

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini merujuk pada beberapa penelitian dan jurnal terdahulu yang berkaitan dengan Analisis Instalasi Listrik, Berikut beberapa penelitian dan jurnal terdahulu yang menjadi rujukan dalam pelaksanaan penelitian ini.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

NO	JUDUL PENELITIAN	IDENTITAS PENULIS	HASIL BAHASAN	TAHUN
1	PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK LIPPO PLAZA JOGJA	Achmad Hafiz, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta	Lippo Plaza Jogja adalah gedung yang mempunyai beberapa tenant yang menjual berbagai macam barang, oleh karena itu kondisi kelistrikan dari gedung ini pun cukup kompleks dan dibutuhkan sistem kelistrikan gedung yang baik, handal, dan aman agar dapat melayani tenant dan pengunjung. Pembuatan sistem kelistrikan gedung yang baik dibutuhkan perancangan instalasi listrik yang baik, metode yang digunakan dalam penelitian instalasi listrik ini adalah perhitungan secara manual dengan faktor ruangan dan faktor orang sebagai parameter, sedangkan untuk sistematis perancangan ini akan mengacu pada PUIL 2011 sesuai standar yang telah ditetapkan. Hasil dari penelitian gedung ini didapatkan total daya listrik yang dibutuhkan sebesar 1.853.891,29 watt kemudian total arus listrik yang dibutuhkan sebesar 3.312,39 A, sedangkan	2019

			total kebutuhan air bersih sebesar 78.129,35 liter, dan total kebutuhan pendingin ruangan sebesar 23.664.170,80 BTU.	
NO	JUDUL PENELITIAN	IDENTITAS PENULIS	HASIL BAHASAN	TAHUN
2	ANALISIS KELISTRIKAN DI PT. INTAN PARIWARA KLATEN	Ardy Cipta Kusuma Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta	Di PT. Macanan Jaya Cemerlang Klaten pecahan dari PT. Intan Pariwara Klaten yang bergerak dalam industri penerbitan dan percetakan, listrik digunakan untuk penerangan dan peralatan-peralatan listrik lain yang digunakan dalam proses produksi. Pada tahun 2017, PT. Macanan Jaya Cemerlang Klaten terjadi kebakaran dan diduga penyebabnya adalah korsleting listrik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kesesuaian instalasi listrik di PT. Macanan Jaya Cemerlang dengan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011 dan melakukan redesain instalasi listrik di PT. Macanan Jaya Cemerlang. Penelitian dimulai dari pengambilan data, menggambar single line diagram dengan menggunakan software AutoCAD, melakukan analisa data, melakukan desain ulang jika tidak sesuai dengan PUIL 2011, dan langkah terakhir adalah penarikan kesimpulan. Jalur ke gedung E pada main distribution panel lama pintu 6 terdapat ketidaksesuaian. Kabel yang digunakan adalah NYY 4 x 95 mm ² dan diproteksi oleh circuit breaker 250 A, sedangkan kemampuan hantar arus pengenal gawai proteksi kabel NYY 4 x 95 mm ² berdasarkan PUIL 2011	2018

			hanya 200 A. Jadi, agar sesuai dengan PUIL 2011 circuit breaker yang digunakan harus diganti menjadi 200 A.	
NO	JUDUL PENELITIAN	IDENTITAS PENULIS	HASIL BAHASAN	TAHUN
3	DESAIN PERENCANAAN INSTALASI LISTRIK DI GEDUNG OPERASI DAN BERSALIN gedung SAKIT UMUM DAERAH dr. AGOESDJAM KETAPANG	M. Sutrisno, lahir di Kupak Rebung pada tanggal 23 November 1998 , menempuh pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura sejak tahun 2016. Memperoleh gelar Sarjana (S1) Teknik Elektro pada tahun 2020 dengan konsentrasi Teknik Tenaga Listrik	gedung Sakit Umum Daerah dr.Agoesdjam Ketapang sedang merencanakan pembangunan gedung baru yaitu gedung operasi dan bersalin. Gedung operasi dan bersalin gedung sakit umum daerah dr. Agoesdjam Ketapang direncanakan dengan luas bangunan 2032 m ² yang terdiri dari dua lantai. Agar terciptanya pelayanan yang baik, nyaman, tenang dan keamanan keselamatan jiwa manusia, perencanaan instalasi listrik pada bangunan gedung sakit ini harus sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu berdasarkan Persyaratan Umum Instalasi Listrik dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 24 tahun 2016 tentang persyaratan teknis bangunan dan prasarana gedung sakit. Penelitian pada perencanaan instalasi gedung ini menggunakan metode studi literatur dan metode diskriptif analitik. Dalam perencanaan gedung operasi dan bersalin gedung sakit umum daerah dr. Agoesdjam Ketapang ini ada melakukan beberapa perhitungan untuk mencari kebutuhan iluminasi penerangan, kapasitas AC (<i>Air Conditioner</i>), besar pengaman, luas penampang, beban total, dan jatuh tegangan serta membuat line diagram. Berdasarkan hasil perhitungan	2020

