BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Ketentuan Umum Perencanaan Instalasi Listrik

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 29/PRT/M/2006 tentang pedoman persyaratan teknis bangunan gedung, persyaratan yang berhubungan dengan kelistrikan sebagai berikut:

1. Sistem Kelistrikan

Persyaratan sistem kelistrikan meliputi sumber daya listrik, panel hubung bagi, jaringan distribusi listrik, perlengkapan serta instalasi listrik untuk memenuhi kebutuhan bangunan gedung yang terjamin terhadap aspek keselamatan manusia dari bahaya listrik, keamanan gedung serta isinya dari bahaya kebakaran akibat listrik, dan perlindungan lingkungan.

Persyaratan sistem kelistrikan harus memperhatikan :

a. Perencanaan instalasi listrik;

b. Jaringan distribusi listrik;

c. Beban listrik;

d. Sumber daya listrik;

e. Transformator distribusi;

f. pemeriksaan dan pengujian; dan

g. Pemeliharaan

Persyaratan pencahayaan harus mengikuti:

a) Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011)
b) Permen ESDM Nomer 45 Tahun 2005 Instalasi Ketenagalistrikan Bab II Bagian Pertama
c) Permen ESDM Nomer 13 tahun 2012 Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik
d) SNI 04-0227-1994 Tegangan standar, atau edisi terbaru;
e) SNI 04-7018-2004 Sistem pasokan daya listrik darurat dan siaga, atau edisi terbaru;
f) SNI 04-7019-2004 Sistem pasokan daya listrik darurat menggunakan energi tersimpan, atau edisi terbaru.

Dalam hal masih ada persyaratan lainnya yang belum tertampung, atau yang belum mempunyai SNI, digunakan standar baku dan/atau pedoman teknis.

2. Sistem Pencahayaan

Persyaratan sistem pencahayaan buatan pada bangunan gedung meliputi:

a. Pencahayaan buatan harus direncanakan berdasarkan tingkat iluminasi yang dipersyaratkan sesuai fungsi ruang-dalam bangunan gedung dengan mempertimbangkan efisiensi penghematan energi yang digunakan, dan penempatannya tidak menimbulkan efek silau atau pantulan.
b. Pencahayaan buatan yang digunakan untuk pencahayaan darurat harus dipasang pada bangunan gedung dengan fungsi tertentu, serta dapat bekerja secara otomatis dan mempunyai tingkat pencahayaan yang cukup untuk evakuasi aman.

c. Semua sistem pencahayaan buatan, kecuali diperlukan untuk pencahyaan darurat, harus dilengkapi dengan pengendalian manual, dan/atau otomatis, serta ditempatkan pada tempat yang mudah dicapai/dibaca oleh pengguna ruang.

d. Pencahayaan alami dan buatan diterapkan pada ruangan baik didalam bangunan maupun di luar bangunan gedung.

   1) SNI 03-6197-2000 Konservasi energi sistem pencahayaan buatan pada gedung.

   2) SNI-03-2396-2001 Tata cara perancangan sistem pencahayaan buatan pada bangunan gedung.

Dalam perencanaan instalasi listrik, harus selalu memperhatikan keselamatan kerja dari manusia, makhluk hidup lain, harta benda, maupun lingkungan sekitar dari bahaya dan kerusakan yang dapat timbul akibat penggunaan instalasi listrik. Selain itu, instalasi listrik harus berfungsi dalam keadaan baik dan sesuai dengan tujuan penggunaannya terutama untuk instalasi bangunan industri/pabrik.

B. Prinsip Dasar Instalasi Listrik

Prinsip dasar instalasi listrik yang dimaksudkan agar instalasi listrik bisa digunakan secara optimal harus menjadi pertimbangan dalam perencanaan instalasi. Berikut prinsip dasar instalasi menurut buku “Modul Perencanaan Instalasi Listrik”:

1. Keamanan

Pemasangan instalasi listrik harus mempertimbangkan faktor keamanan instalasi itu sendiri, makhluk hidup, bangunan dan harta benda, serta peralatan lainnya.

2. Keandalan

Komponen yang dipasang pada instalasi listrik tersebut harus memiliki keandalan baik secara kelistrikan maupun secara mekanik. Dalam hal ini, komponen pengaman merupakan bagian yang harus memiliki keandalan tinggi apabila terjadi gangguan pada instalasi tersebut.

3. Ketercapaian

Pada instalasi listrik, baiknya tata letak komponen mudah dijangkau oleh pengguna agar mudah untuk mengoperasikannya. Terlebih jika instalasi pada tempat industri/pabrik. Contoh: pemasangan saklar tidak terlalu rendah dan tidak terlalu tinggi.

4. Ketersediaan

Instalasi listrik harus siap dalam melayani kebutuhan daya, peralatan listrik maupun kemungkinan perluasan instalasi sehingga tidak mengganggu atau mengurangi instalasi listrik yang sudah ada.

5. Keindahan

Komponen yang dipasang pada instalasi listrik harus tertata sedemikian rupa, sehingga terlihat rapi dan indah serta tidak menyalahi peraturan yang berlaku.

6. Ekonomis

Biaya yang dikeluarkan untuk pemasangan instalasi listrik harus dirancang, dihitung dan diteliti sehingga biaya yang dikeluarkan tidak terlalu banyak.

Ekonomis dalam hal biaya sebaiknya dilakukan tanpa mengesampingkan prinsip-prinsip di atas. (Sudarto : 1987)

Perencanaan instalasi listrik sangat perlu dilakukan sebagai pedoman pada saat pemasangan instalasi. Suatu perencanaan instalasi listrik harus dibuat dengan jelas, serta mudah dibaca, dan dipahami para teknisi listrik. Untuk itu harus mengikuti ketentuan dan standar yang berlaku, yaitu : Rancangan Instalasi Listrik harus dibuat secara jelas, serta mudah dibaca dan dipahami oleh para teknisi listrik (PUIL, 2000 : 105).

