingan susut tegangan, maka KHA dari penghantar netral tidak perlu lebih dari setengah KHA penghantar fase yang lebih besar, asalkan KHA-nya tidak kurang dari yang ditentukan semula.

2) Sirkuit penerangan luah

Jika sirkuit utama konsumen, sirkuit cabang atau sirkuit akhir menyuplai suatu beban penerangan luah yang besar, maka harmonik ke tiga dan yang lebih tinggi yang dibangkitkan dalam perlengkapan penerangan harus ditambahkan pada beban tidak

seimbang maksimum untuk menentukan arus yang dialirkan dalam penghantar netral. Untuk keperluan ini harmonik ke tiga dan yang lebih tinggi dalam penghantar netral harus diambil sebesar 100% dari beban penerangan luah tertinggi, termasuk lampu TL, pada setiap fase.

CATATAN Beban penerangan luah yang mencakup tidak kurang dari 40 % dari beban total pada setiap fase tunggal dianggap besar.

3) Pendeteksian beban lebih netral.

Suatu penghantar netral suatu sirkit fase banyak dapat mempunyai KHA yang lebih rendah dari pada KHA yang ditentukan oleh butir 1) dan 2) asalkan suatu gawai deteksi dipasang dan disusun sehingga arus tidak dapat melampaui KHA penghantar netral.

Perhatikan juga 3.16.2.4.

c) Instalasi pembumian netral banyak terpisah

Lihat BAB 3, 3.16.

4.2.3 Susut tegangan

4.2.3.1 Umum

Susut tegangan antara terminal konsumen dan sembarang titik dari instalasi tidak boleh melebihi 5 % dari tegangan pengenal pada terminal konsumen bila semua penghantar dari instalasi dialiri arus seperti ditentukan di bawah:

- a) Untuk sirkit utama konsumen dan sirkit cabang kebutuhan maksimum harus ditentukan sesuai 4.3.1.
- b) Untuk sirkit akhir, kebutuhan maksimum harus ditentukan sesuai 4.3.5, akan tetapi nilai arus yang digunakan untuk menghitung susut tegangan tidak perlu melebihi nilai berikut :
 - 1) Untuk setiap sirkit, beban tersambung total yang disuplai melalui bagian tersebut dari sirkit.
 - 2) Untuk sirkit akhir, nilai pengenal arus dari gawai proteksi sirkit yang sesuai dengan Tabel 4.4-1 sampai Tabel 4.4-4.

Persyaratan dalam ayat ini berlaku bagi kondisi arus ajeg dan tidak dapat digunakan pada pengasutan motor, penutupan solenoid dan operasi sejenis yang dapat menimbulkan arus transien yang tinggi sehingga dapat menaikkan susut tegangan secara signifikan.

Untuk instalasi rumah, variasi berikut dapat digunakan untuk menentukan susut tegangan:

- a) Untuk sirkit dengan panjang jalur tidak melebihi 25 m susut tegangan di sirkit akhir dapat diabaikan
- b) Untuk sirkit dengan panjang jalur melebihi 25 m susut tegangan di sirkit akhir harus ditentukan dengan menggunakan arus 50 % dari nilai pengenal arus gawai proteksi yang dipasang sesuai 4.2.8 atau 4.3.5.5.

4.2.3.2 Penghantar paralel

Susut tegangan suatu sirkit dengan penghantar paralel harus diambil sebagai susut tegangan dalam salah satu penghantar jika penghantar itu dialiri arus sama dengan arus yang ditentukan sesuai 4.2.3.1 dibagi oleh jumlah penghantar paralel.

4.2.4 Batas suhu

Suhu maksimum bagi kabel berisolasi yang diperbolehkan ditentukan dalam 7.3.4.3, 7.3.4.4 untuk PVC dan 7.3.6.4 untuk XLPE.

4.2.5 Sambungan penghantar paralel

Jika penghantar disambung paralel, persyaratan berikut harus dipenuhi:

- a) Luas penampang penghantar minimum harus 4 mm^2 ;
- b) Penghantar harus dari bahan yang sama dan luas penampang yang sama;
- c) Penghantar harus kira-kira sama panjangnya dan sedapat mungkin harus mengikuti lintasan yang sama;
- d) Ujung-ujung penghantar harus disambung secara efektif oleh penjepit, solderan atau cara lain yang diizinkan;
- e) Kemampuan hantar arus penghantar adalah jumlah dari kemampuan hantar arus penghantar masing-masing dengan memperhitungkan cara pemasangannya dan faktor pengurangan yang berlaku.
- f) Luas penampang penghantar masing-masing harus cukup tahan terhadap besar arus gangguan prospektif pada titik gangguan instalasi.

CATATAN Bila suatu penghantar yang merupakan bagian dari kelompok penghantar paralel, terhubung pendek ke bumi, penghantar tersebut akan dialiri bagian terbesar dari arus hubung pendek.

4.2.6 Arus pengenalan gawai pengendali

4.2.6.1 Umum

Setiap sakelar utama dan setiap sakelar atau pemutus sirkit yang digunakan sebagai sakelar pengendali sirkit utama konsumen, sirkit cabang atau sirkit akhir harus mempunyai arus pengenalan tidak kurang dari kebutuhan maksimum dari bagian instalasi yang disuplai melalui sirkit utama konsumen, cabang dan sirkit akhir tersebut. Untuk maksud dari persyaratan ini kebutuhan maksimum harus ditentukan sesuai 4.3.1 untuk sirkit utama konsumen dan sirkit cabang dan 4.3.5 untuk sirkit akhir.

4.2.6.2 Persyaratan tambahan untuk sakelar utama

Sebagai tambahan persyaratan pada 4.3.6.1 arus pengenalan sakelar utama, atau pemutus sirkit yang digunakan sebagai sakelar utama, tidak boleh kurang dari 10 A.

4.2.7 Arus pengenalan dan jenis gawai proteksi

4.2.7.1 Umum

Gawai proteksi harus dipilih dengan memperhitungkan :

- a) Jenis sistem, seperti dijelaskan dalam 4.9 dan 4.10.
- b) Jenis gawai seperti dijelaskan dalam 4.2.7.2 dan
- c) Arus pengenalan gawai seperti dijelaskan dalam 4.2.8.

4.2.7.2 Jenis gawai proteksi

4.2.7.2.1 Umum

Gawai proteksi harus disediakan agar secara otomatis memisahkan penghantar aktif dari sirkit dalam peristiwa :

- a) arus beban lebih
- b) arus hubung pendek atau
- c) arus bocor ke bumi.

Gawai-gawai ini harus disusun untuk memutuskan sirkit sebelum suatu kerusakan yang disebabkan oleh pengaruh termal atau elektromagnetik yang disebabkan karena arus lebih atau arus bocor ke bumi mencapai nilai yang ditentukan.

Proteksi ini dapat dicapai dengan pemilihan dari suatu gawai tunggal atau suatu gabungan dari gawai-gawai terpisah yang memberikan proteksi terhadap beban lebih, hubung pendek dan arus bocor ke bumi.

4.2.7.2.2 Gawai untuk proteksi terhadap arus beban lebih dan arus hubung pendek harus sanggup memutuskan setiap arus lebih sampai dengan dan mencakup arus hubung pendek prospektif pada titik tempat gawai proteksi dipasang.

Gawai harus dari jenis berikut:

- a) Pengaman lebur tertutup yang memenuhi standar.
- b) Pengaman lebur semi tertutup yang dapat dikawati kembali yang memenuhi standar.

CATATAN Lihat 4.2.8.2 tentang persyaratan yang berlaku pada penggunaan pengaman lebur setengah tertutup yang dapat dikawati kembali untuk proteksi beban lebih.

- c) Pemutus sirkit mini (MCB) yang memenuhi standar.
- d) Pemutus sirkit dalam kotak tercetak yang memenuhi standar.
- e) Pemutus sirkit yang memenuhi standar.
- f) Gawai lain yang diizinkan yang mempunyai karakteristik yang sama dengan gawai di atas, asalkan tidak dari jenis yang dapat menutup kembali secara otomatis.

4.2.7.2.3 Gawai proteksi khusus terhadap arus lebih harus mampu memutus setiap arus beban lebih, tetapi dapat mempunyai kemampuan memutus lebih rendah dari pada arus hubung pendek prospektif. Gawai ini harus dari jenis sebagai berikut:

- a) gawai proteksi waktu invers.
- b) gawai lain yang diizinkan yang mempunyai karakteristik proteksi arus beban lebih yang sesuai.

4.2.7.2.4 Gawai proteksi khusus terhadap arus hubung pendek harus mampu memutus setiap arus hubung pendek sampai dengan arus hubung pendek prospektif, tetapi tidak perlu mampu memutus arus beban lebih.

Gawai tersebut harus dari jenis berikut:

- a) pengaman lebur HRC untuk proteksi cadangan motor
- b) pemutus sirkit yang membuka seketika
- c) gawai yang diizinkan lainnya, yang mempunyai karakteristik proteksi hubung pendek yang sesuai.

Gawai tersebut harus dipasang hanya jika proteksi beban lebih disediakan dengan gawai yang memenuhi 4.2.7.2.2 atau 4.2.7.2.4 atau jika proteksi beban lebih tidak disyaratkan.

4.2.7.2.5 Gawai proteksi terhadap arus bocor bumi harus mampu memutus bagian sirkit yang tepat yang dialiri arus bocor bumi di atas nilai yang ditentukan.

4.2.8 Arus pengenalan gawai proteksi

4.2.8.1 Umum

Arus pengenalan gawai proteksi tidak boleh kurang dari arus kebutuhan maksimum sirkit yang diamankan.

Arus pengenalan gawai arus sisa tidak boleh kurang dari nilai terbesar di antara dua hal berikut:

- a) kebutuhan maksimum, yang ditentukan dalam 4.3.1 atau 4.3.5. untuk bagian instalasi yang diamankan oleh gawai.
- b) arus pengenalan tertinggi gawai proteksi beban lebih pada bagian instalasi yang diamankan.

Untuk memenuhi ayat ini, penyetelan pemutus sirkit yang dapat disetel dapat dianggap sebagai arus pengenalan.

Arus pengenalan maksimum setiap gawai proteksi beban lebih harus ditentukan menurut 4.2.8.2 sampai 4.2.8.4 untuk memungkinkan arus beban lebih yang mengalir dalam sirkit diputus sebelum arus tersebut mengakibatkan kenaikan suhu yang merusak isolasi, sambungan, terminasi atau sekeliling penghantar yang diamankan.

Arus pengenalan maksimum gawai proteksi hubung pendek dapat lebih besar dari KHA penghantar yang diamankan, tetapi harus dipastikan bahwa setiap arus hubung pendek yang mengalir dalam sirkit diputus sebelum arus tersebut dapat mengakibatkan bahaya

akibat termal dan mekanikal yang timbul pada sambungan dan terminasi penghantar yang diamankan.

Jika penghantar lebih besar dipasang untuk keperluan susut tegangan, nilai gawai proteksi beban lebih tidak boleh lebih besar dari arus yang akan mengakibatkan susut tegangan sebesar 5 % menurut 4.2.3 pada arus kebutuhan maksimum sirkit yang diamankan.

4.2.8.2 Pengaman lebur semi tertutup yang dapat dikawati kembali

Arus pengenal elemen lebur pengaman lebur semi tertutup yang dapat dikawati kembali, yang digunakan sebagai gawai proteksi, tidak boleh melebihi 0,8 kali KHA penghantar sirkit yang diamankan.

Persyaratan ini tidak perlu berlaku jika perlengkapan yang disuplai dibebani arus beban lebih dalam waktu singkat dan ketentuan 4.2.8.4 berlaku.

Arus pengenal untuk alas (*base*) dan rumah pengaman lebur yang bersangkutan tidak boleh kurang dari arus pengenal elemen lebur.

Jika tidak ada petunjuk spesifik dari pembuat, ukuran elemen lebur yang berhubungan dengan arus pengenal elemen lebur harus seperti yang tercantum dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Perkiraan arus pengenal, elemen lebur terbuat dari tembaga yang dilapisi timah untuk penggunaan dalam pengaman lebur semi tertutup yang dapat dikawati kembali

Arus pengenal elemen lebur	Kawat tembaga yang dilapisi timah (diameter)
A	mm
6	0,250
8	0,315
10	0,355
12	0,400
16	0,500
20	0,560
25	0,630
32	0,800
40	0,950
50	1,250
63	1,400
80	1,600
100	1,800

4.2.8.3 Gawai proteksi beban lebih lain

Arus pengenal proteksi beban lebih tidak boleh melebihi KHA penghantar yang diamankan. Persyaratan ini tidak perlu jika perlengkapan yang disuplay dibebani beban lebih dalam waktu singkat dan ketentuan 4.2.8.4 berlaku.

Jika digunakan pengaman lebur jenis tertutup, arus pengenal alas gawai proteksi dan rumah pengaman lebur yang bersangkutan tidak boleh kurang dari arus pengenal elemen lebur.

4.2.8.4 Perlengkapan yang dibebani arus beban lebih dalam waktu singkat

Jika perlengkapan dibebani arus beban lebih dalam waktu singkat, arus pengenal gawai proteksi dapat lebih besar dari KHA penghantar sirkit yang diamankan, asal proteksi penghantar terhadap hubung pendek tersedia pada gawai proteksi.

Bagi sirkit motor dan mesin las, kondisi ini dianggap terpenuhi, jika arus pengenal gawai proteksi tidak melebihi arus beban penuh dari motor terbesar atau arus primer pengenal dari mesin las terbesar dikalikan faktor yang cocok dalam butir a) atau b) ditambah kebutuhan maksimum motor lainnya atau mesin las lainnya atau kedua-duanya.

a) Diamankan oleh pengaman lebur :

4 kali untuk motor dan mesin las resistans

2 kali untuk mesin las busur transformator

b) Diamankan oleh pemutus sirkit :

3 kali untuk mesin las resistans

2,5 kali untuk motor fase tunggal dan motor dengan pengasutan star delta, langsung pada jaring, atau diasut dengan resistans atau reaktor

2 kali untuk motor dengan pengasutan oto transformator atau reaktansi tinggi dan mesin las busur transformator

1,5 kali untuk motor lilit dan motor arus searah

Bagi sirkit lain yang dibebani arus beban lebih dalam waktu singkat, kondisi tersebut dianggap terpenuhi jika arus pengenal gawai proteksi arus lebih tidak lebih dari 1,5 kali KHA penghantar sirkit yang diamankan.

Namun, jika digunakan pengaman lebur semi tertutup yang dapat dikawati kembali, beban tersambung tidak boleh lebih dari 0,8 kali KHA penghantar sirkit yang diamankan.

Mesin las busur jenis berputar dianggap sebagai motor untuk maksud ayat ini.

4.2.9 Pembatas arus gangguan

4.2.9.1 Umum

Pembatas arus gangguan harus dipilih untuk membatasi arus gangguan sesaat hingga nilai dalam batas kemampuan perlengkapan yang diamankan.

Dalam memilih pembatas arus gangguan yang sesuai, harus diperhatikan faktor berikut:

a) arus hubung pendek prospektif dari sistem suplai

b) nilai pengenal dan karakteristik perlengkapan yang tersambung

c) nilai pengenal dan karakteristik perlengkapan proteksi yang bersangkutan dikaitkan dengan perlengkapan yang tersambung.

Gawai proteksi yang digunakan semata-mata sebagai pembatas arus gangguan tidak boleh beroperasi pada beban lebih.

CATATAN:

- a) Pemilihan dan penggunaan pembatas arus gangguan harus dilakukan dengan hati-hati, karena beberapa jenis pembatas arus gangguan dapat mengalami salah fungsi jika dibebani beban lebih dalam waktu lama dan karenanya tidak cocok untuk digunakan sebagai pengaman lebur pemakaian umum.
- b) Pembatas arus gangguan tidak dimaksudkan untuk diganti pada waktu instalasi dalam keadaan bertegangan.
- c) Periksa 4.11.4.4 untuk persyaratan spesifik bagi pembatas arus gangguan dipasang dalam sirkit yang menyuplai perlengkapan pengendali kebakaran dan asap, perlengkapan evakuasi dan lif.

4.2.9.2 Pengaman lebur

Jika pengaman lebur digunakan sebagai pembatas arus gangguan, kata-kata “pembatas arus gangguan” dan nilai pengenalan elemen lebur maksimum yang diperlukan untuk mengamankan sirkit, harus dicantumkan pada atau bersebelahan dengan gawai semacam itu dengan tulisan yang jelas dan tidak mudah terhapus.

4.2.9.3 Lokasi

Pembatas arus gangguan dapat dipasang pada sisi suplai atau pada sisi beban perlengkapan proteksi yang bersangkutan. Dalam hal pada sisi beban pembatas arus gangguan harus dipasang sedekat mungkin pada perlengkapan proteksi yang bersangkutan.

