



PEMERINTAH PROVINSI SULAWESI UTARA
DINAS PENDIDIKAN DAERAH
SMK NEGERI 1 RATAHAN



RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Satuan Pendidikan	:	SMK Negeri 1 Ratahan
Tahun Pelajaran	:	2020/2021
Kelas/Semester	:	XI /1
Program Keahlian	:	Teknik Instalasi Tenaga Listrik
Mata Pelajaran	:	Instalasi Penerangan Listrik
Topik	:	<i>PHB pada instalasi penerangan</i>
Alokasi Waktu	:	1 JP (@ 45 menit)

A. Kompetensi Inti

- Memahami, menerapkan, menganalisis, dan mengevaluasi tentang pengetahuan faktual, konseptual, operasional dasar, dan metakognitif sesuai dengan bidang dan lingkup kerja Teknik Instalasi Tenaga Listrik pada tingkat teknis, spesifik, detil, dan kompleks, berkenaan dengan ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam konteks pengembangan potensi diri sebagai bagian dari keluarga, sekolah, dunia kerja, warga masyarakat nasional, regional, dan internasional.
- Melaksanakan tugas spesifik dengan menggunakan alat, informasi, dan prosedur kerja yang lazim dilakukan serta memecahkan masalah sesuai dengan bidang kerja Teknik Instalasi Tenaga Listrik Menampilkan kinerja di bawah bimbingan dengan mutu dan kuantitas yang terukur sesuai dengan standar kompetensi kerja. Menunjukkan keterampilan menalar, mengolah, dan menyaji secara efektif, kreatif, produktif, kritis, mandiri, kolaboratif, komunikatif, dan solutif dalam ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah, serta mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung. Menunjukkan keterampilan mempersepsi, kesiapan, meniru, membiasakan, gerak mahir, menjadikan gerak alami dalam ranah konkret terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah, serta mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.

B. Kompetensi Dasar

- KD 3.5. Menerapkan prosedur pemasangan instalasi PHB lampu penerangan pada bangunan sederhana (Rumah Tinggal, Sekolah, Rumah, Ibadah) sesuai Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL).
- KD 4.5. Memasang instalasi PHB lampu penerangan pada bangunan sederhana (Rumah, Ibadah) sesuai Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL).

C. Indikator Pencapaian Kompetensi

- 3.5.1. Menjelaskan fungsi PHB lampu penerangan pada bangunan sederhana.

D. Tujuan Pembelajaran

- Melalui diskusi dan menggali informasi siswa mampu menjelaskan fungsi PHB lampu penerangan pada bangunan sederhana dengan baik dan benar
- Melalui tayangan slide dari guru siswa mampu menjelaskan jenis dan kategori pemilihan PHB lampu penerangan pada bangunan Sederhana dengan baik dan benar

E. Materi Pembelajaran

1. Perangkat Hubung Bagi

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 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

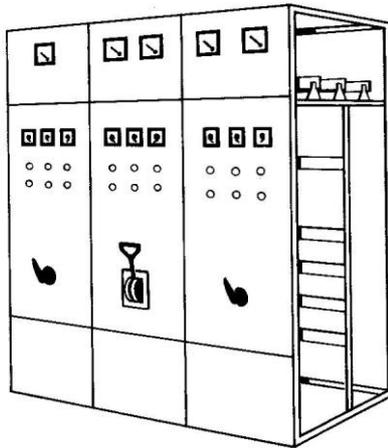
Pada jenis PHB dengan konstruksi terbuka ini pada bagian-bagian yang aktif atau bertegangan seperti rel beberapa peralatan, terminal dan penghantar dapat terlihat dan terjangkau dari segala sisi. Pemasangan PHB sistem terbuka ini hanya diijinkan pada ruangan yang tertutup dan hanya operator atau orang 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.



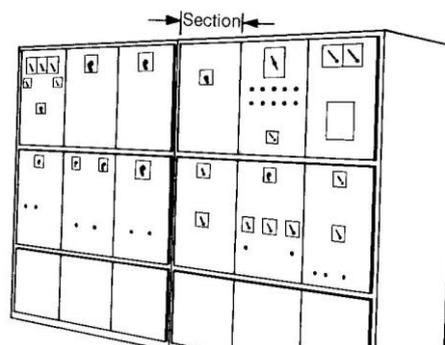
Gambar 1. PHB Konstruksi Semi Terbuka

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.

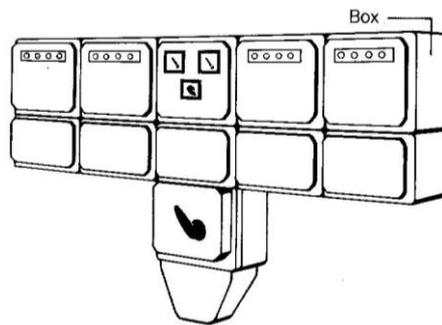
Pada PHB sistem laci ini bagian atau komponen yang bisa dilepas dan dipasang kembali, biasanya berupa sakelar pemisah atau pemutus tenaga untuk saluran masuk, saluran keluar dan sakelar penggandeng.