			dan Analisa jumlah lampu yang akan digunakan adalah 433 buah lampu dan 41 buah <i>Air Conditioner</i> dengan total keseluruhan beban yang dibutuhkan di gedung operasi dan bersalin gedung sakit umum daerah dr.Agoesdjam Ketapang adalah 54,475 kW	
NO	JUDUL PENELITIAN	IDENTITAS PENULIS	HASIL BAHASAN	TAHUN
4	STUDI PERENCANAAN KEBUTUHAN INSTALASI LISTRIK DI gedung SAKIT BERSALIN JEUMPA	Asrul Azmi, Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, asrulborneo92@gmail.com	gedung Sakit Bersalin Jeumpa Pontianak merupakan salah satu fasilitas gedung sakit yang sedang merencanakan pengembangan gedung sakit bersalin kelas B. Bangunan gedung sakit bersalin ini akan dikembangkan dengan luasan bangunan dengan ukuran 525 m ² yang terdiri dari 8 lantai. Untuk sistem instalasi listrik pada bangunan, khususnya gedung Sakit Bersalin diperlukan perencanaan secara matang supaya sistem tersebut mampu bekerja dengan sangat efektif, efisien serta sistem tersebut mampu mengatasi gangguan yang terjadi dalam proses penyaluran atau pendistribusian tenaga listrik di bangunan tersebut. Kenyamanan dalam bekerja atau beraktifitas tentunya tidak terlepas dari penyediaan penerangan dan sistem sirkulasi udara yang baik terutama untuk penerangan pada malam hari serta penkondisian udara pada ruangan yang tidak mempunyai ventilasi yang cukup. Untuk merencanakan instalasi tersebut menggunakan metode studi literatur, dalam tahap perencanaan dilakukan beberapa perhitungan yaitu dimensi ruangan, indeks ruang, efisiensi	2018

			<p>dan armatur sedangkan untuk tata udara harus diketahui terlebih dahulu BTU/hr sesuai kebutuhan ruangan. Untuk mencapai semua itu, instalasi penerangan dan tata udara gedung sakit bersalin ini akan direncanakan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia, berdasarkan SNI 03- 6575-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan Pada Bangunan Gedung dan SNI 03-6572-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung</p>	
NO	JUDUL PENELITIAN	IDENTITAS PENULIS	HASIL BAHASAN	TAHUN
5	<p>PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK GEDUNG gedung SAKIT ALISHA RAHMAN SEJAHTERA KARAWANG</p>	<p>Budi Mustofa, Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta</p>	<p>Gedung Rs Alisha Rahman Sejahtera Karawang adalah gedung yang berfungsi sebagai tempat pelayanan publik dalam bidang kesehatan bagi masyarakat umum harus ada fasilitas penunjang yang baik bagi pengguna. Dalam rangka memenuhi kebutuhan fasilitas kesehatan, pengobatan, pelayan, dan kenyamanan pengguna gedung tidak terlepas dari kebutuhan energi listrik khususnya pada instalasi penerangan, stopkontak, pendingin ruangan (Air Conditioner), pompa air, pompa pemadam kebakaran, dan lift. Adanya pemasangan instalasi listrik yang baik, benar dan aman dalam pengoperasian akan menambah rasa nyaman, tenang, dan aman bagi pengguna gedung tersebut. demi memenuhi kebutuhan tersebut maka dibuatlah rancangan perhitungan instalasi listrik yang benar,</p>	2017

			<p>handal sekaligus harga yang ekonomis, serta penentuan Air bersih dan Air kotor.</p> <p>Perancangan instalasi yang bertujuan untuk merancang kebutuhan instalasi listrik mekanikal pada gedung gedung sakit Alisha Rahman Sejahtera.</p> <p>Metode yang digunakan untuk menentukan beban, kapasitas air bersih dan air kotor dalam pemasangan instalasi menggunakan perhitungan secara manual, dengan faktor ruang, faktor orang, faktor gedung sebagai parameter. Sedangkan untuk menentukan ukuran pengaman utama, diameter penghantar dan jumlah kebutuhan daya listrik mengacu pada perhitungan yang telah direncanakan. Hasil perhitungan yang dirancang menunjukkan total daya semu (S) yang dibutuhkan sebesar 244109,5813 VA / 244.109581 kVA dengan menggunakan pengaman utama MCCB (Moulded Case Circuit Breaker) 3 fasa berkapasitas 552A dan menggunakan penghantar utama NYY 4 x 1 x 300 mm² yang kemampuan hantar arusnya hingga 580 A, dan kapasitas Groundtank sebesar 1524,45 m³ dengan ukuran 15 x 13 x 8m, dan Kapasitas Rooftank sebesar 33 m³ dengan ukuran 35000 liter.</p>	
--	--	--	--	--

2.2 Konsep Kesesuaian Instalasi Listrik

2.2.1 Definisi Instalasi Listrik

Listrik merupakan kata yang sudah tidak asing lagi, hampir setiap hari seseorang selalu berinteraksi dengan listrik. Mulai dari bangun tidur pada pagi hari hingga tidur kembali pada malam hari, setiap kegiatan manusia hampir tidak dapat terlepas dari listrik. Peralatan gedung tangga, seperti lampu, televisi, radio, lemari es, mesin cuci, bahkan kompor memerlukan listrik sebagai sumber energinya. Listrik telah menjadi salah satu kebutuhan masyarakat modern saat ini.

Listrik merupakan suatu fenomena yang timbul dari benda atau zat yang memiliki muatan listrik. Pengertian listrik secara umum adalah sumber energi yang disalurkan melalui kabel. Arus listrik timbul sebagai akibat dari muatan listrik yang mengalir dari saluran (beda potensial) positif ke saluran (beda potensial) negatif (Asep Hapiddin, 2009: 8).

Fenomena listrik memungkinkan terjadinya fenomena fisika lainnya, seperti petir, medan listrik, dan arus listrik. Fenomena-fenomena tersebut merupakan cikal bakal dari penemuan energi listrik dan peralatan listrik atau alat elektronik yang banyak digunakan masyarakat modern saat ini (Asep Hapiddin, 2009: 8).

