

MODUL PEMBELAJARAN

KODE : LIS.PTL.044 (P) (80 Jam)

PERENCANAAN DAN KONSTRUKSI PANEL LISTRIK

**BIDANG KEAHLIAN : KETENAGALISTRIKAN
PROGRAM KEAHLIAN : TEKNIK PEMANFAATAN ENERGI**



**PROYEK PENGEMBANGAN PENDIDIKAN BERORIENTASI KETERAMPILAN HIDUP
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
2003**

KATA PENGANTAR

Bahan ajar ini disusun dalam bentuk modul/paket pembelajaran yang berisi uraian materi untuk mendukung penguasaan kompetensi tertentu yang ditulis secara sequensial, sistematis dan sesuai dengan prinsip pembelajaran dengan pendekatan kompetensi (*Competency Based Training*). Untuk itu modul ini sangat sesuai dan mudah untuk dipelajari secara mandiri dan individual. Oleh karena itu walaupun modul ini dipersiapkan untuk peserta diklat/siswa SMK dapat digunakan juga untuk diklat lain yang sejenis.

Dalam penggunaannya, bahan ajar ini tetap mengharapkan asas keluwesan dan keterlaksanaannya, yang menyesuaikan dengan karakteristik peserta, kondisi fasilitas dan tujuan kurikulum/program diklat, guna merealisasikan penyelenggaraan pembelajaran di SMK. Penyusunan Bahan Ajar Modul bertujuan untuk menyediakan bahan ajar berupa modul produktif sesuai tuntutan penguasaan kompetensi tamatan SMK sesuai program keahlian dan tamatan SMK.

Demikian, mudah-mudahan modul ini dapat bermanfaat dalam mendukung pengembangan pendidikan kejuruan, khususnya dalam pembekalan kompetensi kejuruan peserta diklat.

Jakarta, 01 Desember 2003
Direktur Dikmenjur,

Dr. Ir. Gator Priowirjanto
NIP 130675814

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
REKOMENDASI	ii
DAFTAR ISI	iv
PETA KEDUDUKAN MODUL	v
GLOSARRY/PERISTILAHAN	
I PENDAHULUAN	1
A. Deskripsi	1
B. Prasyarat	1
C. Petunjuk Penggunaan Modul	2
D. Tujuan Akhir.....	3
E. STANDAR KOMPETENSI.....	4
F. Cek Kemampuan	6
II PEMBELAJARAN	7
A. RENCANA BELAJAR PESERTA DIKLAT.....	7
B. KEGIATAN BELAJAR.	8
Kegiatan Belajar 1	8
A. Tujuan Kegiatan	8
B. Uraian Materi	8
C. Rangkuman 1	18
D. Tugas 1	20
E. Formatif 1	21
F. Jawaban Test Formatif 1	25
Kegiatan Belajar 2	26
A. Tujuan Kegiatan	26
B. Uraian Materi	26
C. Rangkuman 2	48
D. Tugas 2	50

E.	Test Formatif 2	52
F.	Jawaban Test Formatif 2	55
G.	Lembar Kerja Praktek.....	56
III	EVALUASI	58
IV	PENUTUP	65
	DAFTAR PUSTAKA	66
	STORYBOARD	68

GLOSSARIUM

Kapasitas pemutusan : harga dari arus pemutusan prospektif yang mana sebuah peralatan pemutus mampu memutuskan rangkaian pada tegangan yang dinyatakan dalam kondisi penggunaan dan tingkah laku yang telah ditentukan.

Pengaman Lebur : sebuah peralatan pemutus yang mana rangkaian akan diputus oleh meleburnya bagian tertentu sebagai hasil dari pemanasan internal yang diakibatkan oleh mengalirnya arus pada alat tersebut. Jika arus melebihi harga yang telah ditentukan dan untuk jangka waktu yang telah ditentukan pula.

Derajat Pengamanan : adalah jenis dari pengamanan sebuah item dari peralatan yang menunjukkan luas/lingkup dari pengamanan, seperti contohnya pengamanan terhadap sengatan arus listrik, pengamanan terhadap benda asing dan air.

Perangkat hubung bagi : adalah suatu perlengkapan untuk mengendalikan dan membagi tenaga listrik dan atau mengendalikan dan melindungi sirkit dan memanfaatkan tenaga listrik.

Sistem laci (withdrawable) : adalah system pemasangan peralatan PHB yang mana pada sistem ini baik untuk saluran masuk dan keluar penyambungannya dengan sistem kontak tusuk, sehingga kita tidak perlu melepas kabel yang menuju ke beban, kecuali itu juga pada sistem laci (withdrawable) ini dilengkapi dengan sakelar pembatas pada rangkaian pengunci kumparan kontaktor yang berfungsi sebagai sakelar interlok mekanik untuk mencegah agar unit tidak bisa diaktifkan sebelum posisi dari unit pada waktu memasukkan betul-betul telah tersambung sempurna.

I. PENDAHULUAN

A. DESKRIPSI MODUL

Modul ini berjudul “ Perencanaan dan Konstruksi Panel “, yang merupakan salah satu modul dari keseluruhan dua modul, dimana judul modul lainnya adalah “ Pemeliharaan Panel Listrik “.

Kedua modul ini diturunkan melalui analisis kebutuhan pembelajaran dari unit kompetensi *Memelihara Panel Listrik* [PTL.HAR.009 () A] pada sub kompetensi *Merencanakan dan Mempersiapkan Pekerjaan*.

Pengembangan isi modul ini diarahkan sedemikian rupa sehingga materi pembelajaran yang terkandung didalamnya disusun berdasarkan topik-topik selektif untuk mencapai kompetensi Memelihara Panel Listrik.

B. PRASYARAT

Sebelum mempelajari modul *Perencanaan dan Konstruksi Panel* ini anda terlebih dahulu mempelajari modul dan memiliki pengetahuan tentang :

1. Pemeliharaan keamanan instalasi listrik. [LIS PTL 029 (K)]
2. Sistem Catu Daya. [LIS PTL 030 (P)]
3. Sistem pensaklaran sebagai alat pemutus. [LIS PTL 031(P)]
4. Pengoperasian peralatan pengalih daya tegangan rendah. [LIS PTL 032 (K)]
5. Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL).
6. Ilmu bahan listrik.

C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

Modul ini menggunakan sistem pelatihan berdasarkan pendekatan kompetensi, yakni salah satu cara untuk menyampaikan atau mengajarkan pengetahuan, ketrampilan dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam suatu pekerjaan. Penekanan utamanya adalah tentang apa yang dapat dilakukan seseorang setelah mengikuti pelatihan.

Salah satu karakteristik yang paling penting dari pelatihan yang berdasarkan pendekatan kompetensi adalah penguasaan individu secara aktual di tempat kerja.

Dalam sistem pelatihan ini, standar kompetensi diharapkan dapat menjadi panduan bagi peserta pelatihan untuk dapat :

- ? Mengidentifikasi apa yang harus dikerjakan peserta pelatihan
- ? Mengidentifikasi apa yang telah dikerjakan peserta pelatihan
- ? Memeriksa kemajuan peserta pelatihan
- ? Menyakinkan bahwa semua elemen (Sub kompetensi) dan kriteria unjuk kerja telah dimaksukkan dalam pelatihan dan penilaian.

D. TUJUAN AKHIR

Modul ini merupakan modul lanjutan yang bertujuan untuk mempersiapkan seorang pengajar guru atau Teknisi Listrik memiliki pengetahuan, ketrampilan dan sikap kerja tentang proses Desain dan Pembuatan Panel (PHB) Tegangan Rendah dan penerapannya di tempat kerja/Industri.

E. STANDAR KOMPETENSI

Kode Kompetensi : PTL.HAR.009 ()A

Unit Kompetensi : Memelihara Panel Listrik

Unit kompetensi ini berkaitan dengan pemeliharaan peralatan panel-panel distribusi dan panel kendali/kontrol, termasuk pengetahuan pendukung yang diperlukan seperti: Kesehatan dan Keselamatan kerja, Penggunaan Perkakas, Teori Listrik, Teknik Pengawatan, Interpretasi Gambar dan Pembuatan Sket, Perencanaan dan Konstruksi Panel.

Sub Kompetensi 1.

Merencanakan dan Mempersiapkan Pekerjaan

KUK :

1. Perawatan panel distribusi & kontrol direncanakan dan dipersiapkan untuk menjamin bahwa kebijakan dan prosedur K3 diikuti, pekerjaan diurutkan secara benar sesuai dengan persyaratan.

2. Orang yang berwenang dihubungi untuk memastikan bahwa pekerjaan dikoordinasikan secara efektif dengan pihak lain yang terkait di tempat kerja.
3. Perawatan panel distribusi & kontrol diperiksa sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan.
3. Kebutuhan bahan untuk penyelesaian pekerjaan diperoleh sesuai prosedur yang ditetapkan dan diperiksa sesuai dengan persyaratan pekerjaan.
4. Perkakas, perlengkapan dan gawai uji yang dibutuhkan untuk pelaksanaan pekerjaan diperoleh sesuai prosedur yang telah ditetapkan, dan diperiksa untuk operasi yang benar dan aman.
5. Pekerjaan persiapan diperiksa untuk memastikan bahwa tidak terjadi kerusakan yang tidak diharapkan dan memenuhi persyaratan.

Pengetahuan :

1. Memahami Kebijakan dan prosedur K3.
2. Mengidentifikasi kebutuhan bahan untuk penyelesaian pekerjaan.
3. Mengidentifikasi perkakas, perlengkapan dan gawai uji yang dibutuhkan untuk pelaksanaan pekerjaan.
4. Mengidentifikasi konstruksi PHB berdasarkan aplikasinya.
5. Mengidentifikasi jenis-jenis PHB.
6. Mengidentifikasi spesifikasi komponen PHB.

Ketrampilan :

1. Merencanakan dan mempersiapkan pekerjaan perancangan dan pembuatan panel sesuai dengan kebijakan dan prosedur K3.
2. Mengkoordinasikan pekerjaan dengan pihak lain yang terkait.
3. Memperoleh kebutuhan bahan untuk penyelesaian pekerjaan.
4. Memperoleh perkakas perlengkapan dan gawai uji yang dibutuhkan.
5. Membuat perencanaan proyek PHB dan melakukan perakitan PHB.

Sikap :

1. Mentaati kebijakan dan prosedur K3.

Kode Modul : LIS PTL 044 (P)

F. Cek Kemampuan

Gunakan tabel berikut untuk mengukur apakah anda telah menguasai pokok-pokok materi pada modul ini yang diperlukan untuk penguasaan unit kompetensi **Memelihara Panel Listrik** pada sub kompetensi **Merencanakan dan Mempersiapkan Pekerjaan**. Apabila anda telah menguasai kompetensi seperti tersebut diatas, maka anda dapat mengajukan uji kompetensi kepada assessor internal dan eksternal.

Sub kompetensi/elemen	Kriteria unjuk kerja	Ya	Tdk	Perlu latihan lanjut
Merencanakan dan mempersiapkan pekerjaan	<p>1. Perawatan panel distribusi & kontrol direncanakan dan dipersiapkan untuk menjamin bahwa kebijakan dan prosedur K3 diikuti, pekerjaan diurutkan secara benar sesuai dengan persyaratan.</p> <ul style="list-style-type: none">≠ Kriteria pemilihan PHB berdasarkan kapasitas arus, proteksi, instalasi pemasangan komponen dan aplikasi dijelaskan≠ Jenis-jenis konstruksi PHB berdasarkan aplikasinya dijelaskan≠ Syarat-syarat yang diperlukan untuk memilih jenis PHB yang akan dipakai dalam sistem tenaga dijelaskan≠ Persyaratan desain standar PHB sesuai dengan peraturan atau standar yang berlaku ditunjukkan			

1	2	3	4	5
	<p>2. Kebutuhan bahan untuk penyelesaian pekerjaan diperoleh sesuai prosedur yang ditetapkan dan diperiksa sesuai dengan persyaratan pekerjaan.</p> <ul style="list-style-type: none">≈ Karakteristik dan spesifikasi komponen PHB diidentifikasi≈ Dokumen desain PHB ditunjukkan≈ Daftar kebutuhan komponen utama dan asesories PHB dibuat dan ditunjukkan <p>3. Perkakas, perlengkapan dan gawai uji yang dibutuhkan untuk pelaksanaan pekerjaan diperoleh sesuai prosedur yang telah ditetapkan, dan diperiksa untuk operasi yang benar dan aman.</p> <ul style="list-style-type: none">≈ Gambar tata letak komponen PHB dibuat dan ditunjukkan≈ Perakitan dan pengawatan komponen PHB dilakukan sesuai prosedur dan standar yang berlaku≈ Pengujian karakteristik elektrik PHB dilakukan sesuai prosedur dan standar yang berlaku.			

II. PEMBELAJARAN

A. KEGIATAN BELAJAR I

PERANGKAT HUBUNG BAGI

Informasi

Pada unit ini anda akan belajar tentang Panel Hubung Bagi, yang dalam bahasanya meliputi : pengertian PHB, jenis-jenis PHB, konstruksi PHB, pemilihan PHB, dan perencanaan PHB. Pengetahuan ini akan sangat menunjang dalam memahami secara umum tentang PHB, dimana PHB ini merupakan bagian atau komponen yang dipakai dalam sistem suplai tenaga listrik.

Tujuan Pembelajaran Khusus

Setelah mempelajari unit ini anda diharapkan mampu :

1. Menjelaskan pengertian PHB yang dipakai dalam sistem suplai tenaga listrik
2. Mengidentifikasi jenis-jenis PHB.
3. Mengidentifikasi konstruksi PHB berdasarkan aplikasinya.
4. Menjelaskan derajat pengamanan (indek proteksi) yang diterapkan pada PHB.

Kemampuan Awal

Sebelum mempelajari unit ini, anda harus terlebih dahulu memiliki pengetahuan tentang :

1. Sistem suplai tenaga listrik
1. Peralatan proteksi tegangan rendah.
2. Peralatan pemutus (sakelar) tegangan rendah.
3. Peraturan dan standar PUIL yang berkaitan dengan PHB.

