

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Instalasi listrik adalah suatu sistem / rangkaian yang digunakan untuk menyalurkan daya listrik (*Electric Power*) untuk kebutuhan manusia dalam kehidupannya Sistem instalasi tenaga listrik adalah proses penyaluran daya listrik yang dibangkitkan dari sumber tenaga listrik ke alat-alat listrik atau beban yang disesuaikan dengan ketentuan yang telah ditetapkan dalam peraturan dan standar listrik yang ada, misalnya IEC (International Electrotechnical Commission), PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik), IEEE, SPLN dan sebagainya. (PUIL,2000:8). Instalasi pada garis besarnya dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu¹ :

1. Instalasi penerangan listrik
2. Instalasi daya listrik

Yang termasuk didalam instalasi penerangan listrik adalah seluruh instalasi yang digunakan untuk memberikan daya listrik pada lampu. Pada lampu ini daya listrik/tenaga listrik diubah menjadi cahaya yang digunakan untuk menerangi tempat /bagian sesuai dengan kebutuhannya.

Instalasi penerangan listrik ada 2 (dua) macam, yaitu :

1. Instalasi di dalam gedung
2. Instalasi di luar gedung

Instalasi di dalam gedung adalah instalasi listrik di dalam bangunan gedung (termasuk untuk penerangan, teras dan lain – lain) sedangkan instalasi di luar bangunan gedung (termasuk disini adalah penerangan halaman, taman, jalan penerangan papan nama dan lain – lain).

Tujuan utama dari instalasi penerangan adalah untuk memberikan kenyamanan terhadap keadaan yang memerlukan ketelitian maka diperlukam

¹ Akbar,Januar.2017. “Studi Evaluasi Perencanaan Kebutuhan Daya Pada Instalasi Listrik Di Gedung Harco Glodok Jakarta”.Skripsi. Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Elektro , Universitas Pakuan, Bogor.hal.1

penerangan yang mempunyai kuat penerangan besar sedangkan untuk pekerjaan – pekerjaan yang memerlukan ketelitian tidak perlu menggunakan penerangan yang mempunyai penerangan besar.

Sedangkan instalasi daya listrik adalah instalasi yang digunakan untuk menjalankan mesin – mesin listrik termasuk disini adalah instalasi untuk melayani motor – motor listrik di pabrik, pompa air, dan lain – lain, pada mesin – mesin listrik ini energi diubah menjadi energi mekanis sesuai dengan kebutuhan manusia.

Hal inilah yang mendasari perlunya diperhatikan dan mentaati peraturan-peraturan sebagai pedoman untuk penyelenggaraan instalasi listrik. Peraturan-peraturan yang berhubungan dengan hal tersebut adalah:

1. Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL)
2. International Electrotechnical Commission (IEC)

2.2. Prinsip Dasar Instalasi Listrik

2.2.1. Keamanan

Instalasi listrik harus dipasang dengan benar berdasarkan standar dan peraturan yang ditetapkan oleh SPLN, PUIL 2000 serta IEC dengan tujuan untuk keamanan dan keselamatan bagi makhluk hidup, harta benda dan instalasi listrik itu sendiri. Salah satu contohnya yaitu, Suatu sistem instalasi listrik harus dilengkapi dengan sistem pentanahan agar manusia terhindar dari sentuhan tidak langsung akibat kejutan listrik yang tidak terduga karena adanya kebocoran arus listrik pada *body* peralatan listrik.

2.2.2. Keandalan

Instalasi listrik dikatakan andal apabila instalasi bekerja pada nilai nominal tanpa timbul kerusakan dan Keandalan juga menyangkut ketepatan pengaman untuk menanggapi jika terjadi gangguan.

2.2.3. Kemudahan

Kemudahan pada sistem instalasi listrik dinyatakan tercapai apabila pengoperasian suatu sistem tidak memerlukan skill tinggi, cepat dan tepat dalam pemasangan peralatan sistem serta mudah dalam melaksanakan perawatan dan perbaikan sistem.

2.2.4. Ketersediaan

Artinya kesiapan suatu instalasi dalam melayani kebutuhan pemakaian listrik lebih berupa daya, peralatan maupun kemungkinan pengembangan/ perluasan instalasi, apabila konsumen melakukan perluasan instalasi, tidak mengganggu sistem instalasi yang sudah ada, dan mudah menghubungkannya dengan sistem instalasi yang baru (tidak banyak merubah dan mengganti peralatan yang ada).

2.2.5. Keindahan

Pemasangan komponen atau peralatan instalasi listrik dapat ditata sedemikian rupa, selagi dapat terlihat rapi dan indah dan tidak menyalahi aturan yang berlaku.

2.2.6. Ekonomis

Perencanaan sistem instalasi listrik perlu mempertimbangkan kondisi operasional jangka panjang agar dapat dihemat biaya - biaya yang dikeluarkan terhadap :

- a) Pemeliharaan dan perluasan sistem
- b) Pemakaian / penggantian peralatan
- c) Pengoperasian sistem

Kondisi ekonomis pada suatu sistem instalasi dikatakan berhasil bila efisien dan efektif terhadap penggunaan daya listrik.