C. Ruang Lingkup Perencanaan Instalasi

Ruang lingkup pekerjaan perencanaan elektrikal meliputi:

1. Merencanakan sistem elektrikal beserta kelengkapannya yang dituangkan ke dalam gambar teknik.
2. Perencanaan sistem elektrikal yang dimaksudkan meliputi:
    a. Elektrikal arus kuat
    b. Elektrikal arus lemah
3. Gambar teknik yang dimaksudkan meliputi:
    a. Gambar satu garis/diagram garis tunggal
    b. Gambar denah atau gambar *layout*
    c. Gambar detail
    d. *Wiring diagram*

4. Membuat Reancana Kerja dan Syarat-syarat (RKS)
5. Membuat Rencana Anggaran Biaya (RAB)

D. Tahapan Perencanaan Instalasi Listrik

Secara umum tahapan dalam perencanaan instalasi listrik sebagai berikut:

1. Tahap merencana sistem distribusi listrik

   Perencana menganalisis gambar denah bangunan yang telah dirancang oleh arsitek. Selanjutnya perencana membuat rencana sistem distribusi listrik pada bangunan tersebut. Hasil perencanaan ini dalam bentuk gambar sat ugaris yang berisi komponen dan pengkabelan saja. Belum diperhitungkan dari segi jenis pengaman, jenis kabel, beserta ratingnya.

2. Tahap menghitung kebutuhan beban

   Tahap perhitungan dibuat setelah gambar awal sistem distribusi dibuat. Perhitungan dimulai dari perhitungan beban mulai dari penerngan, kotak kontak, AC, pompa, perlengkapan elektronik, dan lain-lain sesuai kebutuhan bangunan gedung. Hasil perhitungan ini dibuat dalam bentuk rekapitulasi beban.

3. Tahap melakukan perhitungan teknis

   Perhitungan beban yang sudah dilakukan, akan didapat besar beban yang terpasang dalam satuan watt. Perencana dapat melakukan perhitungan teknis meliputi penggunaan jenis dan ukuran kabel, jenis dan *rating* proteksi arus lebih, jenis dan ukuran busbar, serta perlengkapan lainnya.

4. Tahap merencanakan sistem distribusi listrik

Tahap ini merupakan lanjutan dari tahapan yang pertama, yakni melengkapi atau menyempurnakan gambar satu garis sistem distribusi yang telah dibuat di awal setelah perhitungan teknis sudah didapat.

5. Membuat Rancangan Anggaran Biaya (RAB)

RAB merupakan perhitungan rincian biaya yang diperlukan untuk setiap perkerjaan dalam proyek konstruksi, sehingga diperoleh estimasi biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek tersebut.

6. Membuat Rencana Kerja dan Syarat-Syarat (RKS)

RKS merupakan buku yang berisi tentang syarat-syarat umum, administrasi dan teknis berupa instruksi kepada penyedia jasa dengan ketentuan tertentu.

E. Sistem Penerangan dan Tenaga

Penerangan yang baik memegang peranan penting, terutama di tempat industri/pabrik. Beberapa keuntungan yang didapat apabila memiliki penerangan yang baik dan sesuai, antara lain:

a. Peningkatan produksi,
b. Peningkatan kecermatan,
c. Kesehatan yang baik terutama untuk mata,
d. Suasana kerja yang nyaman dan aman,
e. Keselamatan kerja yang lebih baik, dll.

Dalam perencanaan ini, sistem penerangan yang dipakai adalah sistem penerangan langsung yang menggunakan lampu TL atau LED untuk penerangan di Gedung EOP PT. Mega Andalan Kalasan. Keuntungan penerangan langsung yaitu

dapat menghasilkan efisiensi penerangan yang baik dari cahaya yang dihasilkan, karena sumber cahaya sepenuhnya diarahkan ke bidang kerja.

Disamping keuntungan yang didapat, sistem penerangan ini juga memiliki kerugian. Kerugian dari sistem penerangan terbuka ialah dapat menimbulkan bayangan-bayangan yang tajam dan membuat silau. Maka dari itu, sistem ini lebih baik digunakan untuk sistem penerangan umum yang memerlukan penerangan yang tinggi, sehingga cahaya lampu secara langsung jatuh ke obyek permukaan 90-100%.

1. Tahapan Perhitungan Kebutuhan Titik Penerangan

Tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan kualitas penerangan pada suatu bangunan yang memadai, yakni harus memperhitungkan baik dari sumber penerangan maupun faktor lingkungan. Maka dari itu perencana harus memiliki data-data yang diperlukan. Data-data yang diperlukan untuk perencanaan suatu instalasi penerangan sebagai berikut:

a. Gambar ruangan, dimensi ruangan, dan rencana tata letak lampu
b. Detail konstruksi langit-langit
c. Warna dan pantulan dari: langit-langit, dinding, lantai, meja (bidang kerja)
d. Fungsi area
e. Perlengkapan mesin atau perlengkapan di dalam area
f. Kondisi area seperti temperature, kelembaban, dan debu.

Prosedur perhitungan instalsi titik lampu pada suatu ruangan atau area adalah sebagai berikut:

1) Menganalisis gambar denah bangunan

Menganalisis gambar denah sebuah bangunan bertujuan untuk mengetahui spesifikasi beban yang akan dilayani setiap ruangan atau area dalam sebuah gedung.

2) Menentukan kuat penerangan (lux)

Setiap area memiliki kuat pencahayaan (lux) yang berbeda beda tergantung fungsi dari area tersebut. Kuat penerangan minimal yang direkomendasikan tidak boleh kurang dari kuat penerangan atau tingkat pencahayaan pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. SNI Kuat Penerangan (lux)

Sumber: SNI 6197-2011

Fungsi ruangan	Tingkat Pencahayaan (lux)	Kelompok renderasi warna	Keterangan
Rumah Tinggal :			
Teras	60	1 atau 2	
Ruang tamu	120~250	1 atau 2	
Ruang makan	120~250	1 atau 2	
Ruang kerja	120~250	1	
Kamar tidur	120~250	1 atau 2	
Kamar mandi	250	1 atau 2	
Dapur	250	1 atau 2	
Garasi	60	3 atau 4	
Perkantoran :			
Ruang Direktur	350	1 atau 2	

Ruang kerja	350	1 atau 2	
Ruang computer	350	1 atau 2	
Ruang rapat	300	1 atau 2	
Ruang gambar	750	1 atau 2	Gunakan pencahayaan setempat pada meja gambar.
Gudang arsip	150	3 atau 4	
Ruang arsip aktif.	300	1 atau 2	
Lembaga Pendidikan :			
Ruang kelas	250	1 atau 2	
Perpustakaan	300	1 atau 2	
Laboratorium	500	1	
Ruang gambar	750	1 atau 2	Gunakan pencahayaan setempat pada meja gambar.
Kantin	200	1	
Hotel dan Restoran :			
Lobby, koridor	100	1	Pencahayaan pada bidang vertikal sangat penting untuk menciptakan suasana/kesan ruang yang baik.
Ballroom/ruang sidang.	200	1	Sistem pencahayaan harus di rancang untuk menciptakan suasana yang sesuai. Sistem pengendalian “switching” dan “dimming” dapat digunakan untuk memperoleh berbagai efek pencahayaan.
Ruang makan.	250	1	