4.2.9.4 Pengendalian

Pembatas arus gangguan tidak perlu dikendalikan oleh sakelar, asal terdapat tanda peringatan yang sesuai yang ditempatkan pada posisi yang tepat.

4.2.9.5 Pemasangan

Pembatas arus gangguan tidak perlu dipasang di depan papan hubung bagi, asal:

- a) Tersedia pencapaian yang aman dan mudah
- b) Adanya dan posisi pembatas semacam itu ditandai dengan jelas dan tidak mudah terhapus pada bagian depan papan hubung bagi.

4.3 Cara perhitungan kebutuhan maksimum di sirkit utama konsumen dan sirkit cabang

4.3.1 Cara menentukan kebutuhan maksimum

4.3.1.1 Kebutuhan maksimum di sirkit utama konsumen dan sirkit cabang harus ditentukan dengan salah satu cara yang diuraikan di bawah ini.

- a) Dengan perhitungan, seperti dikemukakan dalam 4.3.2.
- b) Dengan penaksiran, seperti dikemukakan dalam 4.3.3.

c) Dengan pengukuran atau pembatasan, seperti dikemukakan dalam 4.3.4.

4.3.1.2 Instansi Pemeriksa dapat menetapkan cara yang harus dipakai. Selain ketentuan dalam 4.3.1.1 diberlakukan tambahan persyaratan berikut :

- a) Bila nilai kebutuhan maksimum, yang diperoleh dari pengukuran, melampaui nilai yang diperoleh dari perhitungan atau penaksiran, maka nilai hasil pengukuran inilah yang diambil sebagai kebutuhan maksimum.
- b) Bagi sirkit utama konsumen atau sirkit cabang yang menyuplai sirkit akhir, yang diamankan dengan pemutus daya arus lebih dengan setelan pada nilai tertentu, kebutuhan maksimumnya tidak boleh diambil lebih besar dari jumlah nilai setelan arus pemutus daya yang mengamankan sirkit akhir.

4.3.2 Perhitungan kebutuhan maksimum di sirkit utama konsumen dan sirkit cabang

4.3.2.1 Dasar perhitungan

4.3.2.1.1 Umum

Kebutuhan maksimum harus dihitung sesuai dengan 4.3.2.2 sampai 4.3.2.3 untuk jenis instalasinya dan perlengkapan yang terpasang. Untuk maksud perhitungan, beban yang tersambung pada setiap penghantar aktif harus diperlakukan terpisah.

4.3.2.1.2 Pertimbangan khusus

Disadari bahwa boleh jadi terdapat perbedaan yang besar dalam pembebanan dari satu instalasi dengan instalasi lain, termasuk yang dicakup dalam Tabel 4.3-1 dan 4.3-2 dan lainnya seperti tempat ibadah, gedung umum, sekolah, kompleks rekreasi dan kompleks peristirahatan. Jika beberapa aspek dari 4.3.2 dan Tabel 4.3-1 serta Tabel 4.3-2 dapat digunakan sebagai pedoman dengan memperhatikan semua informasi relevan yang tersedia, suatu cara perhitungan kebutuhan maksimum alternatif untuk suatu instalasi dapat diizinkan.

4.3.2.1.3 Bagian campuran rumah dan bukan rumah

Bila suatu instalasi terdiri atas beban rumah dan beban bukan rumah, kebutuhan maksimum harus diperoleh dengan menggabungkan nilai relevan yang dihitung dari Tabel 4.3-1 dan Tabel 4.3-2.

4.3.2.2 Instalasi rumah tunggal dan instalasi rumah ganda

Untuk instalasi rumah tunggal dan instalasi rumah ganda perhitungan kebutuhan maksimum untuk tiap fase dari instalasi harus ditentukan dari Tabel 4.3-1 dengan mengambil jumlah dari nilai yang diperoleh dengan menerapkan petunjuk yang tepat dalam kolom 2, 3, 4 atau 5 pada kelompok beban A, B dan sebagainya dalam kolom 1.

CATATAN Contoh perhitungan kebutuhan maksimum untuk instalasi rumah tunggal dan banyak dilampirkan di bagian belakang Bab ini.

Tabel 4.3-1 Kebutuhan maksimum instalasi rumah tunggal dan rumah ganda

1	2	3	4	5
Kelompok beban	Instalasi rumah tunggal atau unit petak per fase	Gedung rumah petak ^(a, b)		
		2 sampai 5 unit petak per fase	6 sampai 20 unit petak per fase	21 atau lebih petak per fase
		Beban satuan hunian		
A. Penerangan (i) Penerangan di luar kelompok (ii) dan kelompok beban H di Bawah (c, m)	2 A untuk 1 sampai 20 titik + 2 A untuk tiap tambahan 20 titik atau bagian daripadanya	6 A	5 A + 0,25 A tiap unit petak	0,5 A tiap unit petak
(ii) Penerangan luar yang melebihi 1000 W (hl)	75 % dari beban tersambung	Tidak ada perkiraan untuk tujuan kebutuhan maksimum		
B. (i) KKB dan KK yang tidak melebihi 10 A (e, m) Perlengkapan yang tersambung permanen tidak melebihi 10 A dan tidak termasuk kelompok beban lain (n).	5 A untuk 1 sampai 20 titik + 5A untuk tiap tambahan 20 titik atau bagian daripadanya	10 A + 5 A tiap unit petak	15 A + 3,75 A tiap unit petak	0,5 A + 1,9 A tiap unit petak
(ii) Untuk instalasi yang mencakup satu atau lebih KK 15 A, di luar KK yang sudah terpasang untuk menyuplai perlengkapan yang termasuk dalam kelompok C, D, E, F, G dan L (e, f)	10 A	10 A	10 A	10 A
(iii) Untuk instalasi yang mencakup satu atau lebih KK 20 A di luar KK yang sudah terpasang untuk menyuplai perlengkapan Yang termasuk dalam kelompok C, D, E, F, G dan L (e, f)	15 A	15 A	15 A	15 A
C. Dapur listrik, peranti masak, perlengkapan binatu atau KK dengan arus pengenal lebih dari 10 A untuk sambungan ke perlengkapan tersebut (e)	50 % beban tersambung	15 A	2,8 A per unit petak	2,8 A per satuan petak
D. Perlengkapan pemanas udara atau AC, sauna yang tersambung tetap atau KK dengan arus pengenal lebih dari 10 A untuk menghubungkan perlengkapan tersebut (e,g,k).	75 % beban tersambung	75 % beban tersambung	75 % beban tersambung	75 % beban tersambung
E. Pemanas air sesaat (f)	33,3 % beban tersambung	6 A per unit petak	6 A per unit petak	100 A + 0,8 A per unit petak

Tabel 4.3-1 (lanjutan)

1	2	3	4	5
F. Pemanas air tandoan (i) Beban terkendali ^(k)	Bila arus beban penuh lebih kecil dari nilai yang diperoleh untuk kelompok beban lain yang sesuai, tidak ada perkiraan untuk kebutuhan maksimum (k).			
(ii) Jenis lain (j)	Arus beban penuh	6 A per unit petak	6 A per unit petak	100 A + 0,8 A per unit petak
G. Pemanas Spa dan kolam renang (k)	75 % dari Spa terbesar, tambah 75 % kolam renang terbesar, tambah 25 % dari sisanya.			
		Beban tidak terkait dengan hunian tunggal - tersambung pada setiap fase, (penerangan umum, binatu umum, lif motor dan sebagainya).		
H. Penerangan bersama (h,i)	Tidak berlaku	Beban tersambung penuh	Beban tersambung penuh	Beban tersambung penuh
I. KKB dan KKK tidak termasuk dalam kelompok J dan M di bawah ^(d,e,f) perlengkapan tersambung tetap tidak melebihi 10 A.	Tidak berlaku	2 A per titik	2 A per titik	1 A per titik
J. Peranti dengan kemampuan lebih dari 10 A, dan KK untuk Penyambungan : (i) Pengerik pakaian, pemanas air, mesin cuci yang dilengkapi Pemanas sendiri, ketel untuk cuci (e).	Tidak berlaku	50 % beban tersambung	50 % beban tersambung	50 % beban tersambung
(ii) Pemanas ruangan, perlengkapan pendingin udara, sauna Yang terpasang tetap (g).	Tidak berlaku	75 % beban tersambung	75 % beban tersambung	75 % beban tersambung
(iii) Pemanas Spa dan pemanas kolam renang.	Tidak berlaku	75 % dari Spa terbesar ditambah 75 % dari kolam renang yang terbesar, ditambah 25 % dari sisanya.		
K. Lift	Sesuai dengan 4.3.3.3 Tabel 4.3-2	Tidak ada perkiraan untuk perhitungan beban maksimum. Sesuai dengan 4.3 2.3 Tabel 4.3-2 untuk penentuan ukuran dari sirkit cabang.		
L. Motor	Sesuai dengan 4.3.3.3 Tabel 4.3-2 kolom 2	Sesuai dengan 4.3.2..3 Tabel 4.3-2 kolom 2.		
M. Peranti termasuk KK di luar kelompok A sampai dengan L di atas seperti penggiling keramik, mesin las, pemancar radio, mesin sinar – X dan sejenisnya.	Beban tersambung 5 A atau kurang : Tidak ada nilai perkiraan untuk menentukan kebutuhan maksimum.		Beban tersambung 10 A atau kurang. Tidak ada penilaian untuk penentuan kebutuhan maksimum.	
	Beban tersambung 5 A lebih : Diperkirakan oleh instansi pemeriksa yang berwenang		Beban tersambung diatas 10 A. Diperkirakan oleh instansi pemeriksa yang berwenang.	

CATATAN 1 : untuk Tabel 4.3-1

- a) Untuk sambungan fase banyak, jumlah rumah dibagi jumlah fase dari suplai, contoh: 16 unit rumah yang disuplai oleh fase tiga, $16/3 = 6$ unit tersambung pada fase yang di bebani paling berat (Kolom 4).
- b) Bila hanya sebagian dari jumlah unit dalam instalasi ganda yang dilayani oleh fase banyak dilengkapi dengan peranti rumah tangga yang tersambung permanen, misalnya peranti masak listrik atau perlengkapan pemanas ruangan, jumlah peranti dari setiap kategori di bagi dengan jumlah fase, dan kebutuhan maksimum ditentukan seperti dalam contoh –3 di bagian belakang.
- c) Sistem rel penerangan dianggap sebagai 2 titik per meter jalur.
- d) Kelompok beban ini tidak berlaku untuk KK yang terpasang di daerah umum tapi tersambung pada unit rumah petak. KK tersebut harus dimasukkan dalam kelompok beban B.
- e) Untuk penentuan kebutuhan maksimum, KK kombinasi ganda diperhitungkan sebagai titik beban yang sama jumlahnya dengan jumlah KK integral dalam kombinasi tersebut.
- f) Bila suatu instalasi terdiri atas kelompok KK 15 atau 20 A tercakup dalam kelompok beban B (ii) atau B (iii) maka beban dasar dari kelompok beban B ditambah dengan masing-masing 10 A atau 15 A; bila KK 15 A dan 20 A terpasang, penambahannya adalah 15 A.
- g) Bila suatu instalasi mengandung sistem penyaman udara (AC) untuk digunakan pada cuaca panas dan sistem pemanas untuk digunakan pada cuaca dingin maka hanya sistem dengan beban terbesar yang diperhitungkan.
- h) Penerangan sorot, penerangan kolam renang, lapangan tenis dan sejenisnya.
- i) Pemanas air sesaat termasuk pemanas cepat dengan elemen pemanas lebih besar dari 100 W/l.
- j) Pemanas air tandoan, termasuk pemanas cepat yang tidak termasuk di catatan i).
- k) Pembebanan terkendali ditentukan hanya dengan memperhatikan beban yang suplai listriknya dikendalikan oleh instansi penyuplai sehingga suplai hanya tersedia pada saat-saat terbatas saja.

Bila arus beban penuh dari beban terkendali melampaui kebutuhan yang dihitung dengan memperhatikan butir-butir yang tepat dalam Tabel ini, arus beban penuh dari beban terkendali bersama dengan kelompok A (ii) dan kelompok H harus ditetapkan sebagai kebutuhan maksimum dari instalasi.

- l) Dalam menghitung beban tersambung, besaran pengenalan di bawah ini digunakan untuk penerangan :
 - 1) Lampu pijar : 60 W atau watt yang sesungguhnya dari lampu yang terpasang, mana yang lebih besar, kecuali bila desain lumener lampu banyak yang terkait dengan fitting hanya memperkenankan lampu yang kurang dari 60 W yang dapat dipasang pada fitting, maka beban tersambung dari fitting tersebut harus sama dengan watt lampu terbesar yang dapat dilayani. Untuk lumener lampu banyak beban setiap fitting lampu harus ditetapkan berdasarkan di atas.
 - 2) Lampu TL dan lampu luah lainnya : Beban penuh tersambung, yaitu arus yang sesungguhnya diserap oleh susunan penerangan, dengan memperhitungkan perlengkapan bantu seperti balok dan kapasitor. Faktor daya dari lampu TL dan lampu luah lainnya tidak boleh kurang dari 0,85.
 - 3) Rel penerangan : 0,5 A/m per fase per rel atau beban yang sesungguhnya tersambung, mana yang lebih besar.
- m) Suatu KK yang terpasang setinggi lebih dari 2,3 m di atas lantai untuk penyambungan ke suatu peranti rumah tangga yang tidak lebih dari 100 W atau suatu lumener dapat dimasukkan sebagai titik penerangan dalam kelompok beban A (i).

Suatu peranti tidak lebih dari 100 W, yang tersambung permanen atau tersambung pada KK yang terpasang lebih dari 2,3 m di atas lantai dapat dianggap sebagai titik penerangan.

- n) Setiap bagian dari perlengkapan yang tidak melebihi 10 A, yang tersambung secara permanen, dapat dimasukkan dalam kelompok beban B (i) sebagai titik tambahan.

4.3.2.3 Instalasi bukan rumah

Untuk instalasi bukan rumah perhitungan kebutuhan maksimum setiap fase dari instalasi harus ditentukan dari Tabel 4.3-2 dengan mengambil jumlah dari nilai-nilai yang diperoleh dengan menerapkan petunjuk yang tepat dalam kolom 2 dan 3 sesuai dengan jenis instalasinya pada kelompok beban A, B dan seterusnya dalam kolom 1.

Tabel 4.3-2 Kebutuhan maksimum instalasi bukan rumah

1	2	3
Kelompok beban	Perumahan, hotel, asrama, rumah sakit, rumah penginapan, motel e)	Pabrik, toko, kompleks, perkantoran, kompleks perdagangan e)
A) Penerangan selain di kelompok beban F a),b).	75 % dari beban tersambung	Beban tersambung penuh
B) 1) KKB dan KK yang tidak melebihi 10 A selain di D 2)	1000 W untuk KK pertama ditambah 400 W untuk setiap KK lainnya	1000 W untuk KK pertama ditambah 750 W untuk setiap KK lainnya
2) KKB dan KK yang tidak melebihi 10 A dalam gedung atau bagian gedung yang dilengkapi dengan perlengkapan pemanas atau pendingin, atau keduanya yang dipasang magun (b,d)	1000 W untuk KK pertama ditambah 100 W untuk setiap KK lainnya	1000 W untuk KK pertama ditambah 100 W untuk setiap KK lainnya
3) KK lebih dari 10 A .d)	Arus pengenal penuh dari KK bernilai pengenal tertinggi ditambah 50% dari arus pengenal penuh beban lainnya	Arus pengenal penuh dari KK bernilai tertinggi ditambah 75% dari nilai pengenal beban lainnya
C) Peranti untuk masak, peranti pemanas dan pendingin, termasuk pemanas air seketika tetapi tidak termasuk peranti dalam kelompok D) dan J) di bawah	Beban penuh terpasang dari peranti berbeban tertinggi ditambah 50% dari beban penuh lainnya	Beban penuh tersambung dari peranti berbeban tertinggi ditambah 75% dari beban penuh lainnya
D) Motor selain dari di E) dan F) di bawah	Beban penuh motor dengan nilai pengenal tertinggi di tambah 50 % dari beban penuh lainnya	Beban penuh motor dengan nilai pengenal tertinggi ditambah 75% dari motor dengan nilai pengenal tertinggi kedua ditambah 50% dari beban penuh lainnya
E) Lif	1) Motor lif terbesar - 125 % beban penuh 2) Motor lif terbesar kedua - 75 % beban penuh 3) Motor lainnya - 50 % beban penuh Untuk keperluan kelompok beban ini, arus beban penuh suatu motor lif berarti arus dari suplai pada saat mengangkat beban pengenal maksimum pada kecepatan pengenal maksimum	
F) Unit pompa bahan bakar	1) Motor Motor pertama - beban penuh Motor kedua - 50 % beban penuh Motor lainnya - 25 % beban penuh 2) Penerangan – beban penuh tersambung	

Tabel 4.3-2 (lanjutan)