Secara sederhana listrik dapat dikatakan sebagai aliran listrik arus elektron. Energi listrik tidak dapat dilihat bentuknya namun dapat dilihat efeknya, seperti nyala lampu, televisi, panas setrika, gerak kipas angin dan lain-lain. (PUIL 2011:32)

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik Nomor 023/PRT/1978, pasal 1 butir 5 tentang Instalasi Listrik, menyatakan bahwa instalasi listrik adalah saluran listrik termasuk alat-alatnya yang terpasang di dalam dan atau di luar bangunan untuk menyalurkan arus listrik setelah atau di belakang pesawat pembatas/meter milik perusahaan.

Selanjutnya, menurut Peraturan Menteri Pertambangan dan Energi Nomor 01P/40/M.PE/1990, pasal 1 butir 5 tentang Instalasi Ketenagalistrikan, menyatakan bahwa instalasi ketenagalistrikan adalah bangunan-bangunan sipil dan elektro mekanik, mesin-mesin, peralatan, saluran-saluran, dan perlengkapannya yang digunakan untuk pembangkitan, konversi, transformasi, penyaluran, distribusi, dan pemanfaatan tenaga listrik (“*appliances*”), yang selanjutnya disebut Instalasi. Instalasi tersebut terdiri dari Instalasi Pengusaha dan Instalasi Pelanggan.

Lalu pada pasal 1 butir 6 berbunyi: Instalasi Pengusaha adalah instalasi milik Pengusaha dengan batas sampai dengan alat pembatas dan pengukur. Sedangkan pada pasal 1 butir 7 berbunyi: Instalasi Pelanggan adalah instalasi milik atau yang dikuasai pelanggan dengan batas sesudah batas alat pembatas dan pengukur.

Perjalanan listrik dari sumber energi yang dikelola PLN hingga bisa dinikmati pelanggan di gedung atau bangunan melalui beberapa tahapan yang cukup panjang. Listrik dibangkitkan melalui pembangkit listrik kemudian disalurkan menuju GITET (Gardu induk tegangan ekstra tinggi). Dari GITET listrik disalurkan melalui SUTET (saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi) menuju GITET berikutnya. Dari GITET listrik disalurkan melalui SUTT (Saluran Udara Tegangan Tinggi) menuju GI (Gardu Induk). Dari gardu induk kemudian disalurkan melalui JTM (Jaringan Tegangan Menengah) menuju gardu distribusi. Dari gardu distribusi inilah listrik masuk ke konsumen gedung tangga, bisnis, atau industri melalui JTR (Jaringan Tegangan Rendah).

2.2.2 Definisi Kesesuaian

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), Kesesuaian berasal dari kata sesuai yang memiliki arti pas; cocok; seimbang. Sedangkan kesesuaian adalah perihal sesuai; keselarasan (tentang pendapat, paham, nada, kombinasi warna, dan sebagainya); kecocokan (KBBI, <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/sesuai>, akses 24 Januari 2018). Jadi dapat diartikan kesesuaian adalah suatu perihal atau ukuran yang sesuai, pas, dan cocok dalam suatu hal

2.2.3 Kesesuaian Instalasi Listrik

Setelah diketahui definisi dari kesesuaian, maka kesesuaian instalasi listrik dapat diartikan suatu perihal atau ukuran yang sesuai dalam suatu instalasi listrik yang memenuhi persyaratan yang ditentukan atau yang harus ada.

Salah satu aturan atau persyaratan dalam menentukan kesesuaian suatu instalasi listrik adalah Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL). PUIL yang terbaru dan digunakan saat ini adalah PUIL 2011. Dalam suatu instalasi listrik gedung tinggal, suatu kesesuaian instalasi listrik dapat dinilai dari kondisi instalasi, perlengkapan instalasi, dan tahanan isolasi (Risolasi)

2.3 Penghantar/Kabel

Sumardjati et al (2008:49) menyatakan bahwa kabel adalah penghantar yang terbungkus isolasi, ada yang berinti tunggal atau banyak, ada yang kaku atau berserabut, ada yang dipasang di udara atau di dalam tanah, dan masing-masing digunakan sesuai dengan kondisi pemasangannya.

Jenis kabel yang sering digunakan untuk instalasi listrik industri adalah NYA, NYM dan NYY. Kabel NYA dalam penggunaannya harus menggunakan conduit atau pipa untuk melindunginya secara mekanis, karena kabel tersebut hanya memiliki 1 lapis isolasi saja yang mudah digigit tikus.

Kabel NYM memiliki selubung luar dari bahan PVC yang biasanya berwarna putih atau abu-abu. Sehingga secara mekanis kabel ini lebih kuat daripada kabel NYA. Kabel NYM dapat digunakan diluar pipa atau conduit. Untuk kabel NYY seperti kabel NYM yaitu memiliki selubung luar, tetapi selubungnya berwarna hitam dan lebih kuat daripada selubung kabel NYM. Oleh karena itu, kabel NYY sering digunakan untuk kabel tanah yang kuat akan ketahanan mekanisnya.

Kabel memiliki inti yang luas penampangnya berbeda-beda. Luas penampang tersebut berkaitan dengan arus maksimal yang mampu dihantarkan pada suatu kabel secara terus-menerus.

Apabila arus yang mengalir pada suatu kabel melebihi batas arus maksimal akan mengakibatkan kerusakan pada kabel tersebut.

