

Bagian 6 Perlengkapan Hubung Bagi dan Kendali (PHB) serta komponennya

6.1 Ruang lingkup

6.1.1 Bab ini mengatur persyaratan PHB yang meliputi, pemasangan, sirkit, ruang pelayanan, penandaan untuk semua jenis PHB, baik tertutup, terbuka, dan pasangan dalam, maupun pasangan luar.

6.1.2 Bab ini mengatur juga persyaratan khusus untuk komponen yang merupakan bagian PHB.

6.2 Ketentuan umum

6.2.1 Penataan PHB

6.2.1.1 PHB harus ditata dan dipasang sedemikian rupa sehingga terlihat rapi dan teratur, dan harus ditempatkan dalam ruang yang cukup leluasa.

6.2.1.2 PHB harus ditata dan dipasang sedemikian rupa sehingga pemeliharaan dan pelayanan mudah dan aman, dan bagian yang penting mudah dicapai.

6.2.1.3 Semua komponen yang pada waktu kerja memerlukan pelayanan, seperti instrumen ukur, tombol dan sakelar, harus dapat dilayani dengan mudah dan aman dari depan tanpa bantuan tangga, meja atau perkakas yang tidak lazim lainnya.

6.2.1.4 Penyambungan saluran masuk dan saluran keluar pada PHB harus menggunakan terminal sehingga penyambungannya dengan komponen dapat dilakukan dengan mudah, teratur dan aman. Ketentuan ini tidak berlaku bila komponen tersebut letaknya dekat saluran keluar atau saluran masuk.

6.2.1.5 Terminal kabel kendali harus ditempatkan terpisah dari terminal saluran daya.

6.2.1.6 Beberapa PHB yang letaknya berdekatan dan disuplai oleh sumber yang sama sedapat mungkin ditata dalam satu kelompok.

6.2.1.7 PHB tegangan rendah atau bagiannya, yang masing-masing disuplai dari sumber yang berlainan harus jelas terpisah dengan jarak sekurang-kurangnya 5 cm.

6.2.1.8 Komponen PHB harus ditata dengan memperhatikan keadaan di Indonesia dan dipasang sesuai dengan petunjuk pabrik pembuat; jarak bebas harus memenuhi ketentuan tersebut dalam 6.2.9.

6.2.1.9 Sambungan dan hubungan penghantar dalam PHB harus mengikuti ketentuan dalam 7.11.

Semua mur baut dan komponen yang terbuat dari logam dan berfungsi sebagai penghantar, harus dilapisi logam pencegah karat untuk menjamin kontak listrik yang baik. Rel dari tembaga hanya memerlukan lapisan tersebut pada pemakaian arus 1000A ke atas. Sambungan dua jenis logam yang berlainan harus menggunakan konektor khusus, misalnya konektor bimetal.

6.2.2 Ruang pelayanan dan ruang bebas sekitar PHB

6.2.2.1 Di sekitar PHB harus terdapat ruang yang cukup luas sehingga pemeliharaan, pemeriksaan, perbaikan, pelayanan dan lalu lintas dapat dilakukan dengan mudah dan aman.

6.2.2.2 Ruang pelayanan di sisi depan, lorong dan emper lalu lintas yang dimaksud dalam 6.2.2.1. di atas pada PHB tegangan rendah, lebarnya harus sekurang-kurangnya 0,75 m, sedangkan tingginya harus sekurang-kurangnya 2 m (lihat Gambar 6.2-1).

6.2.2.3 Jika di sisi kiri dan kanan ruang bebas yang berupa lorong terdapat instalasi listrik tanpa dinding pengaman (dinding pemisah), lebar ruang bebas ini harus sekurang-kurangnya 1,5 m (lihat Gambar 6.2-1).

6.2.2.4 Pintu ruang khusus tempat PHB terpasang harus mempunyai ukuran tinggi sekurang-kurangnya 2 m dan ukuran lebar sekurang-kurangnya 0,75 m (lihat Gambar 6.2-1).

6.2.2.5 Dalam ruang sekitar PHB tidak boleh diletakkan barang yang mengganggu kebebasan bergerak.

6.2.2.6 PHB harus dipasang di tempat yang jelas terlihat dan mudah dicapai. Tempat itu harus dilengkapi dengan tanda pengenal seperlunya dan penerangan yang cukup.

6.2.2.7 Dinding dan langit-langit ruang tempat PHB dipasang harus terbuat dari bahan yang tidak mudah terbakar.

6.2.2.8 Untuk PHB terbuka tegangan rendah dengan rel telanjang melintang dalam ruang bebas, tinggi rel tersebut di atas lantai lorong harus sekurang-kurangnya 2,3 m.

6.2.2.9 Untuk PHB tegangan menengah

a) lebar ruang pelayanan antar dua PHB jenis tertutup yang berhadapan harus sekurang-kurangnya 1,5 m, dan antara PHB dengan dinding tembok harus sekurang-kurangnya 1 m.

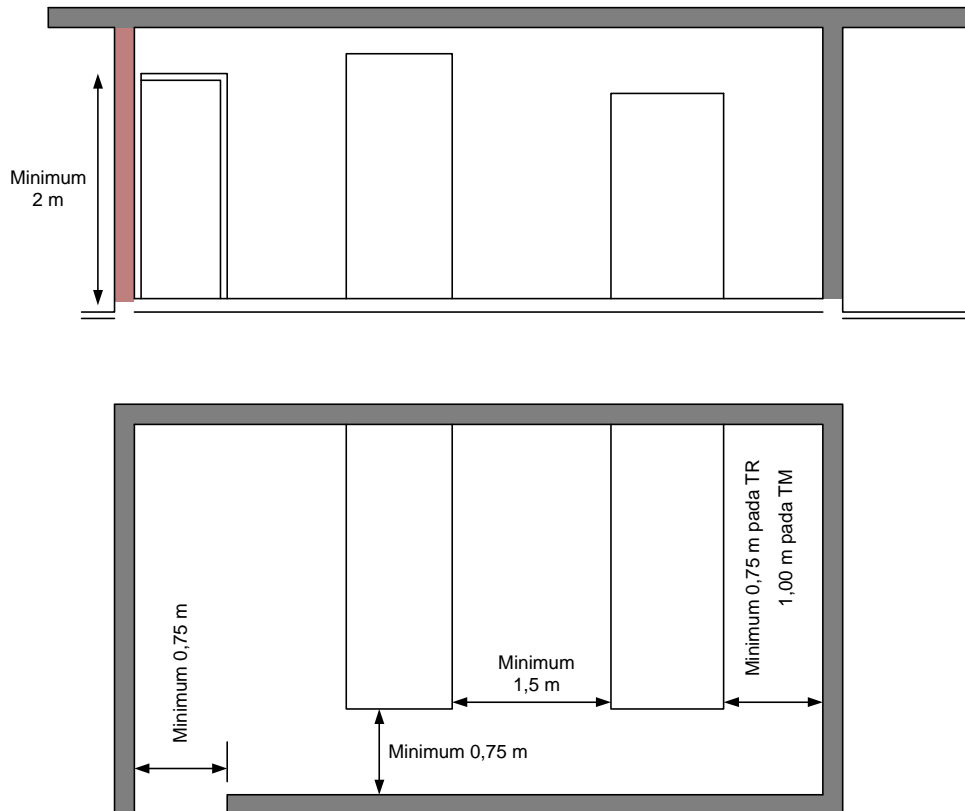
b) lebar ruang bebas untuk pemeliharaan antar sisi belakang dua PHB harus sekurang-kurangnya 1 m, dan antara sisi belakang PHB dengan dinding tembok harus sekurang-kurangnya 0,8 m.

6.2.2.10 Bila pada PHB terpasang tangkai penggerak yang menonjol ke luar, lebar ruang pelayanan tersebut dalam 6.2.2.9 diukur dari ujung tangkai tersebut.

6.2.2.11 Bila dalam ruang terdapat PHB tegangan rendah dan tegangan menengah, PHB tegangan rendah dianggap sebagai dinding tembok dan lebar ruang pelayanan PHB tegangan menengah harus sekurang-kurangnya 1 m.

6.2.2.12 Pada PHB yang terpasang pada bangunan sederhana, arus hubung pendek tidak boleh melebihi 6000 A.

6.2.2.13 PHB yang digunakan dalam bangunan sederhana harus dari jenis tertutup dengan bahan kotak yang tidak mudah terbakar.



Gambar 6.2-1 Ruang pelayanan

6.2.3 Penandaan

6.2.3.1 Di beberapa tempat yang jelas dan mudah terlihat pada sirkit arus PHB dipasang pengenalan yang jelas sehingga memudahkan pelayanan dan pemeliharaan.