2.3. Instalasi Penerangan Listrik

2.3.1. Persyaratan Umum

1. Rencana instalasi listrik harus memenuhi ketentuan PUIL 2000
2. UU No.1 tahun 1970 tentang keselamatan kerja, beserta peraturan pelaksanaannya.
3. Peraturan Bagunan Nasional
4. Peraturan Pemerintah RI No.18 tahun 1972, tentang PLN Dan PP No.54 tahun 1981 tentang perubahan PP RI No.18 tahun 1972
5. PP RI No.36 tahun 1979 tentang perusahaan kelistrikan
6. PP RI No.11 tahun 1979 tentang keselamatan kerja pada pemurnian dan pengolahan minyak dan gas bumi, bab XV Listrik

7. Peraturan Menteri Pertambangan dan Energi No. 02/P/MenPertamben/1983 tentang standar listrik Indonesia
8. Peraturan mengenai kelistrikan yang berlaku dan tidak bertentangan dengan PUIL 2000

2.3.2. Ketentuan Rencana Instalasi Listrik²

Rencana instalasi listrik ialah berkas gambar rencana dan uraian teknik yang digunakan sebagai pegangan untuk melaksanakan pemasangan suatu instalasi listrik. Rencana instalasi listrik harus dibuat dengan jelas, serta mudah dibaca dan dipahami oleh para teknisi listrik, untuk itu harus diikuti ketentuan dan standar yang berlaku. Rencana gambar instalasi terdiri atas :

1. Gambar Situasi, yang menunjukkan dengan jelas letak gedung atau bangunan tempat instalasi tersebut akan dipasang dan rencana pengembangannya dengan sumber tenaga listrik.
2. Gambar Instalasi, yang meliputi :
 - Rencana tata letak, yang menunjukkan dengan jelas tata letak perlengkapan listrik beserta sarana kendalinya seperti titik lampu, kotak kontak, sakelar motor listrik, perlengkapan hubung bagi (PHB), dan lain – lain.
 - Rencana hubungan perlengkapan listrik dengan gawai pengendalinya seperti hubungan lampu dengan sakelarnya, motor dengan penyusutannya dan dengan awai pengatur kecepatannya, yang merupakan sebagian dari sirkuit akhir.
 - Gambar hubungan antara bagian sirkuit akhir dan PHB yang bersangkutan, ataupun pemberian tanda mengenai hubungan tersebut
 - Tanda atau keterangan yang jelas mengenai setiap perlengkapan listrik
3. Diagram Garis Tunggal, yang meliputi :
 - Diagram PHB perlengkapan lengkap dengan keterangan mengenai ukuran dan besaran normal komponennya.
 - Keterangan mengenai jenis dan besar beban yang terpasang dan

² Barokah, Fitra. 2015. "Evaluasi Kebutuhan Daya Listrik Pada Gedung Dermaga Point (*Ampera Convention Center*) Palembang". Laporan Akhir. Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Listrik. Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang. Hal.7-10

- pembagiannya
- Sistem pembumian
 - Ukuran dan jenis penghantar yang dipakai
4. Gambar rinci, yang meliputi :
- Perkiraan ukuran fisik PHB
 - Cara pemasangan perlengkapan
 - Cara pemasangan kabel
 - Cara kerja instalasi kendali
5. Perhitungan teknis bila dianggap perlu, yang meliputi antara lain :
- Susut tegangan
 - Perbaikan faktor kerja
 - Beban terpasang dan kebutuhan maksimum
 - Arus hubung singkat dan daya hubung singkat
 - Tingkat penerangan
6. Tabel bahan instalasi, yang meliputi :
- Jumlah dan jenis kabel, penghantar dan perlengkapan
 - Jumlah dan jenis perlengkapan bantu
 - Jumlah dan jenis PHB
 - Jumlah dan jenis armatur lampu
7. Ukuran teknis, yang meliputi :
- Ketentuan teknis perlengkapan listrik yang dipasang dan cara pemasangannya.
 - Cara pengujian
 - Jadwal waktu pelaksanaan
8. Perkiraan biaya.

2.3.3. Titik – Titik Lampu Pada Instalasi Listrik

1. Lampu Pijar

Cahaya pada lampu pijar di bangkitkan dengan mengalirkan arus listrik dalam suatu kawat halus. Dalam kawat ini energi listrik diubah menjadi energi cahaya. Pada umumnya kawat ini menggunakan kawat wolfram. Kawat ini memiliki titik lebur yang tinggi yaitu 3655° K, yang akan diperoleh lampu dengan flux cahaya spesifik yang tinggi yaitu 50lm/W. Dalam penggunaannya lampu jenis ini memiliki umur rata – rata 1000 jam nyala.

2. Lampu tabung *Flouresent* (TL)

Lampu tabung *flouresent* (TL) berdiameter tabungnya 38 mm, dengan panjang tergantung pada daya tabung, sebelah dalam tabung diberi lapisan serbuk. Pada tiap ujung tabung terdapat sebuah elektroda yang terdiri dari kawat pijar dan wolfram dengan sebuah emiter untuk memudahkan emisi – emisi elektron. Tabung *flouresent* diisi dengan uap air raksa dan gas mulia argon, dalam keadaan menyala tekanan uap air raksa dalam tabung sangat rendah. Uap air raksa ini memancarkan sinar ultraviolet dengan panjang gelombang 253,7 m μ . Sinar ini diserap oleh serbuk *flouresent* dan diubah menjadi cahaya tampak.