Gambar 2. PHB Konstruksi Lemari

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 3. PHB Konstruksi Box

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.

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

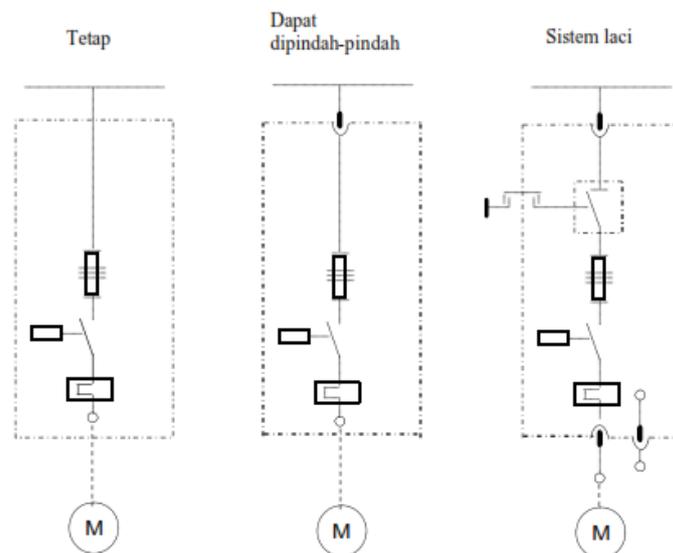
Sebelum menentukan jenis PHB yang akan dipakai perlu pula dipertimbangkan cara pemasangannya. Ada beberapa cara dalam pemasangan PHB yaitu :

- 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 4. Metode Pemasangan Perlengkapan PHB

Gambar 5. Single line Perancangan PHB

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 2000 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 L1/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 pe- nam- pang 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

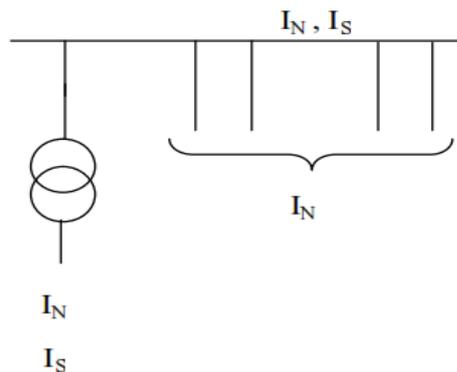
berbeda menurut jenis PHB nya, dan tergantung oleh :

- 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

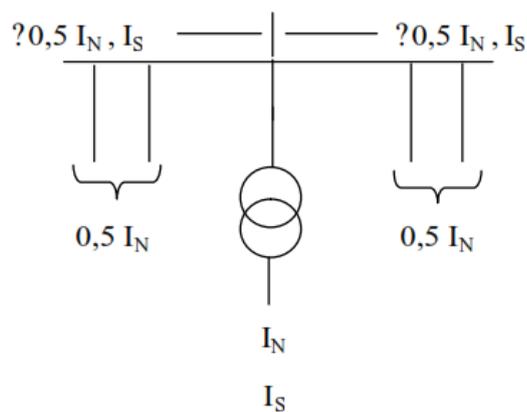
Hantaran rel untuk pentanahan (PE atau PEN) secara listrik harus dihubungkan ke kerangka PHB dan ukurannya diperhitungkan agar mampu dialiri oleh setiap arus hubung singkat yang mungkin timbul. Ukuran rel penghantar untuk PE atau PEN berdasarkan pengalaman adalah 25% kali ukuran rel penghantar fasanya.

g. Posisi Saluran Masuk dan Keluar

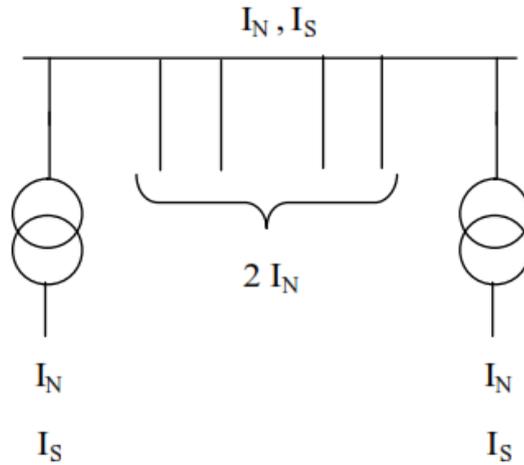
Aspek yang penting dari spesifikasi busbar adalah secara fisik posisi saluran masuk dan keluar dari suatu PHB. Berikut adalah ilustrasi sebuah kemungkinan dari pengaturan saluran masuk dan keluar dari suatu PHB.