6.2.3.2 Tiap penghantar fase, penghantar netral dan penghantar atau rel pembumi harus dapat dibedakan secara mudah dengan warna atau tanda sesuai dengan 7.2.

6.2.3.3 Untuk memudahkan pelayanan dan pemeliharaan, harus dipasang bagan sirkit PHB yang mudah dilihat.

6.2.3.4 Terminal gawai kendali harus diberi tanda atau lambang yang jelas dan mudah dilihat sehingga memudahkan pemeriksaan.

6.2.3.5 PHB yang ada gawai kendalnya harus dilengkapi dengan gambar beserta penjelasan secukupnya.

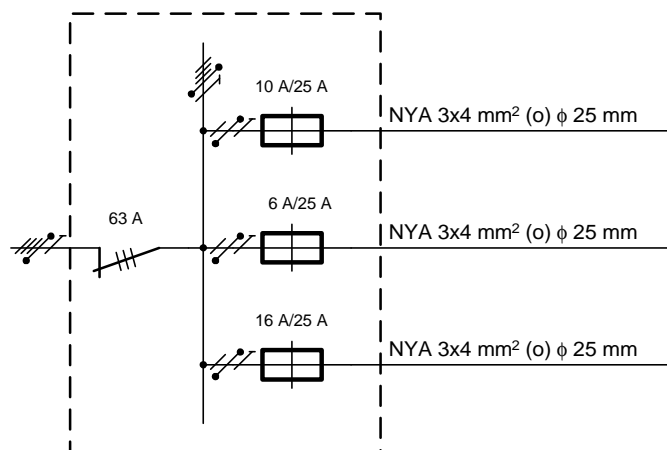
6.2.3.6 Pada gawai kendali harus ada tanda pengenalan dan keterangan yang jelas dan mudah dilihat sehingga memudahkan pelayanan.

6.2.3.7 Pada PHB harus dipasang tanda-tanda yang jelas dan tidak mudah terhapus sehingga terlihat pada kelompok mana perlengkapan disambungkan dan pada terminal mana setiap fase dan netral dihubungkan.

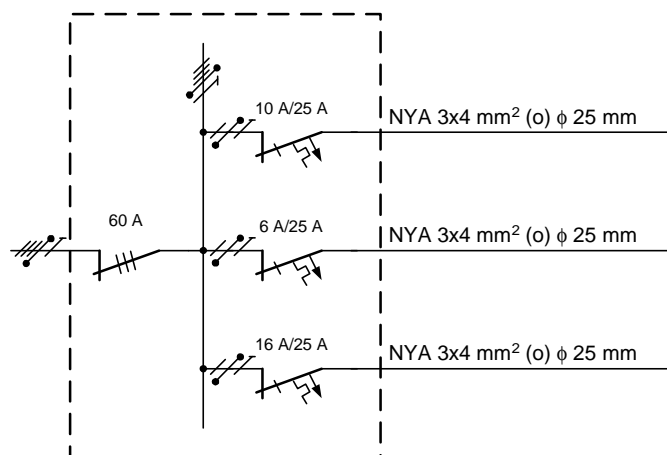
6.2.4 Pemasangan sakelar masuk

6.2.4.1 Pada sisi penghantar masuk dari PHB yang berdiri sendiri harus dipasang setidaknya satu sakelar, sedangkan pada setiap penghantar keluar setidaknya satu proteksi arus (lihat Gambar 6.2-2a atau 6.2-2b).

Sebagai alternatif untuk sakelar dengan proteksi arus lebih, atau pengaman lebur, dapat juga dipakai sakelar yang didalamnya terdapat proteksi arus yang dikehendaki, seperti pemutus sirkit (*Mini Circuit Breaker* / MCB) sebagaimana tertera dalam Gambar 6.2-2b. Apabila hal ini diterapkan maka pemutus sirkit yang akan digunakan harus dipilih yang sesuai, yaitu memiliki ketahanan arus hubung pendek paling tidak sama besar dengan arus hubung pendek yang mungkin terjadi dalam sirkit yang diamankan.



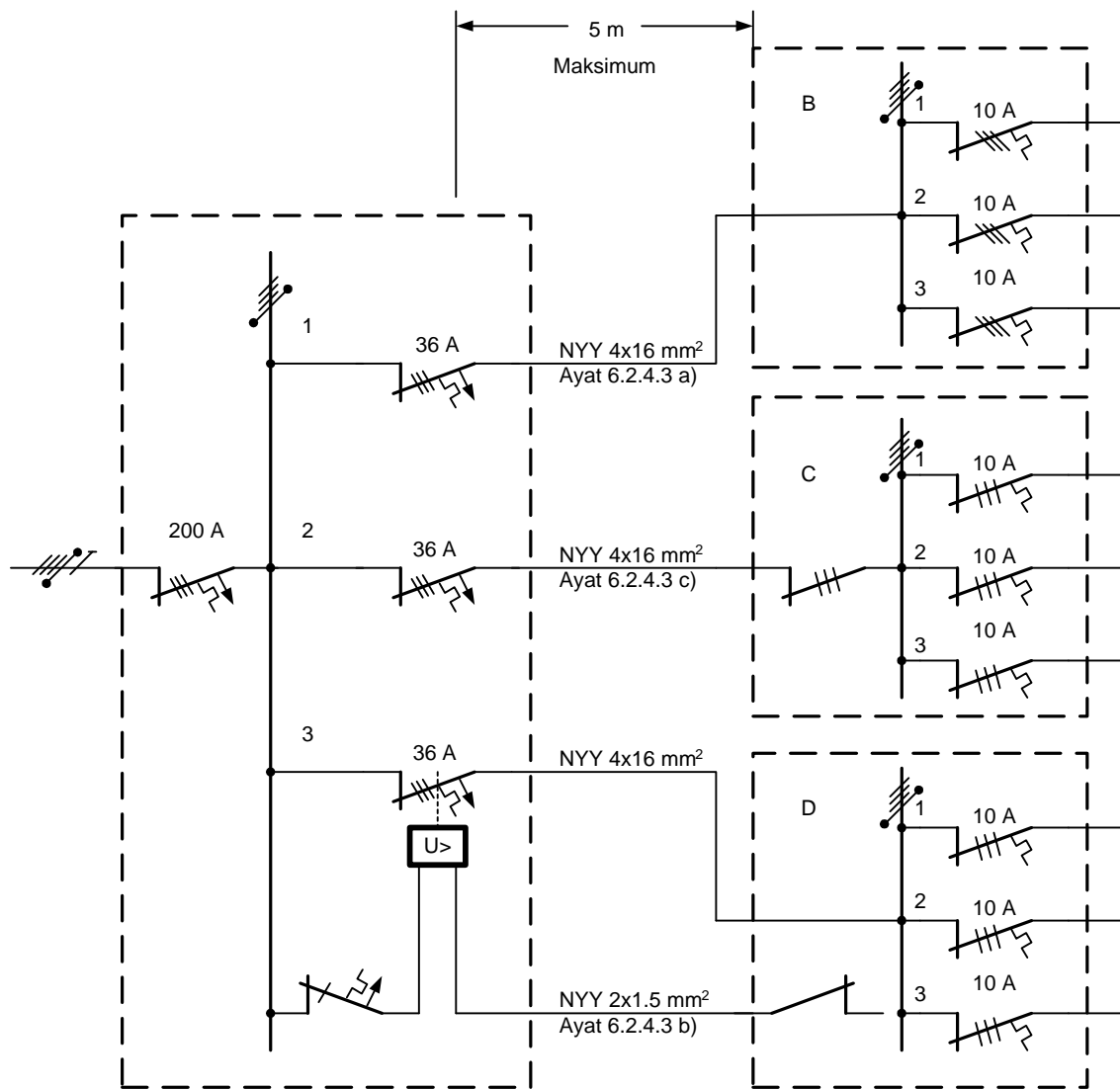
Gambar 6.2-2a Contoh gambar bagan untuk 6.2.4.1 dan 6.2.4.2



Gambar 6.2-2b Contoh gambar bagan untuk 6.2.4.1 dan 6.2.4.2

6.2.4.2 Sakelar masuk untuk memutuskan aliran suplai PHB tegangan rendah harus mempunyai batas kemampuan minimum 10 A, dan arus minimum sama besar dengan arus nominal penghantar masuk tersebut (lihat 4.2.2.2).