Persyaratan Lulus

Untuk lulus dari unit ini anda harus telah mengerjakan seluruh latihan dengan benar dan telah pula mengerjakan tes dengan skor minimal 70.

1. URAIAN MATERI PEMBELAJARAN 1

Perangkat hubung bagi menurut definisi PUIL, adalah suatu perlengkapan untuk mengendalikan dan membagi tenaga listrik dan atau mengendalikan dan melindungi sirkit dan pemanfaat tenaga listrik. Adapun bentuknya dapat berupa box, panel, atau lemari.

Perangkat hubung bagi ini merupakan bagian dari suatu sistem suplai. Sistem suplai itu sendiri pada umumnya terdiri atas : pembangkitan (generator), transmisi (penghantar), pemindahan daya (transformator). Sebelum tenaga listrik sampai ke peralatan konsumen seperti motor-motor, katup solenoid, pemanas, lampu-lampu penerangan, AC dan sebagainya, biasanya melalui PHB terlebih dahulu. Di dalam pembahasan selanjutnya pada modul ini hanya akan dibahas tentang PHB tegangan rendah.

Di dalam memilih PHB yang akan dipakai dalam sistem, terdapat empat katagori yang dapat dipakai sebagai kriteria dalam pemilihan yaitu :

a. Arus

Yang dimaksud dengan arus ini adalah erat kaitannya dengan kapasitas PHB itu sendiri yang dipakai untuk melayani sejumlah beban yang sudah diperhitungkan sebelumnya, sehingga dalam pemilihan PHB itu perlu mempertimbangkan besarnya arus yang akan mengalir di PHB tersebut. Yang berkaitan dengan arus ini hal-hal yang perlu dipertimbangkan adalah:

- ✍ Rating arus rel
- ✍ Rating arus saluran masuk
- ✍ Rating arus saluran keluar
- ✍ Rating kemampuan rel dalam menahan arus hubungan singkat

b. Proteksi dan Instalasi

Di dalam memilih PHB perlu dipertimbangkan pula kriteria pengaman dan pemasangannya yaitu antara lain :

- ✍ Tingkat pengamanan
- ✍ Metode instalasinya

- ✍ Jumlah muka operasinya
- ✍ Peralatan ukur untuk proteksi
- ✍ Bahan selungkupnya

c. Pemasangan Komponen PHB

Terdapat beberapa macam pemasangan dalam pemasangan komponen PHB yaitu :

- ✍ Pemasangan tetap (non-withdrawable)
- ✍ Pemasangan yang dapat dipindah-pindah (removable)
- ✍ Pemasangan sistem laci (withdrawable)

d. Aplikasi

Bentuk dan konstruksi PHB yang ada dipasaran sangat banyak, sehingga susah untuk membedakan PHB jika dilihat dari bentuk fisiknya saja. Untuk membedakan PHB yang jenisnya sangat bervariasi akan lebih tepat jika ditinjau dari aplikasinya. Berikut adalah contoh dari beberapa pemakaian PHB yang lazim ditemui di lapangan :

- ✍ PHB untuk penerangan dan daya
- ✍ PHB untuk unit konsumen
- ✍ PHB untuk distribusi sistem saluran penghantar (trunking)
- ✍ PHB untuk perbaikan faktor daya
- ✍ PHB untuk distribusi di Industri
- ✍ PHB untuk distribusi motor-motor
- ✍ PHB utama
- ✍ PHB untuk distribusi
- ✍ PHB untuk sub distribusi
- ✍ PHB untuk sistem kontrol

e. Bentuk Konstruksi PHB

PHB jika ditinjau dari segi bentuk konstruksinya, dapat dibedakan sebagai berikut :

1) Konstruksi Terbuka

Pada jenis PHB dengan konstruksi terbuka ini pada bagian-bagian yang aktif atau bertegangan seperti rel beberapa peralatan, terminal dan penghantar dapat

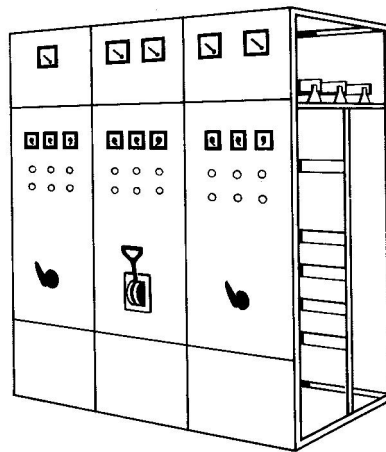
terlihat dan terjangkau dari segala sisi. Pemasangan PHB sistem terbuka ini hanya diijinkan pada ruangan yang tertutup dan hanya operator atau orang yang profesional yang boleh masuk dalam ruangan tersebut.

2) Konstruksi Semi -Tertutup

PHB jenis ini berupa panel yang dilengkapi dengan pengaman yang dapat mencegah terjadi kontak dengan bagian-bagian yang bertegangan pada PHB. Pengaman ini pada umumnya dipasang pada bagian sakelar/tombol operasi muka, sehingga operator tidak mempunyai akses menyentuh bagian-bagian yang bertegangan pada PHB dari arah muka.

Namun demikian pada panel jenis ini tidak semua sisi tertutup seperti contohnya pada bagian belakang dan sampingnya.

Untuk itu PHB jenis ini pula hanya diijinkan dipasang pada ruangan tertutup dan hanya operator atau orang yang profesional yang boleh masuk ruangan tersebut.



Gambar 1.1.

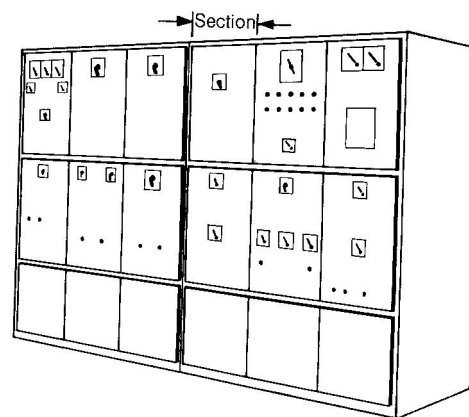
3) Konstruksi Lemari

PHB jenis konstruksi cubicle ini adalah tertutup pada semua sisinya, sehingga tidak ada akses untuk kontak dengan bagian yang bertegangan selama pengoperasian, karena konstruksi tertutup pada setiap sisinya, maka

pemasangan PHB jenis ini tidak harus di tempat yang tertutup dan terkunci, atau dengan kata lain dapat dipasang pada tempat-tempat umum pengoperasian listrik.

PHB jenis ini ada yang dibuat dengan sistem laci, yaitu komponen atau perlengkapan PHB ini dapat ditarik atau dilepas/untuk keperluan perbaikan atau pemeliharaan. Untuk memasang kembali dalam sistem, kita cukup mendorong ke dalam seperti kita mendorong laci.

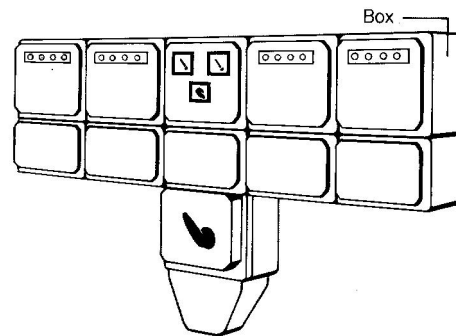
Pada PHB sistem laci ini bagian atau komponen yang bisa dilepas dan dipasang kembali, biasanya berupa sakelar pemisah atau pemutus tenaga untuk saluran masuk, saluran keluar dan sakelar penggandeng.



Gambar 1.2.

4) Konstruksi Kotak (Box)

PHB jenis kotak (box) ini ada yang terbuat dari bahan isolasi, plat logam, baja tuang, dsb. Di dalam kotak tersebut sudah dilengkapi dengan tempat untuk pengikat pemasangan rel, sekering, sakelar kontraktor dsb.



Gambar 1 .3.

f. Pemilihan PHB

Untuk memudahkan dalam pemilihan PHB yang akan dipakai dalam sistem, ada beberapa pedoman yang dapat dipakai, yaitu :

Membuat PHB induk :

- ✍ Rating arus peralatan harus sampai dengan 4000A
- ✍ Bahan selungkup dari plat baja
- ✍ Tinggi 2200 mm
- ✍ Metode pemasangan peralatan PHB dengan sistem pemasangan tetap atau tidak tetap (withdrawable)
- ✍ Kemampuan menahan arus hubungan singkat sampai dengan 176 kA
- ✍ Tingkat pengamanan untuk selungkup IP 40 atau IP 54

Untuk PHB distribusi :

- ✍ Rating arus peralatan sampai dengan 2000 A
- ✍ Bahan selungkup berupa bahan isolasi, plat logam dan baja tuang
- ✍ Penggunaan PHB box tinggi < 1000 mm
- ✍ Pemasangan peralatan dalam panel dipasang secara tetap
- ✍ Kemampuan menahan arus hubungan singkat sampai dengan 80kA
- ✍ Tingkat pengaman sampai dengan IP 65

Untuk mendapatkan keterangan yang lengkap data-data teknis yang diperlukan dalam pemilihan PHB dapat diperoleh dari buku katalog pabrik pembuat komponen PHB

















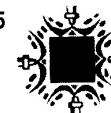




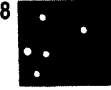
1) Kemampuan Menahan Arus Hubung Singkat

Arus hubung singkat prospektif yang mengalir pada instalasi antara saluran masuk menuju PHB induk atau PHB distribusi dan kabel yang menuju ke beban tidak boleh melebihi kemampuan menahan arus hubung singkat dari peralatan yang terpasang di PHB.

2) Derajat Pengamanan

Derajat pengamanan ini tergantung oleh kondisi lokasi pemasangan dan kondisi sekelilingnya. PHB harus dilengkapi dengan pengaman yang dapat mencegah terjadinya tegangan sentuh, benturan benda asing dan air.

Pemasangan PHB di ruangan dimana orang dapat dengan mudah menjangkaunya, PHB harus didesain dengan pengaman untuk mencegah terjadinya tegangan sentuh oleh karena kecelakaan maupun saat pengoperasian, untuk itu derajat pengamannya paling sedikit adalah IP 20. Derajat pengaman ini seperti telah disinggung di atas dinyatakan dalam IP (Indeks Protection), kemudian diikuti oleh angka 2 atau 3 digit, untuk mengartikan angka-angka tersebut mulai digit pertama, kedua dan ketiga.

angka pertama proteksi terhadap benda padat	angka kedua proteksi terhadap air/likuid	angka ketiga proteksi terhadap benturan
0  tidak ada proteksi	0  tidak ada proteksi	0  tidak ada proteksi
1  perlindungan terhadap benda yang lebih besar dari 50 mm	1  terlindung dari air yang jatuh vertikal	1  tahan terhadap benturan sebesar 0.225 joule. (benda seberat 150 g jatuh setinggi 15 cm)
2  perlindungan terhadap benda yang lebih besar dari 12 mm	2  terlindung dari air yang jatuh membentuk sudut 15° dengan garis vertikal	3  tahan terhadap benturan sebesar 0.500 joule. (benda seberat 250 g jatuh setinggi 20 cm)
3  perlindungan terhadap benda yang lebih besar dari 2.5 mm	3  terlindung dari air yang jatuh membentuk sudut 60° dengan garis vertikal	5  tahan terhadap benturan sebesar 2.00 joule. (benda seberat 500 g jatuh setinggi 40 cm)
4  perlindungan terhadap benda yang lebih besar dari 1 mm	4  terlindung dari air yang datang dari segala arah	7  tahan terhadap benturan sebesar 6.00 joule. (benda seberat 1.5 kg jatuh setinggi 40 cm)
5  perlindungan terhadap debu	5  terlindung dari air yang disemprotkan dari segala arah	9  tahan terhadap benturan sebesar 20.00 joule. (benda seberat 5 kg jatuh setinggi 40 cm)
6  debu sekecil apapun tidak dapat masuk	6  terlindung dari semprotan air yang menyerupai gelombang air laut	
	7  terlindung dari efek tenggelam (kedap air)	
	8  terlindung dari efek tenggelam dengan kedalaman yang disertai tekanan air (kedap air)	

Sebagai contoh dengan berdasarkan tabel di atas, maka arti dari kode IP 40 adalah bahwa peralatan diproteksi/terlindung terhadap benda padat yang lebih besar dari 1 mm, tetapi tidak sama sekali terlindung dari air.

3) Selungkup dari bahan penyekat.

Selungkup yang digunakan untuk PHB harus diproteksi terhadap korosi dan tegangan sentuh. Pada umumnya dipasaran ditawarkan dua macam bahan yaitu bahan metal dan bahan penyekat, seperti polyester yang dicampur dengan fiberglass atau bahan penyekat lainnya.

4) Permukaan selungkup logam

Semua jenis konstruksi PHB baik selungkup maupun struktur untuk pemasangan komponen yang terbuat dari logam harus diproteksi dengan finishing permukaan yang baik. Pada umumnya selungkup PHB dicat dengan menggunakan “Polyester Epoxy Powder”, sehingga mempunyai sifat mekanik yang cukup baik.