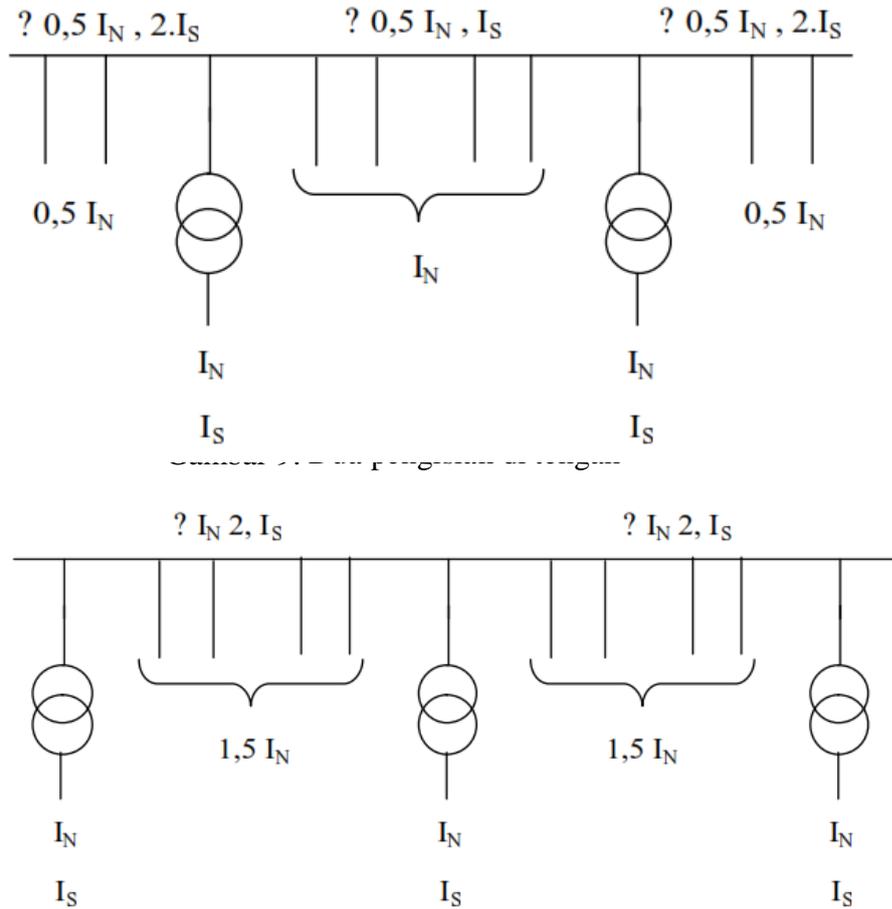
Gambar 6. Satu pengisian disatu sisi



Gambar 7. Satu pengisian dari tengah



Gambar 8. Dua pengisian pada sisinya



Gambar 10. 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 IEC28 tentang Standar International dari tahanan

yang terbuat dari tembaga, menyebutkan bahwa besar tahanan jenis tembaga adalah $\alpha_0 = 1/58 = 0,017241 \text{ mm}^2/\text{m}$. Dimana besar dari koefisien temperature α_0 pada suhu 20 C untuk tembaga adalah $\alpha_0 = 3,93 \times 10^{-3}/\text{K}$. 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 $\alpha_0 = 0,028264 \text{ mm}^2/\text{m}$. Dimana besar dari koefisien temperature α_0 pada suhu 20 C untuk alumunium adalah $\alpha_0 = 4,03 \times 10^{-3}/\text{K}$. 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	-	L1/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.