6.2.4.3 Sakelar yang dimaksud dalam 6.2.4.1 dan 6.2.4.2 di atas tidak diperlukan dalam hal berikut:

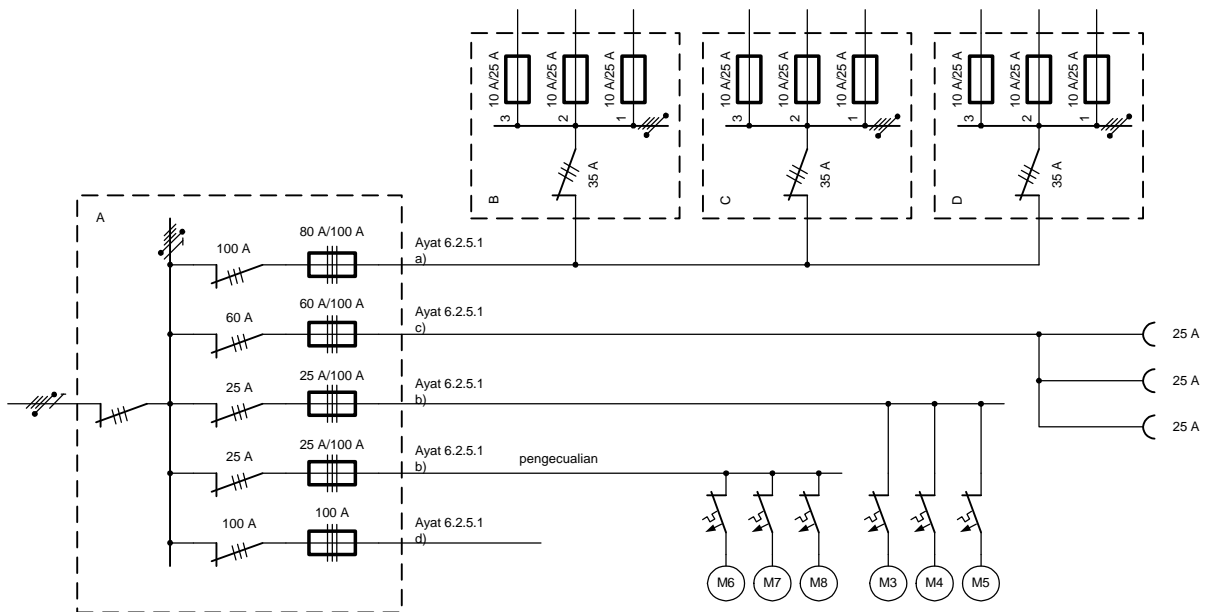


Gambar 6.2-3b Contoh gambar bagan untuk 6.2.4.3

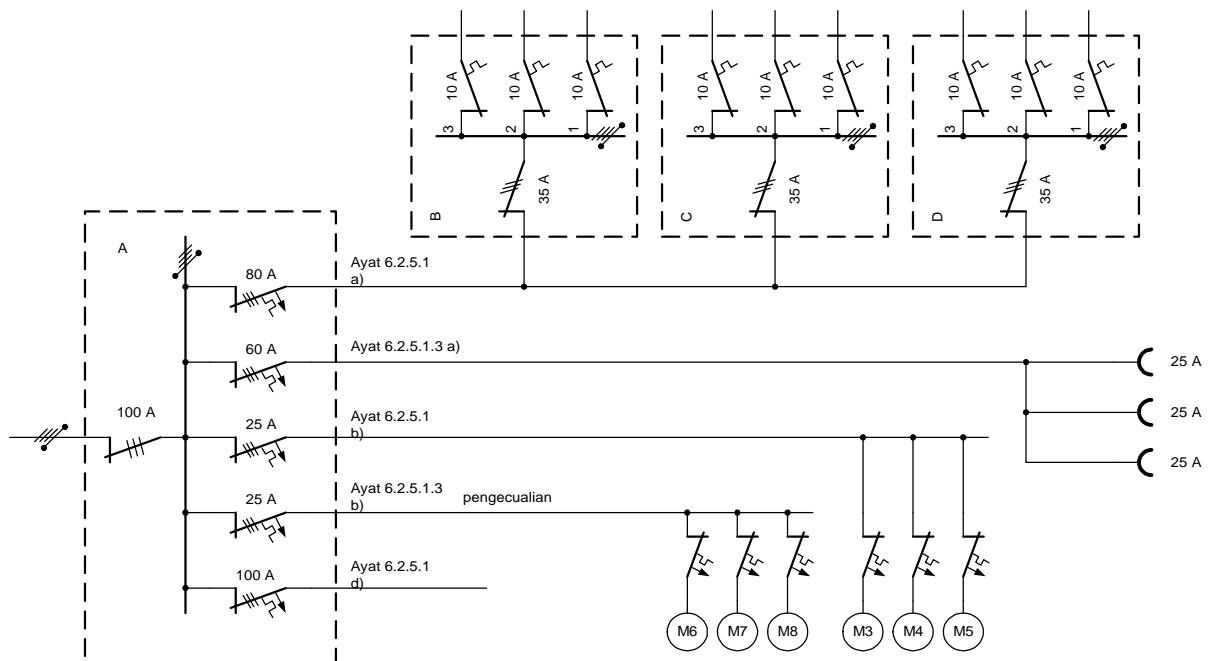
6.2.5 Pemasangan sakelar keluar

6.2.5.1 Pada sirkit keluar PHB harus dipasang sakelar keluar jika sirkit tersebut:

- a) mensuplai tiga buah atau lebih PHB yang lain (lihat Gambar 6.2-4a atau 6.2-4b).
- b) dihubungkan ke tiga buah atau lebih motor/perlengkapan listrik yang lain. Hal ini tidak berlaku jika motor atau perlengkapan listrik tersebut dayanya masing-masing lebih kecil atau sama dengan 1,5 kW dan letaknya dalam ruang yang sama (lihat Gambar 6.2-4a atau Gambar 6.2-4b), kecuali untuk tegangan menengah.
- c) dihubungkan ke tiga buah atau lebih kotak - kontak yang masing-masing mempunyai arus nominal lebih dari 16 A (lihat Gambar 6.2-4a atau Gambar 6.2-4b).
- d) mempunyai arus nominal 100 A atau lebih.



Gambar 6.2-4a Contoh gambar bagan untuk 6.2.5.1



Gambar 6.2-4b Contoh gambar bagan untuk 6.2.5.1

6.2.6 Pengelompokan perlengkapan sirkit

Pada PHB yang mempunyai banyak sirkit keluar fase tunggal, dan fase tiga, baik untuk instalasi tenaga maupun instalasi penerangan, gawai proteksi, sakelar, dan terminal yang serupa harus dikelompokkan sehingga:

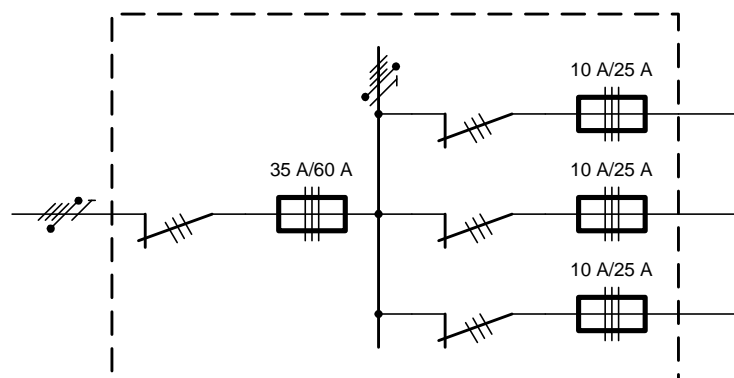
- tiap kelompok melayani sebanyak-banyaknya enam buah sirkit;
- kelompok perlengkapan instalasi tenaga terpisah dari kelompok perlengkapan instalasi penerangan;

c) kelompok perlengkapan fase tunggal, fase dua, dan fase tiga merupakan kelompok sendiri-sendiri yang terpisah.

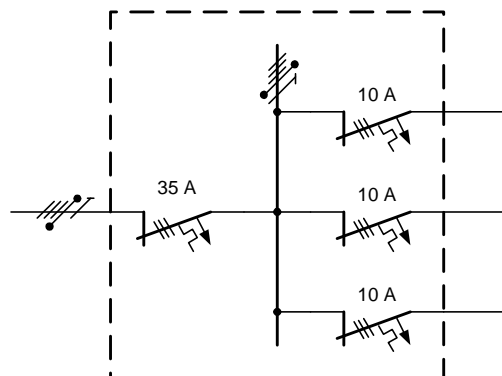
6.2.7 Penempatan pengaman lebur, sakelar, dan rel

6.2.7.1 Jika pengaman lebur dan sakelar kedua-duanya terdapat pada sirkit masuk, sebaiknya pengaman lebur dipasang sesudah sakelar (lihat Gambar 6.2-5a).