5) Pemasangan

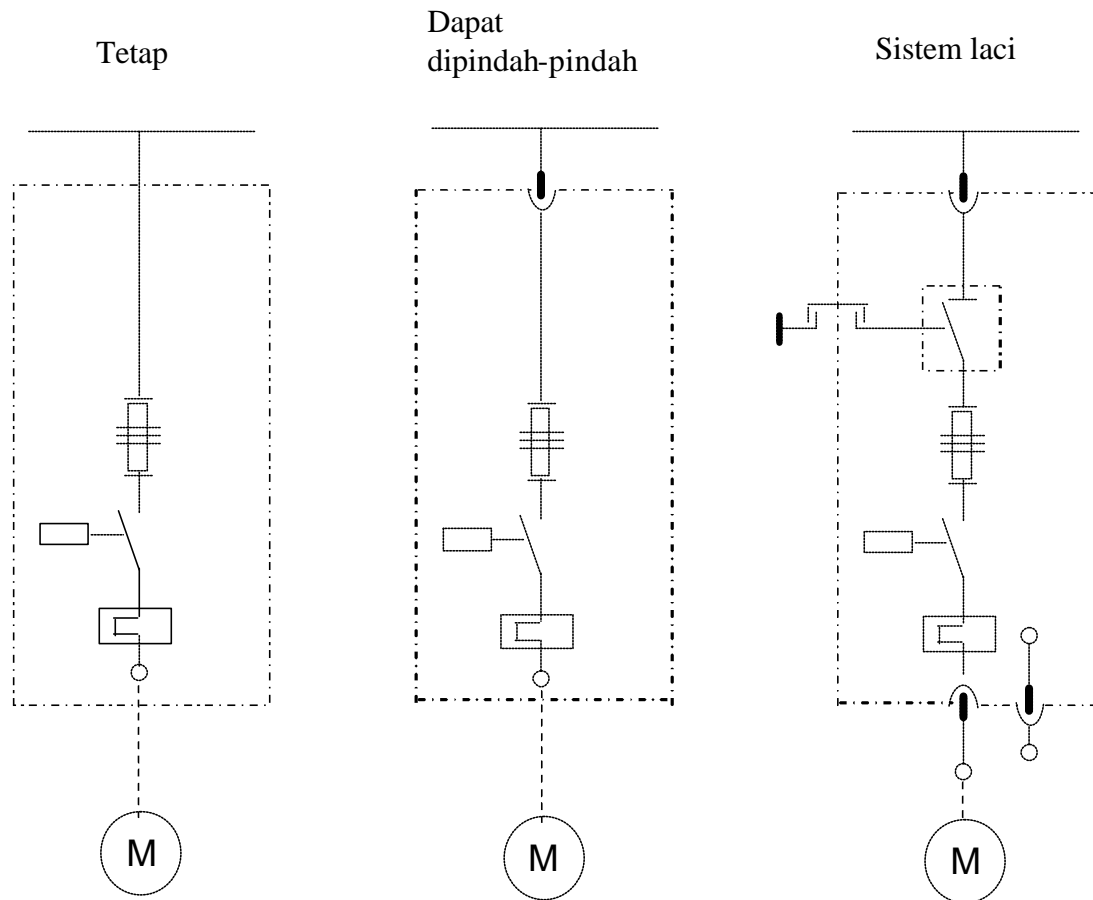
Sebelum menentukan jenis PHB yang akan dipakai perlu pula dipertimbangkan cara pemasangannya. Ada beberapa cara dalam pemasangan PHB yaitu :

- ✍ Di lantai dekat dinding
- ✍ Di lantai, berdiri bebas di ruangan
- ✍ Menempel tetap di dinding
- ✍ Digantung di langit-langit
- ✍ Dipasang di rak

g. Jenis Bagian PHB

Setiap PHB dibuat satu atau beberapa bagian yang mana untuk mengakomodasi jumlah item dari peralatan. Beberapa bagian PHB itu dibuat untuk memudahkan dalam perencanaan, dan rancang bangun.

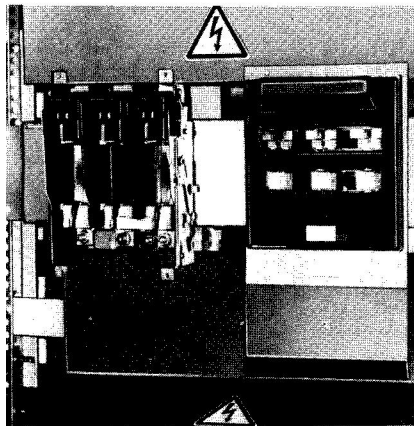
Gambar 1.5 menunjukkan contoh dari tiga macam metode pemasangan perlengkapan bagian PHB, yaitu pemasangan dengan cara tetap (fix) mudah dipindah-pindah (removable) dan sistem laci (withdrawable), yang dicontohkan oleh diagram satu garis dari unit pensuplai motor.



Gambar 1.5.

Pada pemasangan dengan sistem tetap (fix) unit saluran keluar secara permanen dihubungkan ke rel melalui kabel atau penghantar rel. Untuk mengganti perlengkapan maka perlu diisolasi terhadap rel, kabel yang menuju ke motor dan kabel untuk kontrol, dan pengukuran yang dihubungkan secara langsung maupun melalui terminal harus diputuskan.

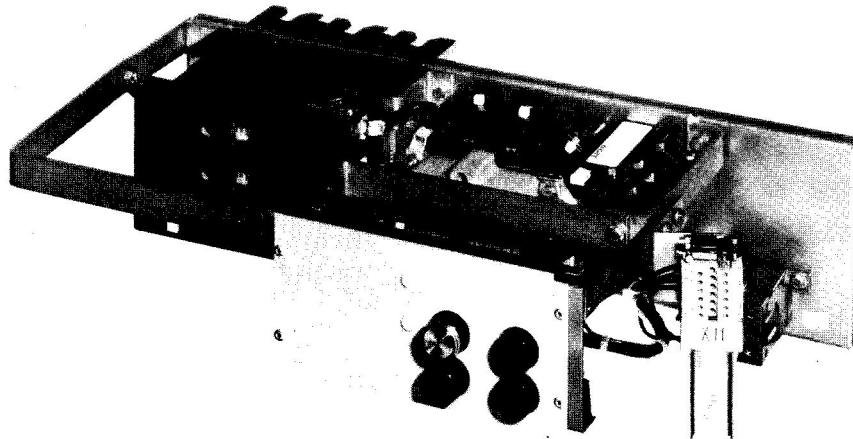
Gambar 1.6, di bawah adalah contoh dari bagian PHB dengan pemasangan tetap (fix) dengan menggunakan sekering HRC tegangan rendah yang dilengkapi dengan sakelar pemisah.



Gambar 1.6.

Untuk sistem yang dapat dipindah-pindah input diperoleh melalui sebuah kotak isolasi 3 fasa yang memberikan daya listrik dari rel ke perlengkapan dengan menggunakan tusuk kontak 3 fasa.

Gambar 1.7. Menunjukkan unit tusuk kontak yang dipakai untuk mensuplai motor.

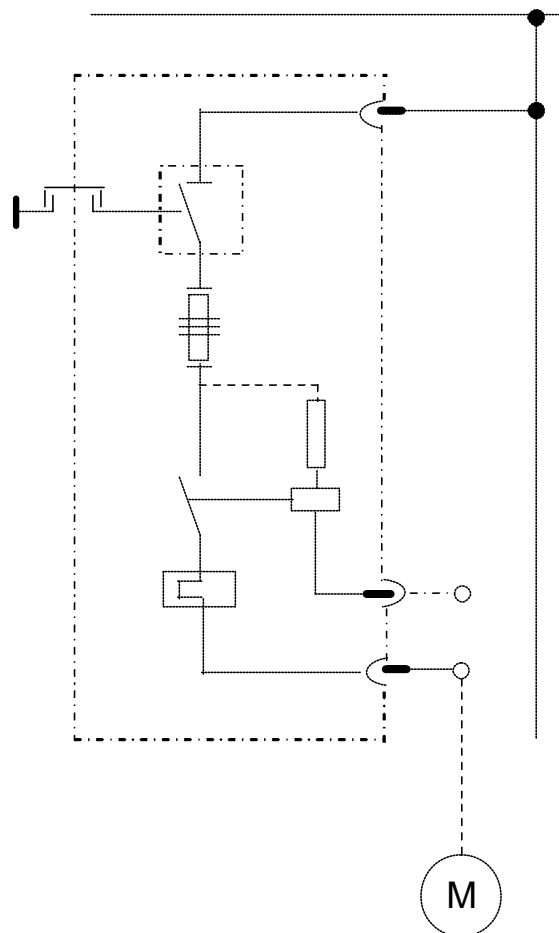


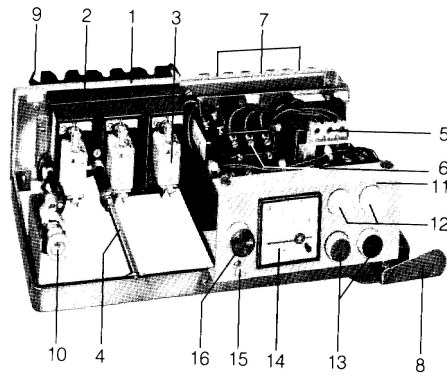
Gambar 1.7.

Perbedaan dengan dua sistem yang telah dijelaskan di atas, pada sistem laci ini mempunyai keunggulan yaitu mudah dalam pelayanan dan keamanan

operatornya lebih terjamin. Pada sistem ini baik untuk saluran masuk dan keluar penyambungannya dengan sistem kontak tusuk, sehingga kita tidak perlu melepas kabel yang menuju ke motor, kecuali itu juga pada sistem laci (withdrawable) ini dilengkapi dengan sakelar pembatas pada rangkaian pengunci kumparan kontaktor yang berfungsi sebagai sakelar interlok mekanik untuk mencegah agar unit tidak bisa diaktifkan sebelum posisi dari unit pada waktu memasukkan betul-betul telah tersambung sempurna.

Gambar 1.8, menunjukkan contoh dari unit perlengkapan sistem laci (withdrawable) bagian dari PHB yang dipakai untuk motor serta rangkaian dasarnya.





Gambar 1.8.

Rangkuman

Deasin konstruksi dan spesifikasi dari berbagai jenis PHB adalah sangat penting untuk diketahui dan diidentifikasi dengan benar, dengan demikian tidak akan terjadi kesalahan dalam pemilihan PHB yang akan dipasang dalam sistem tenaga listrik. Dalam memilih PHB perlu dipertimbangkan hal-hal, seperti : dimana PHB tersebut akan dipasang, berapa kapasitas yang diperlukan, alat ukur dan proteteksi yang dibutuhkan, dsb.

Test Formatif

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut secara singkat dan jelas !

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan PHB dan sebutkan jenis-jenisnya berdasarkan aplikasinya.
2. Apa yang dimaksud dengan indeks proteksi IP 63
3. Sebutkan bentuk konstruksi PHB yang saudara ketahui dan jelaskan secara singkat dari setiap jenis konstruksi tersebut.
4. Sebutkan beberapa metoda pemasangan PHB dan jelaskan secara singkat cara-cara pemasangannya.
5. Apa yang dimaksud dengan kemampuan menahan arus hubung singkat pada PHB

Kunci Jawaban

PHB adalah suatu perlengkapan yang digunakan untuk mengendalikan dan membagi tenaga listrik dan atau mengendalikan dan melindungi sirkit dan pemanfaat tenaga listrik, adapun bentuknya dapat berupa box, panel, atau lemari.

1. Yang dimaksud dengan IP 63, adalah derajat pengamanan suatu peralatan listrik dimana peralatan tersebut diamankan atau terlindungi terhadap debu sekecil apapun dan air yang jatuh membentuk sudut 60 ?.
2. Bentuk dan jenis desain konstruksi dari PHB, diantaranya :
 - a. Konstruksi Terbuka
pada jenis PHB dengan konstruksi terbuka ini pada bagian-bagian yang aktif atau bertegangan seperti rel beberapa peralatan, terminal dan penghantar dapat terlihat dan terjangkau dari segala sisi.
 - b. Konstruksi Semi -Tertutup
PHB jenis ini berupa panel yang dilengkapi dengan pengaman yang dapat mencegah terjadi kontak dengan bagian-bagian yang bertegangan pada PHB. Pengaman ini pada umumnya dipasang pada bagian sakelar/tombol operasi muka, sehingga operator tidak mempunyai akses menyentuh bagian-bagian yang bertegangan pada PHB dari arah muka.
Namun demikian pada panel jenis ini tidak semua sisi tertutup seperti contohnya pada bagian belakang dan sampingnya.
 - c. Konstruksi Lemari
PHB jenis konstruksi cubicle ini adalah tertutup pada semua sisinya, sehingga tidak ada akses untuk kontak dengan bagian yang bertegangan

selama pengoperasian, karena konstruksi tertutup pada setiap sisinya, maka pemasangan PHB jenis ini tidak harus di tempat yang tertutup dan terkunci, atau dengan kata lain dapat dipasang pada tempat-tempat umum pengoperasian listrik.

d. Konstruksi Kotak (Box)

PHB jenis kotak (box) ini ada yang terbuat dari bahan isolasi, plat logam, baja tuang, dsb. Di dalam kotak tersebut sudah dilengkapi dengan tempat untuk pengikat pemasangan rel, sekering, sakelar kontraktor dsb.

3. Cara-cara pemasangan pemasangan PHB, yaitu :

- ✍ Di lantai dekat dinding
- ✍ Di lantai, berdiri bebas di ruangan
- ✍ Menempel tetap di dinding
- ✍ Digantung di langit-langit
- ✍ Dipasang di rak

4. Yang dimaksud dengan kemampuan menahan arus hubung singkat pada PHB adalah, arus hubung singkat prospektif yang mengalir pada instalasi antara saluran masuk menuju PHB induk atau PHB distribusi dan kabel yang menuju ke beban tidak boleh melebihi kemampuan menahan arus hubung singkat dari peralatan yang terpasang di PHB.

B. KEGIATAN BELAJAR 2

STANDAR DESAIN PHB

Informasi

Pada unit ini anda akan belajar tentang desain standar dari beberapa jenis PHB tegangan rendah yang dipakai untuk PHB induk, PHB distribusi, PHB untuk motor-motor, dsb.

Pengetahuan ini akan sangat menunjang dalam memberi gambaran secara lebih detail tentang desain standar dari beberapa jenis PHB, ini akan sangat membantu dalam pekerjaan proyek pembuatan PHB.

Tujuan Pembelajaran Khusus

Setelah mempelajari ini diharapkan anda mampu :

1. Menjelaskan karakteristik listrik komponen PHB.
2. Mengidentifikasi spesifikasi komponen PHB.
3. Mengidentifikasi beberapa jenis PHB berdasarkan desain konstruksi dan fungsinya.
4. Memilih PHB sesuai dengan aplikasinya.

Kemampuan Awal

Sebelum mempelajari unit ini anda harus terlebih dahulu memiliki pengetahuan tentang :

1. Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL).
2. Jenis-jenis penghantar listrik.
3. Ilmu bahan listrik.
4. Mesin listrik.