3. Lampu *Light Emitting Diode* (LED)

Pada dasarnya *Light Emitting Diode* (LED) itu merupakan adalah suatu lampu indikator dalam perangkat elektronika yang terbuat dari bahan semi konduktor jenis dioda yang mampu memancarkan cahaya. Kini LED mampu menghasilkan cahaya besar dengan konsumsi energi listrik (tetap) kecil. Berita terakhir adalah ditemukannya OLED (*Organic LED*) oleh para ilmuwan di University of Michigan dan Princeton University. mampu menghasilkan cahaya besar dengan konsumsi energi listrik (tetap) kecil. dengan intensitas 70 Lumen setiap 1 watt listrik yang digunakan. Sebagai perbandingan, lampu pijar memancarkan 15 lumen per watt, dan lampu fluorescent 90 lumen per watt. Keunggulan LED dibanding lampu *fluoroscent* adalah ramah lingkungan, cahaya tajam, umur panjang, dan murah.

2.4. Instalasi Daya Listrik

Disuatu pabrik pada umumnya banyak sekali mesin – mesin listrik oleh karena itu instalasi listrik pada pabrik yang demikian dapat disebut instalasi daya listrik. Instalasi pabrik sebenarnya tidak hanya meliputi penyediaan listrik untuk motor – motor listrik saja akan tetapi juga untuk penerangan, instalasi daya listrik pada suatu pabrik terbagi menjadi :

- Persediaan tenaga listrik
- Sistem pembagi
- Saluran saluran daya listrik / kabel - kabel
- Penghubung
- Pengaman
- Pentanahan

2.4.1 Persediaan Tenaga Listrik

Pabrik dapat memperoleh tenaga listrik dari beberapa sumber yaitu:

- pembangkit sendiri
- Saluran Udara Tegangan Tinggi dari PLN atau swasta
- Jaringan Tegangan Menengah dari PLN, swasta atau Pemda.

Pilihan seperti apa yang disebut diatas ditentukan oleh :

- Macam perusahaan
- Daya yang terpasang
- Tingkat kepekaan terhadap gangguan
- Variasi tegangan maksimum yang diperbolehkan

Dalam keadaan normal kehilangan tegangan maksimum yang diperbolehkan adalah :

- Untuk instalasi daya listrik sebesar 5 %
- Untuk instalasi penerangan sebesar 2 %

Perusahaan – perusahaan tenaga listrik tidak pernah menjamin pengiriman tenaga listrik secara berkesinambungan. Oleh karena itu mereka tidak dapat dituntut akibat suatu gangguan.

A. Pembangkit Sendiri

Pada beberapa perusahaan produksi khususnya untuk perusahaan yang membutuhkan tenaga listrik yang berkesinambungan. Misalnya pabrik kertas, pabrik tenun dan lain – lain akan dapat menderita kerugian yang sangat besar apabila terjadi gangguan pada penyediaan listriknya. Oleh karena itu untuk perusahaan – perusahaan yang demikian diharapkan mempunyai pembangkit tenaga listrik sendiri. Suatu perusahaan yang dari hasil buangnya dapat menghasilkan bahan bakar untuk sentral listrik sendiri (kogenerasi) akan merupakan perusahaan yang menguntungkan ditinjau dari segi ekonomi.

B. Saluran Udara Tegangan Tinggi

Saluran Udara Tegangan Tinggi dari PLN atau swasta berarti bahwa pabrik tersebut harus menyediakan ruangan yang baik atau luas. Didalam ruangan ini yang terdiri dari ruangan tegangan tinggi, meliputi switch, circuit breaker, arrester dan lain – lain harus terpisah dari pabrik, sehingga aman bagi pekerja atau karyawan pabrik. Pada umumnya untuk daya lebih besar dari 3 MVA menggunakan sistem ini.

C. Jaringan Tegangan Menengah

Dengan menggunakan jaringan tegangan menengah dari PLN, swasta atau Pemda berarti pabrik harus menyediakan tempat yang baik meskipun tidak terlalu luas pada sistem udara tegangan menengah. Didalam ruang tegangan menengah tersebut ditempatkan satu atau lebih transformator tenaga tanpa mengakibatkan adanya bahaya apapun juga, pada umumnya sistem ini dipakai apabila pabrik mempunyai daya total $0,54 = 2$ MVA.

D. Jaringan Tegangan Rendah

Jaringan tegangan rendah dapat diberikan oleh perusahaan tenaga listrik apabila dayanya ≤ 53 KVA.

2.4.2 Sistem Pembagi

Didalam suatu pabrik, tenaga listrik dibagi ke berbagai mesin - mesin listrik dan peralatan lainnya melalui panel – panel listrik.

Umumnya panel – panel listrik adalah:

- Panel utama
- Panel distribusi

- Panel untuk penerangan listrik.

Panel – panel listrik ini pada umumnya terbuat dari besi cor, alumunium, dan plat besi. Dimana didalam panel – panel ini berisi daklar utama, rel / busbar, sekering / pengaman arus lebih, meter – meter pengukur dan lain – lain.

2.4.3 Saluran Daya Listrik

Saluran daya listrik didalam sebuah pabrik ada 2 macam, pada umumnya :

- Saluran tetap, iaalah saluran daya listrik yang dipasang tetap
- Saluran yang dapat berpindah – pindah, yaitu saluran daya listrik yang dipasang tidak tetap.

Jenis saluran atau kabel tetap diletakkan :

- Ditanah sedalam 60 cm dimana diatasnya ditutup dengan *concrate plate*
- Di parit atau di got tertutup dibawah lantai pabrik

Jenis saluran atau kabel yang dapat di pindah – pindahkan pada umumnya listriknya diambil dari stop kontak yang dipasang pada dinding atau meja kerja, misalnya bor tangan, mesin solder dan lain – lain.

2.4.4 Penghubung

Bermacam – macam penghubung atau saklar yang dipasang di pabrik dari fungsinya dan kadang – kadang juga dari konstruksi saklar tersebut.