6.2.7.2 Jika pengaman lebur dan sakelar kedua-duanya terdapat pada sirkit keluar, sebaiknya pengaman lebur dipasang sesudah sakelar sebagaimana dimaksud 6.2.7.1 di atas (lihat Gambar 6.2-5a). Apabila sistem proteksi tidak menggunakan pengaman lebur tetapi menggunakan pemutus sirkit sejenis MCB (*mini circuit breaker*), maka ketentuan dalam 6.2.7.1 dan ayat ini tidak berlaku, tetapi diterapkan ketentuan seperti tersebut dalam 6.2.4.1 (lihat Gambar 6.2-5b).



Gambar 6.2-5a Contoh gambar bagan untuk 6.2.7.1



Gambar 6.2-5b Contoh gambar bagan untuk 6.2.7.2

6.2.7.3 Kemampuan sakelar pada suatu sirkit sekurang-kurangnya harus sama dengan kemampuan pengaman lebur pada sirkit tersebut.

6.2.7.4 Dalam memasang rel dan penghantar pada PHB untuk arus bolak-balik harus dihindari kemungkinan terjadinya pemanasan yang berlebihan yang disebabkan oleh arus pusar pada kerangka dan pipa pelindung yang terbuat dari bahan feromagnetis.

6.2. 8 Pemasangan pemisah

6.2.8.1 Bebas tegangan

Untuk memperoleh keadaan bebas tegangan pada semua kutub dan fase dalam instalasi untuk sistem tegangan di atas 1000 V arus bolak-balik atau di atas 1500 V arus searah, pemisah atau gawai sejenis harus dipasang pada:

- a) semua cabang dari sistem rel (lihat Gambar 6.2-6).
- b) kedua sisi pemutus di tempat yang mungkin bertegangan (lihat Gambar 6.2-7).

6.2.8.2 Gawai untuk pemisahan

6.2.8.2.1 Suatu gawai untuk pemisahan harus memisahkan secara efektif semua penghantar yang bertegangan. Gawai yang dipergunakan untuk pemisahan harus sesuai dengan 6.2.8.2.1.1 sampai 6.2.8.2.4.

6.2.8.2.1.1 Jarak pisah antar kontak atau antar sarana lainnya ketika dalam keadaan terbuka, tidak boleh kurang dari jarak yang tertera dalam Tabel 53a pada publikasi IEC 364-5-537.

6.2.8.2.1.2 Jarak pisah antar kontak yang terbuka dari suatu gawai harus terlihat atau ditunjukkan dengan jelas dan yakin dengan tanda “Buka” atau “Off”. Tanda seperti ini hanya akan terlihat bila jarak pisah antar kontak yang terbuka pada setiap kutub telah terpenuhi.

CATATAN Tanda yang diperlukan menurut ayat ini dapat dilakukan dengan mempergunakan tanda “0” dan “I” untuk menunjukkan tanda masing-masing kedudukan terbuka dan tertutup.

6.2.8.2.1.3 Gawai semikonduktor tidak boleh dipakai sebagai gawai pemisah.

6.2.8.2.2 Gawai untuk pemisahan harus didesain dan/atau dipasang sedemikian guna mencegah penutupan yang tidak dikehendaki.

CATATAN Penutupan semacam ini dapat disebabkan oleh misalnya kejutan atau getaran.

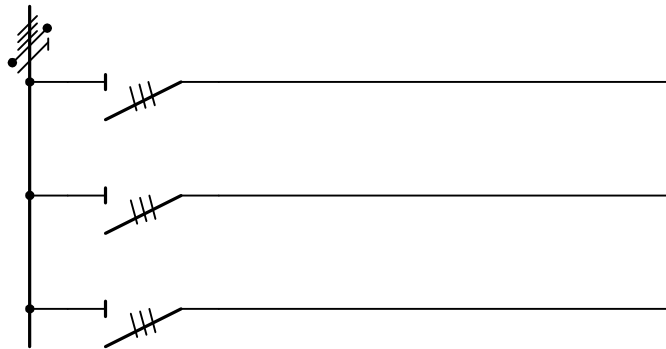
6.2.8.2.3 Harus dilakukan langkah untuk memproteksi gawai pemisah tanpa beban terhadap pembukaan yang tidak disengaja dan pembukaan yang tidak dikehendaki. Hal ini dapat dilakukan dengan cara menempatkan gawai dalam ruang yang terkunci atau dalam selungkup atau dengan pengembokan. Alternatif lain gawai pemisah dapat diberi interlok dengan pemutus beban.

6.2.8.2.4 Cara pemisahan sebaiknya dilakukan dengan gawai penyakelaran kutub banyak yang memisahkan semua kutub dari suplai yang relevan, tetapi gawai kutub tunggal yang ditempatkan bersebelahan satu dengan yang lain, tidak dilarang.

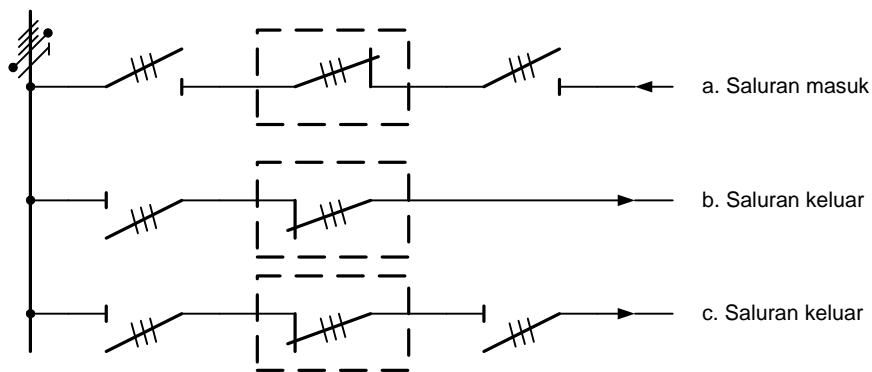
CATATAN Pemisahan dapat dilakukan misalnya dengan:

- a) pemisah, sakelar pemutus, kutub banyak atau kutub tunggal
- b) tusuk kontak dan kotak kontak
- c) pengaman lebur
- d) penghubung (*link*)

e) terminal khusus yang tidak memerlukan pemindahan kawat



Gambar 6.2-6 Contoh gambar bagan untuk 6.2.8.1 a)



Gambar 6.2-7 Contoh gambar bagan untuk 6.2.8.1 b)

6.2.8.3 Gawai penyakelaran buka untuk pemeliharaan mekanis

6.2.8.3.1 Gawai penyakelaran buka untuk pemeliharaan mekanis harus disisipkan di sirkit suplai utama. Jika untuk keperluan ini tersedia, gawai tersebut harus dapat memutuskan beban penuh dari bagian instalasi yang dimaksud. Gawai ini tidak perlu memutuskan semua penghantar yang bertegangan.

Pemutusan sirkit kendali pemicu atau yang sejenis hanya diperbolehkan jika :

- a) ada tambahan proteksi seperti penahan mekanis, atau
- b) persyaratan spesifikasi Publikasi IEC 364-5-537 untuk gawai kendali yang digunakan, dilengkapi kondisi yang ekuivalen dengan pemutusan langsung suplai utama.

CATATAN Pemutusan untuk pemeliharaan mekanis dapat dilakukan, misalnya dengan cara:

- a) sakelar kutub banyak;
- b) pemutus sirkit;
- c) kontaktor penggerak sakelar kendali;
- d) tusuk kontak dan kotak kontak.

6.2.8.3.2 Gawai penyalaklaran buka untuk pemeliharaan mekanis atau sakelar kendali untuk gawai semacam ini harus dioperasikan secara manual.

Jarak bebas antar kontak terbuka dari gawai harus jelas terlihat atau nyata dan ditunjukkan dengan yakin oleh tanda “Buka” atau “Off”. Indikasi dimaksud hanya akan terjadi bila posisi “Buka” atau “Off” pada tiap kutub dari gawai telah dicapai.

CATATAN Penandaan yang diperlukan dapat dilaksanakan dengan menggunakan simbol “O” dan “I” untuk mengetahui masing-masing posisi terbuka dan tertutup.

6.2.8.3.3 Gawai penyalaklaran buka untuk pemeliharaan mekanik harus didesain dan/atau dipasang sedemikian sehingga tercegah dari penutupan yang tak disengaja.