Kemampuan hantar arus (KHA) adalah arus maksimum yang dapat dihantarkan secara kontinu oleh suatu konduktor, gawai atau aparatus, pada kondisi yang ditentukan tanpa suhu kondisi tunaknya melebihi nilai yang ditentukan (PUIL 2011:27). Ampacity mewakili kapasitas pembawa arus maksimum dari suatu objek yang bergantung pada struktur dan materialnya (Subramaniam et al 2013:1).

Penentuan luas penampang kabel, langkah paling awal adalah mencari nilai arus nominal yang akan mengalir pada kabel tersebut. KHA yang digunakan untuk pemilihan kabel yaitu 125% dari arus nominal yang akan mengalir pada kabel tersebut. Ketika nilai kemampuan hantar arus telah diketahui, perlu disesuaikan dengan tabel KHA kabel pada PUIL 2011 untuk memperoleh luas penampang yang dibutuhkan. Apabila nilai kemampuan hantar arus tidak ada yang sesuai pada tabel, sebaiknya gunakan luas penampang kabel yang nilai KHA-nya lebih besar.

Ada tiga hal pokok yang harus diperhatikan dari kabel, yakni sebagai berikut :

1. Konduktor/penghantar, merupakan media untuk menghantarkan arus listrik.
2. Isolasi, merupakan bahan dielektrik untuk mengisolir dari yang satu ke yang lain dan juga terhadap lingkungan-lingkungannya.
3. Selubung luar, yang memberikan perlindungan terhadap kerusakan mekanis pengaruh bahan-bahan kimia, electrolysis, api atau pengaruh-pengaruh luar lainnya yang dapat merugikan.

Pada umumnya untuk mengetahui jenis penghantar atau kabel diberikan kode pengenalan serta warnaxselubung, penandaanxkabelxberselubungxberinti tunggalxdigunakanxpedoman PUIL 2011 seperti yang tercantum pada Tabel 2.1 dan 2.2.

Tabel 2.2 Kode Penandaan Penghantar

Kode	Komponen
N	Kabel jenis standart, dengan tembaga sebagai penghantar
Gb	Spiral pita baja
Y	Isolasi PVC
Y	Selubung PVC
F	Kawat baja pipih
R	Kawat baja bulat
A	Kawat berisolasi
Re	Penghantar padat bulat
Rm	Penghantar bulat berkawat banyak

Sumber: (Persyaratan Umum Instalasi Listrik, 2011)

Tabel 2.3 Penandaan Inti atau Rel

Inti atau Rel	Pengenalan		
	Dengan Huruf	Dengan Lambang	Dengan Warna
1	2	3	4
Instalasi Arus Bolak-balik :			
Fasa Satu	L1/R		Merah
Fasa Dua	L2/S		Kuning
Fasa Tiga	L3/T		Hitam
Netral	N		Biru
Instalasi Perlengkapan Listrik :			
Fasa Satu	U/X		Merah
Fasa Dua	V/Y		Kuning
Fasa Tiga	W/Z		Hitam
Instalasi Arus Searah :			
Positif	L +	+	Tidak ditetapkan
Negatif	L -	-	Tidak ditetapkan
Kawat Tengah	M		Biru
Penghantar Netral	N		Biru
Penghantar Pembumian	PE		Loreng, Hijau-Kuning

Sumber: (Persyaratan Umum Instalasi Listrik, 2011)

2.3.1 Jenis Kabel/Penghantar

Kabel ialah penghantar yang dilindungi dengan isolasi dan keseluruhan inti dilengkapi dengan selubung pelindung bersama, contohnya ialah kabel NYM, NYA dan sebagainya

Sedangkan kawat penghantar ialah penghantar yang tidak diberi isolasi contohnya ialah BC (bare conductor), penghantar berlubang (hollow conductor), acsr (aluminium conductor steel reinforced), dsb. Secara garis besar, penghantar dibedakan menjadi dua macam yaitu:

1. Penghantar berisolasi

Berupa kawat berisolasi atau kabel, batasan kawat berisolasi adalah rakitan penghantar tunggal, baik serabut maupun pejal yang diisolasi (NYA, NYAF, dsb.) Batasan kabel ialah rakitan satu penghantar atau lebih, baik itu penghantar serabut ataupun pejal, masing – masing diisolasi dan keseluruhannya diselubungi pelindung bersama.