Cafetaria.	250	1	
Kamar tidur.	150	1 atau 2	Diperlukan lampu tambahan pada bagian kepala tempat tidur dan
			cermin.
Dapur.	300	1	
Rumah Sakit/ Balai pengobatan:			
Ruang rawat inap.	250	1 atau 2	
Ruang operasi, ruang bersalin.	300	1	Gunakan pencahayaan setempat pada tempat yang diperlukan.
Laboratorium	500	1 atau 2	
Ruang rekreasi dan rehabilitasi.	250	1	
Pertokoan / Ruang Pamer			
Ruang pamer dengan obyek berukuran besar (misalnya: mobil).	500	1	Tingkat pencahayaan ini harus di-penuhi pada lantai. Untuk beberapa produk tingkat pencahayaan pada bidang vertikal juga penting.
Toko kue dan makanan.	250	1	
Toko buku dan alat tulis/gambar.	300	1	
Toko perhiasan, arloji.	500	1	
Toko Barang kulit dan sepatu.	500	1	
Toko pakaian.	500	1	

Pasar Swalayan.	500	1 atau 2	Pencahayaan pada bidang vertical pada rak barang.
Toko alat listrik (TV, Radio/tape, mesin cuci, dan lain-lain).	250	1 atau 2	
Industri (Umum):			
Ruang Parkir	50	3	
Gudang	100	3	
Pekerjaan kasar.	100~200	2 atau 3	
Pekerjaan sedang	200~500	1 atau 2	
Pekerjaan halus	500~1000	1	
Pekerjaan amat halus	1000~2000	1	
Pemeriksaan warna.	750	1	
Rumah ibadah:			
Mesjid	200	1 atau 2	Untuk tempat-tempat yang mem butuhkan tingkat pencahayaan yang lebih tinggi dapat digunakan pencahayaan setempat.
Gereja	200	1 atau 2	Idem
Vihara	200	1 atau 2	idem

Tabel 2. Daya Listrik Maksimal Pencahayaan

Lokasi	Daya pencahayaan maksimum (W/m^2) (termasuk rugi-rugi balast)
Ruang kantor	15
Auditorium	25
Pasar swalayan	20
Hotel :	
Kamar tamu	17
Daerah umum	20
Rumah Sakit	
Ruang pasien	15
Gudang	5
Kafetaria	10
Garasi	2
Restauran	25
Lobi	10
Tangga	10
Ruang parkir	5
Ruang perkumpulan	20
Industri	20
Pintu masuk dengan kanopi :	
Lalu lintas sibuk seperti hotel, bandara, teater	30
Lalu lintas sedang seperti rumah sakit, kantor dan sekolah	15
Jalan dan lapangan :	
Tempat penimbunan atau tempat kerja	2,0
Tempat untuk santai seperti taman, tempat rekreasi, dan tempat piknik	1,0
Jalan untuk kendaraan dan pejalan kaki	1,5
Tempat parkir	2,0

3) Menentukan jenis lampu

4) Menentukan armature

5) Menghitung jumlah titik penerangan

Jumlah titik lampu dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$N = \frac{E \times p \times l}{\emptyset \times Kp \times Kd \times n}$$

Keterangan :

N = Jumlah titik lampu

E = Kuat penerangan (Lux)

p = Panjang ruangan

l = Lebar ruangan

Ø (F) = Fluks lampu (dapat dilihat pada box lampu yg dibeli)

Kp = Koefisien Pengguna

Kd = Koefisien depresiasi/koefisien rugi-rugi cahaya (untuk area di industri yang dengan pemeliharaan yang tak tentu umumnya Kd diambil sebesar 0,6)

n = Jumlah lampu dalam 1 titik lampu

6) Menghitung jumlah daya lampu terpasang

Banyaknya daya lampu yang terpasang pada suatu area dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$P_{total} = N \times P \quad \text{.....(1)}$$

Dimana:

P_{total} = Daya total yang dibutuhkan (watt)

N = Jumlah lampu

P = Daya setiap lampu (watt)

7) Menghitung daya per satuan luas (*Watt/m*^{2})

Dengan membagi daya total dengan luas area bidang kerja, didapatkan kepadatan daya (Watt/m^2) yang dibutuhkan untuk sistem pencahayaan tersebut.

$$\text{Daya per satuan luas} = \frac{P\ total}{A} \quad \text{.....(2)}$$

Dimana:

P_{total} = Daya total yang dibutuhkan (*watt*)

A = Luas ruangan atau area (*meter*)

2. Menentukan Luas Penampang

Luas penampang minimum konduktor sirkit daya dan pencahayaan minimal 1,5 mm^2 (PUIL 2011:282). Luas penampang ditentukan dari besarnya nilai Kuat Hantar Arus (KHA). KHA sirkit akhir yang menyuplai beban tunggal tidak boleh mempunyai KHA kurang dari 125 % arus pengenal beban penuh.

Arus nominal beban (In) yang melewati suatu penghantar dapat dihitung dengan rumus berikut:

- Untuk arus DC $In = \frac{P}{V}$ …….(3)
- Untuk arus AC 1 phase $In = \frac{P}{V.Cos\varphi}$ ……..…..(4)
- Untuk arus AC 3 phase $In = \frac{P}{V.Cos\varphi.\sqrt{3}}$…….(5)

Dimana:

P = Daya nyata (*watt*)

V = Tegangan (*volt*)

Cos φ = Faktor daya

Kuat Hantar Arus (KHA) pada sirkit akhir ditentukan dengan rumus:

$$KHA = 125\% \times In \quad \text{..... (6)}$$

Dimana:

KHA = Kuat Hantar Arus (*ampere*)

In = Arus nominal beban (*ampere*)

3. *Breaking Capacity*

Breaking Capacity adalah kemampuan kerja atau daya tahan MCB, dinyatakan dalam satuan kA. *Breaking Capacity* paling sedikit sama dengan arus hubung singkat prospektif yang mungkin terjadi. Berikut rumus untuk menghitung *breaking capacity:*

$$BC = \frac{V}{Zt} \quad \text{..... (7)}$$

$$Zt = \frac{V^2}{P\ tot} \quad \text{..... (8)}$$

Dimana: BC = *breaking capacity* (A)