6.2.8.3.4 Gawai penyalaklaran buka untuk pemeliharaan mekanik harus ditempatkan dan ditandai sedemikian rupa, sehingga dapat segera diketahui dan digunakan dengan mudah.

6.2.9 Jarak minimum antar bagian yang telanjang

6.2.9.1 Untuk PHB yang ditata ditempat pemasangan, jarak minimum antar setiap bagian bertegangan dan:

- a) semua Bagian Konduktif Terbuka (BKT), yaitu bagian yang bersifat penghantar yang tidak termasuk sirkit arus;
- b) bagian bertegangan lain dengan polaritas atau fase berbeda;
- c) bagian bertegangan lain dengan polaritas yang sama, yang dapat diputuskan hubungannya secara bebas;

harus sekurang-kurangnya 5 cm ditambah $\frac{2}{3}$ cm untuk setiap kV tegangan nominalnya.

6.2.9.2 Ketentuan dalam 6.2.9.1. tidak berlaku dibagian belakang PHB, dalam peranti listrik dan juga jika dalam penyelenggaraannya akan menimbulkan kerusakan pada penyambungan peranti listrik.

6.2.10 Pembebanan yang berlebihan

6.2.10.1 Bagian PHB tidak boleh dibebani secara terus menerus dengan arus, tegangan atau frekuensi yang melebihi kemampuannya.

6.2.10.2 PHB harus tahan terhadap arus hubung pendek yang dapat timbul di dalamnya dengan cara memperhitungkan kerja gawai proteksi yang terpasang di depannya.

6.2.11 Bahan

Bahan yang digunakan harus dari jenis yang sesuai dengan cuaca dan lingkungan setempat.

6.2.12 Penempatan

PHB untuk tegangan menengah harus dipasang dalam ruang kerja listrik atau ruang kerja terkunci.

6.2.13 Pembumian

6.2.13.1 Pembumian rel pada PHB adalah sebagai berikut :

- a) bila pada PHB utama, rel proteksi dipakai juga sebagai rel netral (sistem TNC), rel tersebut harus dibumikan.
- b) bila pada PHB utama, rel proteksi terpisah dari rel netral, maka hanya rel proteksi saja yang harus dibumikan.
- c) bila pada PHB, sakelar pada saluran masuk dilengkapi dengan sakelar proteksi arus sisa, maka rel netral tidak boleh dibumikan.

6.3 Perlengkapan Hubung Bagi dan Kendali (PHB) tertutup

6.3.1 Umum

6.3.1.1 Rangka, rumah dan bagian konstruksi PHB tertutup harus terbuat dari bahan yang tidak mudah terbakar, tahan lembab dan kokoh.

6.3.1.2 Selain syarat yang tercantum dalam 6.2.8.1 pada PHB tertutup untuk sistem tegangan bolak balik di atas 1000 V atau untuk sistem tegangan searah di atas 1500 V harus dipenuhi pula ketentuan sebagai berikut:

- a) Di depan sakelar harus dipasang pemisah atau gawai lain yang sekurang-kurangnya sederajat untuk memastikan sakelar tersebut bebas tegangan.
- b) Pada pelayanan dari luar, keadaan kedudukan pemisah harus dapat dilihat dengan mudah dari tempat pelayanan.
- c) Pemisah harus dipasang, dibuat atau dilindungi sedemikian rupa sehingga pada keadaan terbuka semua bagian bertegangan cukup aman terhadap sentuhan langsung.
- d) Pengukuran, pemeriksaan pembumian, dan penghubungan singkat dari bagian yang akan dikerjakan harus dapat dilakukan dengan mudah dan aman.
- e) Semua bagian logam yang dalam keadaan normal tidak bertegangan, harus dibumikan secara baik.

6.3.1.3 PHB tertutup untuk sistem tegangan bolak balik di atas 1000 V atau tegangan searah di atas 1500 V yang tidak dipasang dalam ruang kerja listrik atau ruang kerja terkunci, selain harus memenuhi ketentuan dalam BAB 8 harus pula memenuhi ketentuan-ketentuan berikut:

- a) Pemisah tidak boleh dapat dilepas sebelum sakelar yang bersangkutan dibuka.
- b) Pintu PHB tidak boleh dapat dibuka sebelum pemisah yang bersangkutan terbuka.
- c) Pemisah tidak boleh ditutup selama pintu PHB yang bersangkutan masih terbuka
- d) Dalam keadaan pintu tertutup, sakelar tidak boleh dapat ditutup, selama pemisah bersangkutan masih dalam keadaan terbuka, atau dengan cara lain harus dapat dijamin bahwa pemisah itu hanya dapat ditutup jika sakelar dalam keadaan terbuka.

6.3.1.4 Sakelar masuk dan sakelar keluar PHB tertutup harus dapat dilayani dari luar, serta kedudukan atau posisi kerja sakelar itu harus dapat dilihat dengan mudah dari tempat pelayanan.

6.3.1.5 Di dalam PHB tertutup hanya boleh ada sambungan kawat yang diperlukan untuk penyambungan gawai listrik yang terdapat di dalam PHB tersebut; sambungan listrik untuk sistem hidrolik/pneumatik dan saluran pengukuran dikecualikan dari ketentuan ini asal dipasang secara teratur, teliti, dan sependek mungkin.

6.3.2 PHB tertutup pasangan dalam

6.3.2.1 PHB tertutup pasangan dalam yang ditempatkan dalam ruang khusus harus memenuhi ketentuan untuk ruang tersebut dalam BAB 8.

6.3.2.2 Di tempat untuk pekerjaan kasar yang memungkinkan terjadinya kerusakan mekanik, PHB tertutup pasangan dalam harus dibuat dengan konstruksi yang diperkuat. Jika dibuat dari konstruksi biasa, PHB tersebut harus diberi pelindung secukupnya sehingga tahan gangguan mekanis.

6.3.3 PHB tertutup pasangan luar

6.3.3.1 Konstruksi

6.3.3.1.1 Konstruksi PHB tertutup pasangan luar harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- a) Selungkup harus kokoh dan dibuat dari bahan yang tahan cuaca;
- b) Lubang ventilasi harus dibuat sedemikian rupa sehingga binatang dan benda kecil, serta air yang jatuh tidak mudah dapat masuk ke dalamnya;
- c) Semua komponen harus dipasang di bagian dalam sehingga hanya dapat dilayani dengan membuka tutup yang terkunci.

6.3.3.1.2 Pintu PHB harus memenuhi ketentuan berikut :

- a) Pintu atau penutup PHB yang dibuat dari logam harus diamankan dengan jalan membumikannya melalui penghantar fleksibel.
- b) Bila pintu PHB dibuat dari bahan isolasi, instrumen ukur dengan BKT yang terpasang pada pintu tersebut harus dihubungkan dengan penghantar proteksi PHB.
- c) Untuk melayani PHB, pintu hanya boleh dibuka dengan perkakas atau kuci pembuka sekerup. Lazimnya pintu terpasang jika PHB dalam keadaan bekerja.

6.3.3.2 Penempatan

6.3.3.2.1 PHB tertutup pasangan luar harus dipasang di tempat yang cukup tinggi sehingga tidak akan terendam pada waktu banjir, dan juga harus cukup kuat.

6.4 Perlengkapan Hubung Bagi dan Kendali (PHB) terbuka

6.4.1 Syarat umum

6.4.1.1 PHB terbuka harus dipasang dalam ruang kerja listrik atau ruang kerja terkunci yang dimaksud dalam BAB 8, kecuali jika sebagian atau seluruhnya ditempatkan dalam kurungan atau pagar sehingga sentuhan langsung dapat dihindari, atau jika ruang tersebut merupakan bagian dari ruang khusus seperti laboratorium listrik. Kurungan atau pagar pelindung itu jika terbuat dari logam harus dibumikan dengan baik.

6.4.1.2 PHB harus dibuat, dirakit dan dilindungi sedemikian rupa sehingga gejala api yang timbul pada waktu pelayanan atau dalam keadaan bekerja tidak akan membahayakan pegawai yang melayaninya atau menjalar ke bagian lain yang dapat terbakar.

6.4.1.3 Rel pada PHB terbuka harus memenuhi ketentuan dalam 6.2.9.1 dan 6.2.9.2.

6.4.1.4 Jika untuk mengganti pengaman lebur pintu harus dibuka, sedangkan PHB dalam keadaan bekerja, maka harus dirancang suatu pelindung terhadap sentuhan dengan bagian bertegangan.