2. Penghantar tidak berisolasi

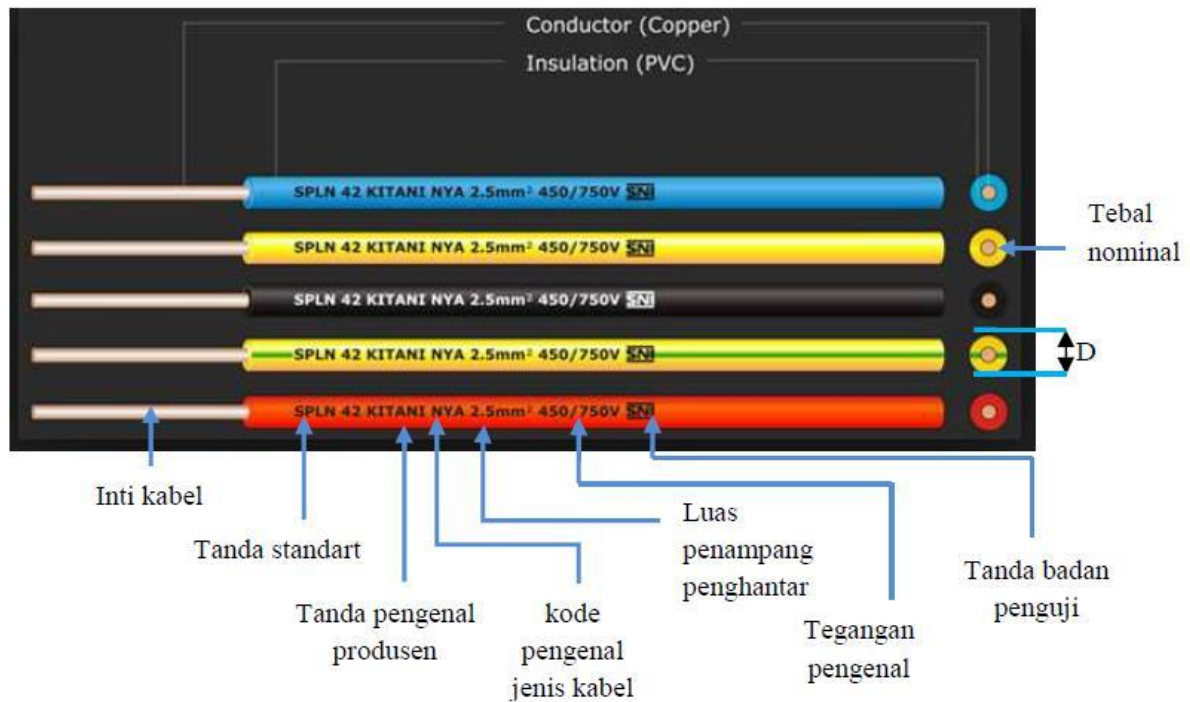
Merupakan penghantar yang tidak dilapisi oleh isolator, contoh penghantar tidak berisolasi BC (bare conductor). Jenis – jenis isoalsi yang dipakai pada penghantar listrik meliputi isolasi dari PVC (Poly Vinyl Chlorid).

2.3.2 Jenis Kabel Yang Biasa Digunakan Pada Instalasi

1. Kabel NYA

Kabel NYA adalah penghantar dari tembaga yang berinti tunggal berbentuk pejal dan menggunakan isolasi PVC. Kabel ini merupakan kabel pagedungan yang paling banyak digunakan karena harganya yang relatif murah. Akan tetapi, kabel NYA merupakan jenis kabel yang mudah cacat dan mudah digigit tikus dikarenakan isolasinya yang hanya 1 lapis. Jika memakai kabel NYA dalam instalasi listrik di gedung atau bangunan untuk pengamanan kabel harus dipasang dalam pipa/*conduit* jenis PVC atau saluran tertutup. Hal tersebut dilakukan agar kabel tidak mudah digigit tikus. Jika isolasi kabel terkelupas, kawat kabel tersebut tidak akan tersentuh langsung oleh manusia (Asep Hapidin, 2009: 46).

Kabel NYA dimaksudkan untuk di pergunakan didalam ruangan yang kering, untuk instalasi tetap dalam pipa dan sebagai kabel penghubung dalam lemari distribusi. Isolasi kabel NYA diberi warna hijau-kuning, biru muda, hitam, kuning, atau merah. Contoh penandaan kabel NYA dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 2.1. Kabel NYA

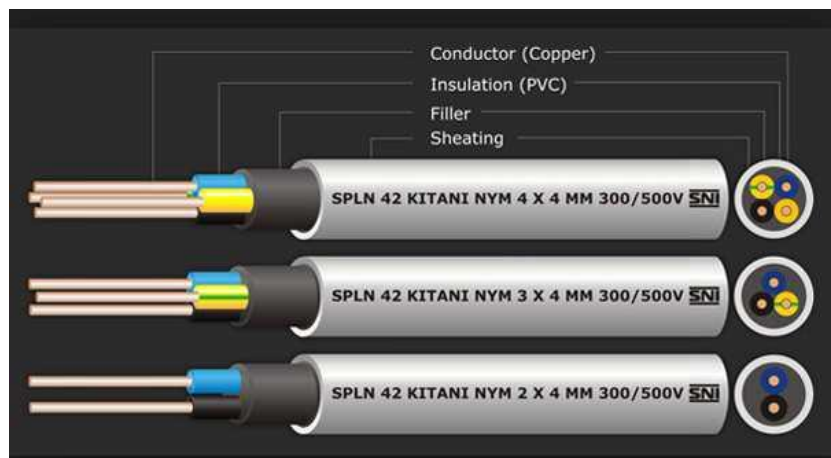
(Sumber: Hapiddin, Asep. 2009)

2. Kabel NYM

Kabel NYM memiliki lapisan isolasi PVC (biasanya warna putih atau abu-abu), ada yang berinti 2,3 atau 4. Kabel NYM memiliki lapisan isolasi dua lapis, sehingga tingkat keamanannya lebih baik dari kabel NYA. Kabel ini dapat dipergunakan di lingkungan yang kering dan lembab, serta di udara terbuka, namun tidak boleh ditanam.