Saklar – saklar terpenting yang dipergunakan pada suatu instalasi daya listrik pabrik adalah :

- Saklar pengungkit

Saklar pengungkit ada yang berkutub 2, 3 atau 4 dan pada umumnya dipergunakan sebagai saklar utama pada panel utama atau kadang – kadang dipakai juga untuk saklar menjalankan mesin listrik

- Saklar penggilas

Saklar penggilas pada umumnya dibuat berkutub 2 atau 3 yang dipergunakan sebagai saklar utama dan atau menghubungkan mesin listrik. Keuntungan saklar ini adalah adanya pemutusan ganda lingkaran arus listrik

- Saklar magnet

Kontak – kontak pada saklar magnet ditutup dengan bantuan elektromagnetik.

Jenis saklar ini memungkinkan untuk melayani motor listrik dengan tombol kontak tekanan dan sering kali dilengkapi dengan pengaman arus lebih yang dapat diatur kapasitasnya

➤ **Saklar tumpukan dan hubungan**

Pada panel – panel distribusi atau peneranagan kita sering menjumpai adanya saklar tumpukan dan hubungan, juga saklar ini sering dipakai sebagai saklar putar voltmeter artinya hanya dengan satu voltmeter tegangannya dapat diukur didalamm berbagai jalur. Umumnya digunakan untuk rating 16 A, 25 A, 32 A, atau 63 A.

2.4.5 Pengaman

Pada setiap penghantar arus akan terjadi panas dan untuk menjaga agar tidak terjadi kerusakan pada instalasi listrik yang disebabkan karena terjadinya panas tersebut oleh beban yang berlebihan atau adanya hubung singkat, maka perlu adanya pengaman instalasi tersebut. Macam peralatan pengaman yang sering dipakai pada instalasi penerangan listrik adalah :

2.4.5.1 Pengaman Lebur

Pengaman lebur berfungsi untuk mengamankan sistem instalasi dari kemungkinan terjadinya hubung singkat atau beban lebih. Bekerja berdasarkan besar arus yang melewatinya, jadi ketika besarnya arus yang melewatinya melebihi nilai yang tertera pada badan pengaman lebur maka bagian dalam pengaman lebur akan meleleh. Untuk pengaman tersebut terdapat beberapa jenis, diantaranya adalah pengaman lebur dengan LBS (*LoadBreaker Switch*) dan NFB (*No FuseBreaker*).

Untuk membedakannya dari circuit breaker, pengaman lebur memiliki ciri spesifik sebagai berikut:

- Bekerja langsung apabila batasan arus dalam rangkaianterlewati.
- Tidak mampu menghubungkan kembali rangkaian secara otomatis setelah terjadi gangguan.
- Kapasitas pemutusan arus hubung singkat sampai dengan 120 kA dalam waktu dibawah 1detik.

- Bekerja pada fasa tunggal, tidak bisa untuk 3 fasa.

Rating pengaman lebur yang beredar di pasaran adalah 6A, 8A, 10A, 12A, 16A, 20A, 25A, 32A, 40A, 50A, 63A.

2.4.5.2 Circuit Breaker

Fungsi dari komponen ini adalah untuk memutuskan atau menghubungkan rangkaian pada saat berbeban atau tidak berbeban serta akan membuka dalam keadaan terjadi gangguan arus lebih atau arus hubung singkat. Dengan demikian berbeda dengan saklar biasa, *circuit breaker* dapat berfungsi sebagai saklar dalam kondisi normal maupun tidak, serta dapat memutus arus lebih dan arus hubung singkat.

Circuit Breaker dapat dipasang untuk dua tujuan dasar yaitu;

- Berfungsi selama kondisi pengoperasian normal, untuk menghubungkan atau memutus rangkaian dalam keadaan berbeban dengan tujuan untuk pengopersian dan perawatan dari rangkaian maupun bebannya.
- Bekerja selama kondisi opsional yang tidak normal, misalnya jika terjadi hubung singkat atau arus lebih

Jenis CB yang banyak digunakan untuk perlengkapan instalasi listrik adalah:

1. *Miniature Circuit Breaker*(MCB)

Miniature Circuit Breaker (MCB) adalah pengaman yang digunakan sebagai pemutus arus rangkaian, baik arus nominal maupun arus gangguan. MCB merupakan kombinasi fungsi fuse dan fungsi pemutus arus. MCB dapat digunakan sebagai pengganti fuse yang dapat juga untuk mendeteksi arus lebih.



Gambar 2.1 *Miniature Circuit Breaker*(MCB)

2. MCCB (*Moulded Case Circuit Breaker*)

MCCB (*Moulded Case Circuit Breaker*) adalah sebagai pemutus sirkuit pada tegangan menengah. Dalam memilih circuit breaker hal-hal yang harus dipertimbangkan adalah :

- Karakteristik dari sistem di mana circuit breaker tersebut dipasang.
- Kebutuhan akan kontinuitas pelayanan sumber daya listrik.
- Aturan-aturan dan standar proteksi yang berlaku.