1	2	3
G) Kolam renang, spa, sauna, pemanas tandoan termal termasuk pemanas air, pemanas ruangan dan perlengkapan sejenis (c)	1) Elemen kontinu - beban penuh untuk segala keadaan 2) Elemen yang terkendali (termasuk elemen yang terkendali yang mungkin dihubungkan pada suplai pada waktu-waktu di luar waktu yang dikendalikan dengan sakelar alih atau sistem kendali beban) : 66,6 % dari beban penuh, sekiranya kebutuhan dari sisa instalasi lainnya yang dihitung, tidak kurang dari kebutuhan elemen yang dikendalikan. Beban penuh untuk keadaan lainnya.	
H) Mesin las	Ketentuan mengenai mesin las diberikan dalam 4.3.2.4.	
J) Perlengkapan sinar – X	50 % dari beban penuh unit sinar – X terbesar, unit-unit lainnya diabaikan.	
K) Perlengkapan lain yang tidak tercakup dalam kelompok beban di atas	Menurut perkiraan Instansi Pemeriksa Berwenang	

CATATAN 2 : Untuk Tabel 4.3-2

a) Dalam perhitungan beban tersambung, nilai pengenalan di bawah ditetapkan untuk lampu:

- 1) Lampu pijar : 60 watt, atau watt sebenarnya dari lampu yang dipasang, tergantung mana yang lebih besar, kecuali bila lumener penerangan yang berkaitan dengan fitting hanya dapat dipasang dengan lampu tidak lebih dari 60 watt untuk setiap fitting lampu, maka beban tersambung dari fitting adalah watt dari fitting lampu terbesar yang dapat dipasang padanya.
Untuk lumener lampu banyak, beban dari setiap fitting lampu harus ditetapkan sesuai dengan ketentuan di atas.
- 2) Lampu TL : Beban tersambung penuh, yaitu arus yang diserap oleh susunan penerangan dengan memperhitungkan alat pembantu seperti balas dan kapasitor.
- 3) Rel penerangan : 0,5 A/m per fase setiap rel, atau beban yang sesungguhnya tersambung, mana yang lebih besar.

b) Kelompok beban B 2) berlaku untuk gedung atau bagian dari gedung yang memiliki perlengkapan pemanas dan/atau pendingin ruangan permanen yang khusus dipasang sehingga tidak memerlukan KKB untuk peranti pemanas atau pendingin ruangan. Penggunaan pemanas atau pendingin atau keduanya untuk menghindari penggunaan peranti pemanas atau pendingin randah, tergantung pada lokasi dan iklim yang bersangkutan.

c) Beban – terkendali mencakup hanya beban yang suplainya tersedia untuk waktu terbatas.

d) Suatu kotak kontak, yang terpasang pada ketinggian lebih dari 2,3 m di atas lantai untuk penyambungan peranti dengan daya tidak lebih dari 100 W atau lumener penerangan dapat dimasukkan sebagai titik lampu dalam kelompok beban A.
Suatu peranti dengan daya tidak lebih dari 100 W yang terpasang secara magun atau dipasang pada KK yang dipasang lebih dari 2,3 m di atas lantai boleh dianggap sebagai titik penerangan.

e) Lihat 4.3.1, 4.3.4.2 dan 4.3.5.3 untuk kebutuhan maksimum sirkit utama konsumen, sirkit cabang dan sirkit akhir yang dapat ditentukan dengan pembatasan.

4.3.2.4 Mesin las

4.3.2.4.1 Definisi

Untuk maksud butir 4.3.2.4 berlaku definisi di bawah ini :

a) Arus primer pengenalan

- 1) untuk mesin las busur adalah arus masukan pengenalan yang tertera atau arus primer pengenalan terkoreksi yang tertera bila dilengkapi dengan perlengkapan untuk memperbaiki faktor daya, atau
- 2) untuk mesin las lainnya adalah arus yang diperoleh dengan mengalikan kilo volt ampere (kVA) pengenalan dengan 1000 dan membaginya dengan nilai tegangan primer pengenalan yang tertera pada papan nama.

b) Arus primer yang sesungguhnya : arus yang diserap dari sirkit suplai pada setiap saat mesin las bekerja, pada posisi tap tertentu dan pada setelan pengatur tertentu.

c) Daur tugas – perbandingan antara waktu selama arus mesin las mengalir, dengan waktu standar 1 menit, dinyatakan dalam persen.

CONTOH 1 :

Sebuah mesin las titik yang disuplai pada sistem 50 Hz (3000 siklus/menit) membuat 6 titik las per menit, masing-masing titik selama 15 siklus, memiliki daur tugas sebesar :

$$\frac{6 \times 15 \times 100}{3000} = 3\%$$

CONTOH 2 :

Mesin las kampuh yang bekerja dua siklus kerja dan dua siklus mati akan mempunyai daur tugas 50%.

CATATAN Kemampuan hantar arus dari penghantar suplai yang dibutuhkan guna membatasi susut tegangan pada suatu nilai yang diizinkan agar mesin pengelas memberikan unjuk kerja memuaskan, kadang-kadang dapat lebih besar dari pada yang diperlukan untuk mencegah pemanasan lebih dari penghantar.

4.3.2.4.2 Mesin las busur

Berikut ini berlaku untuk mesin las busur.

- a) Mesin tunggal : Kebutuhan maksimum mesin las busur tunggal harus dihitung 100 % dari arus primer pengenalan.
- b) Kelompok mesin : Kebutuhan maksimum dari dua atau lebih mesin las busur harus dihitung sebagai berikut :
 - 1) dua mesin las terbesar : 100% dari tiap arus primer pengenalan, ditambah
 - 2) mesin las terbesar berikutnya: 85 % dari arus primer pengenalan, ditambah
 - 3) mesin las terbesar berikutnya: 70 % dari arus primer pengenalan, ditambah

- 4) semua mesin las lainnya : 60 % dari arus primer pengenalan.

4.3.2.4.3 Mesin las resistans

Berikut ini berlaku bagi mesin las resistans.

a) Mesin tunggal :

Kebutuhan maksimum untuk mesin las resistans tunggal harus dihitung sebagai berikut :

- 1) Operasi yang berubah-ubah : 70 % dari arus primer pengenalan untuk mesin kampuh dan mesin otomatis, dan 50 % dari arus primer pengenalan untuk mesin-mesin tidak otomatis yang dikerjakan manual.
- 2) Operasi khusus : hasil perkalian dari arus primer sebenarnya dan faktor kelipatan berikut ini, untuk daur tugas mesin las dioperasikan pada kondisi kerja khusus, yang arus primer sebenarnya dan daur tugasnya diketahui dan tidak berubah.

Daur tugas (persen):	50	40	30	25	20	15	10	7,5	5 atau kurang
Faktor kelipatan :	0,71	0,63	0,55	0,50	0,45	0,39	0,32	0,27	0,22

b) Kelompok mesin :

Kebutuhan untuk dua atau lebih mesin las resistans harus dihitung sebagai jumlah dari nilai yang didapat sesuai dengan butir (a) untuk mesin-mesin las terbesar yang disuplai dan 60% dari nilai yang didapat sesuai dengan butir (a) untuk semua mesin-mesin las lain yang disuplai.

4.3.3 Penentuan kebutuhan maksimum dengan penaksiran

Kebutuhan maksimum dari sirkit utama konsumen dan sirkit cabang dapat dilakukan dengan penaksiran oleh Instansi Pemeriksa yang berwenang.

Penaksiran dapat dipertimbangkan terutama jika :

- a) perlengkapan pada instalasi bekerja pada kondisi beban yang naik turun atau *intermiten* dan daur tugas tertentu dapat ditetapkan;
- b) instalasinya besar dan rumit, atau
- c) jika terdapat penghunian khusus.

4.3.4 Penentuan kebutuhan maksimum sirkit utama konsumen dan sirkit cabang dengan cara pengukuran atau pembatasan

4.3.4.1 Penentuan kebutuhan maksimum dengan cara pengukuran

Kebutuhan maksimum sirkit utama konsumen dan sirkit cabang ditentukan oleh konsumsi listrik tertinggi yang direkam atau yang dapat dipertahankan selama periode 15 menit oleh indikator atau perekam maksimum. Pengukuran semacam ini dilaksanakan sesuai dengan cara yang diizinkan.

4.3.4.2 Penentuan kebutuhan maksimum dengan cara pembatasan

Kebutuhan maksimum sirkit utama konsumen dan sirkit cabang dapat ditentukan oleh arus pengenal pemutus sirkit dengan setelan tetap, atau oleh setelan arus dari pemutus sirkit yang dapat disetel, asal metode kalibrasi, penyetelan, selungkup dan penyegelan pemutus tersebut diizinkan oleh instansi berwenang.

Hal ini tidak berlaku bagi instalasi rumah tunggal atau ganda. Lebih lanjut, bilamana sesuai 4.2.8.4 suatu pemutus sirkit dipasang yang mempunyai arus pengenal lebih besar daripada KHA penghantar yang diamankan, pengenal atau setelan dari pemutus sirkit itu tidak diperhitungkan dalam penentuan kebutuhan maksimum.

4.3.5 Kebutuhan maksimum sirkit akhir

4.3.5.1 Umum

Pada umumnya, kebutuhan maksimum suatu sirkit akhir dianggap sama dengan beban penuh tersambung.

Kebutuhan maksimum sirkit akhir dapat ditentukan dengan salah satu metode tersebut dalam 4.3.5.2 sampai 4.3.5.6.

4.3.5.2 Penaksiran

Kebutuhan maksimum sirkit akhir dapat ditaksir oleh instansi pemeriksa yang berwenang bila sirkit akhir :

- a) dapat mengalami pembebanan lebih yang lama; atau
- b) tersambung pada perlengkapan yang dioperasikan pada kondisi naik-turun atau intermiten dan suatu daur tugas tertentu dapat ditentukan.

4.3.5.3 Pembatasan kebutuhan maksimum dengan pemutus sirkit

Kebutuhan maksimum sirkit akhir yang diamankan dengan pemutus sirkit seperti pemutus sirkit yang memenuhi 4.2.7.2.2 c), d) atau e) dapat dianggap sebagai :

- a) nilai pengenal pemutus sirkit setelan tetap, atau
- b) setelan arus pemutus sirkit yang dapat disetel, dengan metode kalibrasi, penyetelan, selungkup dan penyegelan pemutus sirkit yang diizinkan oleh instansi berwenang.

Ketentuan ini tidak berlaku bagi sirkit akhir dalam keadaan berikut :

- a) Dalam instalasi rumah yang tersambung suatu peranti tunggal. Kebutuhannya ditentukan menurut 4.2.5.4
- b) Bila sesuai dengan 4.2.8.4 suatu pemutus sirkit yang nilai pengenalnya lebih besar dari kemampuan hantar arus (KHA) penghantar yang diamankannya, kebutuhan maksimum harus ditentukan oleh kebutuhan maksimum perlengkapan tersebut.

4.3.5.4 Sirkit yang tersambung pada satu peranti atau satu kotak kontak

4.3.5.4.1 Umum

Sirkit akhir yang menyuplai hanya satu peranti atau satu kotak kontak untuk penyambungan peranti magun atau pegun dianggap mempunyai kebutuhan maksimum sama dengan beban peranti sebenarnya.

Jika peranti adalah dapur listrik, tungku atau pelat panas dalam instalasi rumah, kebutuhan maksimum ditentukan menurut 4.3. 5.4.2.

Kotak kontak tunggal, selain KK yang dipasang untuk disambung pada peranti magun atau pegun, harus dianggap mempunyai pembebanan sama dengan nilai pengenalan yang tercantum pada kotak kontak tersebut.

4.3.5.4.2 Dapur listrik, tungku dan pelat panas dalam instalasi rumah

Bagi dapur listrik, tungku, atau pelat panas dalam instalasi rumah, kebutuhan maksimum per fase adalah sebagai berikut (untuk tegangan 220 V)

- a) Untuk nilai pengenalan beban-penuh fase tidak melebihi 5 kW --- 16 A
- b) Untuk nilai pengenalan beban penuh fase melebihi 5 kW tetapi tidak melebihi 8 kW --- 20 A
- c) Untuk nilai pengenalan beban penuh fase lebih dari 8 kW tetapi tidak melebihi 10 kW --- 25 A
- d) Untuk nilai pengenalan beban penuh fase melebihi 10 kW tetapi tidak melebihi 13 kW --- 32 A
- e) Untuk nilai pengenalan beban penuh fase melebihi dari 13 kW --- 40 A

Suatu tungku atau pelat panas, atau kombinasi dari tungku dan pelat panas yang diperlakukan sebagai satu unit peranti dapat dianggap sebagai dapur listrik dalam kaitannya dengan ayat ini.

4.3.5.5 Sirkit yang dihubungkan pada lebih dari satu peranti atau kotak kontak

Sirkit akhir yang padanya dihubungkan lebih dari satu peranti atau kotak kontak, sesuai dengan 4.4 dan Tabel 4.4-1 sampai dengan 4.4-4 mempunyai kebutuhan maksimum sama dengan:

- a) jumlah beban sebenarnya peranti dan kotak kontak pada sirkit, atau;
- b) nilai pengenalan gawai proteksi sirkit,

mana yang lebih kecil antara keduanya.

Untuk butir a), suatu kotak kontak, selain yang terpasang untuk dihubungkan ke peranti magun atau pegun, harus dianggap mempunyai beban sama dengan nilai pengenalan yang tercantum pada kotak kontak.

4.3.5.6 Perlengkapan saling mengunci

Jika lebih dari satu peranti, motor atau perlengkapan lain yang saling mengunci disuplai dari satu sirkit akhir, sehingga hanya sejumlah terbatas peranti atau motor yang dapat terhubung

selama suatu kurun waktu tertentu, kebutuhan maksimum sirkit akhir dapat dianggap kebutuhan maksimum tertinggi yang dapat diperoleh dari kombinasi peranti, motor atau perlengkapan yang mungkin dapat terhubung selama suatu kurun waktu tertentu.

4.3.6 Sirkit akhir terpisah yang diperlukan

4.3.6.1 Lampu, peranti listrik atau KK tegangan rendah dengan nilai pengenal lebih dari 20 A atau lebih dari 20 A per fase, masing-masing harus disuplai dari sirkit akhir yang jelas terpisah.

Peranti gabungan, mesin gabungan yang terdiri dari sejumlah gawai pemakai individual, harus dianggap sebagai satu unit tunggal untuk maksud penerapan Ayat ini.

Gawai pemanfaat individual tersebut mencakup:

- a) Motor yang berkaitan dengan satu lif dalam instalasi lif.
- b) Motor dan perlengkapan penunjang yang berkaitan dengan instalasi penyaman udara, mesin perkakas dan sebagainya.
- c) Unit pemasak individual seperti pelat panas dan tungku dari suatu dapur listrik yang dipasang dalam satu ruangan.

4.4 Jumlah titik beban dalam tiap sirkit akhir

4.4.1 Jumlah titik beban maksimum dalam tiap sirkit akhir

4.4.1.1 Umum

Jumlah maksimum titik beban yang dapat dihubungkan paralel pada suatu sirkit akhir harus sesuai dengan 4.4.1.2 sampai 4.4.1.6.

Ketentuan ini tidak berlaku dalam keadaan berikut :

- a) Sirkit akhir yang menyuplai perlengkapan yang mempunyai nilai pengenal lebih dari 20 A, atau lebih dari 20 A per fase yang dirinci di 4.3.6.
- b) Sirkit akhir digunakan untuk penerapan khusus seperti ditentukan dalam 4.4.2.

Jumlah titik beban yang dapat dihubungkan pada suatu sirkit akhir tergantung pada nilai pengenal gawai proteksi, yang nilai maksimumnya tidak boleh melebihi KHA penghantar sirkit.

Untuk penerapan Tabel 4.4-1 sampai Tabel 4.4-4 lihat contoh soal di bagian belakang bab ini.

4.4.1.2 Sirkit akhir untuk penggunaan tunggal

Sirkit akhir untuk penggunaan tunggal adalah sirkit akhir yang hanya menyuplai :

- a) titik penerangan;
- b) K.K.B;
- c) K.K. 10A;

d) K.K. 15A; atau

e) K.K. 20A;

yang harus memenuhi persyaratan susunan dalam tabel berikut ini :

a) Instalasi rumah : Tabel 4.4-1

b) Instalasi bukan rumah : Tabel 4.4-2

4.4.1.3 Sirkit dari hanya satu titik beban dan sirkit campuran

Bila suatu sirkit akhir menyuplai :

a) peranti tunggal yang tersambung magun;

b) K.K tunggal untuk penyambungan peranti tunggal terpasang magun atau pegun, atau;

c) gabungan dari peranti yang tersambung magun, titik penerangan atau K.K.

maka harus memenuhi susunan dalam tabel berikut :

(i) Instalasi rumah : Tabel 4.4-3

(ii) Instalasi bukan rumah : Tabel 4.4-4

CATATAN :

a) Lihat 4.2.2.2.2 untuk pembatasan yang berlaku bila isolasi limbak terpasang atau bila dianggap isolasi limbak terpasang.

b) Tabel-tabel 4.4-3 dan 4.4-4 digunakan dengan menentukan besar kontribusi tiap titik beban dalam ampere, pada sirkit dari nilai yang diberikan di dalam baris tunggal dari kolom 5 sampai 10 dari Tabel 4.4-3 atau kolom 5 sampai 10 dari Tabel 4.4-4.