V = tegangan (V)

Zt = impedansi beban (ohm)

P tot = daya total (W)

4. Susut Tegangan (*Drop Volltage*)

Susut tegangan atau yang lebih sering disebut *drop voltage* merupakan tegangan yang hilang ataupun susut pada penghantar suatu instalasi. Rugi tegangan yang diijinkan tidak boleh melebihi 5% dari tegangan yang ada (PUIL 2011)

Untuk menghitung drop voltase pada suatu tegangan adalah:

Satu fasa : $Vr = \frac{\rho \times L \times L \times I \times cos\varphi}{A}$ .....(9)

Tiga fasa : $Vr = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times L \times I \times cos\varphi}{A}$ .....(10)

Dimana : Vr = drop tegangan (*Volt*)

ρ = tahanan jenis (*rho*)

L = panjang kabel (*m*)

I = arus (*Ampere*)

A = luas penampang penghantar (mm^2)

Dari persamaan di atas, dapat disimpulkan bahwa semakin panjang penghantar yang digunakan maka drop voltase akan semakin besar. Demikian juga apabila penampang penghantar yang digunakan terlalu kecil.

Tabel 3. Drop Voltase
Sumber: SNI 0225:2011/Amd 1:2013

Jenis instalasi	Pencahayaan %	Penggunaan lain %
A – Instalasi voltase rendah yang disuplai langsung dari sistem distribusi voltase rendah publik	3	5
B – Instalasi voltase rendah yang disuplai dari suplai VR privat [a]	6	8
[a] Sejauh mungkin, direkomendasikan bahwa drop voltase di dalam sirkit akhir tidak melebihi yang ditunjukkan dalam instalasi jenis A. Jika sistem perkawatan utama instalasi lebih panjang dari 100 m, drop voltase ini dapat dinaikkan dengan 0,005 % per meter sistem perkawatan di atas 100 m, tambahan ini tidak boleh lebih besar dari 0,5 %. Drop voltase ditentukan dari pertumbuhan pemanfaat listrik, dengan menerapkan faktor diversitas jika dapat diterapkan, atau dari nilai arus desain sirkit.		

F. Komponen Instalasi Listrik

Sesuai yang tertulis pada PUIL 2011, perlengkapan listrik yang memenuhi persyaratan adalah yang memenuhi persyaratan standar perlengkapan tersebut, sedangkan untuk perlengkapan listrik yang SNI nya dinyatakan wajib, adalah perlengkapan listrik yang sudah lulus pengujian sesuai SNI terkait dan mendapatkan sertifikat produk dari Lembaga Sertifikasi Produk yang sudah diakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN), serta diberi label SNI pada produknya.

Komponen instalasi pada setiap jenis bangunan pada dasarnya sama, yaitu komponen penghantar, komponen pengaman, dan komponen saklar. Perbedaannya hanya kapasitas komponen tersebut, karena daya yang digunakan pada setiap bangunan tentu berbeda. Khususnya pada instalasi bangunan industri/pabrik.

Komponen instalasi pada bangunan industri/pabrik tentu lebih kompleks karena daya yang digunakan termasuk tegangan menengah. Instalasi untuk industri membutuhkan lebih banyak komponen pengaman dengan kapasitas yang lebih besar dibanding instalasi bangunan sederhana karena mengingat banyaknya peralatan atau mesin produksi yang digunakan sehingga resiko gangguannya lebih besar. Berikut komponen yang ada dalam instalasi listrik khususnya pada instalasi bangunan industri/pabrik:

1. Penghantar

Penghantar atau yang sering disebut dengan kabel listrik merupakan media yang berfungsi untuk menyalurkan energi listrik. Sebuah kabel listrik terdiri dari isolator dan konduktor.

Kabel listrik memiliki kuat hantar arus (KHA). KHA sebuah kabel ditentukan oleh luas penampang inti kabel. Adapun ketentuan mengenai KHA kabel listrik diatur dalam spesifikasi SPLN. Berikut beberapa jenis penghantar/kabel yang umumnya sering digunakan dalam pemasangan instalasi listrik:

a. NYA

Kabel jenis ini merupakan penghantar listrik yang pejal dan berinti tunggal (satu), dilapisi bahan PVC dengan berbagai kode warna sebagai isolasinya. Kabel

NYA biasanya digunakan untuk instalasi penerangan dan harus dipasan di dalam pipa pengaman (PVC) karena rawan terjadi kerusakan.

Tabel 4. Spesifikasi Kabel NYA

Luas Penampang (mm^2)	KHA (A)		Isc (kA)
	Dalam pipa	Dalam Udara	
1,5	15	24	0,19
2,5	20	32	0,32
4	25	43	0,5
6	33	54	0,73
10	45	74	1,2

Gambar 1 Kabel NYA
Sumber: https://asiatoko.com/toko/kabel-supreme-nya/

b. NYM

Kabel ini merupakan jenis kabel berselubung. Maksudnya ialah jenis kabel yang memiliki isolasi berjenis PVC lebih dari satu atau terselubung. Kabel NYM biasanya memiliki 2-4 inti kabel di dalamnya. Biasanya digunakan untuk instalasi penerangan dan tenaga.

Tabel 5. Spesifikasi Kabel NYM

Luas Penampang (mm^2)	KHA (A)		Isc (kA)
	2 inti	3,4,5 inti	
1,5	19	17	0,19
2,5	25	20	0,32
4	34	30	0,5
6	44	39	0,73
10	61	54	1,2

Gambar 2. Kabel NYM
Sumber: https://asiatoko.com/toko/kabel-supreme-nyy/

c. NYY

Kabel jenis ini hampir sama dengan jenis NYM, perbedaannya ada di isolasi kabel yang lebih tebal karena NYY dapat dipasang di alam terbuka atau tanpa pipa pelindung. Sehingga tingkat kerusakan mekanisnya semakin kecil.

Tabel 6. Spesifikasi Kabel NYY

Luas Penampang (mm^2)	KHA (A)		Isc (kA)
	2 inti	3,4,5 inti	
1,5	19	17	0,19
2,5	25	20	0,32
4	34	30	0,5
6	44	39	0,73
10	61	54	1,2

Gambar 3. Kabel NYY
Sumber: https://asiatoko.com/toko/kabel-supreme-nyy-/

d. NYFGbY

Kabel jenis tersebut berfungsi untuk instalasi bawah tanah ataupun ruangan terbuka. Kabel ini memiliki kuat hantar yang tinggi karena selain memiliki inti yang berdiameter besar, juga memiliki isolasi yang tebal dan berlapis.