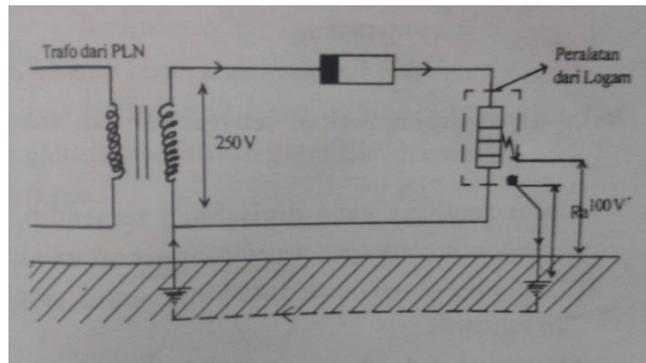
Gambar 2.2. MCCB

2.4.6 Pentanahan

Atas dasar keamanan maka di perlukan bahkan diharuskan setiap instalasi listrik harus mempunyai saluran ke tanah yang baik.

Suatu saluran ketanah yang baik mempunyai :

1. Tahanan pentanahan yang rendah
2. Konstruksi atau instalasi pelaksanaan yang sesuai dengan peraturan keamanan



Gambar 2.3 Jalannya arus saat pentanahan

Pada gambar diatas Pengaman lebur memutus segera arus yang besar ini sehingga logam dari peralatan pentanahan itu itu tidak berada dalam keadaan bertegangan dan berbahaya penyentuhan dapat dihindarkan. Pengembangan dengan pentanahan dapat dibuat dengan pertolongan elektroda – elektroda pentanahan. Elektroda pentanahan adalah sebagian daripada hubungan pentanahan yang memberikan kontak langsung dengan pentanahan sehingga bagian – bagian yang ditanhakan itu dengan saluran pentanahan dapat berhubungan.

Yang dapat dipergunakan sebagai elektroda – elektroda pentanahan adalah :

1. Pipa – pipa pen tanhan dari baja campuran seng
2. Batang - batang pentanahan dari baja yang banyak campuran sengnya. Yang dapat dipergunakan sebagai saluran pentanahan adalah :
 - a. Kawat tembaga yang dipisahkan tersendiri, dicampur timah dengan penampang 6mm^2 , untuk bagian yang diatas tanah dan 25mm^2 untuk yang dibawah tanah
 - b. Warna kabel pentanahan adalah warna kuning – hijau
 - c. Kawat – kawat pentanahan yang dimasukkan bersama – sama dengan kawat – kawat penghantar arus didalam pipa yang sama dan yang penampangnya sama besarnya dengan penampang kawat – kawat penghantar arus
 - d. Pentanahan pada instalasi listrik atau pabrik dilakukan persyaratan yang tinggi dibandingkan dengan instalasi listrik untuk penerangan yang meliputi tahanan pentanahannya dan saluran pentanahannya.

2.5. Penentuan Jumlah Lampu

Menurut SNI, daya pencahayaan maksimum untuk ruang kantor/ industri adalah 15 watt/ m². Untuk rumah tak melebihi 10 watt/m².(tambahan Ir. Hartono Poerbo, M.Arch : untuk toko 20-40 watt/m², hotel 10-30 watt/m², sekolah 15-30 watt/m², rumah sakit 10-30 watt/m²). Coba terapkan perhitungan ini pada setiap ruang di rumah, kemudian jumlahkan dan dirata-rata. Misalnya, rumah anda berukuran 36 m², maka jumlah daya untuk lampu harus di bawah 360 watt. Jika jumlahnya berlebih, sebaiknya kurangi titik lampu atau gunakan jenis lampu hemat energi.³

Jumlah lampu pada suatu ruang ditentukan / dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$N = E \times L \times W / \emptyset \times LLF \times Cu \times n \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

N = jumlah titik lampu

E = Kuat Penerangan /target kuat penerangan yang akan dicapai (Lux)

L = Panjang Ruang(Meter)

W = Lebar Ruang (Meter)

\emptyset = Total Lumen Lampu / Lamp Luminous Flux

LLF = Light loss factor / Faktor Cahaya Rugi (0,7-0,8)

CU = coeffesien of utilization / Faktor Pemanfaatan (50-65 %)

N = Jumlah Lampu dalam 1 titik Lampu

³ Kania Dekoruma. <https://www.dekoruma.com/artikel/27979/tips-memilih-lampu>, diakses pada tanggal 19 September 2020

Kuat Penerangan

Perkantoran	= 200 – 500 Lux
Apartemen / Rumah	= 100 – 250 Lux
Hotel	= 200 – 400 Lux
Rumah sakit / Sekolah	= 200 – 800 Lux
Basement / Toilet / Coridor / Hall / Gudang / Lobby	= 100 – 200 Lux
Restaurant / Store / Toko	= 200 – 500 Lux

2.6. Penghantar

Penghantar adalah zat yang dapat menghantarkan arus listrik, baik berupa zat padat, cair atau gas. Karena sifatnya yang konduktif maka disebut konduktor. Konduktor yang baik adalah yang memiliki tahanan jenis yang kecil. Pada umumnya logam bersifat konduktif. Emas, perak, tembaga, aluminium, zink, besi berturut - turut memiliki tahanan jenis semakin besar. Jadi sebagai penghantar emas adalah sangat baik tetapi karena sangat mahal harganya maka secara ekonomis tembaga dan aluminium paling banyak digunakan.

Ada tiga bagian utama pada kabel / penghantar diantaranya :

1. Penghantar (konduktor) : media untuk menghantarkan arus listrik.
2. Isolator : bahan dielektrik untuk mengisolasi dari penghantar yang satu terhadap yang lain dan juga terhadap lingkungan lingkungannya.
3. Pelindung luar : memberikan perlindungan terhadap kerusakan mekanis, pengaruh bahan - bahan kimia elektrolisis, api atau pengaruh - pengaruh luar lainnya yang merugikan.