Isolasi inti NYM harus diberi warna hijau-kuning, biru muda, merah, hitam, atau kuning. Khusus warna hijau-kuning tersebut pada seluruh panjang inti dan dimaksudkan untuk penghantar

tanah. Sedangkan warna selubung luar kabel harus berwarna putih atau putih keabu-abuan. Contoh penandaan kabel NYM dapat dilihat pada gambar berikut ini:



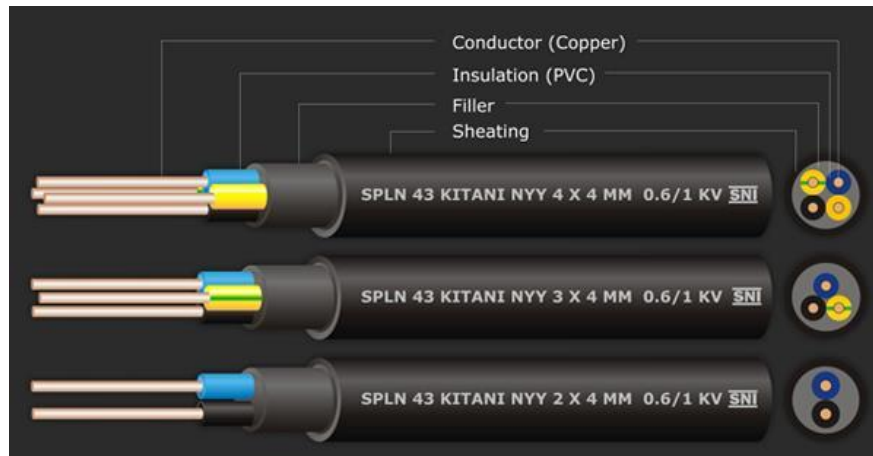
Gambar 2.2. Kabel NYM

(Sumber: Hapiddin, Asep. 2009)

Sebagai penghantar gedung tinggal biasanya digunakan kabel berisolasi ganda (misalnya NYM) yang terdiri atas dua atau tiga inti tembaga pejal dengan penampang tiap intinya minimum 1,5 mm².

3. Kabel NYY

Kabel NYY memiliki lapisan isolasi PVC yang biasanya berwarna hitam, ada yang berinti 2, 3, atau 4. Kabel NYY merupakan kabel instalasi listrik yang dipergunakan untuk instalasi tertanam (kabel tanah) dan memiliki lapisan isolasi yang lebih kuat dari kabel NYM sehingga harganya lebih mahal daripada kabel NYM. Kabel NYY memiliki isolasi yang terbuat dari bahan yang tidak disukai tikus (Asep Hapiddin, 2009: 47)



Gambar 2.3. Kabel NYY

(Sumber: Hapiddin, Asep. 2009)

Kabel tanah thermoplastik tanpa perisai seperti NYY, biasanya digunakan untuk kabel tenaga pada industri. Penggunaan utama NYY sebagai kabel tenaga adalah untuk instalasi industri di dalam gedung maupun di alam terbuka, di saluran kabel dan dalam peralatan hubung bagi (PHB). Kabel ini juga dapat ditanam dalam tanah, dengan syarat diberikan perlindungan terhadap kemungkinan kerusakan mekanis. Perlindungannya bisa berupa pipa atau pasir dan di atasnya diberi batu.

2.3.3 Pemilihan Luas Penampang

Luas penampang biasanya memiliki satuan mm² atau sama dengan millimeter persegi, satuan ini menentukan ukuran area luas penampang dari bagian konduktor atau inti kabel jadi yang terukur hanyalah ukuran konduktor (inti kabel) tidak termasuk pelindung atau isolator pada kabel.

Satuan mm² ini sangat sering digunakan untuk kabel, misalnya ukuran kabel 3x4mm², maksudnya adalah kabel tersebut memiliki 3 inti kabel dengan masing-masing memiliki luas penampang 4mm², angka 4mm² adalah luas penampang konduktor bukan diameter kabel.

Untuk mengetahui diameter kabel tersebut dapat dihitung menggunakan persamaan luas lingkaran berikut ini :

$$D = \frac{\sqrt{4xL}}{\pi} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

D = Diameter

L = Luas

π = 3,14

Dalam pemilihan luas penampang penghantar untuk instalasi listrik harus mempertimbangkan beberapa hal di bawah ini :

1. Kuat Hantar Arus (KHA)
2. Kondisi suhu/Sifat lingkungan
3. Susut tegangan
4. Kemungkinan perluasan

2.3.4 Kemampuan Hantar Arus (KHA)

Untuk menentukan Kemampuan Hantar Arus (KHA) dari penghantar yang digunakan terlebih dahulu harus diketahui besarnya arus nominal atau arus maksimum yang diserap oleh beban. Untuk mengetahui arus nominal yang diserap oleh beban, terlebih dahulu diketahui arus nominalnya. Penentuan arus nominal dapat dihitung dengan persamaan-persamaan berikut ini :

Untuk satu fasa :

$$In = \frac{P(watt)}{V \times \text{Cos}\phi} A \dots\dots\dots(2.2)$$

Untuk tiga fasa :

$$I_n = \frac{P(\text{watt})}{\sqrt{3} \times V_{L-L} \times \text{Cos}\phi} \text{ A} \dots\dots\dots(2.3)$$

Seperti yang telah dipersyaratkan dalam PUIL 2011 bagian 2.2.2.2 bahwa setiap konduktor harus mempunyai KHA (Kemampuan Hantar Arus), tidak kurang dari arus yang mengalir di dalamnya. Setelah memperoleh hasil perhitungan arus beban yang akan dilewatkan pada penghantar, maka untuk mencari KHA kabel dapat dihitung dengan rumus sesuai PUIL 2011 yaitu :

$$I_{KHA} = (125 \% \times I_n \text{ terbesar}) + I_n \text{ yang lainnya} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

- In = Arus nominal (Ampere)
- P = Daya yang diserap (Watt)
- V = Tegangan fasa dengan netral (Volt)
- V_{L-L} = Tegangan fasa dengan fasa (Volt)
- Cos φ = Faktor daya
- I_{KHA} = KHA kabel penghantar (Ampere)
- In terbesar = Arus nominal terbesar beban yang dilayani (A)
- In lainnya = Arus nominal beban yang lainnya (A)