Jumlah titik beban tidak boleh melebihi nilai yang diberikan dalam kolom 4 dan jumlah kontribusi dalam ampere, tidak boleh melebihi beban maksimum yang diizinkan di kolom 3. Nilai pengenalan dari gawai proteksi sirkit selanjutnya ditentukan dari nilai-nilai yang diberikan didalam baris yang sama dari kolom 1 dan 2.

4.4.1.4 Sirkit akhir yang mempunyai gawai proteksi sirkit dengan nilai pengenalan lebih besar dari yang tersedia dalam Tabel 4.4-1 sampai dengan Tabel 4.4-4.

Untuk sirkit akhir yang mempunyai gawai proteksi sirkit dengan nilai pengenalan lebih besar dari pada yang tersedia di dalam Tabel 4.4-1 sampai dengan Tabel 4.4-4, jumlah titik yang akan disambung tidak dibatasi jumlahnya dengan ketentuan bahwa tidak boleh ada KKB disambungkan pada sirkit akhir yang disuplai melalui :

a) pemutus sirkit atau pengaman lebur kemampuan tinggi yang nilai pengenalnya melebihi 32 A, atau

b) pengaman lebur semi tertutup yang dapat dikawati kembali, yang mempunyai nilai pengenalan melebihi 25 A.

4.4.1.5 Perlengkapan yang saling mengunci

Bila perlengkapan saling mengunci seperti dijelaskan dalam 4.3.5.6, maka jumlah titik harus ditetapkan sebagai jumlah titik maksimum yang dapat berada dalam sirkit pada suatu saat.

Tabel 4.4-1 Jumlah titik sambung untuk sirkit akhir untuk penggunaan tunggal dalam instalasi rumah

1		2	3	4	5
Jenis sirkit		Diamankan dengan pemutus sirkit atau pengaman lebur kemampuan tinggi		Diamankan dengan pengaman lebur yang dapat dikawati kembali	
		Nilai pengenalan dari gawai proteksi (a) A	Jumlah titik sambung maksimum	Nilai pengenalan dari gawai proteksi (a) A	Jumlah titik sambung maksimum
Titik penerangan (c)		6 ≥ 10	20 Tidak terbatas	8 12 16 ≥ 20	20 25 40 Tidak terbatas
KKB atau KK Fase tunggal atau Fase banyak (be) 10 A	Kondisi A	16	8	16	4
		20	8	20	6
		25	10	25	8
		32	15		
	Kondisi B (d)	16	15	16	15
		20	20	20	20
		25	25	25	25
		32	35		
KK fase tunggal atau fase Banyak 15 A		16 20 25 32	1 2 3 4	16 20 25 32	1 2 3 4
KK fase tunggal atau fase Banyak 20 A		20 25 32	1 1 2	20 25 32	1 1 2

Tabel 4.4-2 Jumlah titik sambung untuk satu buah sirkit akhir untuk penggunaan tunggal dalam instalasi bukan rumah

1		2	3	4	5
Jenis sirkit		Diamankan dengan pemutus sirkit atau pengaman lebur kemampuan tinggi		Diamankan dengan pengaman lebur yang dapat dikawati kembali.	
		Nilai pengenalan dari gawai proteksi (a) A	Jumlah titik sambung maksimum	Nilai pengenalan dari gawai proteksi (a) A	Jumlah titik sambung maksimum
Titik penerangan (c)		10 16 20 ≥ 25	20 25 40 Tidak terbatas	8 12 16 20 ≥ 25	20 20 25 40 Tidak terbatas
KKB atau KK Fase tunggal atau Fase banyak (b) 10A	Tanpa penyaman udara permanen	16 20 25 32	8 10 12 16	16 20 25	3 4 6
	Dengan penyaman udara permanen (f)	16 20 25 32	15 20 25 35	16 20 25	3 4 6
KK fase tunggal atau fase Banyak 15A		16 20 25 32	1 1 2 4	16 20 25 32	1 1 2 4
KK fase tunggal atau fase Banyak 20A		20 25 32	1 1 2	20 25 32	1 1 2

CATATAN : untuk Tabel 4.4-1 dan Tabel 4.4-2

a) Nilai pengenalan gawai proteksi sirkit.

Lihat 4.4.1.4 untuk persyaratan yang berhubungan dengan penggunaan gawai proteksi sirkit yang mempunyai nilai pengenalan yang melebihi angka-angka di kolom 2 dan 4.

b) Sambungan yang dibatasi

Pada sirkit dengan penampang kurang dari $2,5 \text{ mm}^2$, tidak boleh disambungkan KKB atau KK fase satu 15A atau 20A, 4.4.1.4 melarang menyambung KKB pada sirkit yang diamankan oleh pemutus sirkit atau pengaman lebur kemampuan tinggi yang mempunyai nilai pengenalan melebihi 32A atau pada suatu sirkit yang diamankan oleh pengaman lebur semi tertutup yang dapat dikawati kembali yang mempunyai nilai pengenalan melebihi 25A.

c) Titik penerangan.

Suatu luminair penerangan dianggap terdiri dari satu atau lebih titik penerangan sesuai dengan jumlah titik di luminer itu yang dihubungkan dengan kabel fleksibel ke pengawatan tetap, atau sesuai dengan jumlah bagian-bagian yang dikendalikannya.

Sambungan penerangan pesta, tanda dan penerangan hiasan tidak boleh dipandang sebagai titik penerangan (lihat 4.4 2.3). Sistem rel penerangan harus dipandang sebagai dua (2) titik per meter rel.

Suatu peranti yang mempunyai nilai pengenalan tidak melebihi 100W yang dihubungkan magun, atau terhubung melalui KK yang terpasang lebih dari 2,3 m di atas lantai, dapat dipandang sebagai titik penerangan.

d) Kombinasi ganda dari KKB dalam kondisi B di instalasi rumah dan unit hunian individual. Untuk menetapkan jumlah titik di kolom 3 dan 5 Tabel 4.4-1 untuk kondisi B, suatu kombinasi ganda dari KKB yang mempunyai satu titik hubung pada pengawatan tetap dapat dipandang sebagai satu titik kurang dari pada jumlah KKB dalam kombinasi ganda itu.

e) Sirkuit pada instalasi rumah yang padanya tersambung KKB.

Kondisi A : Berlaku jika terdapat hanya satu sirkuit di instalasi atau jika kondisi B tidak dipenuhi.

Kondisi B : Berlaku jika terdapat dua atau lebih sirkuit di instalasi dan tidak satu sirkuit pun menyuplai lebih dari dua pertiga dari jumlah total KKB

f) Instalasi bukan rumah dengan penyaman udara magun.

Nilai yang tercantum dalam baris ini berlaku untuk gedung atau bagian dari gedung yang mengandung perlengkapan pemanas atau pendingin yang dipasang permanen, atau kedua-duanya, yang khusus disediakan sehingga penggunaan KKB bagi peranti pemanas atau pendingin ruangan yang portable menjadi tidak perlu.

Tabel 4.4-3 Pembebanan dan jumlah titik sambung pada sirkit akhir beban campuran dalam instalasi rumah

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nilai pengenalan dari gawai proteksi (a) A		Beban maksimum yang diperbolehkan A	Jumlah titik sambung maksimum	Kontribusi setiap titik pada beban total, A (jumlahnya tidak boleh melampaui nilai dalam kolom 3)					
Pemutus tenaga atau proteksi lebur kemampuan tinggi	Pengaman lebur yang dapat dikawati kembali			Titik pene- rangan (b)	KKB atau KK fase tunggal atau fase banyak 10 A (d, g)		KK fase tunggal atau fase banyak 15 A (g)	KK fase tunggal atau fase banyak 20 A (g)	Perlengkapan magun atau pegun yang dipasang magun (e)
					Kondis A	Kondisi B (c)			
10	-	10	20	0,5	-	-	-	-	Beban tersambung
16	-	16	20	0,5	4	1,1	15	-	
20	-	20	25	0,5	4	1	12	20	
25	-	25	30	0,5	4	1	10	18	
32	-	32	40	0,5	4	1	8	16	
-	8	8	20	0,5	-	-	-	-	
-	12	12	20	0,5	-	-	-	-	
-	16	16	20	0,5	4	1,1	15	-	
-	20	20	25	0,5	4	1	12	20	
-	25	25	30	0,5	4	1	10	18	
-	32	32	40	0,5	-	-	8	16	

Tabel 4.4-4 Pembebanan dan jumlah titik sambung tiap sirkit akhir beban campuran dalam instalasi bukan rumah

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nilai pengenalan dari gawai proteksi (a) A		Beban maksimum yang diperbolehkan A	Jumlah titik sambung maksimum	Kontribusi setiap titik pada beban total, A (jumlahnya tidak boleh melampaui dari nilai dalam kolom 3)					
Pemutus sirkit atau proteksi lebur kemampuan tinggi	Pengaman lebur yang dapat dikawati kembali.			Titik pene- rangan (b)	KKB atau KK fase tunggal atau fase banyak 10 A (g)		KK fase tunggal atau fase banyak 15 A (g)	KK fase tunggal atau fase banyak 20 A (g)	Perlengkapan magun atau pegun yang dipasang magun (e)
					Tanpa AC magun	Dengan AC magun (f)			
10	-	10	20	0,5	-	-	-	-	Beban tersambung
16	-	16	20	0,5	2	1,1	15	-	
20	-	20	25	0,5	2	1	12	20	
25	-	25	30	0,5	2,1	1	10	20	
32	-	32	35	0,5	2	1	8	16	
-	8	8	20	0,5	-	-	-	-	
-	12	12	20	0,5	-	-	-	-	
-	16	16	20	0,5	5,5	5,5	15	-	
-	20	20	20	0,5	5	5	12	20	
-	25	25	30	0,5	5	5	10	20	
-	32	32	35	0,5	4	4	8	16	

CATATAN Untuk Tabel 4.4-3 dan Tabel 4.4-4

- a) Nilai pengenalan gawai proteksi sirkit. Lihat 4.4 1.4 tentang persyaratan yang terkait pada penggunaan gawai proteksi sirkit dengan nilai pengenalan melebihi angka di kolom 1 dan 2.
- b) Titik penerangan. Suatu lumener penerangan dianggap terdiri atas satu atau lebih titik penerangan sesuai dengan jumlah titik di lumener yang dihubungkan dengan kabel fleksibel ke pengawatan tetap, atau sesuai dengan jumlah bagian-bagian yang dikendalikan. Sambungan penerangan pesta, tanda dan penerangan hias tidak boleh dipandang sebagai titik penerangan (lihat 4.4.2.3). Suatu peranti yang mempunyai nilai pengenalan tidak melebihi 100W yang disambungkan magun, atau tersambung melalui KK yang terpasang lebih dari 2,3 m di atas lantai, dapat dipandang sebagai titik penerangan.
- c) KKB kombinasi ganda dengan kondisi B di instalasi rumah dan unit hunian individual. Untuk menetapkan jumlah titik di kolom 4 dari Tabel 4.4-3 untuk kondisi B, suatu KKB kombinasi ganda yang mempunyai satu titik sambung pada pengawatan magun dapat dipandang sebagai satu titik kurang dari pada jumlah KK dalam KKB kombinasi ganda itu.
- d) Sirkit pada instalasi rumah yang padanya tersambung dengan KKB.

Kondisi A : Berlaku jika terdapat hanya satu sirkit di instalasi atau jika kondisi B tidak dipenuhi.

Kondisi B : Berlaku jika terdapat dua atau lebih sirkit di instalasi dan tidak satu sirkit pun menyuplai lebih dari dua pertiga dari jumlah total KKB

- e) Peranti magun atau pegun. Peranti magun atau pegun dapat dihubungkan secara magun atau melalui kotak kontak.
- f) Instalasi bukan rumah dengan penyaman udara magun.

Nilai-nilai yang tercantum dalam kolom ini berlaku untuk gedung atau bagian gedung yang mengandung perlengkapan pemanas atau penyaman yang dipasang magun atau kedua-duanya yang khusus disediakan, sehingga penggunaan KKB bagi peranti pemanas atau pendingin ruangan menjadi tidak perlu.

- g) Sambungan yang dibatasi.

Pada sirkit dengan penampang kurang dari $2,5 \text{ mm}^2$, tidak boleh disambungkan KKB atau KK fase satu 15A atau 20A.

4.4.1.4 Melarang menyambung KKB pada sirkit yang diamankan oleh pemutus sirkit atau pengaman lebur kemampuan tinggi yang mempunyai nilai pengenalan melebihi 32 A atau pada suatu sirkit yang diamankan oleh pengaman lebur semi tertutup yang dapat dikawati kembali yang mempunyai nilai pengenalan melebihi 25 A.

4.4.2 Jumlah titik per sirkit akhir sirkit akhir untuk aplikasi khusus dalam instalasi bukan rumah

4.4.2.1 Umum

Jumlah titik sambung yang boleh dipasang pada sirkit akhir untuk penggunaan khusus, harus sesuai dengan ketentuan pada 4.4.2.2 sampai 4.4.2.5.

Dalam kondisi tersebut, ketentuan-ketentuan ini dapat dipergunakan sebagai pengganti 4.4. Ketentuan dalam 4.4.2.2 sampai 4.4.2.5 dimaksudkan dalam hal diperlukan jumlah penyambungan titik yang lebih besar dari ketentuan di 4.4 karena sifat penggunaan khusus dari sirkit akhir.

4.4.2.2 Kotak kontak dan peranti listrik

Dalam hal suatu sirkit akhir yang melayani KK atau peranti yang terpasang secara permanen, diamankan oleh pemutus sirkit arus lebih di instalasi bukan rumah, jumlah titik pada sirkit tidak perlu dibatasi, bila :

- a) peranti-peranti tersebut adalah dari jenis yang sama atau KK dimaksudkan untuk penyambungan peranti yang sama, dan nilai pengenalan dari pemutus sirkit tidak melebihi 25A, misalnya dalam hal KKB yang besar jumlahnya diperlukan untuk menyuplai unit peragaan visual dalam suatu fasilitas pengolahan data atau kata, atau
- b) kabel yang panjang dari pusat distribusi yang diperlukan untuk menyuplai perlengkapan yang rendah, seperti pemotong rumput, perlengkapan perbengkelan, alat las, sebagai contoh, banyak KK dengan arus pengenalan yang tinggi yang diperlukan di dermaga atau jeti untuk melayani satu buah mesin las.

4.4.2.3 Sirkit khusus untuk penerangan

Jumlah titik per sirkit akhir dari sistim penerangan di bawah ini, dibatasi hanya oleh kemampuan hantar arus dari penghantar sirkit :

- a) penerangan tanda permanen dan penerangan hias.
- b) penerangan panggung, termasuk penerangan lantai penerangan tepi dan penerangan samping.
- c) Penerangan luar yang memerlukan kabel yang panjang, seperti lapangan olah raga, lapangan tenis, dermaga, lapangan bongkar muat, gedung terbuka dan sebagainya.
- d) Penerangan sementara untuk penerangan umum, penerangan tanda, penerangan tepi, penerangan pesta atau hias, dengan ketentuan bahwa arus beban total tidak melebihi 16 A.

4.4.2.4 Transformator untuk sistim lampu TL – Tabung Luah

Untuk sistem instalasi penerangan TL atau luah, transformator yang merupakan bagian dari sistem penerangan tanda, sistim penerangan tepi dan sejenis yang lengkap dapat dipasang paralel di sisi primer, dengan ketentuan bahwa beban terpasang total pada sirkit akhir, tidak melebihi kemampuan hantar arus dari penghantar sirkit.

4.4.2.5 Sirkit kereta penumpang lif

Untuk instalasi di dalam atau di atas kereta lif, boleh dipasang dua belas titik beban, dua diantaranya bisa terdiri dari KKB dapat disambung pada suatu sirkit yang mempunyai penghantar dengan penampang $1,5 \text{ mm}^2$ dan diamankan dengan pengaman lebur semi tertutup 12 A yang dapat dikawati kembali, atau pemutus sirkit atau pengaman lebur kemampuan tinggi 16 A.

4.5 Sirkit utama konsumen

4.5.1 Penampang minimum

Penghantar sirkit utama konsumen harus mempunyai penampang tidak kurang dari 4 mm^2 untuk penghantar berisolasi dan berpenyangga.