2.6.1. Jenis – Jenis Penghantar

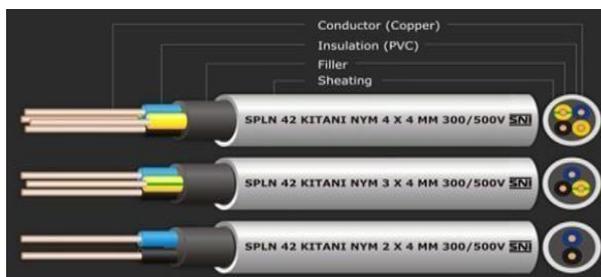
2.6.1.1 Kabel NYA⁴



Gambar 2.4 Kabel NYA

Kabel jenis ini di gunakan untuk instalasi rumah dan yang sering di gunakan adalah NYA dengan ukuran 1,5 mm² dan 2,5 mm² yang berinti tunggal, berlapis bahan isolasi PVC. Kode warna isolasi ada warna merah, kuning, biru dan hitam. Untuk pemasangan tetap dalam jangkauan tangan, NYA harus dilindungi dengan pipa. NYA tidak boleh digunakan di ruang basah, di alam terbuka atau di tempat kerja atau gudang dengan bahaya kebakaran atau ledakan.

2.6.1.2 Kabel NYM



Gambar 2.5 Kabel NYM

NYM memiliki penghantar tembaga polos berisolasi PVC. Untuk luas penampang 1,5 mm² sampai dengan 10 mm², penghantarnya terdiri dari kawat tunggal. NYM boleh dipasang langsung menempel pada plesteran atau kayu atau ditanam langsung dalam plesteran, juga di ruang lembab atau basah, NYM tidak boleh dipasang didalam tanah.

⁴ Mastura Khumairah, *Jenis – Jenis Kabel Listrik*, diakses dari <http://elektro-unimal.blogspot.com/2013/06/jenis-jenis-kabel-listrik.html>, diakses pada tanggal 12 juni 2020

2.6.1.3 Kabel NYY



Gambar 2.6 Kabel NYY

Kabel ini dirancang untuk instalasi tetap di dalam tanah yang dimana harus tetap diberikan perlindungan khusus (misalnya *duct*, pipa PVC atau pipa besi). Instalasi bisa ditempatkan di dalam dan di luar ruangan, dalam kondisi lembab atau kering, memiliki lapisan isolasi PVC (biasanya warna hitam), ada yang berinti 2, 3 atau 4 dan memiliki lapisan isolasi yang lebih kuat dari kabel NYM. Kabel NYY memiliki isolasi yang terbuat dari bahan yang tidak disukai tikus.

2.6.1.4 Kabel NYAF



Gambar 2.7 Kabel NYAF

Kabel ini direkomendasikan untuk instalasi dalam kabel kotak distribusi pipa atau di dalam *duct*. Kabel NYAF merupakan jenis kabel fleksibel dengan penghantar tembaga serabut berisolasi PVC. Digunakan untuk instalasi panel - panel yang memerlukan fleksibilitas yang tinggi. Kabel jenis ini sangat cocok untuk tempat yang mempunyai belokan - belokan tajam. Digunakan pada lingkungan yang kering dan tidak dalam kondisi yang lembab / basah atau terkena pengaruh cuaca secara langsung.

2.6.1.5 Kabel NYFGbY



NYFGbY

Gambar 2.8 Kabel NYFGbY

Kabel ini dirancang khusus untuk instalasi tetap dalam tanah yang ditanam langsung tanpa memerlukan perlindungan tambahan (kecuali harus menyeberang jalan). Pada kondisi normal ke dalaman pemasangan di bawah tanah adalah 0,8 meter.¹⁵ Konstruksi NYFGbY, untuk perisainya tidak digunakan kawat baja bulat, tetapi kawat baja pipih berlapis seng.

2.6.1.6. Kabel NYCY



Gambar 2.9 Kabel NYCY

Kabel ini dirancang untuk jaringan listrik dengan penghantar konsentris dalam tanah, dalam ruangan, saluran kabel dan alam terbuka. Instalasi ini bisa di tempatkan di luar atau di dalam bangunn, baik pada kondisi lembab maupun kering.

2.6.1.7 BC



Gambar 2.10 BC

Kabel ini dipilin / *stranded*, disatukan. Ukuran / tegangan maks = 6 – 500 mm² / 500 V. Pemakaian = saluran di atas tanah dan penghantar pentanahan.

2.6.1.8 AAAC



Gambar 2.11 AAAC

All Aluminium Alloy Conductor, penghantar aluminium campuran, bentuknya berurat banyak. Kabel ini terbuat dari aluminium – magnesium - silicon campuran logam. Keterhantaran elektrik tinggi yang berisi magnesium silicide, untuk memberi sifat yang lebih baik. AAAC mempunyai suatu anti karat dan kekuatan yang baik, sehingga daya hantarnya lebih baik.

2.6.1.9. ACSR



Gambar 2.12 ACSR

Aluminium Conductor Steel Reinforced yaitu kawat penghantar yang aluminium berinti kawat baja. Kabel ini digunakan untuk saluran - saluran transmisi tegangan tinggi, dimana jarak antara menara / tiang berjauhan, mencapai ratusan meter, maka dibutuhkan kuat tarik yang lebih tinggi, untuk itu digunakan kawat penghantar ACSR.

2.6.1.10. ACAR



Gambar 2.13 ACAR

Aluminium Conductor Alloy Reinforced yaitu kawat penghantar aluminium yang diperkuat dengan logam campuran. Sehingga kabel ini lebih kuat daripada kabel ACSR.