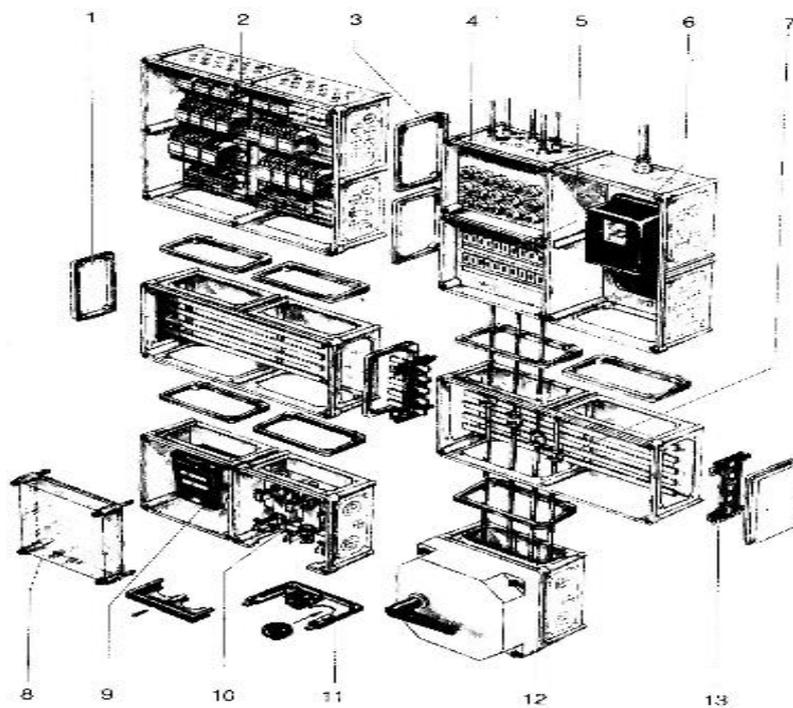
1) PHB Distribusi Bentuk Box

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

- Bahan isolasi

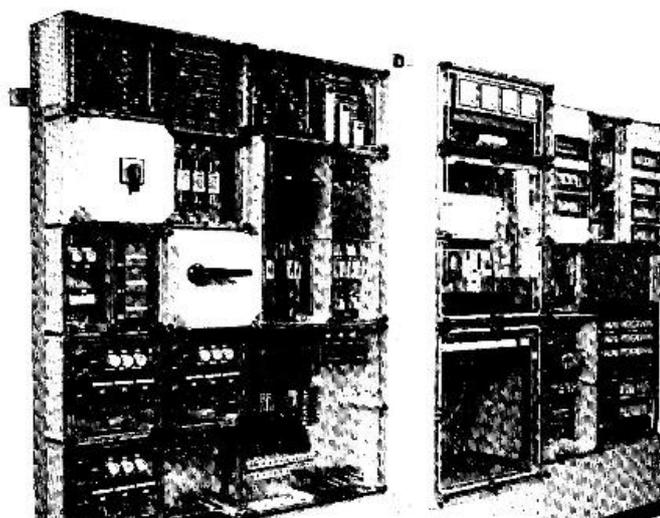
- Plat logam
- Baja tuang

Pada gambar 11 dan 12 berikut terlihat PHB jenis box dengan pengisolasian total, artinya semua perengkapannya terbuat dari bahan isolasi, sehingga akan menambah derajat pengamannya dan dapat mencegah tegangan sentuh



Gambar 11 Kontruksi Penoisolasian PHR ienis hox

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| 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 | |



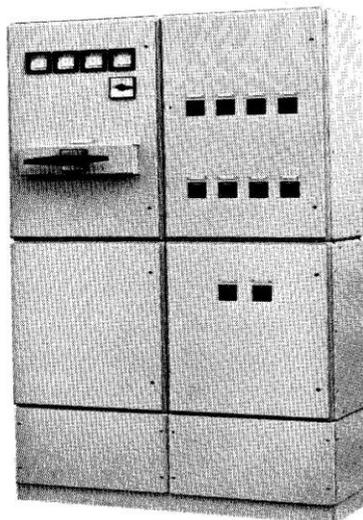
Gambar 12. PHB jenis box dengan pengisolasian total

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 13. 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.



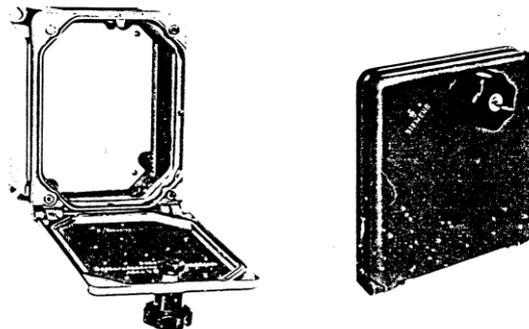
Gambar 13. PHB jenis box dengan dengan selungkup pelat logam

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 14 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 jenis ini 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



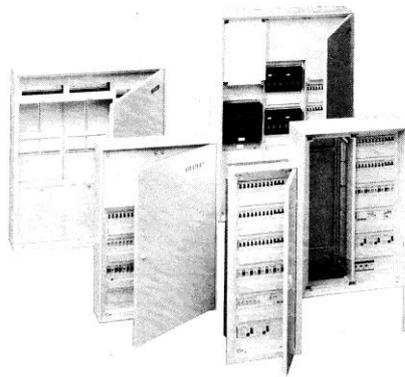
Gambar 14. PHB jenis box dengan selungkup baja tuang

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 15 berikut menunjukkan salah satu contoh PHB distribusi kecil, dimana selungkupnya terbuat dari bahan isolasi polyster



Gambar 15. PHB distribusi kecil dengan isolasi polyster

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 seperti:

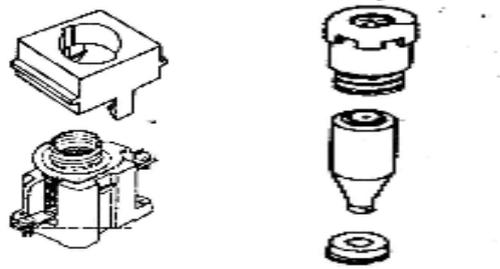
a) Sekering

Sekering atau pengaman lebur ini umumnya digunakan untuk :

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

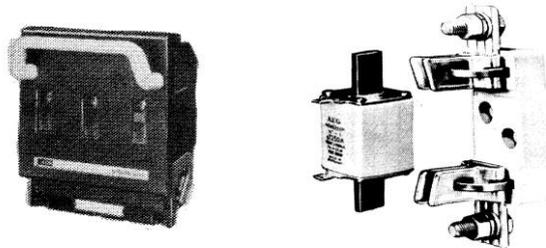
Pengaman lebur ini dapat bekerja dalam waktu yang lama apabila ada beban lebih 20% dan akan bekerja lebih cepat apabila arus kesalahannya lebih

besar (hubung singkat). Gambar 16. menunjukkan sebuah gambar dari sekering jenis ulir.