Persyaratan Lulus

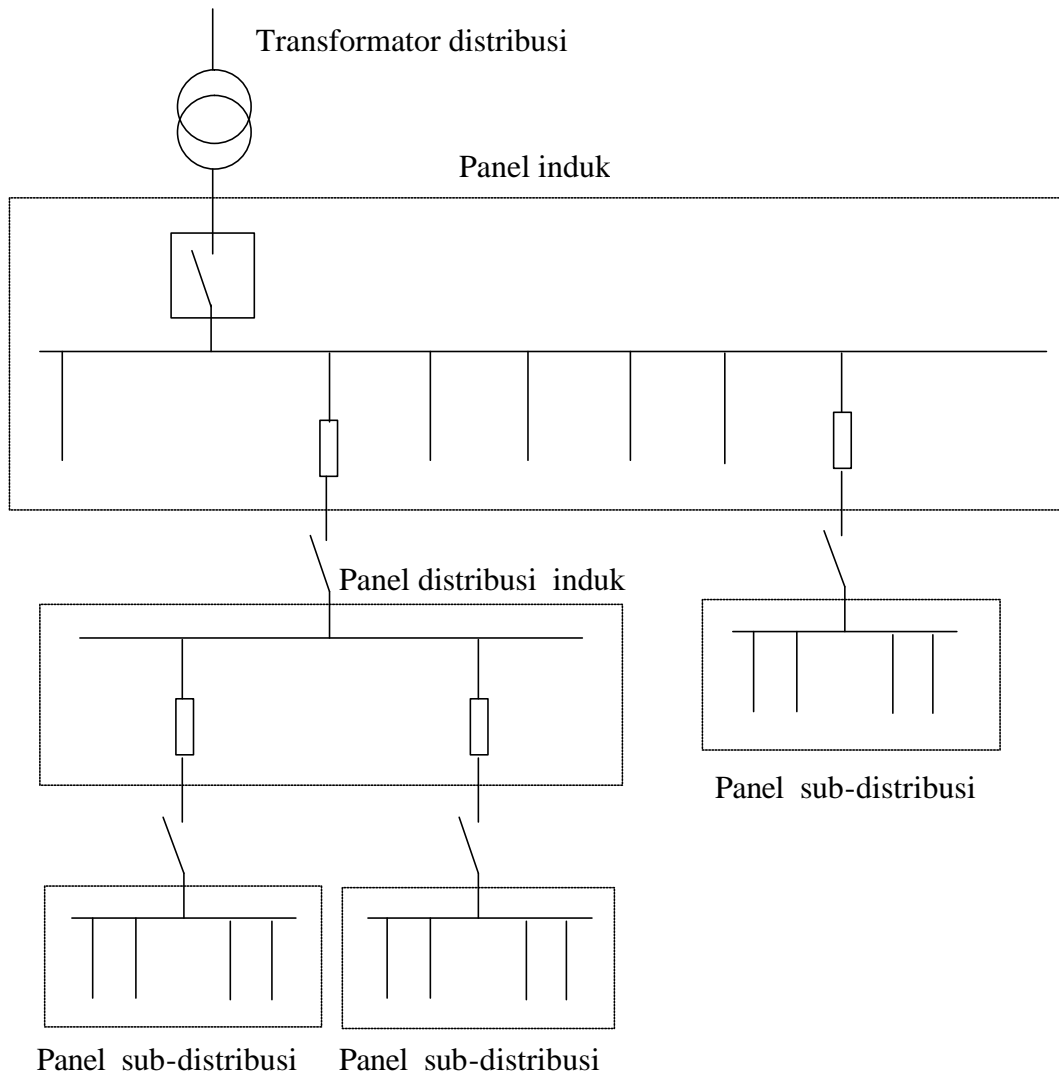
Untuk lulus dari unit ini anda harus telah mengerjakan seluruh latihan dengan benar dan telah pula mengerjakan tes dengan skor minimal 70.

1. Uraian Materi Pembelajaran 2

a. Umum

PHB dengan rating arus sampai dengan 4000 A dipasang sebagai PHB induk di industri, bangunan gedung bertingkat yang besar, rumah sakit besar, atau pada tempat-tempat yang mengkonsumsi daya listrik yang besar.

Pada umumnya sistem konfigurasi suplai tenaga listrik di industri melalui sebuah PHB induk (pusat daya) yang diisi/disuplai dari satu atau lebih transformator, kemudian melalui rel saluran keluar dihubungkan ke PHB distribusi yang melayani beberapa buah beban. Tentu saja saluran masuk maupun keluar diamankan oleh pemutus tenaga.



Gambar 2.1.

Pemisahan antara PHB induk dengan PHB distribusi mempunyai beberapa keuntungan :

- ✍ PHB induk dapat dipasang dekat dengan transformator penyulang, sehingga hanya memerlukan kabel yang pendek.
- ✍ Pemutus tenaga untuk saluran masuk maupun saluran keluar, hanya membutuhkan satu bentuk konstruksi, karena ukuran fisiknya relatif sama.
- ✍ PHB distribusi ini dipasang dekat dengan beban, sehingga hanya memerlukan kabel yang pendek.
- ✍ Oleh karena kabel yang menghubungkan antara PHB induk dengan PHB distribusi cukup panjang, sehingga komponen PHB distribusi dapat menggunakan komponen dengan kemampuan menahan terhadap arus hubung singkat yang rendah.

b. Rel dan Kabel Saluran Masuk

PHB induk ini pada umumnya ditempatkan pada tempat yang dekat dengan transformator penyulungan. Kabel yang masuk menuju ke rel PHB induk ini dapat dilakukan melalui bagian bawah atau atas. Apabila kapasitas daya (transformator)nya besar, maka penarikan kabel untuk saluran masuk dapat dengan cara diparalel dua kabel atau lebih.

c. Saluran Keluar

Untuk saluran keluar ini adalah menggunakan kabel yang panjangnya tergantung oleh jarak, demikian pula perlu dipertimbangkan arus dan drop tegangannya. Diperkenankan menggunakan kabel paralel, bila arusnya lebih dari 250A. Pada umumnya kabel keluar melalui bagian bawah dari PHB, pemasangan kabel dapat dilakukan dengan menggunakan nampan kabel (cable tray) yang digantung dilangit-langit, dapat pula dengan cara membuat lorong di bawah lantai untuk saluran kabel.

d. Prosedur Pelayanan dan Pemeliharaan

Prosedur pelayanan dan pemeliharaan harus mengikuti ketentuan-ketentuan yang berlaku (PUIL pasal 601 B)

Apabila PHB nya jenis laci (withdrawable) maka perlu dipertimbangkan ruang yang cukup untuk pengoperasian.

Pada saluran keluar dari PHB induk yang menuju ke PHB distribusi perlu diperhatikan pula hal-hal yang berhubungan dengan pelayanan dan pemeliharaan ini. Untuk itu pada saluran keluar harus diberi ruang yang cukup untuk pelayanan dan pemeliharaan.

e. Fasilitas Isolasi

Apabila beberapa transformator menyulang sebuah rel atau beberapa bagian rel dengan sistem gandeng, maka diperlukan sakelar isolasi. Ini dimaksudkan apabila terjadi gangguan, perbaikan, dan modifikasi rangkaian, saluran masuknya dapat diisolasi.

Untuk keperluan ini dapat dilakukan dengan cara memasang :

- ✍ Sakelar pemisah dengan rating sampai dengan 3000A
- ✍ Sakelar beban yang menggunakan HRC fuse
- ✍ Pemutus tenaga dengan sistem laci (withdrawable)

Pada akhirnya, pertimbangannya bukan hanya penghematan biaya semata, tetapi perlu dipertimbangkan pula luas ruang yang diperlukan untuk PHB.

Pengisolasian ini diperlukan pula untuk saluran keluar dari rel, yaitu untuk keperluan pada saat ada gangguan, pemeliharaan modifikasi rangkaian dsb.

Dalam beberapa hal sakelar pemutus beban dengan sekering HRC yang dipakai untuk pengaman hubung singkat dapat dipakai untuk keperluan tersebut.

f. Rel

Sistem rel yang dipakai pada PHB induk disebut dengan “Sistem 4 rel”. Tiga rel diperuntukkan untuk penghantar 3 fasa masing-masing LI/R, L2/S, dan L3/T dan satu rel lagi diperuntukkan untuk hantaran PE atau PEN, yang diletakkan pada bagian bawah di PHB. Sedangkan untuk rel fasanya dipasang pada bagian atas secara mendatar.

Sehubungan dengan kapasitas pembebanan dari rel utama ini, ukuran rel harus ditentukan dengan cermat. Sebagai dasar untuk menentukan ukuran rel diantaranya adalah : kondisi operasi normal dan rating arusnya, kondisi hubung singkat (berupa panas yang dibangkitkan diakibat oleh arus hubung singkat tersebut) dan besarnya ketegangan dinamis. Dengan demikian data-data dari pabrik pembuat rel ini harus relevan dengan standar desain PHB yang telah ditetapkan sesuai dengan ketentuan. Tabel berikut ini merupakan tabel yang menunjukkan berbagai ukuran dan kemampuan hantar arus pengantar rel (bus-bar) dari bahan tembaga.

KAPASITAS PENGHANTAR REL (BUS-BAR) TANPA ISOLASI

Ukuran mm x mm	Luas penampang mm ²	Berat Kg/m	Pembebanan Kontinyu Arus Searah (DC) Ampere				Pembebanan Kontinyu Arus Bolak-balik (AC) Ampere			
			I	II	III	II II	I	II	III	II II
12 x 2	23,5	0,209	115	205			110	200		
15 x 2	29,5	0,262	145	245			140	240		
15 x 3	44,5	0,396	175	305			170	300		
20 x 2	39,4	0,354	190	325			185	315		
20 x 3	59,5	0,529	225	390			220	380		
20 x 5	99,1	0,882	300	510			295	500		
25 x 5	74,5	0,663	275	470			270	460		
25 x 5	124,0	1,110	355	610			350	600		
30 x 3	89,5	0,792	320	560			315	640		
30 x 5	149,0	1,330	410	720			400	700		
40 x 3	119,0	1,090	430	740			420	710		
40 x 5	199,0	1,770	530	930			520	900		
40 x 10	399,0	3,550	770	2400	2000		780	1350	1850	2500
50 x 5	249,0	2,220	650	1150	1750		630	1100	1650	2100
50 x 10	495,0	4,440	960	1700	2500		920	1600	2250	3000
60 x 5	299,0	2,660	780	1300	1900	2500	760	1250	1760	2400
60 x 10	599,0	5,330	1100	2000	2800	3800	1080	1900	2600	3500
80 x 5	399,0	5,550	1000	1800	2500	3200	970	1700	2300	3000
80 x 10	799,0	7,110	1450	2600	3700	4800	1380	2300	3100	4200
100 x 5	499,0	4,440	1250	2250	3150	4050	1200	2050	2850	3500
100 x 10	999,0	8,890	1800	3200	4500	5800	1700	2800	3650	5000
120 x 10	1200,0	10,700	2150	3700	5200	6700	2000	3100	4100	5700
160 x 10	1600,0	14,200	2800	4800	6900	8000	2500	3900	5300	7300
200 x 10	2000,0	17,800	3400	6000	8500	11000	3000	4750	6350	8800

Rating arus dan arus hubung singkat dari rel utama mempunyai harga yang berbeda menurut jenis PHB nya, dan tergantung oleh :

- ✍ Posisi pemasangan komponen PHB
- ✍ Luas penampang penghantar
- ✍ Kekuatan mekanik penghantar
- ✍ Pemisahan antar penopang
- ✍ Kemungkinan pengaruh pemanasan dari komponen lain
- ✍ Pengaruh dari penghantar yang satu terhadap yang lain

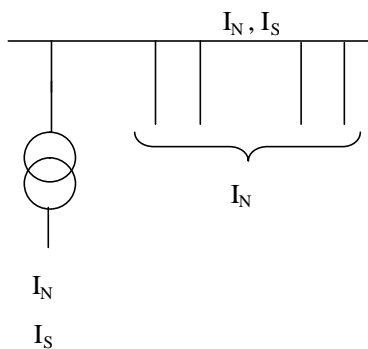
Hantaran rel untuk pentanahan (PE atau PEN) secara listrik harus dihubungkan ke kerangka PHB dan ukurannya diperhitungkan agar mampu dialiri oleh setiap arus hubung singkat yang mungkin timbul.

Ukuran rel penghantar untuk PE atau PEN berdasarkan pengalaman adalah 25% kali ukuran rel penghantar fasanya.

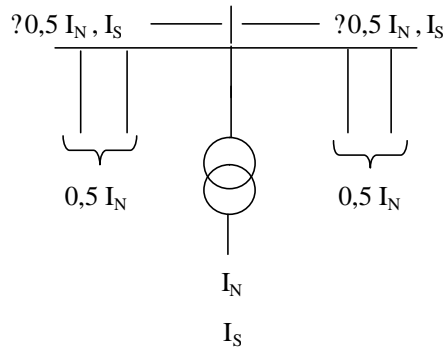
g. Posisi Saluran Masuk dan Keluar

Aspek yang penting dari spesifikasi busbar adalah secara fisik posisi saluran masuk dan keluar dari suatu PHB. Berikut adalah ilustrasi sebuah kemungkinan dari pengaturan saluran masuk dan keluar dari suatu PHB.