6.4.2 PHB terbuka pasangan dalam

6.4.2.1 PHB terbuka pasangan dalam tidak boleh ditempatkan dekat saluran gas, saluran uap, saluran air atau saluran lain yang tidak ada kaitannya dengan PHB tersebut.

6.4.2.2 PHB terbuka pasangan dalam yang panjangnya maksimum 1,2 m dan lebar ruang bebas di belakangnya kurang dari 0,3 m, pemasangannya harus memenuhi ketentuan berikut:

- a) jarak antara bagian terbuka yang bertegangan listrik dan dinding di belakangnya harus sesuai dengan ketentuan dalam 6.2.9.1;
- b) pemeriksaan perlengkapan, serta pemasangan atau pembongkaran sambungan kawat dengan perkakas harus dapat dikerjakan dari depan;
- c) ruang bebas di belakang PHB yang tidak dipasang dalam ruang kerja listrik atau ruang kerja terkunci, harus dipagari dengan syarat pertukaran udara harus tetap terjamin.

6.4.2.3 Untuk PHB terbuka pasangan dalam yang panjangnya maksimum 1,2 m dan lebar ruang bebas di belakang kurang dari 0,3 m selain harus memenuhi 6.4.2.2. juga harus memenuhi ketentuan yang berikut:

- a) apabila sambungan listrik tidak dapat dikerjakan dari depan konstruksi PHB, maka harus memungkinkan dapat dikerjakan dari belakang.
- b) ruang bebas yang ada dalam ruang yang tidak termasuk ruang kerja listrik, harus dipagari dengan syarat pertukaran udara harus tetap terjamin.
- c) dinding di belakang PHB itu tidak boleh dibuat dari logam kecuali jika lebar ruang bebas tersebut 0,75 m atau lebih.

6.4.2.4 Pada PHB terbuka pasangan dalam yang panjangnya lebih dari 1,2 m dan bagian belakangnya terbuka, jika pelayanan serta pemeriksaan tidak dapat dilakukan dari depan maka :

- a) 1) di belakang PHB dan sepanjang PHB itu harus ada ruang bebas dengan ukuran tinggi minimum 2 m dan lebar minimum 0,75 m.
- 2) jika di kedua sisi ruang bebas pada ketinggian 2 m terdapat bagian yang bertegangan, maka lebar ruang bebas harus sekurang-kurangnya 1,5 m.
- b) ruang bebas menurut butir a) yang panjangnya kurang dari 6 m dan harus mempunyai sekurang-kurangnya satu jalan masuk di salah satu ujungnya sedangkan jika panjangnya lebih dari 6 m, maka pada kedua ujungnya harus diberi jalan masuk; jalan masuk itu harus mempunyai tinggi minimum 2 m dan lebar minimum 0,75 m dengan ketentuan, jika diberi pintu maka pintu itu harus dapat membuka keluar; (lihat 8.2.2.9). Gang pelayanan yang panjangnya lebih dari 6 m harus dapat dilewati melalui kedua ujung.
- c) dalam ruang bebas itu tidak boleh diletakkan barang-barang.

6.4.2.5 Di dekat PHB terbuka pasangan dalam tidak boleh dipasang saluran listrik yang tidak ada hubungannya dengan PHB tersebut. Ketentuan ini tidak berlaku jika PHB tersebut tertutup dengan baik.

6.4.2.6 Rel dan kawat penyambung tidak boleh ditempatkan di sebelah muka PHB terbuka, kecuali dalam ruang kerja listrik terkunci.

6.4.3 PHB terbuka pasangan luar

6.4.3.1 Ruang tempat PHB terbuka pasangan luar harus memenuhi ketentuan dalam BAB 8.

6.4.3.2 Semua gawai atau perlengkapan dan bahan penghantar yang dipasang pada PHB terbuka pasangan luar harus tahan terhadap pengaruh cuaca setempat.

6.4.3.3 Tempat pemasangan PHB terbuka pasangan luar harus merupakan perlengkapan yang tahan cuaca. Perlengkapan itu harus mempunyai saluran air sehingga dapat dicegah terjadinya genangan air.

6.5 Lemari hubung bagi, kotak hubung bagi dan meja hubung bagi

6.5.1 Bentuk

6.5.1.1 Bentuk PHB tertutup ada 3 macam yaitu:

- a) Bentuk lemari, yang selanjutnya disebut lemari hubung bagi, dengan ciri sebagai berikut:
 - 1) Selungkup dan kerangka umumnya terbuat dari logam, biasanya dari besi.
 - 2) Konstruksinya dimaksudkan untuk dipasang berdiri pada lantai, pada pondasi, pada dinding atau didalam dinding.
 - 3) Pada sebelah depan dipasang panel logam yang mencegah sentuhan langsung dengan bagian yang bertegangan. Pada sebelah lain bisa saja tidak dipasang pelindung (semi tertutup).
- b) Bentuk kotak, yang selanjutnya disebut kotak hubung bagi atau deretan kotak hubung bagi dengan ciri sebagai berikut :

- 1) Jika merupakan deretan kotak hubung bagi, kotak tersebut dipasang dengan kuat yang satu pada yang lain, dan jika perlu menggunakan kerangka.
 - 2) Selungkup dan kerangka kotak hubung bagi umumnya terbuat dari logam, biasanya dari besi atau aluminium.
- c) Bentuk meja, yang selanjutnya disebut meja hubung bagi dengan ciri mempunyai bidang untuk pelayanan yang mendatar atau miring, biasanya tingginya kurang dari 1 m.

6.5.1.2 PHB yang berbentuk lemari, kotak dan meja harus memenuhi ketentuan 6.2, 6.3.1, 6.3.2 dan 6.3.3.

6.5.2 Pemasangan

6.5.2.1 Lemari hubung bagi, kotak hubung bagi dan meja hubung bagi harus dipasang pada tempat yang sesuai, kering dan berventilasi cukup. Bila tidak, perlengkapan tersebut harus diamankan terhadap udara lembab.

6.5.2.2 Dengan tidak mengurangi ketentuan pada 6.2.2.2, bilamana PHB membuka ke depan, ruang bebas antara dinding atau benda tetap dan pintu-pintu PHB yang terbuka secara maksimal, atau antara dinding dan komponen PHB yang ditarik keluar, harus tidak kurang dari 0,45 m.

6.5.2.3 Bila pada tempat umum terpaksa harus ditempatkan lemari hubung bagi, maka pemasangannya harus pada ketinggian sekurang-kurangnya 1,2 m dari lantai sampai dengan alas lemari hubung bagi, atau diberi pagar agar tidak didekati oleh umum.

6.5.2.4 Untuk instalasi perumahan, lemari atau kotak hubung bagi harus dipasang sekurang-kurangnya 1,5 m di atas lantai.

6.5.2.5 Bila lemari/kotak hubung bagi tidak boleh dipasang dalam ruang cuci, maka ia harus ditempatkan pada jarak sekurang-kurangnya 2,5 m dari mesin cuci, kecuali bila lemari/kotak hubung bagi itu kedap air.

6.5.2.6 Lemari/kotak hubung bagi tidak boleh dipasang di ; kamar mandi, tempat cuci tangan, kamar kecil, di atas kompor, di atas bak air atau di tempat yang sejenis.

6.5.3 Konstruksi lemari dan panelnya

6.5.3.1 Panel lemari/kotak hubung bagi harus cukup tebal sehingga ketahanannya terhadap gaya mekanis memenuhi persyaratan.

6.5.3.2 Dinding dari lemari/kotak hubung bagi harus cukup tebal sehingga ketahanannya terhadap gaya mekanik memenuhi persyaratan, dan harus dibuat dari bahan yang tak dapat terbakar.

6.6 Komponen yang dipasang pada Perlengkapan Hubung Bagi dan Kendali (PHB)

6.6.1 Syarat umum

6.6.1.1 Komponen yang dipasang pada PHB harus dari jenis yang sesuai dengan syarat penggunaannya.

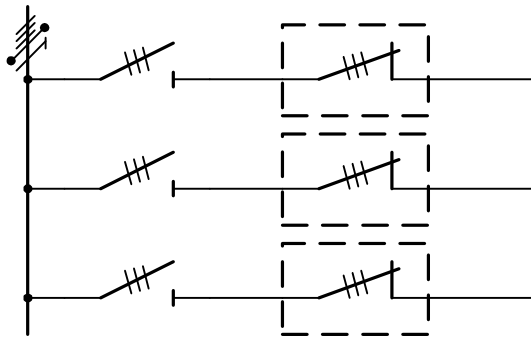
6.6.1.2 Kemampuan komponen yang dipasang pada PHB harus sesuai dengan keperluan.