Tabel 7. Spesifikasi Kabel NYFGbY

Luas Penampang (mm^2)	KHA (A)		Isc (kA)
	Udara	Tanah	
10	65	77	1,2
16	89	101	1,91
25	119	113	2,96
35	148	158	4,13
50	178	185	5,87
70	228	228	8,19
90	272	277	11,09
120	317	317	13,98
150	371	351	17,46
185	426	405	21,50
240	505	467	27,86
300	584	520	34,79

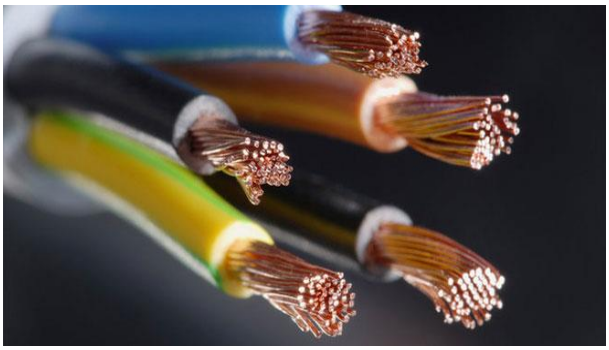
Gambar 4. Kabel NYFGbY
Sumber: http://www.bukalapak.com/jual-kabel-supreme-nyfgby/

e. NYAF

Kabel ini digunakan untuk instalasi panel ataupun kendali lainnya. NYAF memilik inti serabut dengan lapisan PVC sebagai isolasinya dan kuat hantar arusnya relatif kecil.

Tabel 8. Spesifikasi Kabel NYAF

Luas Penampang (mm^2)	KHA (A)		Isc (kA)
	Pipa	Udara	
1,5	15	24	0,17
2,5	20	32	0,29
4	25	42	0,46
6	33	54	0,69
10	45	73	1,16
16	61	98	1,84



Gambar 5. Kabel NYAF
Sumber: https://news.ralali.com/

2. Kotak Kontak

Kontak kontak atau yang biasa disebut stop kontak merupakan komponen instalasi listrik yang berfungsi sebagai kontak penyalur listrik yang sudah diketahui daya serta tegangan nominalnya. Kotak kontak terbagi menjadi 2 jenis yakni kotak kontak 1 phase dan 3 phase. Dari kedua jenis tersebut, ada berbagai macam kotak kontak sesuai dengan fungsi dan cara pemasangannya.

Berdasarkan pemasangannya, kotak kontak terbagi menjadi 2 macam yaitu kotak kontak yang pemasangannya ditanam (*in bow*) di dalam dinding/tembok dan kotak kontak yang cara pemasangannya hanya diletakkan di permukaan tembok atau kayu (*out bow*). Dalam pemasangan kotak kontak tentu juga membutuhkan perencanaan terutama tata letaknya agar pengguna/operator mudah untuk menjangkau sesuai dengan prinsip ketercapaian.

Dalam instalasi bangunan industri/pabrik, tentu pemasangan kotak kontak yang digunakan berbeda dengan yang dipasang pada instalasi rumah sederhana dari segi

mekaniknya. Kotak kontak yang digunakan pada bangunan industri juga nantinya akan lebih banyak jumlahnya dan daya yang lebih besar. Berikut jenis stop kontak yang digunakan pada instalasi listrik khususnya untuk bangunan industri/pabrik:

1. Stop kontak 1 phase

   Stop kontak jenis ini lebih sering digunakan, karena untuk menghubungkan beban/peralatan listrik 1 fasa yang membutuhkan daya 220 Volt sebagai sumbernya. Dalam pemasangannya, stop kontak ini membutuhkan tiga penghantar yaitu fasa, netral, dan *ground*.

   Spesifikasi stop kontak yang digunakan pada instalasi tenaga ini ialah jenis *Double Socket Outlet with Earth (horizontal)* dengan kuat hantar arus (KHA) sebesar 16 A dan tegangan maksimal sebesar 250 V.

Gambar 6. Stop Kontak 1 Phase
Sumber: http://www.brocoindustries.com

2. Stop kontak 3 phase

Dalam bangunan industri/pabrik tentu stop kontak jenis ini sudah tidak asing lagi. Mesin-mesin produksi atau peralatan listrik lainnya banyak yang membutuhkan sumber tegangan 3 fasa karena beban motor yang kapasitasnya lebih besar dari beban 1 fasa. Dalam pemasangannya, stop kontak ini membutuhkan 5 penghantar yaitu 3 penghantar untuk fasa, netral, dan *ground*.

Spesifikasi stop kontak 3 fasa yang digunakan pada instalasi tenaga ini ialah *Surface Mount Socket* 16 A 3P + E 555158 Legrand.

Gambar 7. Stop Kontak 1 Phase dan 3 Phase
Sumber: http://www.brocoindustries.com

3. Sakelar

Sakelar merupakan komponen instalasi yang berfungsi sebagai pemutus dan penghubung arus listrik. Pada umumnya, saklar terbuat dari 2 bilah logam yang menempel pada suatu rangkaian dan bisa terhubung (*on*) atau terpisah (*off*), dan permukaan luar/isolatornya biasanya terbuat dari bahan campuran keramik (*ebonite*).

Ada banyak macam sakelar yang ada pada instalasi listrik sesuai cara pemasangan dan prinsip kerja dari saklar tersebut. Berikut macam-macam sakelar berdasarkan prinsip kerjanya:

a. Sakelar Tunggal

Sakelar jenis ini sering digunakan terutama untuk instalasi penerangan. Prinsip kerjanya yakni menghidupkan atau mematikan beban yang terhubung pada sakelar tersebut. Pada sakelar ini terdapat 2 titik kontak yang menghubungkan hantaran fasa dengan beban atau beban lainnya.

Spesifikasi saklar tunggal yang biasa digunakan untuk instalasi bangunan ialah tipe *Single Switch for flush mounting* dengan KHA 6 A dan tegangan 250 V.

Gambar 8. Sakelar Tunggal
Sumber: http://www.bukalapak.com

b. Sakelar Seri

Seperti halnya sakelar tunggal, sakelar seri juga sering digunakan pada instalasi penerangan. Perbedaannya ada pada jumlah titik kontak. Sakelar seri memiliki 4 titik kontak dengan prinsip kerja yang sama.