Gambar 16. Sekering jenis ulir

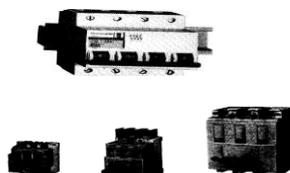
Dan pada gambar 17, menunjukkan sebuah gambar dari pengamanan sekering pisau (HRC fuse). Jenis sekering ini mempunyai kapasitas pemutusan yang tinggi (sampai 80 kA). Rating arus dari sekering ini berkisar antara 2-1200A pada tegangan 415 volt.



Gambar 17. Sekering pisau (HRC fuse).

b) Pemutus tenaga

Pemutus tenaga ini dapat memutuskan rangkaian secara otomatis apabila terjadi beban lebih (overload) atau hubung singkat. Gambar 18 adalah contoh pemutus tenaga MCB dan MCCB

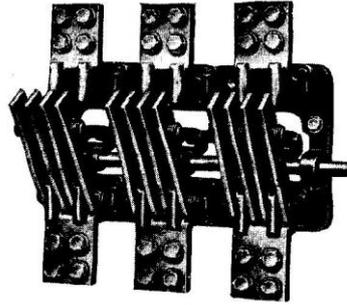


Gambar 18. MCB dan MCCB

2) Sakelar

a) Pemisah

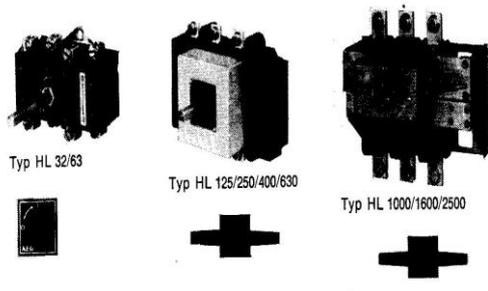
Sakelar ini dipakai untuk menghubungkan dan memutuskan rangkaian dalam keadaan tidak berarus (tidak berbeban), gambar 19 berikut menunjukkan konstruksi dari sakelar pemisah tersebut.



Gambar 19. Sakelar Pemisah

b) Sakelar Beban

Sakelar beban ini boleh dioperasikan dalam keadaan rangkaian berarus (berbeban) gambar 20 berikut menunjukkan salah satu jenis sakelar beban tersebut.



Gambar 20. Sakelar Beban

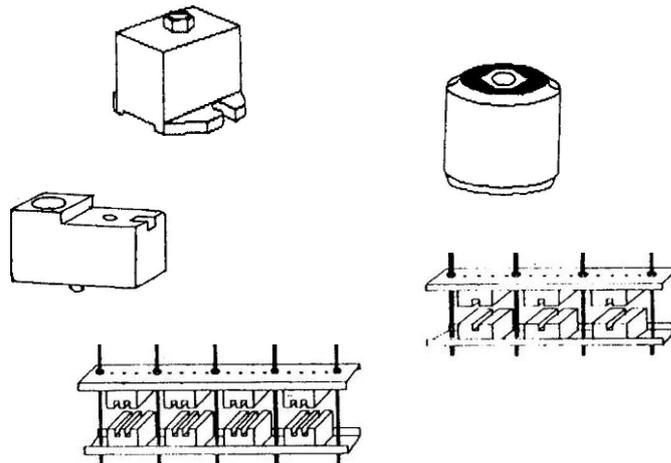
3) Penopang Rel

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



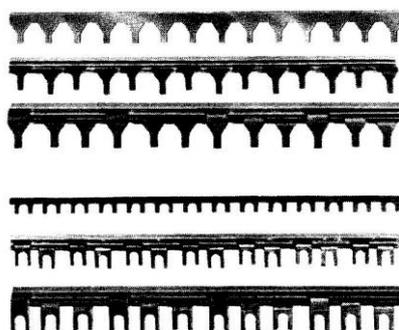
Gambar 21. Jenis Penopang Rel

I. Asesoris 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

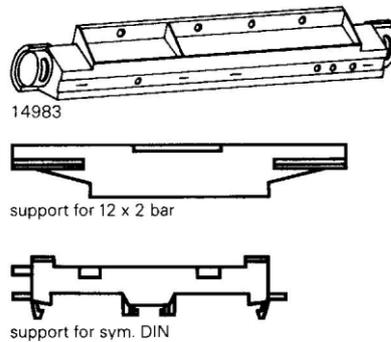
Rel penyambung ini berfungsi untuk menyambungkan secara listrik beberapa MCB satu atau tiga fasa, panjang rel ini dapat dipotong sesuai dengan kebutuhan dan biasanya panjang standar yang ada dipasaran adalah 2 m. Gambar 22 menunjukkan contoh dari jenis rel penyambung MCB tersebut.