2.6.1.11 Kabel NYMHYO

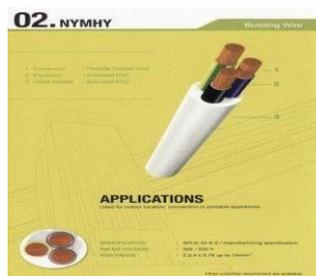


Gambar 2.14 Kabel NYMHYO

Kabel jenis serabut dengan berintikan dua serabut. Kabel ini biasanya digunakan untuk *soundsystem, loudspeaker, virtual video*. Gunakan kabel jenis NYA / NYM untuk jembatan / hantaran listrik yang bersifat permanen. Untuk pemakaian daya yang besar seperti televisi, magicom, kulkas, AC, gunakan jenis kabel ini secara langsung. Jenis kabel ini mampu menghantar hingga 700 VA sehingga aman dan menjadikan pembayaran rekening listrik

menjadi murah. Jika digunakan pada pemakaian daya yang besar seperti tersebut di atas hanya bersifat *temporary* / sementara karena jenis kabel ini hanya mampu menghantarkan listrik 20VA - 50VA. Untuk jenis kabel NYMHYO biasanya digunakan pada lampu taman.

2.6.1.12 Kabel NYMHY



Gambar 2.15 Kabel NYMHY

Kabel jenis ini khusus direkomendasikan untuk digunakan sebagai penghubung alat - alat rumah tangga yang sering dipindah - pindah dan harus ditempat kering. Kabel ini mempunyai isolasi plastik tahan panas. Bilamana digunakan untuk penghubung alat pemanas, maka pada titik sambungannya antar alat dengan kabel. Temperaturnya tidak boleh lebih dari 85 derajat celcius, karena hal tersebut dapat membahayakan kabel itu sendiri.

2.6.2. Nomenklatur Kabel

Tabel 2.1 Nomenklatur Kabel menurut SPLN

Kode	Keterangan
N	Kabel standar dengan inti tembaga
NA	Kabel dengan penghantar aluminium sebagai penghantar
Y	Isolasi PVC
G	Isolasi karet
A	Kawat berisolasi
Y	Selubung PVC (Polyvinyl Chloride) untuk kabel luar
M	Selubung PVC
R	Kawat baja bulat (perisai)

Gb	Kawat pita baja (perisai)
B	Pita baja
I	Untuk isolasi tetap diluar jangkauan tangan
Re	Penghantar padat bulat
Rm	Penghantar bulat berkawat banyak
Se	Penghantar bentuk pejal (padat)
Sm	Penghantar diplilin bentuk sector
F	Penghantar halus dipintal bulat
Ff	Penghantar sangat fleksibel
Z	Penghantar Z
D	Penghantar 3 jalur yang ditengah sebagai pelindung
H	Kabel untuk alat bergerak
Rd	Inti dipilin bentuk bulat
Fi	Inti pipih
-I	Kabel dengan sistem pengenalan warna urat dengan hijau – Kuning
-O	Kabel dengan sistem pengenalan warna urat tanpa hijau – Kuning

Contoh:

NYFGbY 4x100 mm² 0,6/1 KV, artinya :

N : Kabel jenis standar dengan penghantar tembaga

Y : Berisolasi PVC (dalam)

F : Bervariasi kawat baja

Gb : Berselubung pita pelat putih

Y : Berisolasi PVC (luar)

4x : Berjalur 4 merah, kuning, biru, hitam.

100 mm² : Berpenampang masing-masing 100mm²

0,6/1KV : Diizinkan dialiri arus listrik bertegangan 600 volt.
Kekuatan maksimal 1000 volt

2.7. Luas Penampang Penghantar

Rumus yang digunakan untuk menentukan luas penampang penghantar yang diperlukan berdasarkan rugi tegangan adalah sebagai berikut:

Luas penampang kabel untuk arus bolak - balik *line to netral* (1 fasa) :

$$A = \frac{l * I * \cos \phi}{p' * n} \dots \dots \dots (2.2)$$

Luas penampang kabel untuk arus bolak balik tiga fasa (*line to line*):

$$q = \frac{1,7321 * l * I * \cos \phi}{p' * n} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

q = Penampang penghantar (m^2)

I = Kuat arus (Ampere)

l = Jarak hantaran dalam (meter)

p' = Rugi tegangan dalam penghantar (Volt)

η = Daya hantar yang untuk tembaga 56 untuk aluminium 32,7.

2.8. Macam Macam Daya Listrik

2.8.1. Daya Nyata (P)

Daya aktif (Active Power) disebut juga daya nyata yaitu daya yang dibutuhkan oleh beban. 1 fasa

$$P = V_{L-N} \times I \times \cos \phi \dots \dots \dots (2.4)$$

➤ 3 fasa

$$P = \sqrt{3} \times V_{L-L} \times I \times \cos \phi \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan :

P = Daya Nyata (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus yang mengalir (Ampere)

$\cos \phi$ = Faktor Daya

2.8.2 Daya Semu (S)

Daya semu merupakan daya listrik yang melalui suatu penghantar transmisi atau distribusi. Daya ini merupakan hasil perkalian antara tegangan dan arus yang melalui penghantar.