Tabel 2.4 KHA Terus Menerus dan KHA pengenal gawai proteksi Untuk Kabel Instalasi NYA

Tabel 7.3-1 KHA terus menerus yang diperbolehkan dan proteksi untuk kabel instalasi inti tunggal berinsulasi PVC pada suhu ambient 30 °C dan suhu konduktor maksimum 70 °C

Jenis Konduktor	Luas penampang nominal mm ²	KHA terus menerus		KHA pengenal gawai proteksi	
		Pemasangan dalam konduit ^(a) sesuai 7.13 A	Pemasangan di udara ^(a) sesuai 7.12.1 A	Pemasangan dalam konduit A	Pemasangan di udara A
1	2	3	4	5	6
NYFA NYFAF NYFAZ NYFAD NYA NYAF NYFAw NYFAFw NYFAZw NYFADw dan NYL	0,5	2,5	-	2	-
	0,75	7	15	4	10
	1	11	19	6	10
	1,5	15	24	10	20
	2,5	20	32	16	25
	4	25	42	20	35
	6	33	54	25	50
	10	45	73	35	63
	16	61	98	50	80
	25	83	129	63	100
	35	103	158	80	125
	50	132	198	100	160
	70	165	245	125	200
	95	197	292	160	250
	120	235	344	250	315
	150	-	391	-	315
185	-	448	-	400	
240	-	528,5	-	400	
300	-	608	-	500	
400	-	726	-	630	
500	-	830	-	630	

CATATAN ^(a) Untuk satu atau lebih kabel tunggal tanpa selubung
^(a) Untuk kabel tunggal dengan jarak sekurang-kurangnya sama dengan diameternya

Sumber: (Persyaratan Umum Instalasi Listrik, 2011, Hal, 521)

Tabel 2.5 KHA Terus Menerus dan KHA pengenal gawai proteksi Untuk Kabel Instalasi NYM

Tabel 7.3-4 KHA terus menerus yang diperbolehkan untuk kabel instalasi berinsulasi dan berselubung PVC, serta kabel fleksibel dengan voltase pengenal 230/400 (300) volt dan 300/500 (400) volt pada suhu ambient 30 °C, dengan suhu konduktor maksimum 70 °C

Jenis kabel	Luas penampang mm ²	KHA terus menerus A	KHA pengenal gawai proteksi A
1	2	3	4
	1,5	18	10
	2,5	26	20
	4	34	25
	6	44	35
NYIF	10	61	50
NYIFY	16	82	63
NYPLYw			
NYM/NYM-0	25	108	80
NYRAMZ	35	135	100
NYRUZY	50	168	125
NYRUZYr			
NHYRUZY	70	207	160
NHYRUZYr	95	250	200
NYBUY	120	292	250
NYLRZY, dan Kabel fleksibel berinsulasi PVC	150	335	250
	185	382	315
	240	453	400
	300	504	400
	400	-	-
	500	-	-

Sumber: (Persyaratan Umum Instalasi Listrik, 2011, Hal. 523)

Tabel 2.6 KHA Terus Menerus dan KHA pengenal gawai proteksi Untuk Kabel Instalasi NYY

Tabel 7.3-5a KHA terus menerus untuk kabel tanah inti tunggal, berkonduktor tembaga, berinsulasi dan berselubung PVC, dipasang pada sistem a.s. dengan voltase kerja maksimum 1,8 kV; serta untuk kabel tanah 2-inti, 3-inti dan 4-inti berkonduktor tembaga, berinsulasi dan berselubung PVC yang dipasang pada sistem a.b. trifase dengan voltase pengenal 0,6/1 kV (1,2 kV), pada suhu ambien 30 °C.

Jenis kabel	Luas penampang mm ²	KHA terus menerus					
		Inti tunggal		2-inti		3-inti dan 4-inti	
		di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara
		A	A	A	A	A	A
1	2	3	4	5	6	7	8
NYY NYBY NYFGbY NYRGBY NYCY NYCWY NYSY NYCEY NYSEY NYHSY NYKY NYKBY NYKFGBY NYKRbY	1,5	40	26	31	20	26	18,5
	2,5	54	35	41	27	34	25
	4	70	46	54	37	44	34
	6	90	58	68	48	56	43
	10	122	79	92	66	75	60
	16	160	105	121	89	98	80
	25	206	140	153	118	128	106
	35	249	174	187	145	157	131
	50	296	212	222	176	185	159
	70	365	269	272	224	228	202
	95	438	331	328	271	275	244
	120	499	386	375	314	313	282
	150	561	442	419	361	353	324
	185	637	511	475	412	399	371
	240	743	612	550	484	464	436
300	843	707	525	590	524	481	
400	986	859	605	710	600	560	
500	1125	1000	-	-	-	-	

CATATAN KHA terus menerus kabel tanah ini dihitung berdasarkan kondisi tersebut dalam 7.3.4.2 dan 7.3.4.4.

Sumber: (Persyaratan Umum Instalasi Listrik, 2011, Hal. 524)

2.4 Pengaman Instalasi dan Peralatan Hubung Bagi (PHB)

Pengaman instalasi atau pengaman listrik adalah suatu alat yang digunakan untuk melindungi sistem instalasi dari beban arus yang melebihi kemampuannya. Fungsi utama

pengaman instalasi adalah mengamankan instalasi bila terjadi masalah seperti hubung singkat atau beban lebih di peralatan listrik dengan cara memutus arus listriknya.