Gambar 22. Rel Penyambung

2) Penopang Terminal

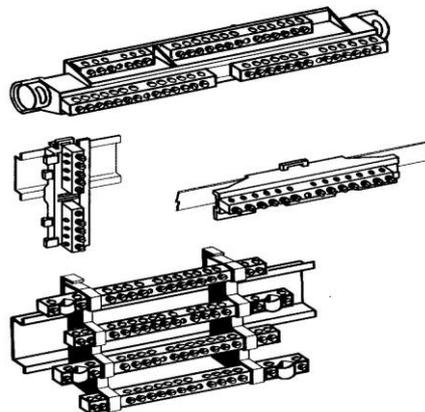
Penopang ini digunakan untuk menempatkan terminal untuk pencabangan pada PHB. Tentunya bentuk penopang terminal ini disesuaikan dengan kebutuhan, gambar 23 menunjukkan contoh dari penopang terminal



Gambar 23. Penopang Terminal

3) Terminal

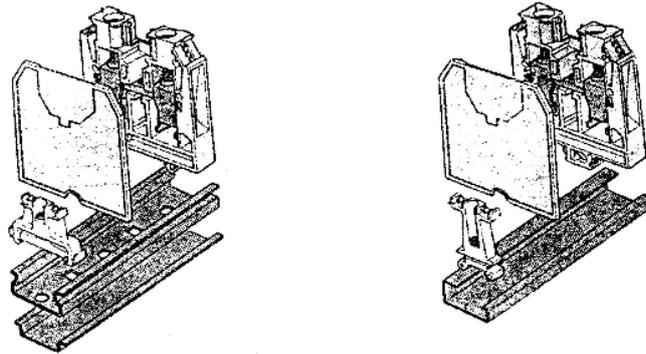
Pada PHB ini tidak bisa dihindari bahwa pencabangan mesti ada, yang memerlukan terminal untuk pencabangan. Gambar 24 berikut menunjukkan salah satu contoh dari terminal pencabangan tersebut.



Gambar 24. Terminal Pencabangan

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 25 berikut menunjukkan gambar dari rel omega dan rel C.



Gambar 25. Rel Omega dan Rel C

5) Penutup akhir dan Pengunci terminal blok

Penutup akhir dan pengunci terminal blok berfungsi 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.

3. Perancangan Proyek PHB

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 sebagai berikut:

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

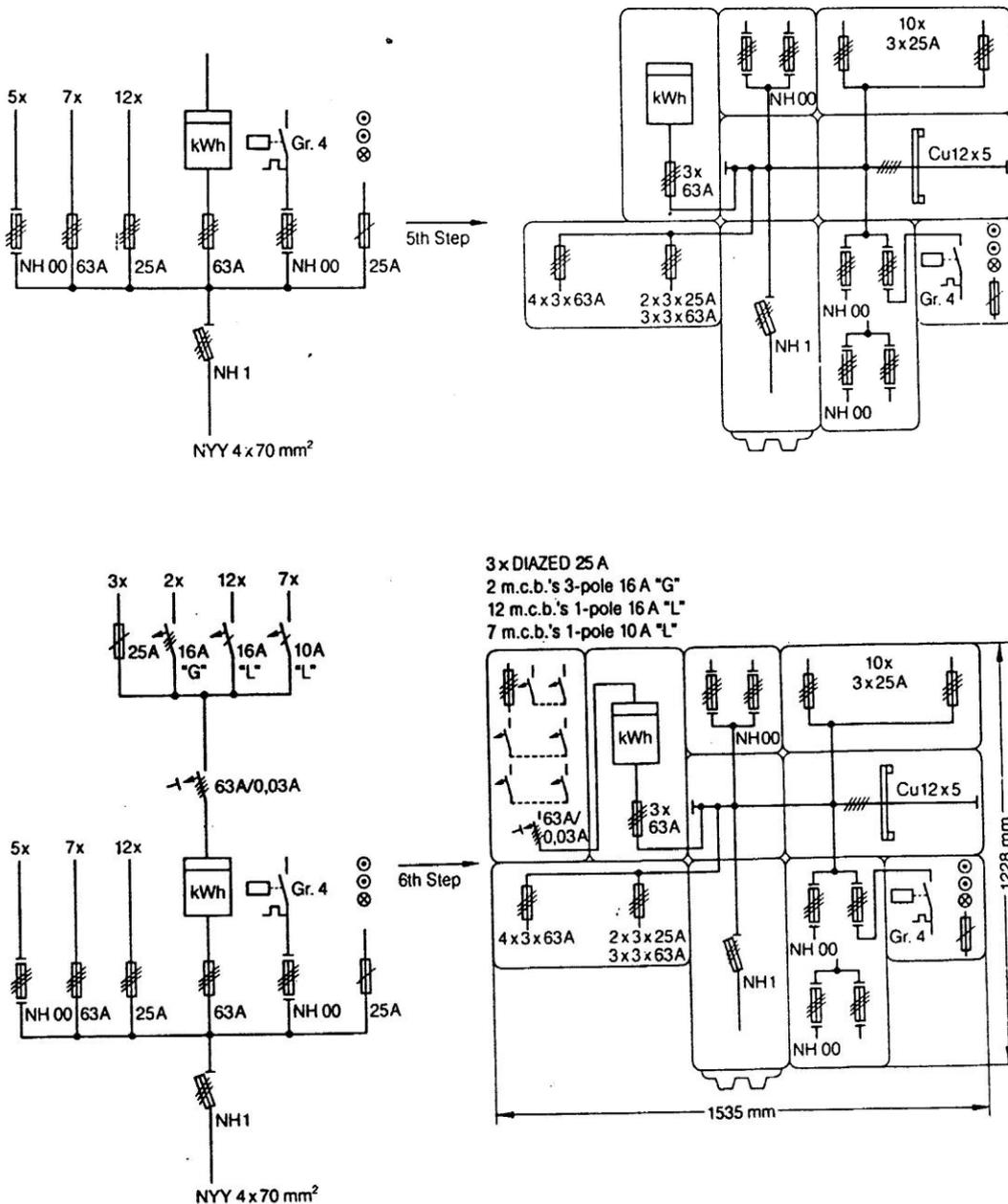
Untuk memudahkan pekerjaan dalam perencanaan proyek pembuatan PHB ini perlu didukung dengan alat bantu berupa :

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

d. Perencanaan Proyek

Didasarkan pada 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 26) 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.