6.6.1.3 Komponen yang dipasang pada PHB harus memenuhi ketentuan 2.1.1.2.

6.6.2 Sakelar, pemisah, pengaman lebur dan pemutus

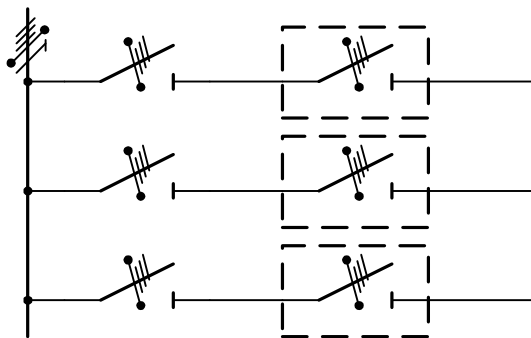
6.6.2.1 Sakelar, pemisah dan pemutus yang dipasang pada PHB harus mempunyai kutub yang jumlahnya sekurang-kurangnya sama dengan banyaknya fase yang digunakan. Semua kutub harus dapat dibuka atau ditutup secara serentak.

6.6.2.2 Untuk JTR dengan pembumian netral pengaman (TNC), sakelar, pemisah dan pemutus sirkit yang digunakan harus dari jenis tiga kutub, yakni hanya untuk membuka dan menutup penghantar fasenya saja. Penghantar netral tidak boleh diputuskan (lihat Gambar 6.6-1).



Gambar 6.6-1 Contoh gambar bagan untuk 6.6.2.2 dan 6.6.2.3

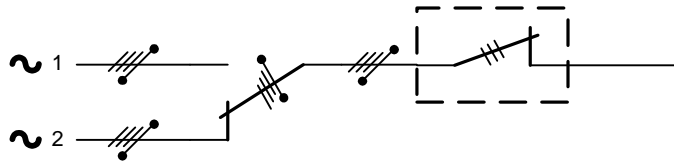
6.6.2.3 Untuk JTR dengan sistem pembumian pengaman (TT) boleh digunakan sakelar, pemisah atau pemutus sirkit dengan tiga kutub atau dengan empat kutub (lihat Gambar 6.6-1 atau 6.6-2).



Gambar 6.6-2 Contoh gambar bagan untuk 6.6.2.3 dan 6.6.2.4

6.6.2.4 Untuk JTR dengan sistem penghantar pengaman (IT), harus digunakan sakelar, pemisah atau pemutus sirkit empat kutub (lihat Gambar 6.6-2)

6.6.2.5 Untuk JTR dengan sistem pembumian pengaman atau penghantar pengaman (IT), pemindahan beban dari jaringan listrik umum ke mesin pembangkit sendiri harus menggunakan sakelar dengan empat kutub (lihat Gambar 6.6-3).



Gambar 6.6-3 Contoh gambar bagan untuk 6.6.2.5

6.6.2.6 Sakelar dan pemisah harus dipasang demikian rupa sehingga bagian yang bergerak tidak bertegangan dalam keadaan sakelar terbuka, dan tidak dapat menutup sendiri oleh gaya berat bagian bergerak tersebut.

6.6.2.7 Pemisah berkutub banyak yang dipasang pada PHB tertutup harus mempunyai pisau yang saling berhubungan secara mekanis dan dilengkapi dengan pelayanan mekanis.

6.6.2.8 Sakelar dengan minyak harus dipasang demikian rupa sehingga kebakaran yang timbul pada sakelar itu tidak dapat menjalar ke perlengkapan atau bangunan di sekitarnya.

6.6.2.9 Persyaratan proteksi hubung pendek

- a) Pemutus sirkit dan pengaman lebur harus mempunyai daya pemutus sekurang-kurangnya sama dengan daya hubung pendek ditempat pemasangan itu. Jika kurang harus diadakan proteksi lagi dengan pengaman lebur atau pemutus sirkit yang mempunyai daya pemutus yang cukup.
- b) Pengaman lebur tipe D, dengan arus nominal sampai dengan 25 A, tidak boleh dipasang dibelakang pengaman lebur dengan arus nominal lebih dari 200 A tanpa proteksi perantara, kecuali jika ada jaminan lain yang mencegah terjadinya kecelakaan yang berat pada hubung pendek.
- c) Pengaman lebur jenis terbuka tegangan rendah tidak digunakan lagi kecuali ditempatkan pada ruang khusus.

CATATAN Pada ruang terkunci yang hanya ditangani oleh orang yang berwenang.

6.6.2.10 Sakelar dan pemisah harus diberi tanda tentang tegangan tertinggi dan arus terbesar yang diperbolehkan untuknya.

6.6.2.11 Sakelar harus dibuat demikian rupa sehingga pada waktu hubungan diputuskan, tidak timbul busur api yang menyebar.

6.6.2.12 Untuk arus searah harus digunakan sakelar sentak.

6.6.2.13 Sakelar harus dibuat demikian rupa sehingga pada waktu hubungan kutub atau fase yang tidak dibumikan putus, semuanya diputuskan serempak. Ketentuan ini tidak berlaku bagi sakelar yang digunakan untuk menghubungkan dan memutuskan lampu dan peranti berdaya kecil yang lain, atau kumpulan dari padanya, yang daya gabungannya tidak lebih dari 2 kW.

6.6.2.14 Poros tangkai layan dari sakelar tuas, sakelar kotak, atau sakelar putar tidak boleh bertegangan.

6.6.2.15 Selungkup dari sakelar tuas harus tahan terhadap kerusakan mekanik.

6.6.2.16 Pemutus sirkit otomatis harus dilengkapi dengan gawai yang menjamin pemutusan secara bebas (*trip free mechanism*).

6.6.2.17 Pada pemutus sirkit otomatis yang dapat disetel harus disebutkan penyetelan arus tertinggi dan terendah.

6.6.2.18 Sakelar tidak boleh dipasang pada penghantar pembumian. Sakelar hanya boleh dipasang pada penghantar netral atau penghantar nol jika dapat dijamin bahwa pada saat sakelar tersebut dibuka atau ditutup, semua penghantar kutub atau penghantar fase juga ikut terbuka atau tertutup.

6.6.2.19 Dipandang dari segi perlindungan terhadap bahaya tegangan sentuh dan pencegahan terhadap kemungkinan tertukar elemen leburnya dengan yang berkemampuan lebih besar, maka pengaman lebur untuk arus nominal 25 A atau kurang harus diambil tipe D, atau jenis lain yang sederajat.

6.6.2.20 Pengaman lebur yang sudah putus tidak boleh diperbaiki untuk digunakan lagi, kecuali yang memang dirancang untuk dapat diperbaiki secara baik.

6.6.2.21 Pada pengaman lebur berulir, kawat atau penghantar suplai harus dihubungkan dengan kontak alas rumah patron.

6.6.2.22 Konstruksi bagian kontak sakelar harus dapat membersihkan sendiri permukaan kontakannya.

6.6.3 Instrumen ukur dan indikator

6.6.3.1 Instrumen ukur dan indikator yang dipasang pada PHB harus terlihat jelas dan harus ada petunjuk tentang besaran apa yang dapat diukur dan gejala apa yang ditunjukkan.

6.6.3.2 Instrumen ukur dan indikator yang dipasang pada PHB atau panel distribusi harus terhindar terhadap kemungkinan pengaruh induksi listrik sekitar, terlindung dari suhu yang melampaui suhu kerja maksimum, bebas dari getaran mekanik atau pengaruh lain yang dapat menurunkan mutu/akurasi instrumen ukur/indikator.

6.6.3.3 Instrumen ukur dan indikator yang dipasang pada PHB atau panel distribusi harus selalu terpelihara kehandalannya secara berkesinambungan dapat menampilkan penunjukkan yang benar sesuai dengan peruntukannya.

6.6.3.4 Pengawatan instrumen ukur dan indikator dalam PHB atau panel distribusi harus menggunakan kabel fleksibel yang mempunyai pelindung elektrik yang dapat dihubungkan dengan saluran pembumian.

6.6.4 Penghantar rel

6.6.4.1 Rel yang digunakan pada PHB harus terbuat dari tembaga atau logam lain yang memenuhi persyaratan sebagai penghantar listrik.

6.6.4.2 Besar arus yang mengalir dalam rel tersebut harus diperhitungkan sesuai kemampuan rel sehingga tidak akan menyebabkan suhu lebih dari 65 °C. Pada suhu sekitar 35 °C dapat digunakan ukuran rel menurut Tabel 6.6-1 dan 6.6-2 (Tabel pembebanan penghantar yang diperbolehkan untuk tembaga dan aluminium penampang persegi).