Dalam bagian pengaman listrik ini, instalasi listrik gedung dibagi dalam kelompok atau grup, yang disebut juga dengan istilah Peralatan Hubung Bagi (PHB) atau Perlengkapan Hubung Bagi dan Kendali (PHBK). Tujuan paling utama adalah faktor keamanan. Apabila ada masalah pada peralatan listrik, misal hubung singkat, maka tidak semua aliran listrik akan terputus. Dengan begitu akan lebih mudah mencari bagian dari instalasi listrik tersebut yang bermasalah.

Pembagian grup dalam suatu instalasi listrik biasa berdasarkan area, misalnya:

1. Antara bagian depan dan bagian belakang gedung.
2. Antara sayap kiri atau sayap kanan gedung.
3. Untuk gedung dua lantai, dapat dibagi tiap lantai.
4. Antara berbagai macam beban listrik, seperti pompa air, lampu penerangan, stop kontak, AC, dan lain-lain.

Pengaman listrik yang biasa dipakai dalam instalasi listrik gedung adalah pengaman lebur atau sekering dan miniature circuit breaker (MCB). Berikut penjelasan lengkapnya.

2.4.1 Pengaman Lebur (Sekering)

Pengaman lebur (sekering) atau disebut juga fuse adalah komponen pengaman listrik yang sifat kerjanya meleburkan kawat yang dipasang didalam komponen tersebut apabila kawat tersebut dilewati dengan arus hubung singkat tertentu. Jenis kawat berbeda-beda untuk setiap hantar kawat dengan arus nominal tertentu, misalnya 2A, 4A, 6A, dan seterusnya.

Ada dua jenis dari komponen ini, yaitu tipe kawat lebur dan tipe tombol (otomatis). Untuk tipe kawat lebur mempunyai prinsip kerja seperti penjelasan diatas dan untuk menormalkan kembali perlu diganti dengan pengaman lebur yang baru. Sedangkan untuk tipe tombol, bila terjadi masalah hubung singkat maka arus listrik akan terputus dan untuk menormalkan kembali, cukup dengan menekan tombol yang besar pada sekering tersebut, sedangkan tombol kecil berfungsi untuk memutus aliran listrik. Komponen pengaman tipe lebur ini mulai jarang digunakan karena ada kesulitan tersendiri bila putus atau rusak karena terjadi masalah, terlebih lagi bila persediaan sekering baru digedung tidak ada.



Gambar 2.4 Sekering kawat lebur dan sekering tombol (otomatis)

2.4.2 Miniature Circuit Breaker (MCB)

Miniature Circuit Breaker atau MCB adalah suatu rangkaian pengaman yang dilengkapi dengan komponen thermis (bimetal) untuk pengaman beban lebih dan juga dilengkapi relay elektromagnetik untuk pengaman hubung singkat (Sumardjati et al 2008:45).Prinsip kerja Miniature Circuit Breaker membatasi arus lebih menggunakan gerakan bimetal untuk memutuskan rangkaian. Bimetal akan bekerja dari panas yang ditimbulkan oleh energi listrik. Pemutusan termal terjadi pada saat terjadi gangguan arus lebih pada rangkaian secara terus- menerus.Menurut Ganley et al (2012) sebuah Miniature Circuit Breaker memiliki sepasang kontak yang dapat dioperasikan

dalam jalur arus utama antara terminal line untuk dihubungkan ke suplai daya dan terminal beban untuk dihubungkan ke beban yang disuplai oleh suplai daya.

Molded Case Circuit Breaker biasa disingkat MCCB. Menurut Ismansyah (2009:14) MCCB merupakan sebuah pemutus tenaga yang memiliki fungsi sama dengan MCB, yaitu mengamankan peralatan dan instalasi listrik saat terjadi hubung singkat dan membatasi kenaikan arus karena kenaikan beban. Kalau dilihat secara langsung antara MCCB dan MCB 3 pole berbeda, kalau MCCB memiliki tuas trip satu saja, tetapi MCB 3 *pole* memiliki 3 tuas trip yang digabung. Sehingga 3 tuas pada MCB tidak bisa bekerja secara terpisah.

Secara umum, MCCB adalah perangkat listrik untuk melindungi beban listrik atau rangkaian listrik dengan pemutusan rangkaian listrik pada saat terjadi arus gangguan seperti arus lebih, arus sesaat dan arus hubung singkat antara sumber daya listrik dan beban listrik (Woo dan Chungcheongbuk-Do 2010).

Miniature Circuit Breaker (MCB) adalah komponen pengaman listrik yang bekerja dengan system *thermal* atau panas, didalam komponen ini terdapat bimetal yang apabila arus listrik yang mengalir melebihi arus nominal dari MCB ini yang disebabkan oleh kelebihan beban atau terjadi hubung singkat, maka bimetal ini secara mekanis akan memutus aliran listrik dan menggerakkan tuas ke posisi OFF. Untuk menormalkan kembali, hanya dengan mengembalikan tuas ke posisi ON. Arus nominal yang terdapat pada MCB adalah 2A, 4A, 6A, 10A, 16A, 20A, 25A, 32A, 40A, 50A dan 63A. Nominal MCB ditentukan dari besarnya arus yang dapat dihantarkan. Jenis pengaman ini lebih banyak digunakan di instalasi listrik gedung. Untuk lebih jelasnya bisa liat tabel di bawah ini.

Tabel 2.7 Arus nominal pada MCB yang ada di pasaran

Besar Amper	MCB 1Fasa	MCB 3Fasa
	2	2
	4	4
	6	6
	10	10
	16	16
	20	20
	25	25
	32	32
	40	40
	50	50
	63	63
	80	80
	100	100



Gambar 2.5 *Miniature Circuit Breaker (MCB)*