➤ 1 fasa

$$S = V \times I \dots\dots\dots(2.6)$$

➤ 3 fasa

$$S = \sqrt{3} \times V_{L-L} \times I \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

S = Daya semu (VA)

V = Tegangan (Volt)

I = Kuat arus yang mengalir (Ampere)

2.8.2. Daya Reaktif

Daya reaktif adalah daya yang timbul akibat adanya efek induksi elektromagnetik oleh beban yang mempunyai nilai induktif (fase arus tertinggal/lagging atau kapasitif (fase arus mendahului/leading).⁵

➤ 1 fasa

$$Q = V \times I \times \sin \emptyset \dots\dots\dots(2.8)$$

➤ 3 fasa

$$Q = \sqrt{3} \times V_{L-L} \times I \times \sin \emptyset \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan :

Q = Daya reaktif (VAR)

V = Tegangan (Volt)

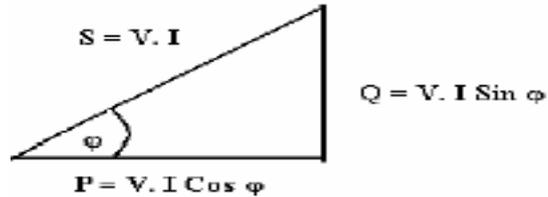
I = Arus (Ampere)

$\sin \emptyset$ = Faktor daya

⁵ Tuegeh, Maickel. Dkk. 2015. "Analisa Rugi – Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Di PT. PLN Palu" E-Journal Teknik Elektro dan Komputer (2015), ISSN . 2301-8402. Hal.66

2.9. Segitiga Daya

Segitiga daya adalah suatu hubungan antara daya semu, daya reaktif dan aktif, sehingga dapat digambarkan dalam bentuk segitiga daya sebagai berikut :



Gambar 2.16 Segitiga Daya

2.10. Faktor Daya (Cosphi)

Faktor daya merupakan perbandingan antara daya nyata dengan daya semu suatu beban dari suatu jaringan dan dapat dituliskan dengan rumus sebagai berikut :

$$Pf = \frac{P}{S} \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan :

Pf = Faktor Daya

P = Daya Nyata (Watt)

S = Daya Semu (*S*)

Faktor daya bisa dikatakan sebagai besaran yang menunjukkan seberapa efisien jaringan yang kita miliki dalam menyalurkan daya yang bisa kita manfaatkan. Faktor daya dibatasi dari 0 hingga 1, semakin tinggi faktor daya (mendekati 1) artinya semakin banyak daya tampak yang diberikan sumber bisa kita manfaatkan, sebaliknya semakin rendah faktor daya (mendekati 0) maka semakin sedikit daya yang bisa kita manfaatkan dari sejumlah daya tampak yang sama. Di sisi lain, faktor daya juga menunjukkan “besar pemanfaatan” dari peralatan listrik di jaringan terhadap investasi yang dibayarkan.

Seperti kita tahu, semua peralatan listrik memiliki kapasitas maksimum penyaluran arus, apabila faktor daya rendah artinya walaupun arus yang mengalir

di jaringan sudah maksimum namun kenyataan hanya porsi kecil saja yang menjadi sesuatu yang bermanfaat bagi pemilik jaringan, baik penyedia layanan maupun konsumen berupaya untuk membuat jaringannya memiliki faktor daya yang bagus (mendekati 1). Bagi penyedia layanan, jaringan dengan faktor daya yang jelek mengakibatkan dia harus menghasilkan daya yang lebih besar untuk memenuhi daya aktif yang diminta oleh para konsumen. Apabila konsumen didominasi oleh konsumen jenis residensial maka mereka hanya membayar sejumlah daya aktif yang terpakai saja, artinya penyedia layanan harus menanggung sendiri biaya yang hanya menjadi daya reaktif tanpa mendapatkan kompensasi uang dari konsumen. Sebaliknya bagi konsumen skala besar atau industri, faktor daya yang baik menjadi keharusan karena beberapa penyedia layanan kadang membebankan pemakaian daya aktif dan daya reaktif (atau memberikan denda faktor daya) tentu saja konsumen tidak akan mau membayar mahal untuk daya yang “tidak termanfaatkan” bagi mereka.

2.11. Kemampuan Hantar Arus

Kemampuan hantar arus dari sakelar utama harus sekurang - kurangnya sama dengan kemampuan hantar arus (KHA) pengaman yang berada di depannya. Kemampuan hantar arus pengaman dan luas penampang penghantar yang diperlukan, tergantung pada daya beban yang dihubungkan. Untuk menentukan kemampuan hantar arus pengaman dan luas penampang penghantar yang diperlukan pertama - tama harus ditentukan arus yang dipakai, berdasarkan daya beban yang dihubungkan.

Untuk arus searah digunakan rumus⁶ :

$$I = \frac{P}{V} \dots \dots \dots (2.11)$$

Untuk arus bolak balik satu phasa digunakan rumus:

$$I = \frac{P}{V * \cos \omega} \dots \dots \dots (2.12)$$

⁶ Wijaya, Alif, M. A. P. 2017. “Evaluasi Penggunaan Daya Listrik Pada Gedung Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya”.Laporan Akhir. Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Listrik. Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang. Hal.19

Untuk arus bolak balik tiga phasa digunakan rumus:

$$I = \frac{P}{V * \cos \phi * \sqrt{3}} \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana:

I = Besar arus yang terpakai

P = daya aktif

V = tegangan

Cos ϕ = faktor daya

Setelah arus yang dipakai dihitung, ditentukan pengaman yang diperlukan. Kemampuan hantar arus nominal pengaman ini harus lebih besar dari pada kuat arus yang diperhitungkan.