4.5.2 Sistem pengawatan

4.5.2.1 Umum

Setiap sistem pengawatan yang diakui oleh standar ini dapat digunakan untuk sirkit utama konsumen, asal memenuhi ketentuan-ketentuan dalam ayat-ayat berikut ini :

- a) Ayat 4.5.2.2 untuk kabel tanpa selubung pelindung dalam selungkup metal.
- b) Subpasal 4.11.7 untuk sistem pengawatan yang melayani perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif.
- c) Pasal 7.13 khususnya mengenai cara pemasangan kabel tanah.
- d) Ketentuan tentang sirkit cabang yang dilengkapi dengan pemutus sirkit yang bekerja berdasarkan arus sisa (GPAS)

4.5.2.2 Kabel tanpa selubung yang dipasang dalam selungkup metal

Kabel tanpa selubung dipasang dalam selungkup metal, tidak boleh digunakan sebagai sirkit utama konsumen. Hal ini tidak melarang penggunaan cara di bawah ini bagi sirkit utama konsumen:

- a) Kabel tanpa selubung, yang menggunakan kertas sebagai isolasi dengan selubung timah.
- b) Kabel tanpa selubung, yang berada dalam PHB metal.
- c) Kabel tanpa selubung, dipasang dalam selungkup metal dimana kabelnya dilindungi di sisi suplainya dengan gawai proteksi hubung pendek.

4.6 Susunan sirkit cabang dan sirkit akhir

4.6.1 Titik awal dari sirkit cabang dan sirkit akhir

Semua sirkit cabang dan sirkit akhir harus bermula dari PHB utama atau dari PHB distribusi. Semua penghantar fase dari suatu sirkit cabang atau sirkit akhir harus bermula dari satu PHB.

4.6.2 Penampang minimum sirkit

Penampang sirkit cabang harus mempunyai penampang tidak kurang dari 4 mm² untuk penghantar berisolasi dan berpenyangga.

4.6.3 Penurunan kemampuan hantar arus di sirkit cabang

4.6.3.1 Kemampuan hantar arus dari penghantar yang digunakan dalam setiap sirkit cabang tidak boleh diturunkan di bawah nilai pengenalan gawai proteksi sirkit sesuai dengan 4.2.7.

Penghantar dengan kemampuan hantar arus kurang dari nilai pengenalan gawai proteksi sirkit dari sirkit cabang dapat digunakan, dengan persyaratan berikut ini :

4.6.3.1.1 Umum

Bila dianggap perlu menyambungkan sirkit cabang yang kecil ke sirkit cabang yang lebih besar, misalnya pencabangan dari sirkit cabang vertikal yang besar di tiap lantai, atau dari sirkit cabang yang besar ke sejumlah sirkit pada papan pembagi, suatu cabang yang pendek dari sirkit cabang ke papan pembagi dapat dilakukan dengan penghantar yang kemampuan hantar arusnya lebih kecil, dengan ketentuan bahwa penghantar ini haruslah :

- a) mempunyai kemampuan hantar arus tidak kurang dari 20 % dari kemampuan hantar arus dari sirkit cabang yang lebih besar.
- b) dalam setiap kasus penampangnya tidak boleh lebih kecil dari 6 mm²;
- c) harus sependek mungkin, dan dalam hal apapun panjangnya tidak boleh melebihi 15 m, dan
- d) harus seluruhnya tertutup oleh logam atau material lain yang tidak dapat terbakar kecuali bila merupakan bagian dari PHB atau pengawatan bawah tanah.

Sebagai pilihan lain, sirkit cabang yang kecil dapat diamankan dengan pengaman lebur atau pemutus sirkit yang memenuhi persyaratan 4.2.8.1 sehubungan dengan penghantar yang lebih kecil dan yang dipasang dengan baik atau terpasang tetap pada titik pencabangan. Apabila terdapat lebih dari dua pencabangan per fase di titik mana saja, maka pengaman lebur atau pemutus sirkit haruslah merupakan suatu papan hubung bagi.

4.6.3.1.2 Sistem pengawatan di udara dan di bawah tanah

Persyaratan berikut ini harus dipenuhi :

- a) Setiap penghantar bertegangan dalam sistem pengawatan di udara atau di bawah tanah dan setiap penghantar bertegangan pada sisi suplai dari gawai proteksi di tiap bangunan yang berdiri sendiri, tidak boleh lebih kecil dari 6 mm².
- b) Pengawatan dalam setiap bangunan yang berdiri sendiri harus diperlakukan sebagai suatu instalasi terpisah untuk maksud pengontrolan dan proteksi pengawatan.
- c) Panjang sirkit dari titik pemunculannya dari tanah atau terminal dari sistem pengawatan udara tidak boleh melebihi 15 m.
- d) Pengawatan di tiap bangunan yang berdiri sendiri harus diselungkupi logam atau material lain yang tidak dapat terbakar, kecuali bila merupakan bagian dari papan hubung bagi atau pengawatan di bawah tanah.

Sebagai pilihan lain, sirkit cabang yang kecil yang diamankan dengan pengaman lebur atau pemutus sirkit yang memenuhi persyaratan 4.2.8.1 mengenai penghantar yang lebih kecil dan yang dipasang dengan baik atau terpasang tetap.

Apabila terdapat lebih dari dua pencabangan per fase di titik mana saja, maka pengaman lebur atau pemutus sirkit harus dianggap merupakan suatu papan hubung bagi.

4.6.4 Penurunan kemampuan hantar arus di sirkit akhir

4.6.4.1 Kemampuan hantar arus dari kabel yang digunakan dalam setiap sirkit akhir tidak boleh diturunkan di bawah nilai pengenalan dari alat proteksi sirkit.

Kabel dengan kemampuan hantar arus kurang dari nilai pengenalan gawai proteksi sirkit akhir dapat digunakan dalam hal-hal berikut :

a) Sirkit pengendali lampu indikator, sinyal dan rele.

Untuk sirkit pengendali lampu indikator, sinyal dan rele yang berhubungan dengan perlengkapan, kabel yang menghubungkan lampu-lampu tersebut pada sirkit akhir dapat dikurangi ukurannya asal tidak lebih kecil dari 0,5 mm² dengan ketentuan bahwa panjang kabel yang dikurangi ukurannya tersebut tidak lebih dari 2 m.

b) Sirkit asut motor. Bila suatu motor a.b. dilengkapi dengan pengasut Star-Delta, maka kabel penghubung antara motor dan pengasut boleh lebih kecil dari kabel sirkit, tetapi sekali-kali tidak boleh mempunyai kemampuan hantar arus lebih kecil dari $1/\sqrt{3}$ (kira-kira 58 %) dari arus pengenalan motor yang tersambung pada sirkit.

c) Sirkit kendali. Dalam hal sirkit kendali dipasang sesuai dengan 4.9.2.1

d) Sirkit kapasitor. Dalam hal sambungan dibuat pada kapasitor statis sesuai dengan 135 % dari arus pengenalan kapasitor.

e) Kabel fleksibel guna sambungan antara pengawatan magun dengan perlengkapan.

f) Jika kabel fleksibel digunakan untuk menyambungkan pengawatan tetap dengan perlengkapan, maka harus memenuhi ketentuan berikut :

1) pengawatan tetap diakhiri dengan kotak kontak atau kotak sambung yang sesuai.

2) kabel fleksibel harus sependek mungkin ($< 21\text{ m}$).

3) KHA kabel fleksibel tidak kurang dari arus pengenalan proteksi sirkit.

4) penampang kabel fleksibel lebih besar dari 0,75 mm.

4.7 Penghantar netral bersama

4.7.1 Sirkit utama konsumen dan sirkit cabang

Penghantar netral bersama dapat digunakan untuk sirkit utama konsumen dan sirkit cabang.

4.7.1.1 Kemampuan hantar arus dari netral bersama harus ditentukan dari kemampuan hantar arus dari penghantar aktif yang bersangkutan sesuai dengan 4.2.2.2.3.

Persyaratan tentang kemampuan hantar arus tidak berlaku bila suatu netral bersama berhubungan dengan lebih dari satu sirkit cabang sesuai dengan 4.6.2.1a)2) dengan ketentuan bahwa kemampuan hantar arus dari netral bersama tidak lebih kecil dari yang terbesar dari di bawah ini :

a) Kebutuhan maksimum dari penghantar yang bersangkutan.

b) 63 A.

4.7.2 Sirkit akhir

Penghantar netral bersama tidak boleh digunakan untuk dua atau lebih sirkit akhir.

4.7.2.1 Penghantar netral bersama dapat digunakan untuk penyambungan pada perlengkapan di bawah ini :

- a) Peranti fase banyak terpadu dan luminer penerangan yang disambung pada sirkit akhir sistem fase dua, tiga kawat dan fase tiga, empat kawat.
- b) Unit penyuplai tersendiri, seperti pelat panas dan bagian tungku yang terpisah dari suatu dapur listrik yang di suplai dari sirkit akhir terpisah dari fase berbeda dan diperlakukan sebagai peranti tunggal sesuai dengan 4.3.6.1.
- c) Kelompok luminer fase tunggal yang disusun untuk disambungkan pada sirkit akhir sistem dua fase tiga kawat, atau sistem tiga fase empat kawat, dengan ketentuan bahwa :
 - 1) Sirkit tersebut dikendalikan dan diamankan dengan pemutus sirkit yang bekerja pada semua penghantar aktif, dan
 - 2) Kontinuitas dari penghantar sirkit netral tidak tergantung pada terminal di luminer atau sakelar kendali.
- d) Peranti seperti pemanas air yang disuplai dari sumber suplai alternatif, asalkan :
 - 1) hanya satu suplai dapat disambung pada suatu saat, dan
 - 2) kedua suplai mempunyai sakelar pemisah bersama.

4.8 Pengendalian sirkit yang netralnya dibumikan langsung

4.8.1 Sakelar utama

4.8.1.1 Pengendalian

Suplai ke suatu instalasi harus dikendalikan dari PHB utama dengan sebuah atau beberapa sakelar utama yang mengendalikan seluruh instalasi.

Bagian instalasi berikut tidak perlu dikendalikan oleh satu atau beberapa sakelar utama :

- a) Sirkit utama konsumen.
- b) Perlengkapan penunjang, gawai ukur dan perkawatan yang terkait yang perlu disambung pada sisi sumber dari satu atau beberapa sakelar utama, asalkan pengawatan dan perlengkapan tersebut berada di dalam atau pada PHB
- c) Perlengkapan yang perlu disambung pada sisi sumber dari satu atau lebih sakelar utama menurut 4.11.
- d) Perlengkapan yang terkait dengan sumber alternatif dari pembangkit asalkan sesuai dengan standar nasional yang bersangkutan
- e) Pembatas arus gangguan.

Sakelar utama yang disusun dalam lebih dari satu kelompok dan berada dalam ruangan yang khusus terpisah sebagai ruangan sakelar dapat dianggap dipasang pada PHB utama asalkan susunan perlengkapan PHB telah mendapat persetujuan dari instansi berwenang.

CATATAN Dilarang menggunakan pemutus sirkit miniatur jenis tusuk (*plug-in*) sebagai sakelar utama.

4.8.1.2 Jumlah sakelar utama

Jumlah sakelar utama yang dipasang pada suatu PHB utama sebaiknya dibatasi sampai enam buah.

Pembatasan ini tidak berlaku pada sakelar:

- a) yang dipasang menurut 4.8.1.5;
- b) untuk pengendalian menurut 4.11;
- c) untuk pengendalian gawai penutup untuk sakelar utama dan perlengkapan yang terkait langsung lainnya yang harus disambung pada sisi sumber dari sakelar utama semacam itu.

4.8.1.3 Pencapaian ke sakelar utama

Sakelar utama harus dapat dicapai, sebagai berikut:

a) Umum

Sakelar utama harus mudah dicapai dan sarana untuk mengoperasikan sakelar tersebut harus tidak lebih dari 2 meter di atas tanah, lantai atau landasan.

b) Gedung dengan lebih dari satu penghuni

Sakelar utama harus dapat dicapai oleh tiap penghuni.

Satu atau lebih sakelar utama tidak harus dapat dicapai oleh tiap penghuni, yang dapat mencapai suatu atau lebih sakelar yang memisahkan bagian instalasi penghuni tersebut. Sakelar seperti itu tidak perlu mengendalikan sirkit cabang yang menyuplai bagian instalasi tersebut.

CATATAN Lihat 4.13.2.1 untuk persyaratan umum bagi pencapaian ke papan hubung.

4.8.1.4 Pemberian tanda

Sakelar utama harus diberi tanda sebagai berikut :

- a) Setiap sakelar utama harus diberi tanda: "SAKELAR UTAMA", dan harus dapat dibedakan dengan mudah dari sakelar lain dengan cara pengelompokan, pemberian warna atau dengan cara-cara yang sesuai sehingga dapat dioperasikan dengan cepat dalam keadaan darurat
- b) Bila ada lebih dari satu sakelar utama dalam suatu gedung, setiap sakelar utama harus diberi tanda yang menunjukkan instalasi atau bagian instalasi mana yang dikendalikannya
- c) Bila dengan membuka suatu sakelar utama mengakibatkan beroperasinya atau dipisahnya suatu suplai alternatif, maka harus diberi tanda yang menunjukkan posisi sakelar utama yang mengendalikan suplai alternatif itu.
- d) Bila suplai untuk suatu gedung diizinkan diberikan pada lebih dari satu titik, maka harus diberi suatu tanda jelas pada setiap papan hubung bagi utama, yang menunjukkan adanya suplai lain dan lokasi papan hubung bagi utama lainnya.

4.8.1.5 Sakelar utama dengan kendali jarak jauh

Bila sakelar utama dilengkapi dengan sistem kendali jarak jauh sesuai 4.8.1.2 a) maka ketentuan-ketentuan di bawah ini berlaku:

- a) Fasilitas untuk kendali jarak jauh harus terdiri atas suatu panel kendali dengan gawai yang telah disetujui untuk membuka dan menutup secara selektif semua sakelar yang dikendalikan.
- b) Fasilitas kendali jarak jauh harus ditempatkan dan diberi tanda sesuai dengan 4.8.1.3, 4.8.1.4, dan 4.13.1.2.
- c) Sirkuit kendali dan sirkuit sinyal di antara papan hubung bagi utama dan panel kendali harus beroperasi pada tegangan ekstra rendah atau harus disusun dan dipasang sedemikian rupa sehingga aman secara efektif terhadap sentuhan pada bagian-bagian yang bertegangan dalam keadaan kebakaran atau keadaan darurat lainnya.
- d) Sirkuit kendali harus dirancang, disusun dan dipasang untuk mencegah penutupan kembali dari sakelar utama secara tidak sengaja karena suatu kesalahan atau salah fungsi dari pengawatan sirkuit atau alat bantu.
- e) Sirkuit kendali jarak jauh untuk sakelar utama yang mengoperasikan perlengkapan pengendali api atau asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif harus memenuhi 4.11.7.
- f) Setiap sakelar utama yang dapat ditutup dari jarak jauh harus dilengkapi dengan gawai yang sesuai agar dapat dikunci pada posisi terbuka.
- g) Jumlah sakelar utama yang dapat dikendalikan dari jarak jauh tidak perlu dibatasi.

Suatu sarana untuk membuka sakelar utama dari jarak jauh dapat diadakan dengan sirkuit pembuka disuplai dari sisi beban alat hubung bagi yang bersangkutan.

4.8.2 Sakelar tambahan

4.8.2.1 Instalasi dalam gedung terpisah

Instalasi dalam gedung terpisah harus memenuhi persyaratan di bawah ini :

- a) Umum.

Suatu instalasi dalam gedung terpisah harus diperlakukan sebagai instalasi terpisah, bila gedung tersebut terpisah dari gedung atau bangunan tempat papan hubung bagi utama terpasang dan bila instalasi digedung terpisah tersebut :

- 1) mempunyai kebutuhan maksimum 100 A atau lebih per fase, dan
- 2) dilengkapi dengan papan distribusi.

b) Sakelar utama :

1) Umum.

Satu atau lebih sakelar utama, yang memenuhi persyaratan dalam 4.8.1, harus dipasang untuk mengendalikan instalasi dalam gedung terpisah yang dianggap sebagai instalasi terpisah sesuai dengan a).

2) Suplai oleh lebih dari satu sirkit cabang.

Jika suatu instalasi gedung terpisah, yang diperlakukan sebagai instalasi terpisah seperti di a) disuplai oleh lebih dari satu sirkit cabang maka suplai melalui tiap sirkit cabang tersebut harus dikendalikan oleh satu atau lebih sakelar utama sesuai dengan b) 1). Akan tetapi satu atau lebih sakelar utama yang terkait pada setiap sirkit cabang tidak perlu dipasang pada PHB yang sama yang terkait pada sirkit cabang lainnya, asal lokasi sakelar utama lainnya itu ditandai dengan suatu petunjuk yang menonjol dan tak dapat dihapus di sebelah setiap sakelar utama atau kelompok sakelar utama.