Spesifikasi saklar seri yang biasa digunakan untuk instalasi bangunan ialah tipe *Double Switch for flush mounting* dengan KHA 6 A dan tegangan 250 V.

Gambar 9. Sakelar Seri
Sumber: http://www.bukalapak.com

c. *Cam Starter Switch*

Sakelar jenis ini biasa digunakan sebagai sakelar pemindah tenaga (jika listrik dari PLN mati kemudian akan berpindah ke genset). Tetapi tidak sedikit sakelar ini ditemukan untuk sakelar penerangan pada bangunan industri/pabrik, karena pada bangunan tersebut jumlah titik lampu biasanya terbagi dalam beberapa grup dalam masing-masing area sehingga sakelar ini lebih efisien untu digunakan. Saklar ini berjenis TPST (*Triple Pole Single Throw*).

Tabel 9. Spesifikasi *Cam Starter Switch*
Sumber: https://www.andeligroup.com

Model	Tanda	Rating arus (A)	Kapasitas motor (HP)	Mechanical life (times)	Frekuensi (per hr)	Aplikasi	Posisi tuas
QS5-15A	I-O	15	5.5	250000	200	*ON-OFF switching*	0-60
QS5-30A		30	10				
QS5-15N	I-O-I	15	5.5			*Forward & reverse*	60-0-60
QS5-30N		30	10				
QS5-15P/3	I-O-II	15	5.5			*for 3 pole two circuit*	60-0-60
QS5-30P/3		30	10				
QS5-63A	I-O	63	22	200000	180	*ON-OFF switching*	0-60
QS5-100A		100	30				
QS5-63N	I-O-I	63	22			*Forward & reverse*	60-0-60
QS5-100N		100	30				
QS5-63/P4	I-O-II	63	22			*for 3 pole rwo circuit*	60-0-60
QS5-100/P4		100					

Gambar 10. Cam Starter Switch
Sumber: http://www.tokopedia.com

4. Komponen Penerangan

Komponen instalasi listrik berikutnya yaitu komponen penerangan. Komponen penerangan tidak hanya lampu yang nanti sebagai beban dan titik terakhir dalam sebuah

instalasi penerangan, tetapi ada beberapa komponen pendukung untuk dapat memasang lampu yang berfungsi baik sebelum maupun sesudah lampu tersebut menyala.

Komponen pendukung tentu dipasang sesuai dengan tujuan dari penerangan tersebut. Dalam pemasangan titik penerangan (lampu) tentu membutuhkan perencanaan dan perhitungan yang tepat, agar nantinya semua area/ruang mendapat cahaya yang cukup sesuai dengan fungsi daripada area/ruang tersebut dan nantinya instalasi terlihat rapi dan indah.

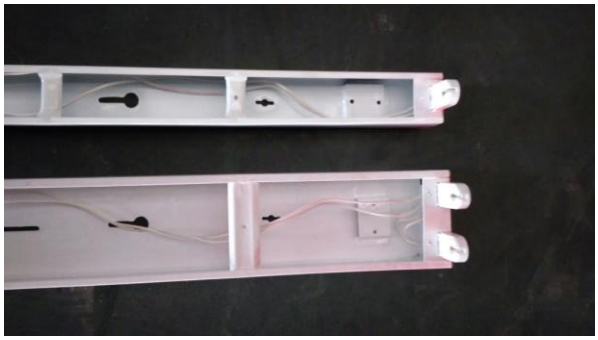
Berikut adalah beberapa komponen penerangan termasuk komponen pendukung yang digunakan dalam instalasi penerangan:

a. Fitting

Komponen berikut berfungsi sebagai dudukan lampu yang nantinya digunakan untuk penyambungan kabel dari saklar. Pada umumnya, ada 2 jenis fitting yang sering digunakan dalam instalasi, yakni fitting lampu kap untuk lampu pijar atau lampu yang memiliki ulir dan fitting untuk pemasangan lampu jenis TL yang biasanya bentuknya panjang.

Spesifikasi fitting lampu kap gantung yang digunakan dalam instalasi penerangan ini adalah Fitting Lampu E27 dengan tegangan masukan maksimal 250 V dan kapasitas 100/200 W, sedangkan untuk fitting lampu TL yang digunakan adalah Fitting Lampu LED Neon T8 TL baik yang *single* maupun *double* dengan tegangan masukan maksimal 250 V dan daya 20/100 W.

Gambar 11. Fiting Plafon
Sumber: http://www.deltalistrik.com



Gambar 12. Fiting Lampu TL
Sumber: dokumen pribadi

b. Lampu

Komponen utama dalam penerangan yang merupaka titik terakhir pada sebuah instalasi penerangan, berfungsi sebagai sumber cahaya pada ruangan yang membutuhkan penerangan yang cukup. Ada banyak jenis lampu yang sering terpasang diinstalasi baik rumah, bangunan industri, maupun bangunan lainnya.

Berikut jenis lampu yang sering terpasang (populer) diinstalasi penerangan:

1) Lampu Pijar

Lampu jenis ini sering kita sebut dengan bohlam/*balllamp*, karena bentuknya yang bulat seperti bola. Lampu ini terbuat dari filament yang kemudian apabila dialiri listrik akan memanas dan menghasilkan cahaya.

Tabel 10. Spesifikasi lampu pijar
Sumber: https://www.assets.lighting.philips.com

Order Code	Nama Produk	Fluks Cahaya
920052843329	CLASSICTONE 25W E27 220-240V A55 CL 1CT/ 10X10F	220 lm
920054643329	CLASSICTONE 60W E27 220-240V A55 CL 1CT/ 10X10F	710 lm
920055543329	CLASSICTONE 75W E27 220-240V A55 CL 1CT/ 10X10F	940 lm
920056543329	CLASSICTONE 100W E27 220-240V A55 CL 1CT/ 10X10F	1340 lm
920119143329	CLASSICTONE 15W E27 220-240V A55 CL 1CT/ 10X10F	120 lm

Gambar 13. Lampu Pijar
Sumber: https://www.assets.lighting.philips.com

2) Lampu TL (*Tubular Lamp*)

Jenis lampu yang satu ini sering disebut dengan neon karena prinsip kerjanya yaitu memanfaatkan gas Neon dan lapisan *Fluorescent* sebagai pemedar

cahaya saat dialiri listrik. Lampu TL sekarang ini banyak macam dan modelnya. Ada yang memanjang seperti biasa, ada yang berbentuk jari, spiral, leter O, maupun berbentuk seperti lampu pijar.