Kegiatan	DeskripsiKegiatan	Alokasi Waktu
	<p>3. PENGUMPULAN DATA MELALUI EKSPERIMEN (Mengumpulkan informasi dan Menalar)</p> <p>Guru siswa untuk menentukan bentuk bentuk PHB lampu penerangan pada bangunan sederhana Siswa menggali informasi tentang cara menentukan PHB lampu penerangan pada bangunan sederhana.</p> <p>4. PENGORGANISASIAN DAN FORMULASI PENJELASAN (Menalar dan Mengkomunikasikan)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Siswa mendiskusikan Materi tentang PHB • Siswa menyampaikan pada kelompok lain dan menanggapi • Guru meminta siswa untuk mencoba menentukan jenis PHB yang digunakan • Siswa mencoba melakukan penentuan jenis PHB <p>5. MENGANALISIS PROSES INKUIRI (Menalar dan Mengkomunikasikan)</p> <p>Siswa menyampaikn hasil diskusi tentang Fungsi PHB, jenis dan kategori pemilihan PHB</p>	
Penutup	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa menanyakan hal-hal yang masih ragu dan melaksanakan evaluasi 2. Guru membantu siswa untuk menjelaskan hal-hal yang diragukan sehingga informasi menjadi benar dan tidak terjadi kesalah pahaman terhadap materi. 3. Siswa menyimpulkan materi di bawah bimbingan guru 4. Guru memberikan soal-soal latihan yang harus dikerjakan oleh individu. 5. Guru menginformasikan tentang materi yang akan dipelajari pada pertemuan yang akan datang. 6. Mengakhiri kegiatan belajar dengan memberikan pesan untuk tetap belajar dan salam penutup. 	5 Menit

H. Media/Alat,Bahan dan Sumber Belajar

Media : Laptop, PPT, infokus

Sumber Belajar : Bahan Tayang, internet,buku paket kemendikbud 2013

I. Penilaian Hasil Belajar

1. Penilaian Pengetahuan

Kisi-kisi dan soal

Kompetensi Dasar	Indikator Soal	Jenis Soal	Soal	Skor Nilai
3.5 Menentukan komponen instalasi lampu penerangan pada bangunan sederhana (Rumah Tinggal, sekolah, Rumah Ibadah)	1. Menjelaskan fungsi PHB	Uraian	1. Jelaskan apa itu PHB dan apa fungsinya?	25
	2. Menjelaskan jenis dan kategori pemilihan PHB		2. Jelaskan jenis dan kategori pemilihan PHB	25
	3. Menjelaskan Bentuk bentuk PHB		3. Jelaskan Bentuk bentuk PHB	50
Pedoman penskoran Nilai = (Perolehan skor / skor maksimal) x 100				

Instrumen Soal

No	Soal	Kunci jawaban
1	Jelaskan apa itu PHB dan apa fungsinya?	<p>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.</p> <p>Perangkat hubung bagi ini merupakan bagian dari suatu sistem suplai. Sistem</p>

		<p>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.</p>
2	<p>Jelaskan jenis dan kategori pemilihan PHB</p>	<p>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 :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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
3	<p>Jelaskan Bentuk bentuk PHB</p>	<p>Bentuk Konstruksi PHB PHB jika ditinjau dari segi bentuk</p>

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.

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.

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.

Lembar Penilaian Pengetahuan

NO	NAMA	Jumlah Skor	Nilai Akhir	Predikat
1				
2				
3				

2. Penilaian Keterampilan

KRITERIA PENILAIAN

No.	Aspek Penilaian	Kriteria Penilaian	Skor
I.	Persiapan	● Alat dan bahan disiapkan sesuai kebutuhan	5
		● Alat dan bahan disiapkan tidak sesuai kebutuhan	1
	1.1. Persiapan alat dan bahan	● Merencanakan sesuai tahapan pemeliharaan	5
		● Tidak merencanakan tahapan pemeliharaan	1
	1.2. Menganalisa jenis gangguan/ kerusakan		
II.	Keselamatan Kerja	● Prosedur K3 dilaksanakan	5
		● Prosedur K3 tidak dilaksanakan	