6.6.4.3 Lapisan yang digunakan untuk memberi warna rel dan saluran harus dari jenis yang tahan terhadap kenaikan suhu yang diperbolehkan.

6.6.5 Komponen gawai kendali

6.6.5.1 Komponen gawai kendali seperti tombol, sakelar, lampu, sinyal, sakelar magnet dan kawat penghubung harus mempunyai kemampuan yang sesuai dengan penggunaannya.

6.6.5.2 Komponen seperti tombol, sakelar kendali, dan sakelar pemilih harus mempunyai tanda atau warna yang memudahkan operator untuk melayaninya.

6.6.5.3 Penghantar atau kabel yang digunakan untuk gawai kendali dalam PHB harus berukuran sekurang-kurangnya $1,0 \text{ mm}^2$ kecuali penghantar atau kabel yang sudah terpasang dalam gawai kendali itu.

6.6.5.4 Proteksi sistem kendali harus terpisah dari proteksi yang lain.

6.6.6 Terminal dan sepatu kabel

6.6.6.1 Terminal harus terbuat dari paduan tembaga atau logam lain yang memenuhi persyaratan atau standar yang berlaku.

6.6.6.2 Dudukan terminal harus terbuat dari bahan isolasi yang tidak mudah pecah atau rusak oleh gaya mekanis dan termis dari penghantar yang disambung pada terminal tersebut.

6.6.6.3 Kemampuan terminal sekurang-kurangnya harus sama dengan kemampuan sakelar dari sirkit yang bersangkutan.

6.6.6.4 Sepatu kabel harus dibuat dari bahan yang sesuai dan kuat, dan ukurannya harus sesuai dengan kabel yang akan dipasang. Sepatu kabel yang dibuat dari bahan aluminium tidak boleh disambung dengan kabel tembaga atau sebaliknya, kecuali dengan menggunakan bimetal.

Pemegang kabel harus dapat memikul gaya berat, gaya tekan, dan gaya tarik yang ditimbulkan oleh kabel yang akan dipasang sehingga gaya-gaya tersebut tidak akan langsung dipikul oleh gawai listrik yang lain.

Tabel 6.6-1 Daftar pembebanan penghantar kontinu untuk tembaga penampang persegi

Ukuran	Penampang	Berat	Pembebanan kontinu (A)															
			Arus bolak-balik								Arus searah							
			Dilapisi lapisan konduktif Jumlah batang				Telanjang Jumlah batang				Dilapisi lapisan konduktif Jumlah batang				Telanjang Jumlah batang			
mm	mm ²	kg/m	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
12 x 2	24	0,23	123	202	-	-	100	182	-	-	123	202	-	-	108	210	-	-
15 x 2	30	0,27	148	240	-	-	128	252	-	-	148	240	-	-	128	255	-	-
15 x 3	45	0,40	187	316	-	-	162	282	-	-	187	316	-	-	162	305	-	-
20 x 2	40	0,36	205	350	-	-	185	315	-	-	210	370	-	-	190	330	-	-
20 x 3	60	0,53	237	394	-	-	204	384	-	-	237	435	-	-	203	395	-	-
20 x 5	100	0,89	325	470	-	-	290	495	-	-	330	570	-	-	300	515	-	-
25 x 3	75	0,67	287	766	-	-	245	412	-	-	287	530	-	-	275	485	-	-
25 x 5	125	1,11	385	670	-	-	350	600	-	-	400	680	-	-	360	620	-	-
30 x 3	90	0,80	350	600	-	-	315	540	-	-	448	630	-	-	325	570	-	-
30 x 5	150	1,34	448	760	-	-	379	672	-	-	475	800	-	-	425	725	-	-
40 x 3	120	1,07	460	780	-	-	420	710	-	-	470	820	-	-	425	740	-	-
40 x 5	200	1,78	576	952	-	-	482	836	-	-	576	1030	-	-	550	985	-	-
40 x 10	400	3,56	865	1470	2060	2800	715	1290	1650	2500	865	1550	2180	-	800	1395	1950	-
50 x 5	250	2,23	703	1140	1750	2310	588	994	1550	2100	703	1270	1870	-	660	1150	1700	-
50 x 10	500	4,46	1050	1720	2450	3330	852	1510	2200	3000	1020	1900	2700	-	1000	1700	2400	-
60 x 5	300	2,67	825	1400	1983	2650	750	1300	1800	2400	870	1500	2200	2700	780	1400	1900	2500
60 x 10	600	5,34	1230	1960	2800	3800	985	1720	2500	3400	1230	2200	3100	3900	1100	2000	2800	3500
80 x 5	400	3,56	1060	1800	2450	3300	950	1650	2700	2900	1150	2000	2800	3500	1000	1800	2500	3200
80 x 10	800	7,12	1590	2410	3450	4600	1240	2110	3100	4200	1590	2800	4000	5100	1450	2600	3600	4500
100 x 5	500	4,45	1310	2200	2950	3800	1200	2000	2800	3400	1400	2500	3400	4300	1250	2250	3000	3900
100x10	1000	8,90	1940	2850	4000	5400	1490	2480	3600	4800	1940	3600	4900	6200	1700	3200	4400	5500

CATATAN :

- Suhu sekitar 30 - 35 °C.
- Suhu penghantar tembaga maksimum 65 °C.

Tabel 6.6-2 Daftar pembebanan penghantar yang dibolehkan untuk aluminium penampang persegi

Ukuran	Penam- pang	Berat	Pembebanan kontinu (A)															
			Arus bolak-balik								Arus searah							
			Dilapisi lapisan konduktif Jumlah batang				Telanjang Jumlah batang				Dilapisi lapisan konduktif Jumlah batang				Telanjang Jumlah batang			
mm	mm ²	kg/m	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
12 x 2	24	0,06	100	180	-	-	84	142	-	-	105	185	-	-	80	145	-	-
15 x 2	30	0,08	125	215	-	-	100	166	-	-	130	225	-	-	95	175	-	-
15 x 3	45	0,12	150	265	-	-	126	222	-	-	155	270	-	-	115	220	-	-
20 x 2	40	0,11	165	280	-	-	120	220	-	-	170	295	-	-	125	225	-	-
20 x 3	60	0,16	245	425	-	-	159	272	-	-	200	350	-	-	150	280	-	-
20 x 5	100	0,27	325	550	-	-	195	350	-	-	270	460	-	-	200	370	-	-
25 x 3	75	0,20	240	410	-	-	190	322	-	-	245	430	-	-	185	340	-	-
25 x 5	125	0,34	310	535	-	-	230	430	-	-	320	550	-	-	235	440	-	-
30 x 3	90	0,24	280	480	-	-	205	3385	-	-	290	500	-	-	220	400	-	-
30 x 5	150	0,40	360	625	-	-	295	526	-	-	380	645	-	-	275	520	-	-
40 x 3	120	0,32	370	630	-	-	280	500	-	-	380	660	-	-	285	525	-	-
40 x 5	200	0,54	460	800	-	-	376	658	-	-	485	830	-	-	360	660	-	-
40 x 10	400	1,08	670	1200	1650	2250	557	975	1350	1800	700	1240	1750	-	540	1000	1420	-
50 x 5	250	0,67	560	970	1400	1850	455	786	1120	1500	590	1020	1500	-	445	815	1220	-
50 x 10	500	1,35	820	1440	1960	2660	667	1250	1600	2160	850	1520	2140	-	655	1220	1730	-
60 x 5	300	0,81	670	1160	1600	2120	500	900	1300	1730	700	1210	1700	2200	530	960	1420	1850
60 x 10	600	1,62	960	1680	2280	3040	774	1390	1900	2500	1000	1790	2500	3150	770	1430	2030	2600
80 x 5	400	1,08	880	1500	2000	2600	680	1170	1650	2230	910	1600	2200	2800	700	1260	1850	2400
80 x 10	800	2,16	1250	2140	2860	3800	983	1720	2360	3150	1300	2300	3200	4100	985	1840	2640	3400
100 x 5	500	1,35	1080	1880	2450	3100	820	1440	2000	2600	1120	2000	2700	3400	855	1550	2220	2900
100 x 10	1000	2,70	1520	2550	3400	4300	1190	2050	2800	3700	1580	2800	3900	5000	1200	2240	3200	4200

CATATAN :

- Suhu sekitar 30 - 35 °C.
- Suhu penghantar maksimum 65 °C.
- Untuk pemasangan 4 lapis dibagi dua kelompok dengan suhu udara 50 °C