Tabel 11. Spesifikasi lampu TL
Sumber: https://www.assets.lighting.philips.com

Order Code	Full Product Name	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Fluks Cahaya (lm)
928024005436	TL-D 10W/54-765 1SL/50	0,230	46	16	390
928024805436	TL-D 15W/54-765 1SL/50	0,310	51	16	725
928025405482	TL-D 30W/54-765 1SL/25	0,360	98	16	1825
928048003382	TL-D 18W/33-640 1SL/25	0,360	59	16	1200
928048503382	TL-D 36W/33-640 1SL/25	0,440	103	36	2850
928048505436	TL-D 36W/54-765 1SL/25	0,440	103	36	2500
928049005482	TL-D 58W/54-765 1SL/25	0,670	111	58,5	4000

Gambar 14. Lampu TL
Sumber: https://www.assets.lighting.philips.com

3) Lampu *Light Emiting Diode* (LED)

Merupakan jenis lampu yang terbuat dari susanan diode pancaran cahaya. Lampu jenis ini memilik efisiensi listrik yang baik dibandingkan lampu pijar dan lampu TL. Saat ini lampu ini sering dicari oleh konsumen karena terbukti hemat

energi dengan cahaya yang lebih terang disbanding lampu yang lain. Bentuk lampu LED menyerupai lampu TL dan pijar dengan macam-macam bentuk yang ada.

Tabel 12. Spesifikasi lampu LED Tube

Order Code	Full Product Name	Tegangan (V)	Daya (W)	Fluks Cahaya (lm)
929001184538	LEDtube 1200mm 16W 740 T8 AP I G	220-240	16	1600
929001184638	LEDtube 1200mm 16W 765 T8 AP I G	220-240	16	1600
929001184738	LEDtube 600mm 8W 740 T8 AP I G	220-240	16	800
929001184838	LEDtube 600mm 8W 765 T8 AP I G	220-240	16	800
929001380608	ESSENTIAL LEDtube 600mm 8W830 G5 I APR	100-240	8	1000
929001380708	ESSENTIAL LEDtube 600mm 8W840 G5 I APR	100-240	8	1050
929001380808	ESSENTIAL LEDtube 600mm 8W865 G5 I APR	100-240	8	1050
929001380908	ESSENTIAL LEDtube 1200mm 16W830 G5 I APR	100-240	16	2000
929001381008	ESSENTIAL LEDtube 1200mm 16W840 G5 I APR	100-240	16	2100
929001381108	ESSENTIAL LEDtube 1200mm 16W865 G5 I APR	100-240	16	2100
929001383508	CorePro LEDtube HO 1200mm 18W865T8 AP	220-240	18	2100

Gambar 15. Lampu LED
Sumber: http://www.lighting.philips.co.id

4) Lampu Halogen

Lampu jenis ini merupakan lampu yang terbuat dari *filament wolfram* yang ditutup dengan kaca transparan penuh dan diisi dengan gas lembam dan sedikit unsur halogen. Lampu ini sapat mengoperasikan filamennya pada suhu yang lebih tinggi dari lampu pijar, namun resiko kerusakan lampu jenis ini juga sangat besar.

Spesifikasi lampu halogen yang digunakan ialah QVF 133 1x HPLS 150W.

Gambar 16. Lampu Halogen
Sumber: http://www.lighting.philips.co.id

5. Komponen Pengaman

Dalam instalasi listrik baik penerangan maupun tenaga, tentu membutuhkan komponen pengaman untuk mengamankan instalasi, komponen yang terpasang, peralatan lain, maupun manusia sebagai pengguna instalasi. Komponen pengaman harus terpasang dari sumber jaringan listrik sampai titik beban yang dipasang.

Pengaman memiliki beberapa fungsi sesuai dengan jenis pengaman yang ada, antara lain:

a. Memutus jaringan saat terjadi hubung singkat (*short circuit*) pada instalasi,

b. Mengamankan jaringan saat terjadi arus lebih (*over current*) dan tegangan lebih (*over voltage*),

c. Mengamankan jaringan saat terjadi beban lebih (*overload*),

d. Mengamankan jaringan saat terjadi arus bocor ke tanah, dll.

Berikut beberapa macam komponen gawai pengaman yang digunakan pada instalasi listrik:

1) MCB (*Miniatur Circuit Breaker*)

MCB merupakan komponen pengaman yang berfungsi untuk memutuskan jaringan listrik apabila terjadi hubung singkat, arus lebih, maupun beban lebih dengan parameter *range* arus yang sudah sesuai kapasitas pada MCB tersebut secara otomatis.

Gambar 17. Spesifikasi MCB
Sumber: dokumen pribadi

Saat memilih MCB yang sangat diperhatikan adalah *rating* MCB, *tripping curve type* dan *breaking capacity*. Selain itu juga penting memperhatikan jumlah pole, tegangan kerja dan kelas energi.

a) *Rating* (Arus pengenal gawai proteksi) dan *tripping curve type*

Arus pengenal gawai proteksi (*rating*) tidak boleh kurang dari arus maksimum sirkit yang diproteksi (*Rating* gawai proteksi ≥ In). Arus pengenal maksimum gawai proteksi beban lebih tidak boleh melebihi kuat hantar arus (KHA) konduktor yang diproteksi. Arus pengenal gawai proteksi arus lebih motor (GPAL) sekurang-kurangnya 110 – 115% arus pengenal motor. Arus pengenal gawai proteksi hubung pendek (GPHP) harus dikoordinasikan dengan KHA kabel. KHA kabel (IZ) adalah 125 % arus pengenal beban penuh motor (IB). Maka arus pengenal GPHP harus ≤ IZ, biasanya nilainya di antara IB dan IZ. (PUIL 2011 2.2.8.3:51).

b) *Breaking Capacity*

Breaking Capacity adalah kemampuan kerja atau daya tahan MCB, dinyatakan dalam satuan kA. *Breaking Capacity* paling sedikit sama dengan arus hubung singkat prospektif yang mungkin terjadi. Pada gambar terdapat tulisan "6000"yang menunjukkan *breaking capacity*, berarti MCB masih baik hingga maksimal 6000 A dan akan rusak jika arus yang mengalir lebih dari 6000 A (tidak dapat digunakan lagi) yang biasanya terjadi karena hubung singkat.