4.8.2.2 Multi instalasi

Hal-hal berikut berlaku pada multi instalasi:

a) Mengendalikan instalasi rumah. Setiap unit instalasi rumah tunggal yang merupakan bagian dari multi instalasi harus dilengkapi dengan satu atau lebih sakelar pemisah yang mudah dicapai untuk mengendalikan seluruh instalasi rumah; satu atau lebih sakelar itu tidak perlu mengendalikan setiap sirkit cabang yang menyuplai instalasi rumah akan tetapi :

1) harus dipasang pada suatu PHB, yang ditempatkan di masing-masing flat atau unit hunian yang bersangkutan atau mudah dicapai dari pintu masuk, dan harus ditempatkan tidak lebih dari satu tingkat di atas atau di bawah pintu masuk tersebut; dan –

2) harus ditandai dengan jelas bagian dari instalasi yang dikendalikannya dan dapat ditandai dengan cara pengelompokan, pemberian warna atau cara yang cocok lainnya sehingga sakelar-sakelar tersebut dapat mudah ditemukan dalam keadaan darurat.

b) Pengawatan yang terkait pada perlengkapan eksternal. Pengawatan yang –

1) terkait pada perlengkapan di luar unit hunian seperti tempat cuci dan garasi; dan –

2) tidak termasuk atau bersebelahan dengan unit hunian terkait selain yang terletak di daerah umum tidak boleh dianggap sebagai bagian dari instalasi rumah untuk keperluan a).

Dalam hal semacam itu perlengkapan harus dikendalikan oleh satu atau lebih sakelar yang dapat mudah dicapai oleh setiap penghuni sesuai dengan 4.8.1.3.

4.8.2.3 Sirkit cabang dan sirkit akhir lebih besar dari 100 A

Setiap sirkit cabang dan sirkit akhir dengan nilai pengenal lebih besar dari 100 A per fase harus dikendalikan dengan sakelar pemisah di papan hubung bagi di tempat sirkit berasal.

Persyaratan ini tidak berlaku bila pembatas arus gangguan atau pengaman lebur mengamankan sirkit cabang kecil yang dicabangkan dari sirkit cabang yang lebih besar, misalnya pencabangan dari sirkit cabang vertikal di setiap lantai dari gedung bertingkat.

4.8.2.4 Susunan dari suplai alternatif

Bila suatu instalasi atau bagian dari instalasi dilengkapi dengan suplai alternatif seperti pembangkit darurat atau baterai aki, maka suplai alternatif harus dikendalikan di sumber suplai atau di papan hubung bagi

4.8.3 Penyambungan sakelar utama

Setiap sakelar utama harus dipasang sedemikian hingga pengaman lebur atau pemutus sirkit yang terkait, tidak bertegangan bila sakelar tersebut dalam keadaan terbuka.

4.9 Proteksi sirkit yang netralnya dibumikan langsung

4.9.1 Sirkit cabang dan sirkit akhir

Setiap sirkit cabang atau sirkit akhir yang keluar dari papan hubung bagi masing-masing harus diamankan di papan hubung bagi dengan proteksi sirkit yang bekerja pada setiap penghantar aktif.

Proteksi ini dapat dilakukan dengan:

- a) pengaman lebur di setiap penghantar aktif.
- b) suatu pemutus sirkit dengan alat trip di setiap penghantar aktif, kecuali bila diperkenankan mempergunakan pemutus sirkit satu fase untuk proteksi setiap penghantar aktif dari suatu sirkit akhir yang melayani satu peranti, yang pengawatan internalnya hanya terdiri atas sambungan antara setiap fase dengan netral, atau
- c) suatu pemutus sirkit yang terdiri atas satu sampai dengan tiga alat trip guna proteksi penghantar aktif dari sejumlah sirkit cabang atau sirkit akhir yang keluar dari papan hubung bagi dari instalasi tersebut.

4.9.2 Sirkit kendali

4.9.2.1 Penghantar sirkit kendali untuk mengendalikan perlengkapan dari jarak jauh harus diamankan oleh suatu alat proteksi sirkit yang bekerja di setiap penghantar aktif yang ditempatkan di awal sirkit kendali

Penghantar dari sirkit kendali untuk perlengkapan yang dikendalikan dari jarak jauh harus dianggap telah diamankan secara tepat oleh alat proteksi arus lebih yang mengamankan sirkit yang menyuplai perlengkapan yang dikendalikan dengan jarak jauh itu dengan ketentuan bahwa penghantar-penghantar tersebut dipasang dalam selungkup metal atau bahan lain yang tidak dapat menyala, dan setiap kondisi di bawah ini berlaku:

- a) Kemampuan hantar arus dari penghantar sirkit kendali tidak kurang dari sepertiga dari kemampuan hantar arus dari penghantar sirkit cabang.
- b) Sakelar magnet, kontaktor, atau alat yang dikendalikan lainnya dan titik kendali (seperti tombol tekan, sakelar tekanan atau sakelar termostatik) keduanya terletak pada mesin yang sama dan sirkit kendalinya tidak melampaui batas mesin.
- c) Titik kendali (seperti tombol tekan, sakelar tekanan atau sakelar termostatik) terletak pada atau dalam jarak 0,3 m dari panel kendali atau perlengkapan dan panjang pengawatan kendali tidak melampaui 0,3 m dari panel dan perlengkapan.

- d) Pembukaan sirkit kendali dapat menimbulkan bahaya misalnya sirkit kendali dari motor pompa kebakaran, dan motor-motor sejenis.

CATATAN Lihat 4.11.8.4 mengenai persyaratan sirkit kendali motor pompa kebakaran.

4.9.3 Pengaman lebur di penghantar netral

4.9.3.1 Pengaman lebur tidak boleh dipasang di penghantar netral yang dibumikan secara langsung.

4.10 Pengendalian dan proteksi sirkit yang netralnya dibumikan tidak langsung

4.10.1 Bila penghantar netral dibumikan di sumber suplai melalui suatu pemutus sirkit, pengaman lebur, atau resistans pembatas arus, atau bila tidak ada penghantar yang dibumikan di sisi sumber suplai, maka setiap instalasi harus dikendalikan dan diamankan sesuai dengan persyaratan dari 4.8 dan 4.9 dan di samping itu:

- a) setiap sakelar utama harus membuka semua penghantar yang menyuplai instalasi atau sebagian dari instalasi yang dikendalikan, dan
- b) setiap sirkit yang keluar dari papan hubung bagi harus diamankan sesuai dengan 4.9.1.1 di setiap penghantar.

4.11 Perlengkapan pengendalian api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi darurat dan lif

4.11.1 Umum

4.11.1.1 Persyaratan dalam 4.11.2 sampai dengan 4.11.9 berlaku untuk instalasi listrik yang penting dalam gedung untuk pengoperasian secara aman dari : pengindera kebakaran, sistem peringatan dan pemadaman kebakaran, sistem pengendalian asap, sistem evakuasi dan penggunaan lif secara aman. Persyaratan ini dimaksud untuk menjamin agar suplai listrik ke perlengkapan yang diperlukan untuk beroperasi dalam keadaan darurat, tidak terputus karena tidak sengaja.

4.11.2 Perlengkapan penting

4.11.2.1 Perlengkapan pengendalian api dan asap kebakaran

Yang dimaksud dengan perlengkapan pengendalian api dan asap kebakaran dalam 4.11 adalah alat-alat berikut yang harus dapat dioperasikan dengan aman:

- a) Pompa *booster* hidran kebakaran.
- b) Pompa untuk sistem *sprinkler* air otomatis, penyiraman air atau sistem penyemprotan air dan sistem pemadam kebakaran lainnya yang sejenis
- c) Pompa untuk gulungan selang pemadam kebakaran yang merupakan satu-satunya proteksi terhadap kebakaran dalam gedung, yang tidak dilengkapi dengan *sprinkler* otomatis dan hidran kebakaran
- d) Sistem pengindera dan sistem alarm untuk kebakaran
- e) Perlengkapan sistem pengatur udara yang dimaksudkan untuk mengeluarkan dan mengendalikan penyebaran api dan asap kebakaran dalam ruangan.

Persyaratan dalam 4.11 di atas tidak berlaku bagi perlengkapan yang bila gagal beroperasi tidak mempengaruhi beroperasinya perlengkapan-perengkapan yang penting dengan aman, termasuk:

- a) Pompa untuk menjaga tekanan air (*jockey pump*) yang bila gagal beroperasi tidak mengganggu pompa hidran dan pompa *sprinkler* untuk menyuplai air dengan cukup
- b) Pompa untuk gulungan selang pemadam kebakaran, dalam hal gulungan selang pemadam kebakaran bukan satu-satunya perlengkapan pemadam kebakaran dalam gedung, misalnya bila tersedia sistem *sprinkler* air.

4.11.2.2 Perlengkapan evakuasi

Yang dimaksud perlengkapan evakuasi dalam 4.11 adalah termasuk hal-hal di bawah ini:

- a) Sistem peringatan dan sistem komunikasi dalam keadaan darurat;
- b) Sistem penerangan dari pusat evakuasi dalam keadaan darurat.

4.11.2.3 Lif

Yang dimaksud lif dalam 4.11 mencakup lif yang dikendalikan secara listrik yang dapat dipergunakan untuk personil, tapi tidak termasuk alat transport personil yang bila berhenti di suatu titik dalam jalurnya, orang masih dapat turun dengan selamat.

4.11.3 Sakelar utama

4.11.3.1 Umum

Setiap bagian dari suatu instalasi yang melayani perlengkapan pengendalian api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif harus dikendalikan oleh suatu sakelar utama yang terpisah dari sakelar yang mengendalikan instalasi lainnya.

Persyaratan ini tidak berlaku untuk alat penerangan dan kotak kontak yang dipasang untuk penyambungan sirkit yang menyuplai pompa kebakaran sesuai dengan 4.11.4.3.

4.11.3.2 Jumlah sakelar utama

Jumlah sakelar utama untuk mengendalikan perlengkapan pengendalian api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif, tidak perlu dibatasi.

4.11.3.3 Instalasi dalam gedung terpisah

Bila perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif dipasang dalam suatu gedung yang terpisah dari gedung tempat papan hubung bagi utama dipasang sesuai dengan 4.8.2.1, maka suatu sakelar yang dipasang dalam gedung yang terpisah untuk mengatur secara terpisah perlengkapan api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi atau lif, dapat dianggap sebagai sakelar utama sesuai dengan 4.11.3.1.

4.11.3.4 Lif khusus

Setiap lif atau setiap kelompok lif yang khusus dimaksudkan untuk operasi pemadaman kebakaran atau maksud-maksud darurat lainnya harus dikendalikan dan diamankan secara terpisah dari lif-lif lainnya.

4.11.4 Susunan

4.11.4.1 Suplai

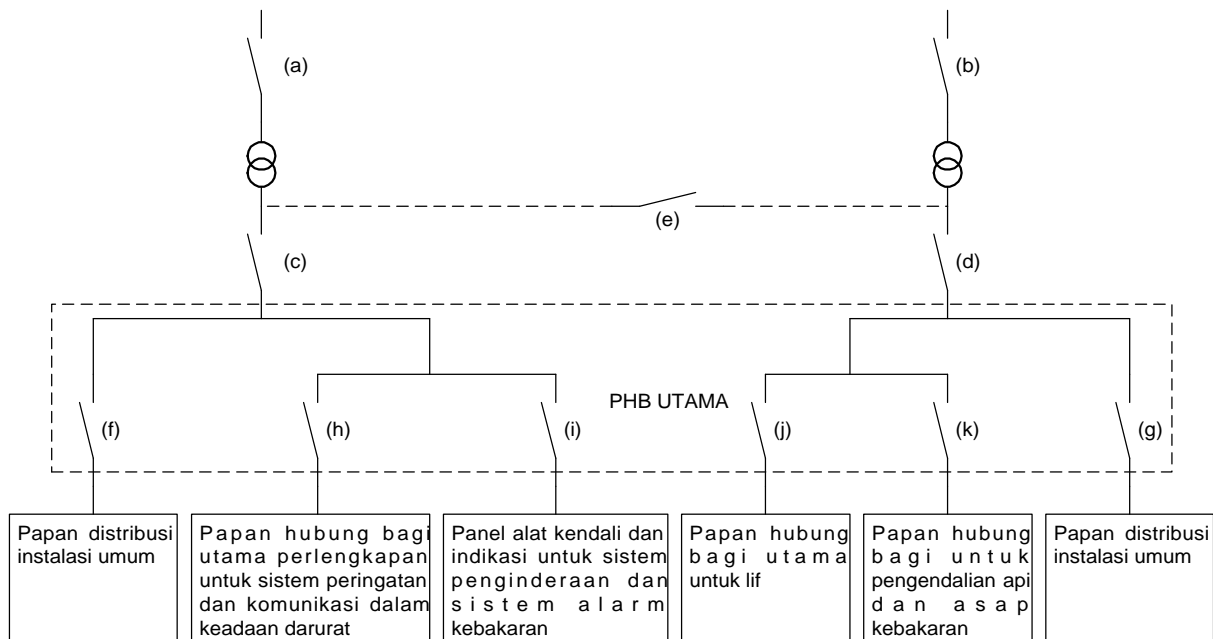
Sakelar utama untuk suplai perlengkapan pengendalian api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif, harus:

- a) diambil dari suatu titik di sisi suplai dari sakelar utama seluruh instalasi umum; dan
- b) tidak terpengaruh oleh pengendalian dari sakelar utama instalasi umum.

Persyaratan di atas tidak berlaku untuk :

- a) suatu sakelar tegangan tinggi yang mengendalikan suplai ke papan hubung bagi tegangan rendah, yang tidak perlu dianggap sebagai sakelar utama dari instalasi umum,
- b) suatu sakelar tegangan rendah yang tidak dianggap sebagai sakelar utama instalasi umum, bila hanya dapat dioperasikan oleh petugas yang berwenang dan diberi tanda yang sesuai.
- c) Mengunci suatu sakelar dapat dianggap suatu cara yang menjamin bahwa hal tersebut, hanya dapat dioperasikan oleh petugas yang berwenang.
- d) Sistem penginderaan dan sistem alarm otomatis untuk kebakaran dan sistem peringatan keadaan darurat yang disuplai dari sisi suplai dari papan distribusi dan dilengkapi dengan baterai cadangan.
- e) Perlengkapan pengendalian untuk api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif yang dipasang di gedung terpisah sesuai dengan 4.11.3.3 dengan ketentuan bahwa perlengkapan tersebut tersambung pada sisi suplai dari sakelar utama instalasi umum dari gedung yang terpisah tersebut, atau
- f) mendapat persetujuan dari instansi berwenang yang relevan mengenai :
 - 1) susunan sakelar yang pengoperasiannya menjamin tetap adanya suplai yang efektif dan aman
 - 2) suatu suplai alternatif yang bekerja bila suplai normal mengalami gangguan atau terputus.

Gambar 4.1 memberikan ilustrasi dari 4.11 4.1 a) dan b)



Gambar 4.1 Suplai untuk perlengkapan pengendalian api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif

CATATAN :

- a) Pemutus sirkit (a) dan (b) tidak dianggap sebagai pemutus sirkit utama instalasi umum
- b) Pemutus sirkit (c) dan (d) tidak dianggap sebagai pemutus sirkit utama instalasi umum bila kondisi dalam 4.11.4.1 2) berlaku
- c) Pemutus sirkit penghubung rel (e), bila ada, tidak dianggap sebagai pemutus sirkit utama instalasi umum, bila kondisi 4.11.4.1 2) berlaku.
- d) Pemutus sirkit (f) dan (g) adalah pemutus sirkit utama instalasi umum
- e) Pemutus sirkit (h), (i), (j) dan (k) adalah pemutus sirkit utama untuk perlengkapan pengendalian api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif.

4.11.4.2 Penyisipan pemutus sirkit

Pemutus sirkit tidak boleh disisipkan antara pemutus sirkit utama perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi atau lif dengan papan hubung bagi utama lif dan panel kendali untuk perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi atau lif.

Persyaratan ini tidak berlaku untuk sakelar alih yang dipasang untuk menyuplai daya dari sumber daya alternatif ke perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi atau lif asalkan sakelar alih ditempatkan:

- a) pada papan hubung bagi utama
- b) pada papan hubung bagi atau panel pengendali dari perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran atau perlengkapan evakuasi.
- c) di dalam ruang motor untuk lif.

4.11.4.3 Ruang pompa

Di dalam ruang yang khusus dipergunakan untuk ruang pompa hidran kebakaran, atau pompa *sprinkler*, perlengkapan penerangan dan satu kotak kontak dapat disambungkan sebagai sirkit akhir penyuplai daya ke pompa, asalkan:

- a) sirkit akhir diamankan terhadap arus lebih sesuai dengan 4.2.7 dan
- b) sistem pengawatan antara sirkit perlengkapan pompa dan gawai proteksi sirkit akhir tersebut harus sesuai dengan:
 - 1) persyaratan 4.6.4.1 mengenai kemampuan hantar arus dan instalasi, dan
 - 2) persyaratan dari 4.11.6.2 mengenai jenis pengawatan dan 4.11.7, mengenai pemisahan.