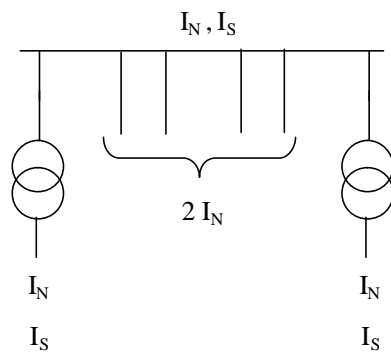
Satu pengisian disatu sisi



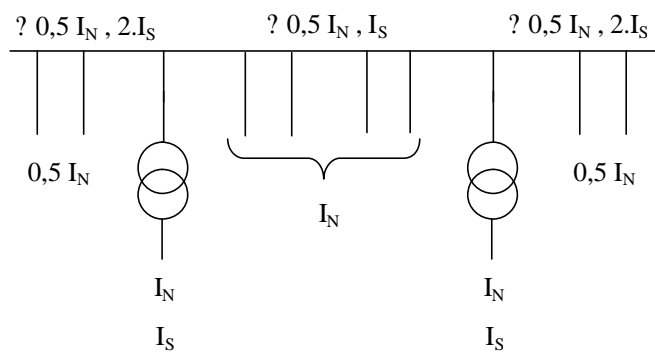
Satu pengisian dari tengah



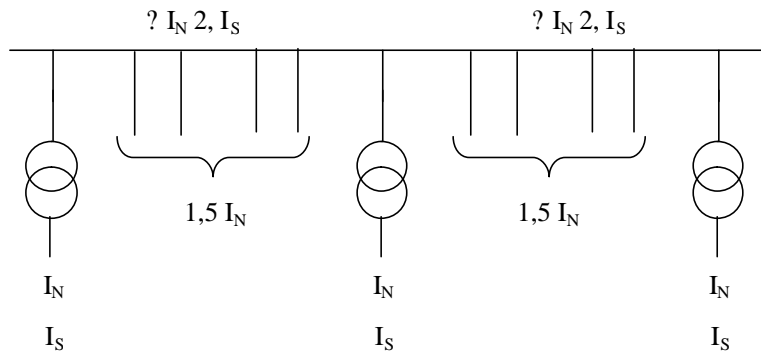
Dua pengisian pada sisinya



Dua pengisian di tengah



Satu pengisian di tengah dan dua di sisi.



h. Bahan dan Penandaan Rel

Bahan yang dipakai untuk rel kebanyakan dibuat dari tembaga elektrolit dan alumunium. Berdasarkan standar IEC 28 tentang Standar International dari tahanan yang terbuat dari tembaga, menyebutkan bahwa besar tahanan jenis tembaga adalah $\rho_{20} = 1/58 = 0,017241 \text{ } \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$. Dimana besar dari koefisien temperatur α_{20} pada suhu $20 \text{ } ^\circ\text{C}$ untuk tembaga adalah $\alpha_{20} = 3,93 \times 10^{-3}/\text{K}$. Harga ini akan bertambah besar atau kecil berbanding lurus dengan perubahan konduktifitasnya.

Sedangkan untuk bahan penghantar dari alumunium berdasarkan standar IEC 111 tentang Standar international dari tahanan yang terbuat dari alumunium (Commercial Hard Drawn Alumunium), menyebutkan bahwa besar tahanan jenis alumunium adalah $\rho_{20} = 0,028264 \text{ } \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

Dimana besar dari koefisien temperatur α_{20} pada suhu $20 \text{ } ^\circ\text{C}$ untuk alumunium adalah $\alpha_{20} = 4,03 \times 10^{-3}/\text{K}$. Harga ini akan bertambah besar atau kecil berbanding lurus dengan perubahan konduktifitasnya.

Untuk identifikasi rel biasanya dengan cara di cat, berdasarkan PUIL identifikasi warna adalah sebagai berikut :

Merah	-	LI/R
Kuning	-	L2/S
Hitam	-	L3/T
Biru	-	Netral

Kemudian untuk rel pentanahan PE atau PEN indentifikasi warnanya adalah loreng (hijau-kuning).

Identifikasi juga dapat dilakukan cukup dengan menggunakan lambang huruf, yaitu untuk fasanya adalah L1/R, L2/S, L3/T dan N untuk netral.

i. Beban Motor

Apabila terdapat sebuah atau lebih beban motor yang disuplai dari saluran keluar PHB, maka harus ikut diperhitungkan dalam menentukan ukuran relnya, sebab motor-motor ini akan memperbesar arus hubung singkat dari sistem.

j. PHB Standar

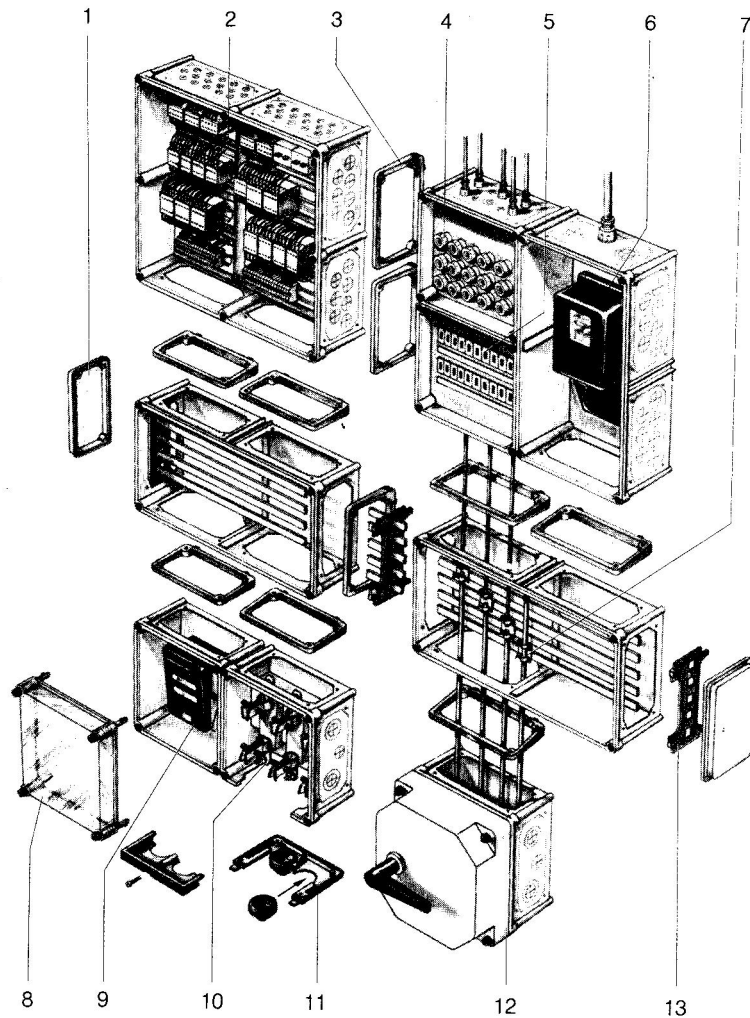
Seperti telah disinggung pada pembahasan sebelumnya, bahwa dipasaran terdapat berbagai macam dan jenis PHB. Berikut adalah beberapa contoh dari PHB yang ada dipasaran tersebut.

1) PHB Distribusi Bentuk Box

PHB jenis ini dipakai untuk distribusi daya listrik dengan kapasitas antara 250-1800 A, bahan selungkup yang dipakai adalah terbuat dari :

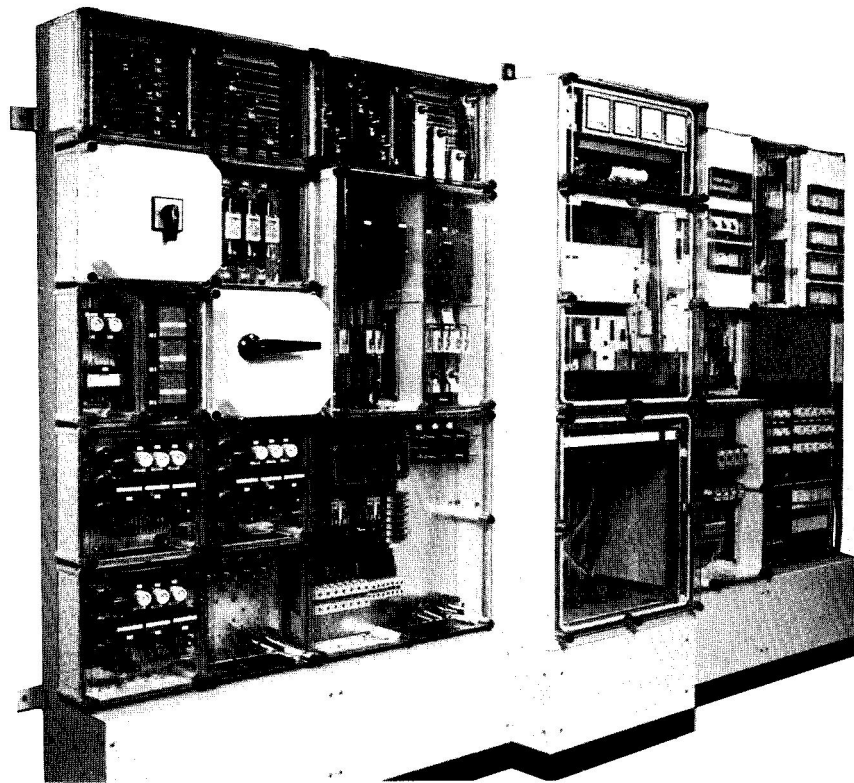
- ✍ Bahan isolasi
- ✍ Plat logam
- ✍ Baja tuang

Pada gambar 2-3a dan b di bawah PHB jenis box dengan pengisolasian total, artinya semua perlengkapannya terbuat dari bahan isolasi, sehingga akan menambah derajat pengamannya dan dapat mencegah te gangan sentuh.



- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1. Pelat penutup | 8. Penutup |
| 2. Kotak dengan peralatan kontrol | 9. Sakelar pemutus |
| 3. Gasket | 10. Sakring HRC |
| 4. Kotak sekring | 11. Pelat saluran masuk kabel |
| 5. Pengunci peralatan | 12. Sakelar pemutus |
| 6. Kotak meter | 13. Penopang rel |
| 7. Rel | |

Gambar 2.3 (a)



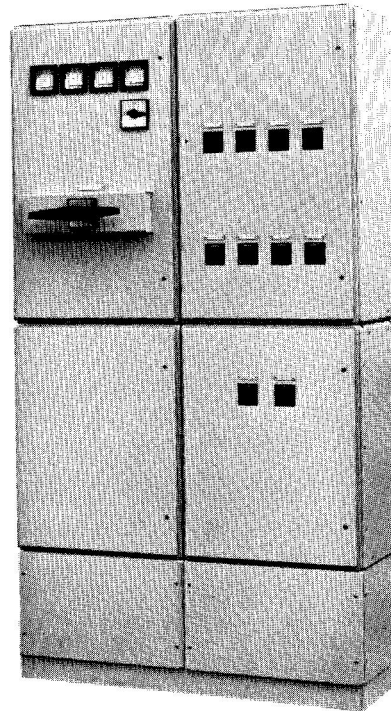
Gambar 2.3 (b)

Jika kita perhatikan dari gambar di atas, maka cukup dengan merakit bagian-bagian (tiap box) kemudian menyatukannya dengan bagian yang lain, dengan demikian akan memudahkan dalam hal penanganannya.

Semua selungkup dibuat dari glass-feber-polyester resin, ini secara teknis merupakan kombinasi bahan dengan kualitas yang baik dan baik untuk kebutuhan PHB, bahan isolasi ini mempunyai keunggulan :

- ✍ Isolasinya tinggi
- ✍ Derajat pengamanannya tinggi
- ✍ Tidak korosi
- ✍ Kekuatan mekanik yang besar
- ✍ Mudah dalam pengerjaannya
- ✍ Tahan panas
- ✍ Tidak memerlukan perawatan
- ✍ Bobotnya ringan

Gambar 2.4. adalah salah satu contoh PHB jenis box dengan selungkup pelat logam, konstruksi jenis ini cocok untuk PHB induk, distribusi dan kontrol. Rakitan box ini dapat dipasang di atas lantai (free standing) atau juga menempel di dinding.



Gambar 2.4.

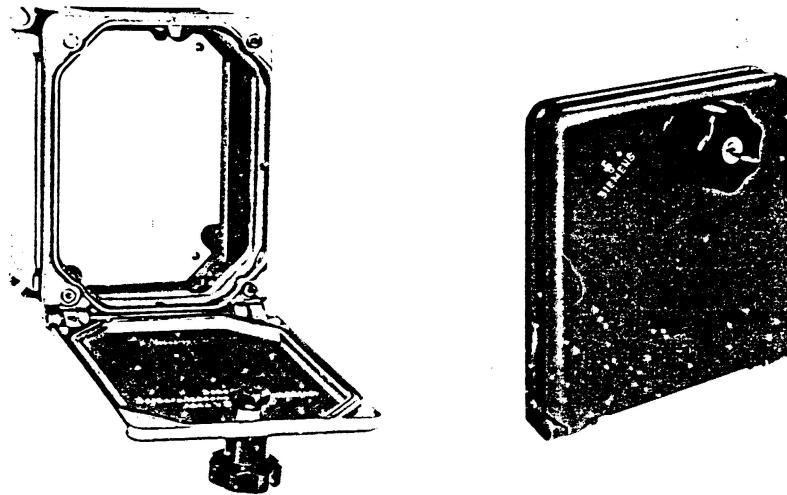
PHB dengan selungkup pelat ini mempunyai keunggulan dalam hal :

- ✍ Andal dalam pengoperasian
- ✍ Mudah untuk melakukan perluasan
- ✍ Mudah dalam pemasangannya
- ✍ Tidak memerlukan banyak perawatan

PHB distribusi dengan selungkup terbuat dari baja tuang dapat dilihat pada gambar 2.5. PHB ini mempunyai konstruksi yang kokoh dan tahan korosi. Oleh karena itu banyak digunakan pada tempat-tempat berdebu, pekerjaan kasar, lembab, dan pada daerah yang mempunyai iklim yang ekstrim.