Kelas energi yaitu spesifikasi MCB yang menyatakan karakteristik energi maksimum dari arus listrik yang dapat melalui MCB untuk membantu perencana untuk mendapat selektivitas dengan perangkat di sisi suplai dan menentukan perlindungan kabel dalam kasus hubung singkat. Pada gambar kelas energi

disimbolkan dalam angka “3”. Kelas energi diklasifikasikan menadi 3 kelas yaitu kelas 1, kelas 2, dan kelas 3.

c) Jumlah *Pole*

Pole adalah terminal/ jalur circuit yang bisa diproteksi oleh MCB. Penentuan jumlah *pole* pada gawai proteksi tergantung dari sistem pembumiannya. Pole MCB yaitu 1 pole (untuk rangkaian 1 fasa), 2 *pole* (untuk rangkaian 1 fasa + netral), 3 *pole* (rangkaian 3 fasa), dan 4 *pole* (rangkaian 3 fasa + netral ikut diproteksi).

Pada gambar, jumlah *pole* dinyatakan dalam simbol berikut. Simbol ini menunjukkan jumlah *pole* MCB ini adalah 3 *pole* karena terdapat 3 simbol berdampingan. Apabila ada 2 simbol berdampingan, maka MCB tersebut 1 *pole*, bila hanya 1 simbol maka MCB tersebut 1 *pole*.

d) Tegangan kerja dan frekuensi

Tegangan kerja pada gawai proteksi harus lebih besar atau sama dengan sistem tegangan. Sedangkan frekuensi gawai proteksi harus sesuai dengan sistem frekuensi. Pada gambar terdapat tulisan “230/400 V” yang artinya tegangan yang dapat digunakan untuk listrik 1 fasa sebesar 230 V sedangkan untuk listrik 3 fasa 400 V. Sedangkan 50 Hz menunjukkan frekuansi listrik sebesar 50 Hz. Hal ini sesuai dengan siste tegangan dan sistem frekuensi yang berlaku di Indonesia.

Jenis otomat dapat menentukan *Breaking Capacity* yang akan digunakan.

- Otomat-G : digunakan untuk pengaman motor
- Otomat L : digunakan untuk pengaman motor atau jaringan

- Otomat H : digunakan untuk pengaman instalasi penerangan bangunan

2) *Moduled Case Circuit Breaker* (MCCB)

Pengaman ini memiliki fungsi yang hampir sama dengan MCB, hanya saja kapasitasnya jauh lebih besar. MCCB juga dilengakapi dengan UVT (*Under Voltage Trip*) yang dapat mengamankan jaringan dari masukan tegangan yang kurang atau drop.

Contoh spesifikasi :

MCCB dengan spesifikasi 800 AF/800AT 50kA. Maksudnya: 800AF = Ampere *frame* (*frame* nya mampu dialiri arus 800A) 800AT = Ampere trip (trip *setting* 800A maksimum). 50kA = kemampuan MCCB terhadap arus hubung singkat (*Breaking Capacity*) simetris 50 kA, lebih dari angka ini MCCB tidak mampu (rusak).

Gambar 18. MCCB
Sumber: https://www.blibli.com

3) *Air Circuit Breaker* (ACB)

ACB merupakan jenis *circuit breaker* dengan sarana pemadam busur api berupa udara. ACB dapat digunakan pada tegangan rendah dan tegangan menengah. Udara pada tekanan ruang atmosfer digunakan sebagai peredam busur api yang timbul akibat proses *switching* maupun gangguan. Umumnya dipasang pada *incoming Low Voltage Main Distribution Panel* (LVMDP) dan pada ACB dilengkapi proteksi arus lebih dan arus bocor. Arus diatas 1600 A biasanya menggunakan ACB. Berdasarkan BS EN 60898,

Gambar 19. ACB
Sumber: https://www.blibli.com

6. *Box Panel*

Komponen ini merupakan komponen yang penting terutama pada instalasi bangunan industri. Fungsi dari *box panel* atau kotak panel ini adalah sebagai tempat untuk instalasi kendali ataupun sebagai tempat pembagian beban tenaga listrik. Di dalamnya biasa terpasang beberapa komponen pengaman, busbar, dan kabel sebagai pengahantar. Pada bagian depan *box panel* biasanya terpasang lampu

indikator fasa, alat ukur (voltmeter, amperemeter, dan cosφ meter) dan *selector switch*.

Contoh spesifikasi *box panel* yang dipasang pada instalasi bangunan gedung:

Panjang (mm) : 600

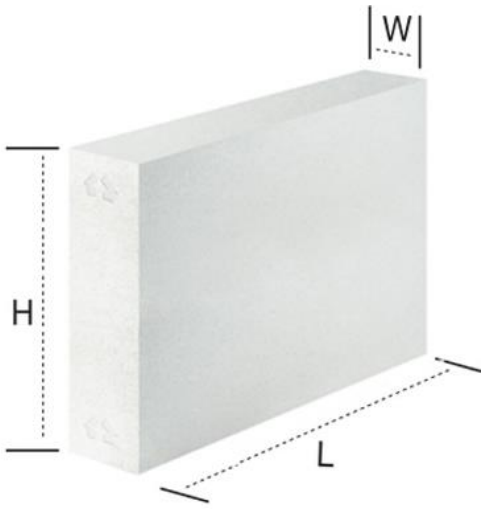
Tinggi (mm) : 400

Lebar (mm) : 75

Kepadatan (kg/m^3) : 490

Kekuatan tekan (N/mm^2) : ≥ 3,0

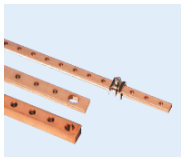
Dimension per *pallet* (m) : 1,2 × 1,2



Gambar 20. *Box Panel*
Sumber: http://www.indonetwork.co.id

6. Komponen Pendukung

Tabel 13. Komponen Pendukung

No.	Nama Komponen	Fungsi	Gambar
1	Busbar	Menghantarkan listrik. panel dari depan, dimana busbar terkonek dengan ACB	
2	Lampu indikator	Indikasi hubung atau tidaknya fasa pada box panel	
3	*Push button*	Memutus dan menghubungkan arus listrik pada rangkaian panel	
4	*Emergency switch*	Mematikan semua rangkaian jika terjadi gangguan atau kondisi abnormal	

5	Isolasi	Menutup ataupun mengamankan semua komponen yang bersifat konduktor agar tidak ada kontak	
6	Sekun kabel	Mempermudah dalam pemasangan kabel pada busbar/komponen lain dalam panel	
7	Tali *tie*	Mengikat, merapikan, dan memilah kabel agar mudah untuk ditata	