Sistem pengawatan antara gawai pelindung sirkit akhir dan perlengkapan penerangan atau kotak kontak tidak perlu memenuhi persyaratan 4.11.6.2 mengenai jenis pengawatan.

4.11.4.4 Selektivitas gawai proteksi sirkit

Bekerjanya gawai proteksi sirkit harus memiliki sifat selektif sehingga suplai daya ke perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif tidak akan dipengaruhi oleh gangguan pada instalasi umum.

Pembatas arus gangguan yang dipergunakan untuk mengamankan perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif, tidak boleh digunakan sebagai proteksi bagian apapun dari instalasi umum.

4.11.4.5 Perlindungan mekanik

Apabila sakelar dan alat pengendali yang merupakan bagian dari alat kendali perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi atau instalasi lif, dapat mengalami kerusakan mekanis karena lokasi atau kondisi pemakaiannya, sakelar dan alat pengendali harus terbuat dari jenis tertutup dari logam atau dilindungi oleh selungkup logam.

Tebal penutup logam atau selungkup logam harus mempunyai kekuatan yang tidak boleh kurang dari kekuatan baja lunak setebal 1,2 mm.

Persyaratan ini tidak perlu diberlakukan untuk:

- a) gawai penggerak termasuk titik panggil tanda bahaya kebakaran yang dioperasikan secara manual dan rele kendali bagi penyaman udara yang disambungkan ke dan dikendalikan oleh sistem tanda bahaya kebakaran yang memenuhi syarat, asalkan perlengkapan dilindungi oleh penutup bukan logam yang kuat sesuai dengan lokasinya.
- b) panel indikator kebakaran terdiri dari penutup logam dan kaca atau bahan transparan lain yang kuat, panel pengamat, atau.
- c) lampu-lampu, alat ukur dan perlengkapan indikator yang menonjol di atas permukaan tutup logam.

4.11.5 Pemberian tanda

4.11.5.1 Umum

Semua sakelar yang bekerja pada sirkit suplai daya untuk perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif harus ditandai dengan jelas untuk menunjukkan perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif yang dikendalikannya.

4.11.5.2 Sakelar utama

Sakelar utama yang mengendalikan perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif harus:

- a) diberi tanda sesuai dengan 4.11.5.1 untuk menunjukkan perlengkapan yang dikendalikannya.
- b) diberi tanda "JIKA TERJADI KEBAKARAN SAKELAR JANGAN DIBUKA" dan
- c) ditandai dengan warna atau cara lain yang cocok sesuai dengan 4.8.1.4.

4.11.5.3 Instalasi di gedung terpisah

Jika sakelar mengendalikan sakelar utama dari perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif yang dipasang di gedung terpisah sesuai dengan 4.11.3.3, sakelar-sakelar itu harus diberi tanda sesuai dengan 4.11.5.1 dan 4.11.5.2.

4.11.5.4 Lif khusus

Sakelar utama yang mengendalikan lif yang disusun sesuai dengan 4.11.3.4 harus diberi tanda sesuai dengan persyaratan 4.11.5.1 dan 4.11.5.2 dan dibedakan dari sakelar utama yang mengendalikan lif lain.

4.11.6 Sistem pengawatan

4.11.6.1 Umum

Sistem pengawatan untuk perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif harus mampu menyuplai perlengkapan tersebut jika terjadi kebakaran.

4.11.6.2 Jenis pengawatan

Sistem pengawatan yang menyuplai perlengkapan pengendali api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif termasuk sirkit utama konsumen harus dari jenis sebagai berikut:

- a) Kabel yang tetap dapat melayani perlengkapan bila mengalami kebakaran dan gangguan mekanik misalnya kabel berisolasi mineral dan berpelindung mineral dengan selubung tembaga atau kabel polimerik dengan KHA yang sesuai.
- b) Kabel yang tetap dapat menyuplai perlengkapan bila terjamah api dan dilindungi terhadap kerusakan mekanis dengan memasangnya dalam selungkup atau dipasang di tempat yang bebas gangguan mekanis (misalnya kabel polimerik yang tahan api dalam selungkup metal atau dipasang di tempat aman).

- c) Kabel dipasang dalam selungkup atau di lokasi yang memberikan perlindungan terhadap kebakaran dan kerusakan mekanik, misalnya kabel yang dipasang di bawah tanah, terkubur dalam semen, dinding atau lantai, atau dipasang dalam selungkup tahan api dan dilindungi terhadap kerusakan mekanis.

4.11.7 Pemisahan

4.11.7.1 Kabel dalam selungkup yang sama

Penghantar dari perlengkapan pengendalian api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif tidak boleh dipasang bersama dalam selungkup yang sama atau bersama penghantar sistem lain, kecuali diperoleh persetujuan dari instansi yang berwenang dalam bidang sistem yang bersangkutan.

Untuk keperluan pasal ini:

- a) Bila suatu selungkup atau saluran terbagi atas beberapa bagian dengan penyekat kontinu yang memberikan pemisahan yang efektif, maka setiap bagian dapat dianggap sebagai selungkup dan saluran yang terpisah.
- b) Sistem pengawatan sesuai dengan 4.11.6.2 dapat dianggap memenuhi syarat pemisahan dalam ayat ini.

4.11.7.2 Penghantar dalam kabel dengan inti banyak

Penghantar untuk perlengkapan pengendalian api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi dan lif, tidak boleh digabung satu dengan lainnya, dan tidak boleh digabung dengan penghantar instalasi lainnya dalam kabel dengan inti banyak.

4.11.8 Persyaratan tambahan bagi motor pompa kebakaran

4.11.8.1 Sakelar pemisah

Bila motor pompa kebakaran dikendalikan secara otomatis, maka disisi suplai dari pengendali motor harus dipasang sebuah sakelar pemisah yang dioperasikan secara manual.

Sakelar pemisah harus:

- a) harus dipasang di samping atau di atas gawai kendali motor pompa.
- b) dilengkapi dengan gawai pengunci.
- c) dilengkapi dengan gawai untuk mengunci sakelar dalam posisi tertutup.

4.11.8.2 Proteksi arus lebih

Perlengkapan proteksi arus lebih untuk sirkit yang menyuplai motor pompa kebakaran harus:

- a) mempunyai karakteristik waktu invers, dan
- b) mempunyai nilai pengenalan, atau dalam hal pemutus sirkit, disetel untuk:
 - 1) dapat dilalui 125 % arus beban penuh secara kontinu, dan

- 2) membuka sirkit dalam waktu tidak kurang dari 20 detik pada 600 % arus beban penuh motor.

Tidak boleh ada alat proteksi arus lebih lainnya dipasang antara pengontrol motor pompa dengan motor.

Bila ada lebih dari satu motor terpasang pada sirkit yang sama, maka perlengkapan proteksi arus lebih dapat ditentukan atau disetel untuk:

- a) dapat dialiri arus sebesar 125 % jumlah arus beban penuh semua motor yang beroperasi bersamaan.
- b) membuka sirkit dalam waktu tidak kurang dari 20 detik pada arus 600 % arus beban penuh dari motor terbesar.

4.11.8.3 Proteksi suhu lebih

Gawai proteksi suhu lebih tidak boleh dipasang untuk motor pompa kebakaran jika bekerjanya gawai tersebut dapat membatasi waktu bekerjanya perlengkapan dalam keadaan darurat.

Persyaratan ini dapat diubah oleh instansi berwenang yang melaksanakan pengawasan terhadap perlengkapan pengendali kebakaran.

4.11.8.4 Sirkit kendali

Sirkit kendali untuk pengoperasian motor pompa kebakaran harus:

- a) dihubungkan langsung antara penghantar aktif dan penghantar netral.
- b) Persyaratan ini melarang digunakannya transformator untuk sistem kendali.
- c) disusun sedemikian hingga penghantar aktif dari sirkit kendali dihubungkan langsung ke kumpulan kerja gawai di dalam pengasut dan
- d) tidak dilengkapi dengan gawai proteksi arus lebih selain dari yang disediakan untuk sirkit motor pompa sesuai 4.11.8.2.

4.12 Sakelar dan pemutus sirkit

4.12.1 Operasi

4.12.1.1 Kemampuan menyambung dan memutus

Setiap sakelar atau pemutus sirkit harus mampu menyambung dan memutus arus yang dapat mengalir dalam keadaan penggunaan alat tersebut dan harus berfungsi sedemikian hingga tidak membahayakan operator.

4.12.1.2 Kutub tunggal

Setiap sakelar atau pemutus sirkit kutub tunggal harus beroperasi pada penghantar aktif dari sirkit yang dihubungkan padanya.

4.12.1.3 Sirkit fase banyak

Setiap sakelar atau pemutus sirkit harus beroperasi bersamaan pada semua penghantar aktif sirkit yang dihubungkan padanya.

Ketentuan ini tidak perlu berlaku bagi:

- a) sakelar yang dikendalikan secara otomatis untuk mengendalikan motor, jika ada sakelar lain yang beroperasi bersamaan pada semua penghantar aktif dihubungkan seri dengannya.
- b) sakelar dalam sirkit kendali untuk mengendalikan kontaktor dan perlengkapan hubung lain yang dikendalikan dari jauh.
- c) sakelar atau pemutus sirkit dalam sirkit akhir dengan hubungan hanya antara penghantar aktif dan penghantar netral.

4.12.2 Sakelar di penghantar netral

Sakelar atau pemutus sirkit tidak boleh beroperasi pada penghantar netral dari:

- a) sistem yang arus kembali menggunakan perisai bumi.
- b) sirkit cabang yang netralnya digunakan untuk pembumian instalasi di luar gedung atau,
- c) sirkit cabang yang netralnya dibumikan langsung.

Suatu sakelar boleh beroperasi di penghantar netral dalam sistem, kecuali yang disebut dalam butir a) dan b) dalam keadaan berikut :

- a) bila sakelar kutub banyak mengandung kontak yang dimaksud untuk penyambungan di netral
- b) bila sakelar dihubungkan dengan sakelar tertentu sedemikian hingga kontak netral tidak dapat tetap terbuka ketika kontak aktif ditutup
- c) bila sakelar digunakan, dalam sirkit kendali pompa kebakaran, sesuai dengan 4.11.8.4.

4.13 Lokasi dan pencapaian PHB

4.13.1 Lokasi PHB

4.13.1.1 Umum

PHB harus:

- a) dipasang di lokasi yang cocok, yang kering dengan ventilasi yang cukup, kecuali bila PHB dilindungi terhadap lembab, dan
- b) ditempatkan sedemikian hingga PHB dan pencapaiannya tidak terhalang oleh bagian atau isi gedung atau bagian lainnya dalam gedung.

4.13.1.2 Lokasi PHB utama

Lokasi dari PHB utama harus memenuhi ketentuan di bawah ini:

a) Umum

PHB utama atau panel untuk kendali jarak jauh dari sakelar utama sesuai 4.8.1.5 harus ditempatkan tidak lebih jauh dari satu tingkat di atas atau di bawah jalan masuk gedung dan harus dapat dicapai dengan mudah dari jalan masuk.

Ketentuan ini tidak berlaku pada:

- 1) instalasi rumah
- 2) hal-hal lain yang telah memperoleh persetujuan.

b) Instalasi ganda

Dalam instalasi ganda, PHB utama tidak boleh ditempatkan di instalasi rumah.

4.13.1.3 Pemberian tanda mengenai lokasi PHB utama

Lokasi PHB utama harus ditunjukkan sebagai berikut:

a) Pemberian tanda pada pintu atau selungkup.

Bila suatu PHB utama terletak di dalam kamar atau selungkup, setiap pintu yang diperlukan untuk masuk bagi personil harus diberi tanda dengan jelas dan permanen yang menunjukkan ruangan atau kamar tempat PHB utama terletak.

Ketentuan ini tidak berlaku bagi PHB utama dalam suatu instalasi rumah tunggal.

b) Pemberian tanda lokasi dalam suatu instalasi.

Lokasi dari PHB utama dalam suatu instalasi harus ditunjukkan dengan tanda yang menyolok di semua pintu masuk utama ke instalasi atau pada panel indikator kebakaran. Tanda seperti itu harus mencantumkan "PHB UTAMA".

Ketentuan ini tidak berlaku bila lokasi PHB utama dapat diketahui dengan cepat karena ukuran dan perancangan instalasi yang baik. Contoh untuk instalasi yang dimaksud adalah instalasi rumah atau bila pintu ruangan PHB atau pintu selungkupnya terletak dekat, dan dapat dilihat dengan jelas dari pintu masuk utama ke instalasi.

4.13.1.4 Lokasi yang dilarang dan yang dibatasi

Lokasi-lokasi yang dilarang bagi PHB adalah sebagai berikut:

a) Tinggi di atas tanah, lantai atau platform.

Ketentuan di bawah ini berlaku untuk PHB yang berada di atas tanah, lantai atau platform.

1) Pada ketinggian 1,2 m di atas tanah, lantai atau platform.

Suatu PHB yang dipasang pada ketinggian kurang dari 1,2 m di atas tanah, lantai atau *platform* harus memenuhi setidaknya-tidaknya satu dari persyaratan di bawah ini :

- (a) Tertutup sepenuhnya dengan pintu, yang pembuka pintunya tidak kurang dari 1,2 m di atas tanah, lantai atau panggung.
- (b) Hanya terdiri dari perlengkapan yang bagian aktifnya berada dalam rumah atau kotak pelindungnya dan tidak dapat dicapai tanpa alat atau kunci.
- (c) Terletak di daerah yang hanya dapat dicapai oleh orang-orang yang berwenang.

2) Instalasi rumah dan instalasi ganda

Suatu PHB tidak boleh dipasang kurang dari 0,9 m di atas tanah, lantai atau platform pada lokasi berikut:

- (a) Instalasi rumah
- (b) Instalasi ganda, dimana pencapaian ke sakelar pemisah dari suatu instalasi individual disyaratkan sesuai 4.8.1.3 dan 4.8.2.2
- (c) Berdampingan atau dalam selungkup yang sama seperti pada (b).

b) Di dekat tandon air atau dapur listrik

Hal-hal berikut berlaku bagi PHB di dekat tandon air atau dapur listrik

1) Daerah terlarang.

Suatu PHB tidak boleh dipasang di dalam ruang yang dibatasi oleh bidang vertikal

- (a) 0,15 m dari tepi peranti pemasak, tungku, pelat panas atau peranti masak sejenis yang magun, memanjang dari lantai sampai ke langit-langit;
- (b) 0,15 m dari batas tandon air tempat cuci piring, tempat cuci tangan atau wadah sejenis, memanjang dari lantai sampai ke langit-langit;
- (c) 0,15 m dari keliling tandon air suatu kloset untuk buang air, atau tempat buang air kecil, tangki air, memanjang dari lantai sampai ke langit-langit, atau
- (d) 0,5 m dari keliling tandon air dari tungku pemanas untuk mencuci, bak cuci atau tempat mandi, memanjang dari lantai sampai ke langit-langit.

2) Lokasi terbatas.

Suatu PHB dapat dipasang di luar ruang yang ditentukan dalam butir 1) akan tetapi di dalam batas 2,5 m dari tandon air atau tepi suatu dapur pemasak hanya jika PHB mempunyai, atau dipasang di dalam suatu selungkup yang mempunyai suatu tingkat proteksi yang tinggi, tidak kurang dari IP23.

Persyaratan ini dianggap terpenuhi terhadap kebocoran air jika PHB dipasang dalam lemari yang mempunyai pintu-pintu yang tertutup dengan rapat (kedap air).

c) Dalam lemari penyimpanan.

Suatu PHB boleh dipasang di dalam sebagian dari lemari penyimpanan yang dirancang atau dibuat khusus untuk pemasangan PHB asal,

- 1) PHB ditempatkan di bagian depan dari lemari,
- 2) PHB dipisahkan dari bagian lain dari lemari; dan
- 3) PHB disusun sedemikian hingga pencapaian ke PHB tidak terhalang oleh struktur atau isi dari lemari

CATATAN :

- (a) Lihat 4.13.1.4 a) sehubungan dengan ketinggian di atas tanah, lantai atau platform.
- (b) Lihat 4.13.2.2 untuk persyaratan pencapaian PHB yang dipasang dalam lemari.

d) Di dekat pancuran mandi.

Suatu PHB tidak boleh dipasang di dalam ruang yang dibatasi oleh bidang vertikal berjarak 3,6 m (lihat 8.23.8) dari pusat mulut pancuran mandi dan memanjang dari lantai ke langit-langit

- e) Di dekat kolam renang, spa atau sauna. Suatu PHB tidak boleh dipasang di dalam atau di atas daerah kolam renang atau daerah kolam spa atau di dalam sauna
- f) Di tangga yang terisolasi dari kebakaran, lorong jalan dan lereng. Suatu PHB tidak boleh dipasang di dalam tangga yang terisolasi dari kebakaran, lorong, jalan lereng, atau sarana sejenis untuk jalan keluar darurat dari gedung.
- g) Di dekat gulungan selang kebakaran.