	2.1. Mentaati prosedur K3	● Pemilihan alat digunakan sesuai fungsinya	1
	2.2. Menggunakan alat sesuai fungsinya	● Alat tidak digunakan sesuai fungsinya	5 1
III.	Pelaksanaan		
	3.1. Mengikuti prosedur pemasangan PHBK	● Langkah kerja mengikuti prosedur pemeriksaan ● Langkah kerja tidak mengikuti prosedur pemeriksaan	10 1
	3.2. Mengikuti prosedur pengetesan pemasangan PHBK	● Pengetesan komponen mengikuti prosedur pengetesan ● Pengetesan komponen tidak mengikuti prosedur pengetesan	10 1
	3.3. Cara pengujian pemasangan PHBK	● Pengujian akhir sesuai prosedur pengujian rangkaian ● Pengujian akhir tidak sesuai prosedur pengujian rangkaian	10 1
IV.	Kualitas Hasil Pemeliharaan		
	4.1. Hasil pemeliharaan pemasangan PHBK	● Hasil perawatan komponen panel sesuai standar ● Hasil perawatan komponen panel tidak sesuai standar	10 1
	4.2. Hasil pemeliharaan memenuhi keandalan	● Hasil pemeliharaan panel terjamin keandalannya	10
	4.3. Pekerjaan diselesaikan dengan waktu yang telah ditentukan	● Hasil pemeliharaan panel kurang terjamin keandalannya ● Menyelesaikan pekerjaan lebih cepat dari waktu yang ditentukan ● Menyelesaikan pekerjaan tepat waktu	1 8 10

		<ul style="list-style-type: none"> ● Menyelesaikan pekerjaan melebihi waktu yang ditentukan 	2
V.	Sikap/Etos Kerja		
	5.1. Tanggung jawab	<ul style="list-style-type: none"> ● Membereskan kembali alat dan bahan yang dipergunakan ● Tidak membereskan alat dan bahan yang dipergunakan 	2 1
	5.2. Ketelitian	<ul style="list-style-type: none"> ● Tidak banyak melakukan kesalahan kerja ● Banyak melakukan kesalahan kerja 	3 1
	5.3. Inisiatif	<ul style="list-style-type: none"> ● Memiliki inisiatif bekerja 	3
	5.4. Kemandirian	<ul style="list-style-type: none"> ● Kurang memiliki inisiatif kerja ● Bekerja tanpa banyak diperintah ● Bekerja dengan banyak diperintah 	1 2 1
VI.	Laporan		
	6.1. Sistematika penyusunan laporan	<ul style="list-style-type: none"> ● Laporan disusun sesuai sistematika yang telah ditentukan ● Laporan disusun tanpa sistematika 	4 1
	6.2. Kelengkapan data pengujian	<ul style="list-style-type: none"> ● Melampirkan bukti fisik hasil pengujian/pengukuran ● Tidak melampirkan bukti fisik 	6 2

Lembar Penilaian Tes Praktik

Nama Peserta :

No. Induk :

Program Keahlian : Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik

Nama Jenis Pekerjaan : Instalasi Lampu penerangan pada bangunan listrik sederhana

PEDOMAN PENILAIAN

No.	Aspek Penilaian	Skor Maks.	Skor Perolehan	Ket
1	2	3	4	5
I.	Persiapan			
	1.1. Persiapan alat dan bahan	5		
	1.2. Memilih Komponen pemasangan PHBK sesuai job	5		
	Sub total	10		
II.	Keselamatan Kerja			
	2.1. Mentaati prosedur K3	5		
	2.2. Menggunakan alat sesuai fungsinya	5		
	Sub total	10		
III.	Pelaksanaan			
	3.1. Mengikuti prosedur pemasangan PHBK	10		
	3.2. Mengikuti prosedur pemasangan pemasangan PHBK	10		
	3.3. Cara pengujian akhir pemasangan pemasangan PHBK	10		

	Sub total	30		
IV.	Hasil Jobshet			
	4.1. Hasil Sesuai yang diharapkan	10		
	4.2. Semua komponen berfungsi dengan baik	10		
	4.3. Pekerjaan diselesaikan dengan waktu yang telah ditentukan	10		
	Sub total	30		
V.	Sikap/Etos Kerja			
	5.1. Tanggung jawab	2		
	5.2. Ketelitian	3		
	5.3. Inisiatif	3		
	5.4. Kemandirian	2		
	Sub total	10		
VI.	Laporan			
	6.1. Sistematika penyusunan laporan	4		
	6.2. Kelengkapan data pengujian	6		
	Sub total	10		
	Total	100		

2. Pembelajaran Remedial dan Pengayaan

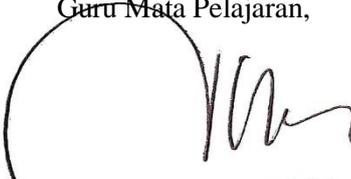
Format Remedial

Sekolah : SMK Negeri 1 Ratahan
Kelas : XI TITL
Mata Pelajaran : Instalasi Penerangan Listrik (IPL)
Hari/Tanggal :

No	Nama Siswa	KKM	Nilai Ulangan	Bentuk Remedial	Bentuk Pengayaan
1					
2					
3					
...					


Ratahan, 8 Januari 2020
Kepala Sekolah

Tenny M Ohy S.Pd.MPd
NIP. 197105051997031006

Guru Mata Pelajaran,

Maikel W. Kuhu, S.Pd.
NIP. 19840317 200902 1 002