PHB distribusi mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- ✍ Konstruksinya kokoh
- ✍ Dibuat dengan sistem modular
- ✍ Membutuhkan tempat yang tidak terlalu luas
- ✍ Pemasangannya mudah
- ✍ Perencanaan proyek dapat dilakukan dengan mudah
- ✍ Memungkinkan untuk diadakan perluasan
- ✍ Mudah dikombinasikan



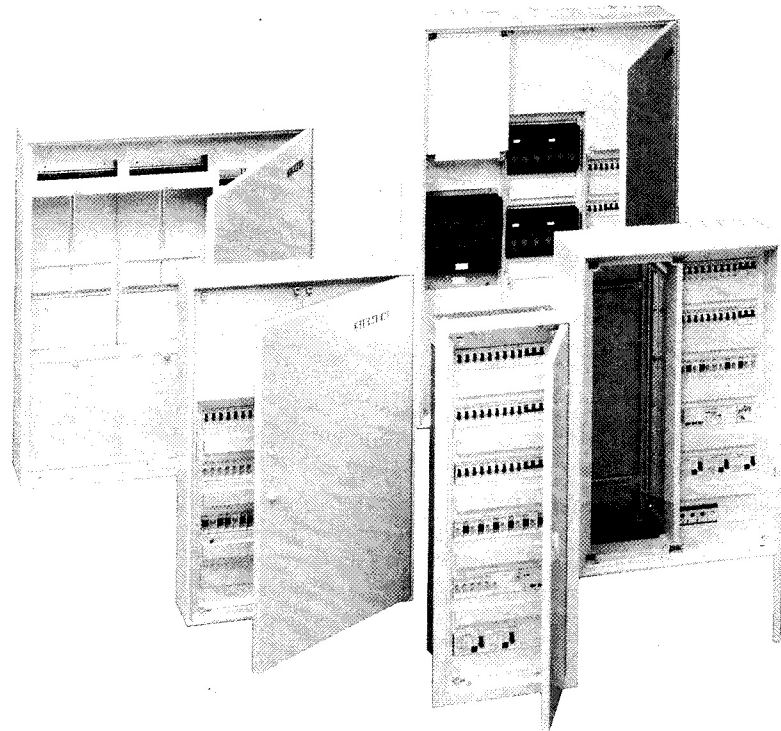
Gambar 2.5.

2) PHB Distribusi Kecil

Penggunaan dari PHB ini pada umumnya untuk konsumen rumah tangga, gedung administrasi, gedung komersial dan tempat-tempat umum.

PHB distribusi kecil dengan rating arus sampai dengan 63 A dihubungkan setelah KWH meter atau PHB induk. Komponen-komponen yang ada di PHB distribusi ini biasanya berupa sakelar tegangan rendah, ELCB, MCB sakering dsb.

Gambar 2.6 menunjukkan salah satu contoh PHB distribusi kecil, dimana selungkupnya terbuat dari bahan isolasi polyster.



Gambar 2.6

k. Komponen Utama PHB

Komponen utamanya PHB ini jenisnya sangat banyak, karena untuk setiap PHB dengan aplikasi berbeda akan membutuhkan komponen utama yang berbeda pula, misalnya PHB distribusi dan PHB kontrol.

Karena komponen utama PHB ditinjau dari jenis dan konstruksinya sangat bervariasi, maka berikut ini hanya akan diberikan beberapa contoh utama PHB secara umum.

1) Peralatan Pengaman Tegangan Rendah

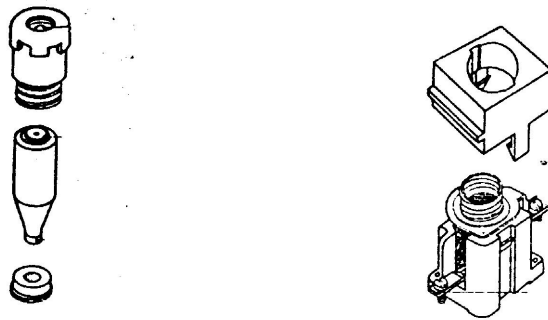
Pengaman ini berfungsi untuk mengamankan sistem, yaitu dengan cara mendeteksi kesalahan/gangguan dan pemutusan bagian sistem yang terganggu

a) Sekering

Sekering atau pengaman lebur ini umumnya digunakan untuk :

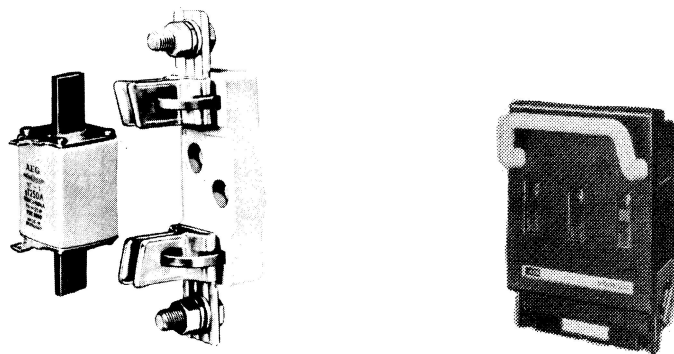
- ✍ Pengaman beban lebih pada hantaran dan peralatan listrik
- ✍ Pengaman hubung singkat pada hantaran dan peralatan listrik

Pengaman lebur ini dapat bekerja dalam waktu yang lama apabila ada beban lebih 20% dan akan bekerja lebih cepat apabila arus kesalahannya lebih besar (hubung singkat). Gambar 2.7. menunjukkan sebuah gambar dari sekering jenis ulir.



Gambar 2.7.

Dan pada gambar 2.8, menunjukkan sebuah gambar dari pengaman sekering pisau (HRC fuse). Jenis sekering ini mempunyai kapasitas pemutusan yang tinggi (sampai 80 kA). Rating arus dari sekering ini berkisar antara 2-1200A pada tegangan 415 volt.

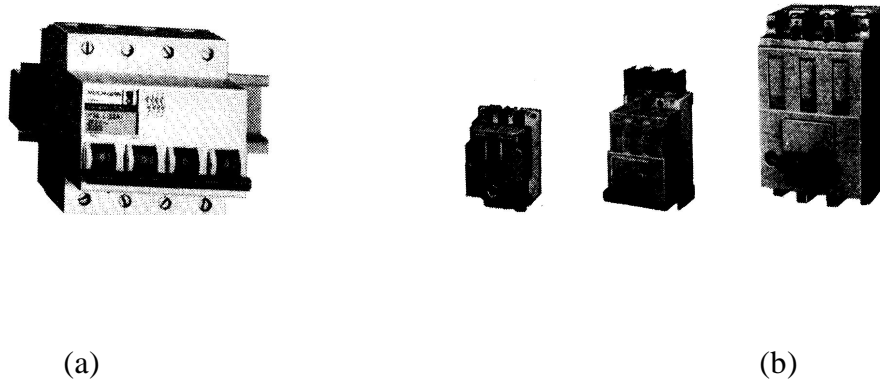


Gambar 2.8

b) Pemutus tenaga

Pemutus tenaga ini dapat memutuskan rangkaian secara otomatis apabila terjadi beban lebih (overload) atau hubung singkat.

Gambar 2.9 a dan b adalah contoh pemutus tenaga MCB dan MCCB.

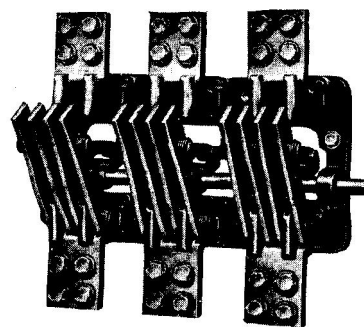


Gambar 2.9

2) Sakelar

a) Pemisah

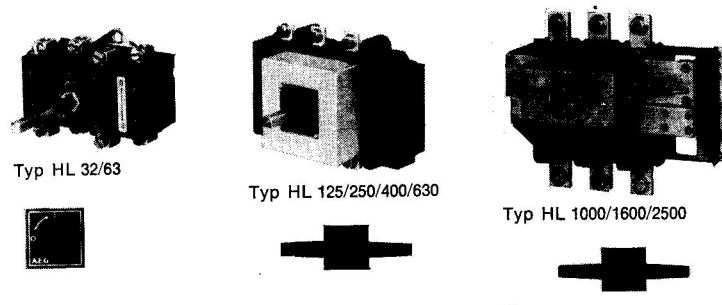
Sakelar ini dipakai untuk menghubungkan dan memutuskan rangkaian dalam keadaan tidak berarus (tidak berbeban), gambar 2-10 menunjukkan konstruksi dari sakelar pemisah tersebut.



Gambar 2.10

b) Sakelar Beban

Sakelar beban ini boleh dioperasikan dalam keadaan rangkaian berarus (berbeban) gambar 2.11 menunjukkan salah satu jenis sakelar beban tersebut.



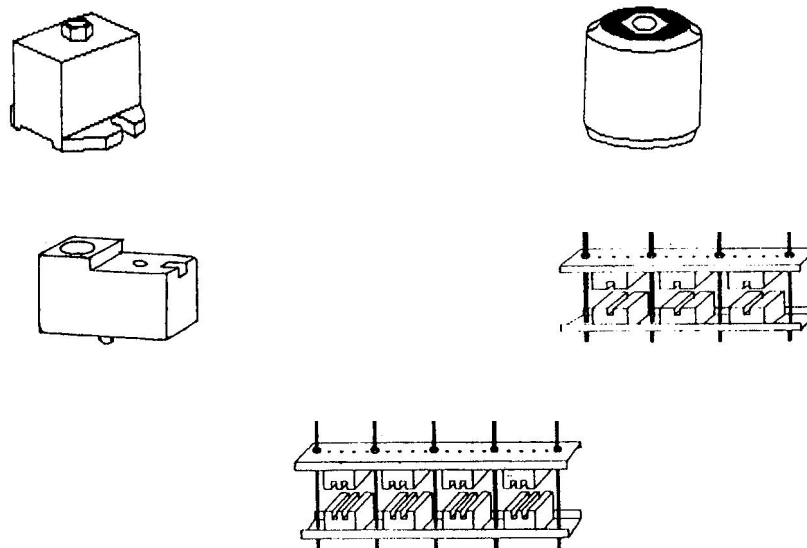
Gambar 2.11.

3) Penopang Rel

Penopang rel ini adalah merupakan bagian atau komponen PHB yang penting, karena komponen ini berfungsi kecuali sebagaiudukan rel dan sekaligus mengikat rel tersebut agar tidak bergerak, sehingga jarak antar rel dan jarak antara rel dengan bagian konduktif yang terdapat pada panel dapat terjaga dengan baik. Disamping itu juga berfungsi sebagai isolator antara rel dengan bagian-bagian konduktif yang terdapat pada panel.

Terdapat beberapa jenis desain konstruksi penopang rel, diantaranya adalah rel penopang bentuk : silinder, persegi, tangga, jepit, dan sebagainya.

Gambar. 2.12 berikut menunjukkan desain konstruksi dari berbagai jenis penopang rel seperti tersebut diatas.



Gambar. 2.12

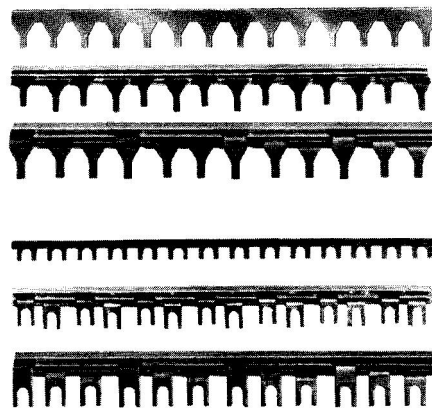
1. Asesori PHB

Asesoris PHB adalah merupakan bagian dari komponen PHB disamping komponen utama. Asesoris PHB ini adalah merupakan bagian kelengkapan dari PHB, sedang kita sendiri tahu bahwa terdapat pula berbagai macam jenis PHB, maka asesoris PHB ini jenis dan bentuknya pun sangat bervariasi.

Mengingat jumlah dan bentuknya sangat bervariasi, maka berikut ini akan diberikan contoh dari beberapa asesoris PHB untuk tegangan rendah yang dapat kita temui dipasaran.

1) Rel Penyambung

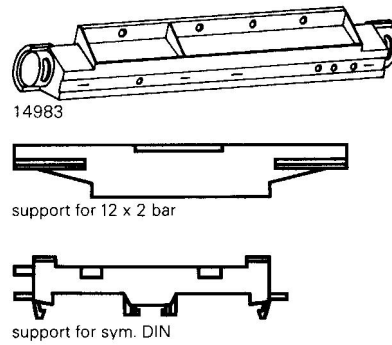
Rel penyambung ini berfungsi untuk menyambungkan secara listrik beberapa MCB satu atau tiga fasa, panjang rel ini dapat dipotong sesuai dengan kebutuhan dan biasanya panjang standar yang ada dipasaran adalah 2 m. Gambar 2-13 menunjukkan contoh dari jenis rel penyambung MCB tersebut.



Gambar 2-13

2) Penopang Terminal

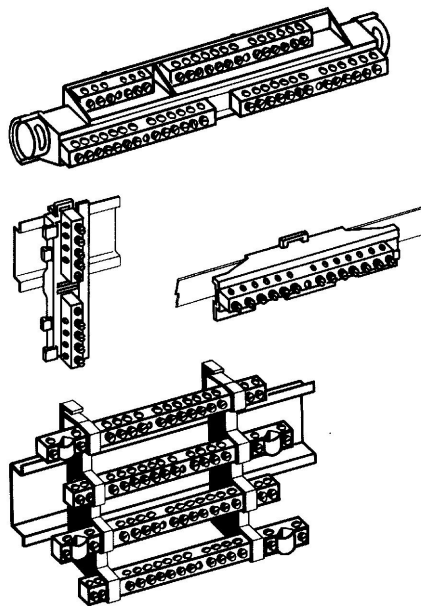
Penopang ini digunakan untuk menempatkan terminal untuk pencabangan pada PHB. Tentunya bentuk penopang terminal ini disesuaikan dengan kebutuhan, gambar 2-14 menunjukkan contoh dari penopang terminal.