Suatu PHB tidak boleh dipasang di dalam lemari yang berisi gulungan selang kebakaran

h) Dekat dengan sprinkler kebakaran otomatis.

PHB berikut tidak boleh dipasang di sekitar sistem semprotan sprinkler otomatis:

- 1) PHB utama
- 2) dari mana sirkit untuk perlengkapan pengendalian api dan asap kebakaran, perlengkapan evakuasi, lif berasal, sesuai dengan 4.11.3.1.

PHB yang diuraikan dibutir 1) dan 2) dapat dipasang di sekitar sistem sprinkler kebakaran otomatis bila sekurang-kurangnya satu dari persyaratan berikut ini dipenuhi.

- 1) PHB dilengkapi dengan suatu pelindung untuk menghindari dari semprotan air.
- 2) Semua kepala *sprinkler* yang dapat mengarahkan air pada PHB dilengkapi dengan deflektor yang sesuai.
- 3) Semua kepala *sprinkler* adalah dari jenis kering.
- 4) PHB mempunyai tutup dengan tingkat perlindungan IPX3 sesuai dengan 303.6.

4.13.1.5 PHB dengan bagian bertegangan yang terbuka

PHB yang mempunyai bagian bertegangan terbuka harus dipasang dalam daerah yang dapat dimasuki hanya oleh petugas yang berwenang dan yang dilengkapi dengan fasilitas penguncian.

4.13.2 Pencapaian PHB

4.13.2.1 Umum

Di sekeliling PHB harus disediakan ruangan yang cukup di segala sisinya supaya orang dapat lewat, untuk mengoperasikan dan menyetel semua perlengkapan dengan aman dan efektif, dan dapat segera keluar dari lingkungan PHB dalam keadaan darurat.

Ruangan tersebut dapat di peroleh dengan menyediakan:

- a) jarak bebas mendatar tidak kurang dari 0,6 m dari sembarang bagian dari PHB atau perlengkapan, termasuk pintu penutup PHB, dalam kedudukan normal dalam operasi, pembukaan dan penarikan keluar dan
- b) jarak bebas tegak lurus dari lantai dasar atau platform atau permukaan bidang jalan lainnya sampai ketinggian 2 m, atau suatu jarak yang tidak kurang daripada tinggi PHB, mana yang lebih besar.

Cara lain untuk menyediakan ruangan yang cukup di sekeliling PHB dapat digunakan, misalnya pintu penutup yang menutupi PHB yang disusun sedemikian sehingga pintu:

- 1) dapat dibuka tidak kurang dari pada 170 derajat dari kedudukan tertutup,
- 2) dapat dipertahankan pada posisi tersebut, dan
- 3) bila dipertahankan dalam kedudukan terbuka tidak menghambat penggunaan dari pintu terdekat lainnya dan mempertahankan pada jarak bebas yang dirinci dalam hal a) dan b).

Pintu penutup PHB dalam instalasi rumah tidak memerlukan jarak bebas mendatar 0,6 m bila dibuka dalam sembarang kedudukan, asalkan pintu mempunyai dimensi tegak lurus tidak lebih dari 0,9 m.

4.13.2.2 PHB di dalam atau di atas lemari atau penyangga

PHB yang dipasang di dalam lemari atau dipasang di atas penyangga atau dipasang di atas lemari harus ditempatkan sehingga perlengkapan PHB mudah dicapai.

Setiap sakelar, tungkai operasi atau kendali yang berhubungan dengan PHB tersebut, harus ditempatkan tidak lebih dari pada 0,6 m dari pinggir atau sisi lemari atau bangku sehingga orang dapat mencapai untuk mengoperasikan atau bekerja pada PHB.

4.13.3 Jalan masuk ke dalam selungkup PHB

Bila PHB dirancang sehingga orang dapat masuk ke selungkup PHB di panel belakang PHB untuk tujuan membuang atau mengganti suatu penghantar atau perlengkapan, harus diusahakan agar orang dapat masuk dan keluar dari tempat tersebut dengan cepat dan aman.

4.13.4 Jalan keluar dari daerah PHB

4.13.4.1 Jumlah jalan keluar

Fasilitas jalan keluar yang cukup harus disediakan, agar personil dapat meninggalkan daerah PHB dalam keadaan darurat.

Untuk PHB :

- a) yang panjangnya kurang atau sama dengan 3 m : setidaknya satu jalan keluar.
- b) yang panjangnya lebih dari 3 m : setidaknya dua jalan keluar yang berjarak cukup.

Bila tersedia ruang bebas sebesar 3 m sekeliling PHB dan perlengkapannya, termasuk pintu PHB, dalam semua posisi operasi normal, membuka dan menarik keluar, maka hanya satu jalan keluar harus disediakan.

4.13.4.2 Ukuran bagian yang terbuka atau pintu

Setiap bagian yang terbuka atau pintu dalam jarak 3 m dari PHB atau bagian dari padanya termasuk pintu PHB, dalam kedudukan operasi normal, membuka atau menarik keluar, yang dimaksud sebagai jalan keluar dari PHB bagi personil, harus tidak kurang dari 0,6 m lebar dan tinggi 2 m dari lantai PHB.

4.13.4.3 Arah membukanya pintu

Setiap pintu yang:

- a) terletak dalam jarak 3 m dari PHB, dengan nilai pengenal 200 A atau lebih per fase, atau dari perlengkapan PHB termasuk pintu PHB dalam setiap posisi pengoperasian, pembukaan atau penarikan, dan
- b) dimaksudkan sebagai jalan keluar personil meninggalkan daerah sekitar PHB, harus membuka ke arah luar dari PHB, tanpa menggunakan kunci atau alat, disisi pintu yang menghadap ke PHB.

CONTOH :

Perhitungan kebutuhan maksimum dan jumlah titik beban – perenacanaan instalasi listrik

CONTOH 1 :

Soal : Tentukan kebutuhan maksimum dari instalasi rumah tunggal, disuplai oleh fase tunggal 240 volt dengan beban seperti berikut :

24 buah	titik penerangan
10 meter	penerangan rel
9 buah	KKB tunggal
8 buah	KKB ganda
1 x 50 W	kipas sedot
1 x 1000 W	pemanas kawat (<i>strip heater</i>)
1 x 15 A	KKK
1 x 10 kW	dapur listrik
1 x 4,8 kW	pemanas air yang dikendalikan
1 x 3 kW	penerangan lapangan tenis

PENYELESAIAN :

Penentuan kebutuhan sesuai dengan Tabel 4.3.1 dan 4.3.

a) Kelompok beban A 1)

24 titik penerangan ditambah
 10 meter penerangan rel ditambah
 50 W kipas sedot = 45 titik
 $= 2 + 2 + 2 = 6A$

b) Kelompok beban A 2)

3000 W penerangan lapangan tenis $= \frac{3000}{240} \times 0,75 = 9,4 A$

c) Kelompok beban B 1)

9 KKB tunggal ditambah
 8 KKB ganda = 25 titik
 1000 W pemanas kawat = 1 titik
 $= 5 + 5 = 10 A$

d) Kelompok beban B 2)

15A KKK = 10A

e) Kelompok beban C

10.000 W dapur listrik = $41,67 A \times 0,5 = 20,8 A$

f) Kelompok beban F

Pemanas air yang dikendalikan 4.800 W = 20 A
 20 A ini lebih kecil dari jumlah beban dari kelompok beban lainnya, dengan demikian kebutuhan maksimum untuk beban ini adalah 0 (nol) A

Beban total = jumlah dari semua kelompok beban
 $= A 1) + A 2) + B 1) + B 2) + C + F$
 $= 6 + 9,4 + 10 + 10 + 20,8 + 0$
 $= 57,2 A$

CONTOH 2 :

Soal : Tentukan kebutuhan maksimum dari fase yang dibebani paling besar, dalam instalasi rumah, yang terdiri dari beban berikut :

26 buah titik penerangan
 24 meter KKB
 15 A KKK
 16,6 kW dapur listrik
 4 kW unit AC
 12,96 kW pemanas air sesaat
 3,6 kW pengering pakaian (cucian),

yang disuplai dengan tiga fase, dan disusun sebagai berikut:

Fase merah		Fase putih		Fase biru	
15 A	KKK		-		-
5 kW	pelat pemanas	5 kW	pelat pemanas	6,6 kW	tungku
4 kW	AC		-		-
4,32 kW	pemanas air sesaat	4,32 kW	pemanas air sesaat	4,32 kW	pemanas air sesaat
		3,6 kW	pengering pakaian		

PENYELESAIAN :

Cara penentuan kebutuhan di fase yang terbesar bebannya sesuai dengan Tabel 4.3.1, dengan asumsi instalasi diusahakan seimbang mungkin antara ketiga fasenya, sebagai berikut :

	Kelompok beban	Kolom	Fase M A	Fase P A	Fase B A
Penerangan	A 1)	2	-	-	5
KKB	B 2)	2	-	10	10
KK – 15 A	B 3)	2	10	-	-
Dapur listrik	C	2	10,4	10,4	13,7
AC	D	2	12,5	-	-
Pemanas air	E	2	6	6	6
Pengering pakaian	C	2	-	7,5	-
			38,9	33,9	34,7

Fase dengan beban terbesar : Merah = 38,9 A

CONTOH 3 :

Soal : Tentukan kebutuhan maksimum dari fase yang dibebani paling besar dari satu gedung rumah petak yang terdiri dari 80 unit petak, dengan beban berikut :

Penerangan	80 unit petak
KKB	80 unit petak
Dapur listrik	17 unit petak
2,5 kW (=10,4 A) pemanas kawat terpasang permanen	80 unit petak
Pemanas air cepat	80 unit petak

PENYELESAIAN :

Cara penentuan kebutuhan maksimum dari fase yang dibebani paling besar, berupa asumsi bahwa instalasi diatur seimbang, mungkin diantara ketiga fasenya sesuai dengan Tabel 4.3.1 adalah sebagai berikut :

- Jumlah unit petak per fase, fase 3 adalah $80/3 = 27$ di masing-masing dari 2 fasenya, dan 26 unit di fase lainnya. Ketentuan yang ada di kolom 5 dari Tabel 4.3.1 dapat dipergunakan untuk kelompok beban kecuali untuk dapur listrik.
- Jumlah dapur listrik per fase = $17/3 : 6$ buah masing-masing di dua fase dan 5 buah di fase lainnya. Ketentuan dalam kolom 4 Tabel 4.3.1 dapat dipergunakan untuk kelompok C, dapur listrik dan peranti masak.

1) Unit individual :

	Kelompok beban	Kolom	Beban (A)
Penerangan	A (i)	5	$27 \times 0,5 = 13,5 \text{ A}$
KKB	B (i)	5	$50 + (27 \times 1,9) = 101,3 \text{ A}$
Dapur listrik	C	4	$6 \times 2,8 = 16,5 \text{ A}$
Pemanas kawat	D	5	$27 \times 10,4 \times 0,75 = 210,6 \text{ A}$
dipasang permanen			
Pemanas air cepat	F	5	$100 + (27 \times 0,8) = 121,6 \text{ A}$
Beban total unit petak untuk fase yang terbesar bebannya			$= 463,8 \text{ A}$

2) Pelayanan umum.

Penerangan dipasang merata di ketiga fasenya yaitu :

$$7.500/3 = 2.500 \text{ W per fase}$$

(bila penerangan dipasang pada satu fase, beban di kelompok beban H adalah 7.500W).

20 KKB dipasang masing-masing 7 buah di dua fase, dan 6 buah di fase lainnya. 10 buah pemanas pakaian dipasang masing-masing 3 buah di dua fase, dan 4 buah di fase lainnya : beban di fase yang dibebani paling besar adalah $= 14.400 \text{ W}$.

Motor : 5,5 kW : 16,4 A per fase (sesuai nilai pada papan nama)

4 kW : 8,3 A per fase (sesuai nilai pada papan nama)

	Kelompok beban	Kolom	Beban A
Penerangan	H	5	$2.500/240 = 10,4 \text{ A}$
KKB	I	5	$7 \times 1 = 7 \text{ A}$
Pengering pakaian	J (i)	5	$0,5 (14.400/40) = 30,0 \text{ A}$
Lif	K	5	Nihil
Motor	K	5	$10,4 + (8,3 \times 0,5) = 14,6 \text{ A}$
Beban pelayanan umum untuk fase yang terbesar bebannya			$= 62 \text{ A}$

Beban total dari fase yang terbesar bebannya adalah $463,8 + 62,0 = 525,8 \text{ A}$

CONTOH 4 : Mengenai jumlah titik beban di sirkit akhir (4.4.1, Tabel 4.4-1 dan 4.4-4)

Soal : Tentukan jumlah KKB yang boleh dipasang pada sirkit akhir untuk kegunaan campuran yang terdiri dari kawat tembaga 2,5 mm² dipasang di udara yang di AC, diamankan dengan pemutus sirkit dalam suatu instalasi rumah, yang terdapat dua sirkit dengan beban yang sama melayani hanya KKB, yaitu sesuai kondisi B dalam Tabel 4.4.1 dan 4.4.4.

Beban di bawah ini adalah di luar beban KKB :

1 buah	pemanas ruangan permanen	= 2.400 W
1 buah	fan (kipas angin) permanen	= 40 W
1 buah	KKK untuk pemasangan fan permanen 120 W yang berkaitan dengan pemanas ruangan dengan perubahan yang lambat	= 120 W
2 buah	sistem alarm permanen, masing-masing 60 W	= 120 W
6 buah	titik penerangan masing-masing 60 W	= 360 W
Total		= 3.040 W

PENYELESAIAN :

Dari tabel mengenai KHA, untuk penghantar tembaga dengan pemasangan di udara, fase tunggal diperoleh, untuk penghantar berukuran 2,5 mm² yang diamankan dengan pemutus sirkit, KHA penghantar adalah 25 A. Oleh karenanya nilai pengenalan pemutus sirkit yang dipakai adalah 25 A.

Dalam kolom 3 Tabel 4.4-3, beban maksimum untuk pemutus sirkit 25 A adalah 25 A, dan nilai dari beban-beban yang diluar KKB adalah sebagai berikut :

Pemanas ruangan	= 10 A
Fan	= 0,2A
KK untuk Fan 120 watt	= 0,5A
2 sistem alarm	= 0,5A
6 titik penerangan	= 6 x 0,5 = 3 A
Total	= 14,2A

Sisa yang tersedia pada KKB adalah 25 A – 14,2 A = 10,8 A.

Dari kolom 7 Tabel 4.4-3 untuk sirkit pada kondisi B, setiap KKB mempunyai nilai kontribusi 1 A. Jumlah KKB yang dapat disambungkan adalah 10,8 A/1 A = 11 buah (dibulatkan). Dengan demikian sirkit campuran terdiri dari 11 titik + 11 titik = 22 titik beban dan tidak melampaui jumlah maksimum 30 titik sesuai kolom 4 dari Tabel 4.4-3.

CONTOH 5 :

Tentukan jumlah KKB yang dapat disambungkan pada suatu sirkit akhir campuran 240 V yang terdiri dari penghantar tembaga 4 mm², diamankan dengan suatu pengaman lebur setengah tertutup yang elemen bebannya dapat diganti, dalam suatu instalasi bukan rumah.

Di bawah ini adalah beban di luar KKB :

KKB – 15 A	= 3.600 W
2 buah penerangan masing-masing 60 W	= 120 W
KK untuk Fan permanen 40 watt	= 40 W
Jumlah	= 3.760 W

PENYELESAIAN :

Dari tabel mengenai KHA diperoleh untuk penghantar tembaga 4 mm² yang dipergunakan untuk beban campuran adalah 20 A. Dengan demikian maka nilai maksimum dari pengaman lebur yang boleh dipakai adalah 20 A.

Dari kolom 3 Tabel 4.4.4 diperoleh bahwa beban maksimum untuk pengaman lebur 20 A yang dapat diganti elemen leburnya adalah 20 A, sedangkan beban yang ada di luar KKB adalah sebagai berikut :

KK – 15 A		=	12	A
2 titik penerangan	2 x 0,5 A	=	1	A
KK untuk Fan 40 watt		=	0,2	A
			<hr/>	
Jumlah		=	13,2	A

Sisa yang tersedia pada KKB adalah $20\text{ A} - 13,2\text{ A} = 6,8\text{ A}$.

Dari kolom 6 Tabel 4.4.4 untuk kondisi sirkit yang ada tanpa AC permanen, setiap KKB memiliki kontribusi sebesar 5 A.

Jumlah KKB yang boleh dipasang adalah $\frac{6,8}{5} = 1,36 = 1$ (nilai dibulatkan)