Gambar 2.14

3) Terminal

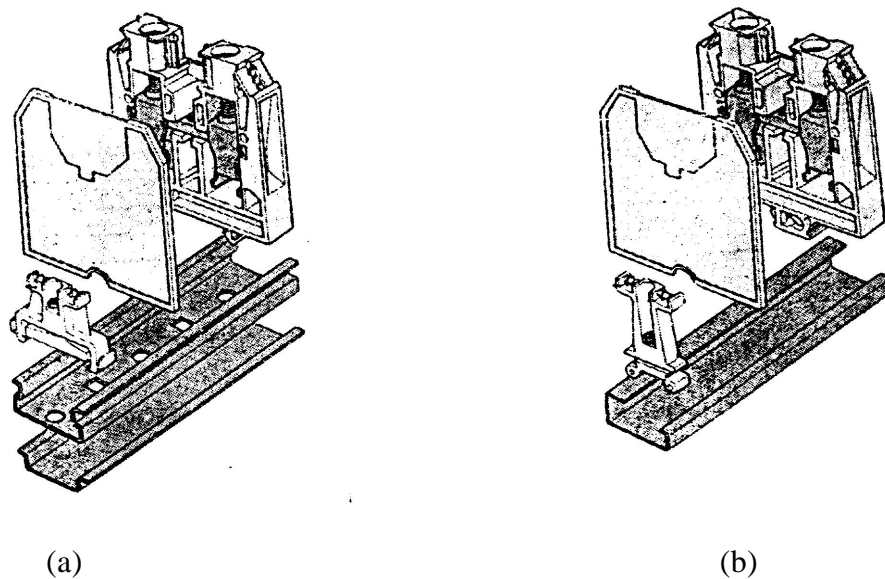
Pada PHB ini tidak bisa dihindari bahwa pencabangan mesti ada, yang memerlukan terminal untuk pencabangan. Gambar 2.15 menunjukkan salah satu contoh dari terminal pencabangan tersebut.



Gambar 2.15

4) Rel Omega dan Rel C

Rel omega dan rel C ini ada terbuat dari cadmium dan alumunium, rel ini dalam perakitan PHB biasanya dipasang pada dasar (base) panel atau pada rangkanya. Fungsi dari rel ini adalah sebagaiudukan untuk komponen-komponen utama dari PHB diantaranya MCB, sekering terminal kontaktor dsb. Gambar 2.17a dan b menunjukkan gambar dari rel omega dan rel C.



Gambar 2.17

5) Penutup akhir dan Pengunci terminal blok

Penutup akhir dan pengunci terminal blok dapat dilihat pada gambar 2.17 masing-masing fungsinya adalah sebagai penutup akhir untuk menutup bagian terminal akhir dari suatu susunan beberapa terminal agar bagian yang bertegangan tidak tersentuh, sedangkan pengunci adalah berfungsi untuk mencegah terminal blok tidak bergerak-gerak dan pengunci dipasang di samping kiri dan kanan dari suatu susunan terminal.

2. Rangkuman

PHB adalah merupakan perlengkapan yang digunakan untuk membagi dan mengendalikan tenaga listrik. Komponen utama yang terdapat di PHB diantaranya adalah : sekering, pemutus tenaga, sakelar isolasi, alat dan instrument ukur, dan rel (bus-bar). Disamping itu juga dalam PHB terdapat komponen pembantu atau asesoris lain seperti : lampu indicator, tombol-tombol operasi, rangkaian dan komponen kontrol, dsb. Ukuran fisik maupun spesifikasi komponen-komponen teknik dari PHB ini sangat tergantung dengan besarnya kapasitas PHB serta jumlah saluran masuk dan saluran keluar pada PHB tersebut.

3. Test Formatif

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan singkat dan jelas !

1. Sebutkan keuntungan-keuntungan yang dapat diperoleh apabila PHB induk dan PHB distribusi dipisahkan
2. Jelaskan dengan singkat dasar apa saja yang dipakai untuk menentukan ukuran rel utama yang dipakai PHB
3. Pada PHB biasanya dilengkapi pula dengan sakelar pemisah (sakelar isolasi) jelaskan apa fungsinya
4. Apabila PHB mensuplai beban motor-motor yang besar, maka harus dipertimbangkan pengaruhnya dalam penentuan ukuran rel yang dipakai pada PHB mengapa demikian ?

4. Kunci Jawaban

1. Keuntungan yang dapat diperoleh apabila panel induk dengan panel distribusi adalah :
 - ✍ PHB induk dapat dipasang dekat dengan transformator penyulang, sehingga hanya memerlukan kabel yang pendek.
 - ✍ Pemutus tenaga untuk saluran masuk maupun saluran keluar, hanya membutuhkan satu bentuk konstruksi, karena ukuran fisiknya relatif sama.
 - ✍ PHB distribusi ini dipasang dekat dengan beban, sehingga hanya memerlukan kabel yang pendek.
 - ✍ Oleh karena kabel yang menghubungkan antara PHB induk dengan PHB distribusi cukup panjang, sehingga komponen PHB distribusi dapat menggunakan komponen dengan kemampuan menahan terhadap arus hubung singkat yang rendah.
2. Sebagai dasar untuk menentukan ukuran rel diantaranya adalah : kondisi operasi normal dan rating arusnya, kondisi hubung singkat (berupa panas yang dibangkitkan diakibat oleh arus hubung singkat tersebut) dan besarnya ketegangan dinamis.
3. Ini dimaksudkan apabila terjadi gangguan, perbaikan, dan modifikasi rangkaian, saluran masuknya dapat diisolasi, sehingga mudah dalam melakukan pekerjaan-pekerjaan seperti disebutkan diatas.
4. Karena apabila terdapat sebuah atau lebih beban motor yang disuplai dari saluran keluar PHB, maka harus ikut diperhitungkan dalam menentukan ukuran relnya, sebab motor-motor ini akan memperbesar arus hubung singkat dari sistem.

C. KEGIATAN BELAJAR 3

PERENCANAAN PROYEK PHB TEGANGAN RENDAH

Informasi

Pada unit ini anda akan belajar tentang bagaimana melakukan perencanaan proyek pembuatan/perakitan PHB. Untuk itu beberapa pokok bahasan yang akan dibahas disini, diantaranya : standar dan kriteria perencanaan PHB, alat Bantu perencanaan, dan langkah-langkah dalam perencanaan proyek pembuatan PHB.

Pengetahuan ini akan sangat membantu dalam melakukan pekerjaan perencanaan proyek pembuatan PHB pada umumnya berdasarkan standar dan kriteria yang telah ditetapkan, sehingga dapat menetapkan komponen-komponen PHB dengan tepat yang memenuhi standar kebutuhan.

Tujuan Khusus Pembelajaran

1. Menjelaskan standar-standar yang harus diterapkan dalam perencanaan PHB.
2. Mengidentifikasi komponen utama dan komponen asesoris PHB.
3. Menjelaskan langkah-langkah perencanaan proyek pembuatan PHB.
4. Membuat perencanaan proyek pembuatan PHB.

Kemampuan Awal

Sebelum mempelajari unit ini anda terlebih dahulu memiliki pengetahuan tentang :

1. Jenis-jenis PHB.
2. Sistem konfigurasi suplai daya.
3. Perhitungan hubung-singkat sistem.
4. Komponen utama dan komponen asesoris PHB.
5. Menggambar teknik.

Persyaratan Lulus

Untuk lulus dari unit ini anda harus telah mengerjakan seluruh latihan dengan benar dan telah pula mengerjakan tes dengan skor minimal 70.

1. Uraian Materi Pembelajaran 3

Agar dapat mensuplai daya listrik ke konsumen seperti untuk rumah tangga, bangunan gedung, bangunan komersial, dan lain-lain, maka PHB harus direncanakan menurut persyaratan operasinya.

Pada proyek pembuatan PHB ini, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

a. Kondisi Lingkungan dan Pemasangan

Kondisi lingkungan dimana PHB akan dipasang dan cara pemasangannya adalah suatu hal yang perlu diperhitungkan dalam perencanaan PHB, untuk itu hal-hal seperti tersebut di bawah ini dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam perencanaan PHB :

- ✍ Kekuatan mekanis
- ✍ Temperatur disekeliling tempat pemasangan PHB dan kondisi iklim
- ✍ Pengaruh korosi
- ✍ Cara pemasangannya
- ✍ Jenis PHB
- ✍ Penutup dan pintu PHB (transparan atau tidak)
- ✍ Maksimum ukuran dari PHB
- ✍ Saluran kabel
- ✍ Metode perakitan

b. Kondisi Kelistrikan dan Daya

Untuk perencanaan proyek, diagram satu garis mesti ada, dan sebagai tambahan kondisi kelistrikan dan data-data yang diperlukan harus diketahui, seperti :

- ✍ Tegangan operasi dan frekuensi
- ✍ Rel (kemampuan hantar arus, dan jumlahnya)
- ✍ Besar arus hubung singkat pada lokasi pemasangan PHB
- ✍ Posisi kabel saluran masuk (dari atas, bawah, atau sisi) jenis kabel, ukuran luas penampang kabel, jumlah kabel dan intinya

- ✍ Jumlah saluran keluar dan data-data setiap komponen (kontraktor, MCB, sekering, dsb) rating daya, arus, rentang setting overload dsb.
- ✍ Posisi saluran keluar (ke atas, ke bawah, atau ke samping) ukuran luas penampang kabel, jumlah kabel dan intinya.

Untuk lebih jelas dan lengkap tentang persyaratan-persyaratan perencanaan PHB dapat mengacu pada standar PUIL, SPLN, IEC atau standar lain yang telah diakui secara nasional maupun internasional.

c. Alat Bantu Perencanaan Proyek

Untuk memudahkan pekerjaan dalam perencanaan proyek pembuatan PHB ini perlu didukung dengan alat bantu berupa :

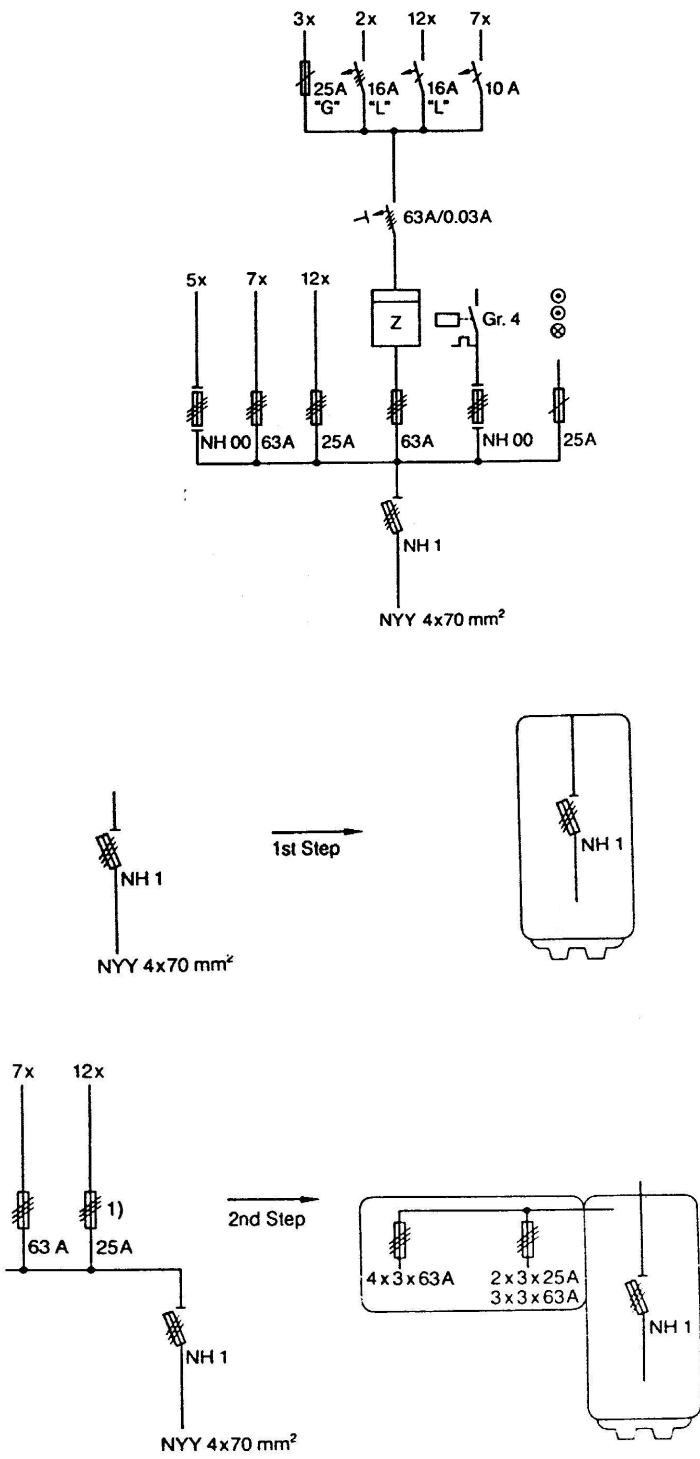
- ✍ Katalog
- ✍ Spesifikasi data perencanaan proyek
- ✍ Perhitungan standar
- ✍ Peralatan gambar untuk keperluan desain

d. Perencanaan Proyek

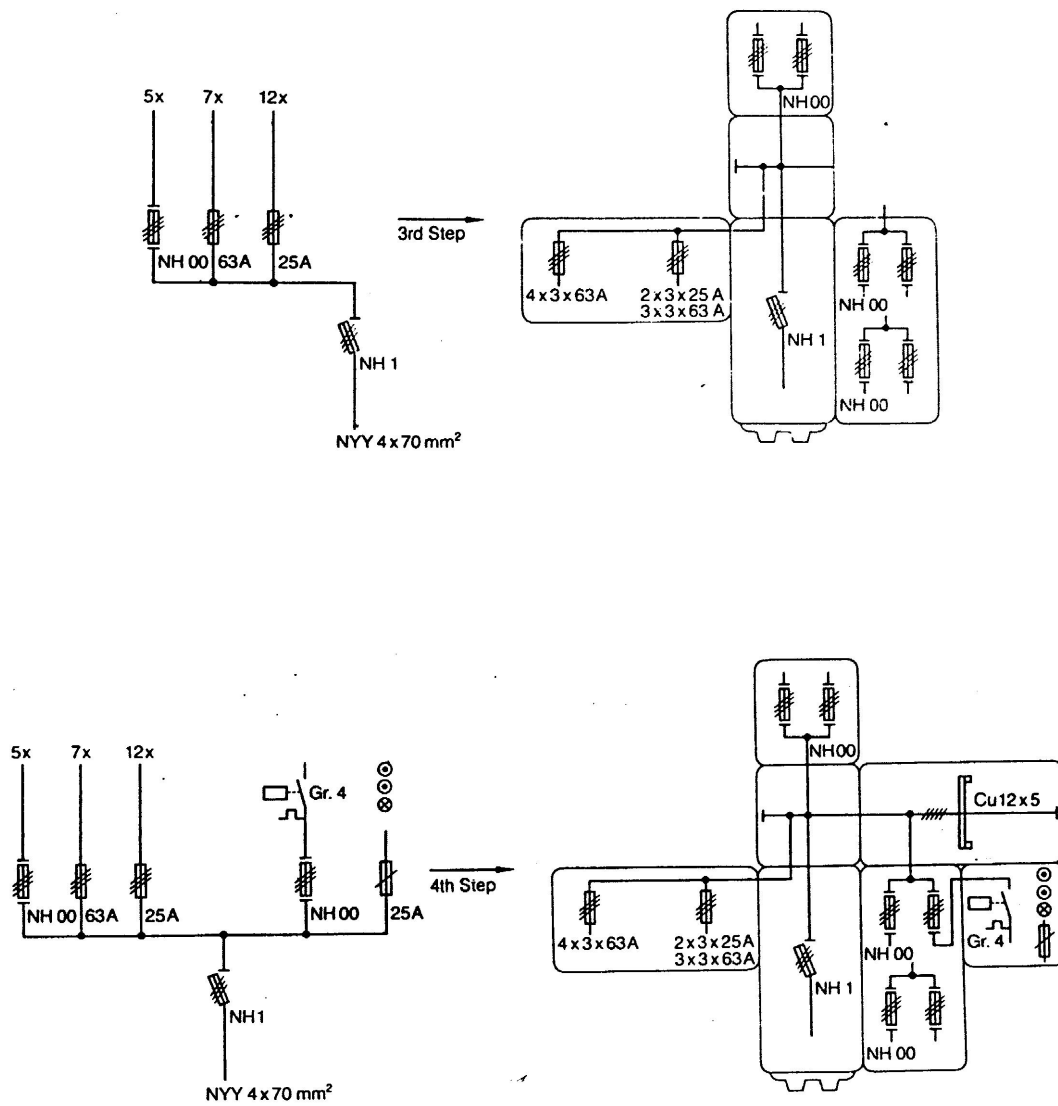
Didasarkan pada penjelasan yang telah dikemukakan pada poin 1, 2 dan 3 di atas, tentunya seorang perencana proyek akan memilih jenis PHB yang cocok sesuai dengan aplikasi dan tentu saja pertimbangan aspek ekonomi dan teknisnya.

Berikut ini contoh dari langkah-langkah perencanaan dari mulai diagram satu garis sampai dengan membuat sket PHB yang diperlukan (jenis PHB yang dipakai adalah PHB box).

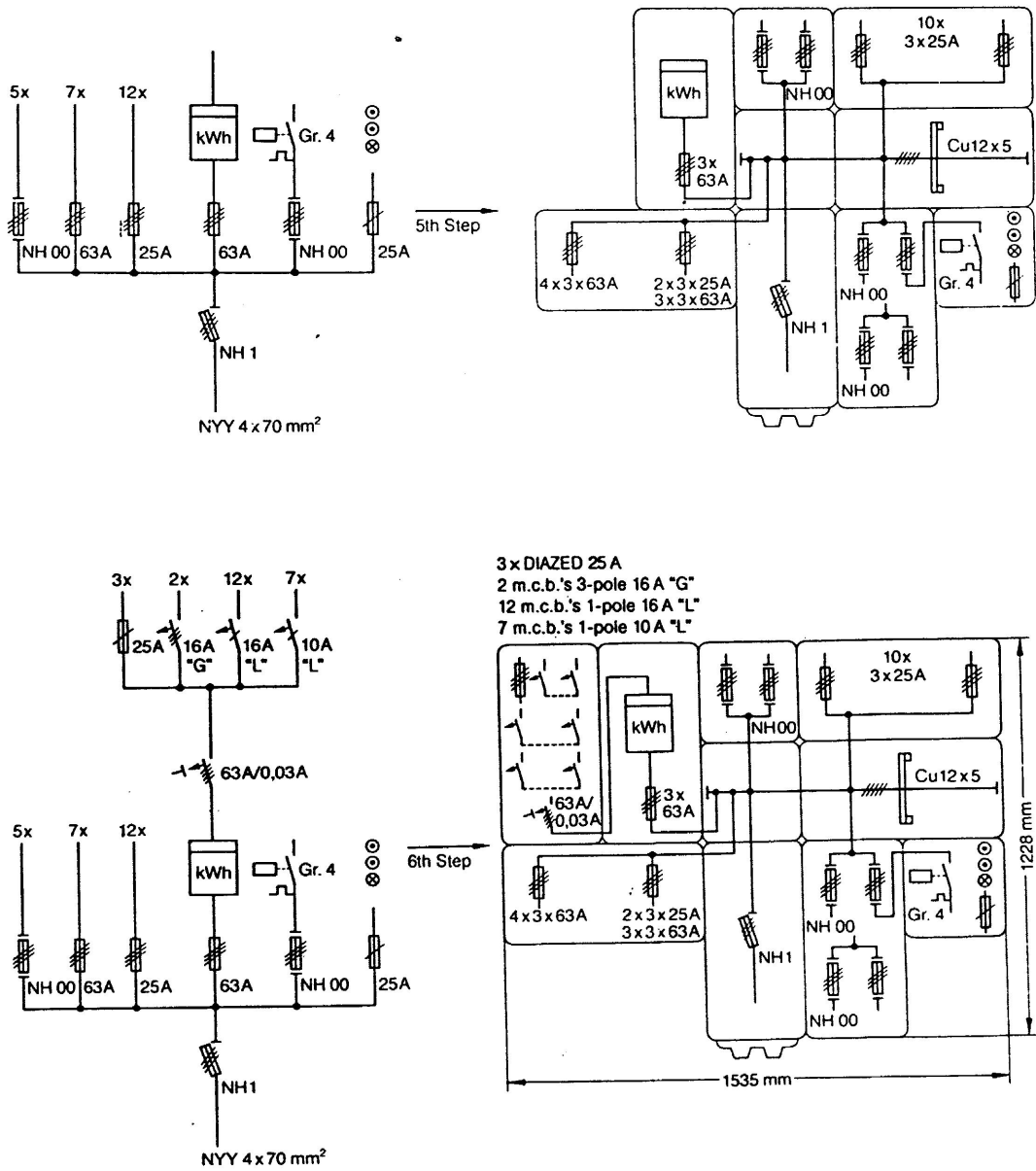
Berdasarkan pada diagram satu garis (gambar 3.1) maka langkah perencanaan dilakukan dengan menggambar sket PHB dengan ukuran yang telah diskala, penggambaran dapat menggunakan sablon atau software komputer dan secara langsung menggambar dengan berpedoman pada buku katalog dari pembuat komponen PHB.



Gambar 3.1. Diagram satu garis



Gambar 3.2. Diagram Satu Garis



Gambar 3.2. Diagram Satu Garis

2. Rangkuman

Dalam merencanakan dan membuat PHB yang akan dipakai dalam siste tenaga sebagai langkah awal adalah kita harus mengetahui : kondisi lingkungan dimana PHB akan dipasang, kondisi kelistrikan dan kapasitas daya yang diperlukan. Perencanaan proyek pembuatan PHB harus dibuat seperti ketentuan tersebut diatas dengan mempertimbangkan pula dari aspek teknik dan ekonomi.

III. EVALUASI

A. Soal Evaluasi (Proyek)

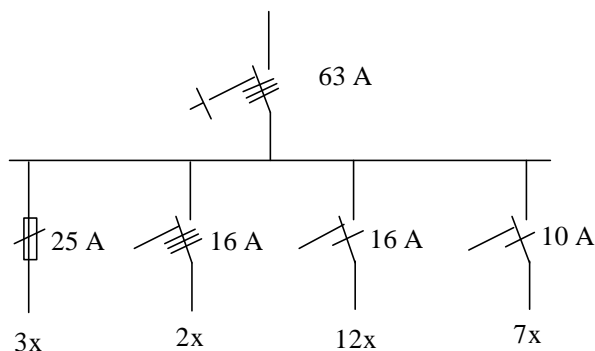
Buat proyek pembuatan PHB dengan ketentuan sebagai berikut :

Tugas yang akan diberikan adalah berupa proyek pembuatan PHB untuk konsumen kecil dengan kapasitas 63A. PHB yang akan digunakan adalah jenis selungkup terbuat dari bahan isolasi dengan ukuran 745 mm x 535 x 300 mm.

PHB ini digunakan untuk melayani distribusi daya listrik seperti terlihat pada gambar diagram satu garis di bawah.

Adapun tugas yang harus saudara lakukan adalah :

1. Membuat gambar tata letak komponen pada PHB (gambar di skala)
2. Membuat daftar kebutuhan komponen utama dan asesories PHB yang diperlukan
3. Apabila pada poin 1 dan 2 telah selesai dan disetujui, lakukan pemasangan komponen
4. Kemudian pengawatan komponen
5. Dan yang terakhir pengujian dan uji coba pengoperasian PHB.



IV. PENUTUP

Modul ini menggunakan sistem pelatihan berdasarkan pendekatan kompetensi, yakni salah satu cara untuk menyampaikan atau mengajarkan pengetahuan ketrampilan dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam suatu pekerjaan. Penekan utamanya adalah tentang apa yang dapat dilakukan seseorang setelah mengikuti pelatihan.

Salah satu karakteristik yang paling penting dari pelatihan berdasarkan kompetensi adalah penguasaan individu secara aktual di tempat kerja.

Dalam Sistem Pelatihan Berbasis Kompetensi, fokusnya tertuju kepada pencapaian kompetensi dan bukan pada pencapaian atau pemenuhan waktu tertentu. Dengan demikian maka dimungkinkan setiap peserta pelatihan memerlukan atau menghabiskan waktu yang berbeda-beda dalam mencapai suatu kompetensi tertentu.

Jika peserta belum mencapai kompetensi pada usaha atau kesempatan pertama, maka pelatih atau pembimbing akan mengatur rencana pelatihan dengan peserta. Rencana ini memberikan kesempatan kembali kepada peserta untuk meningkatkan level kompetensinya sesuai dengan level yang diperlukan. Jumlah usaha atau kesempatan yang disarankan adalah tiga kali.

Untuk mengetahui tingkat keberhasilan peserta dalam mengikuti modul ini, setiap peserta dievaluasi baik terhadap aspek pengetahuan maupun keterampilan. Aspek pengetahuan dilakukan melalui latihan-latihan dan tes tertulis, sedang aspek keterampilan dilakukan melalui tugas praktek.

Setelah anda dinyatakan lulus dalam modul ini maka anda diperkenankan untuk melanjutkan ke modul berikutnya yaitu : Modul LIS PTL 045 (K)

DAFTAR PUSTAKA

....., *Electrical Engineering Hand Book*, Stemens Aktiengesellschaft, Munchen,
1969

Gunter G.Siep, *Electrical Installation Hand Book*, John Wiley & Sons, 1987

LEMBARAN PENILAIAN

Modul : **Desain dan Pembuatan Panel**
Nama Peserta Pelatihan :
Nama Penilaian :
Peserta yang dinilai :
Kompetensi yang dicapai : Kompeten
Kompetensi yang dicapai :
Umpan balik untuk peserta :

--

Tanda tangan

Peserta sudah diberikan tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan.	Tanda tangan penilai : Tanggal :
Saya sudah diberikan tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut	Tanda tangan peserta pelatihan : Tanggal :

		<p>menyampaikan atau mengajarkan pengetahuan, ketrampilan dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam suatu pekerjaan. Penekanan utamanya adalah tentang apa yang dapat dilakukan seseorang setelah mengikuti pelatihan.</p> <p>Salah satu karakteristik yang paling penting dari pelatihan yang berdasarkan pendekatan kompetensi adalah penguasaan individu secara aktual di tempat kerja.</p> <p>Dalam sistem pelatihan ini, standar kompetensi diharapkan dapat menjadi panduan bagi peserta pelatihan untuk dapat :</p> <ul style="list-style-type: none"> ? Mengidentifikasi apa yang harus dikerjakan peserta pelatihan ? Mengidentifikasi apa yang telah dikerjakan peserta pelatihan 									
--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	dilakukan evaluasi terhadap aspek pengetahuan dan ketrampilan. Aspek pengetahuan (teori) dievaluasi secara tertulis menggunakan jenis test jawaban singkat, sedangkan aspek ketrampilan (praktek) dievaluasi melalui pengamatan langsung terhadap proses kerja, hasil kerja dan sikap kerja.									
7	KEGIATAN BELAJAR 2									
	7.1. Penjelasan Umum	Pada unit ini anda akan dibahas tentang desain standar dari beberapa jenis PHB tegangan rendah yang dipakai untuk PHB induk, PHB distribusi, PHB untuk motor-motor, dsb. Pengetahuan ini akan sangat menunjang dalam memberi gambaran secara lebih detail tentang desain standar dari beberapa jenis PHB, ini akan sangat membantu dalam pekerjaan proyek pembuatan PHB.	?	?	?	?	?	?	?	?
	7.2. Uraian Sub Materi	1. Identifikasi karakteristik listrik	?	?	?	?	?	?	?	?

		<p>proyek pembuatan/perakitan PHB. Untuk itu beberapa pokok bahasan yang akan dibahas disini, diantaranya : standar dan kreteria perencanaan PHB, alat Bantu perencanaan, dan langkah-langkah dalam perencanaan proyek pembuatan PHB. Pengetahuan ini akan sangat membantu dalam melakukan pekerjaan perencanaan proyek pembuatan PHB pada umumnya berdasarkan standar dan kreteria yang telah ditetapkan, sehingga dapat menetapkan komponen-komponen PHB dengan tepat yang memenuhi standar kebutuhan.</p>									
	8.2. Uraian Sub Materi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identifikasi standar-standar yang harus diterapkan dalam perencanaan PHB. 2. Identifikasi komponen utama dan komponen asesoris PHB. 3. Teknik perencanaan proyek 	?	?	?	?	?	?	?	?	

