

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Berdasarkan hasil penelitian dari beberapa peneliti yang menjadi bahan acuan dari penelitian ini antara lain:

- a. Berdasarkan penelitian oleh Ezar Kuntoro Tahun 2016 dengan judul penelitian **Perancangan Instalasi Listrik Gedung Rumah Sakit Al-Irsyad Surabaya**. Menjelaskan bahwa “Untuk menaikkan $\cos \phi$ instalasi dari 0,7 menjadi 0,9; maka dipasang *capacitor bank* dengan kapasitas 160 kVAr dengan kombinasi 8 step x 20 kVAr”.
- b. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Agung Warsito dkk pada tahun 2012 yang berjudul **Optimisasi Kinerja Pencahayaan Buatan Untuk Efisiensi Pemakaian Energi Listrik Pada Ruangan Dengan Metode Algoritma Genetika**. Menerangkan bahwa “Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan parameter jenis ruang, jenis lampu, jumlah lampu, jenis reflektor dan luas ruang berpengaruh untuk menghasilkan nilai intensitas pencahayaan (lux) yang maksimum sesuai standar, sedangkan untuk efisiensi pemakaian daya listrik dipengaruhi oleh nilai intensitas pencahayaan dengan efficacy lampu”.
- c. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Badaruddin dkk pada tahun 2009 yang berjudul **Evaluasi Rancangan Instalasi Listrik Pada Proyek Pembangunan Gedung Blok I Universitas Tarumanagara Jakarta**. Menjelaskan bahwa “Rugi-rugi teganga yang diijinkan untuk suatu penghantar sesuai dengan Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL) dimana dijelaskan bahwa rugi terminal dan sembarang titik instalasi tidak boleh melebihi 5% dari tegangan pengenalan pada terminal onsumen”.
- d. Dari hasil penelitian oleh Indra Z, Dan Ikhsan Kamil, yang dilakukan pada tahun 2011 yang berjudul **Analisa Sistem Instalasi Listrik Rumah Tinggal dan Gedung Untuk Mencegah Bahaya Kebakaran**. Menjelaskan bahwa “Peralatan yang dipilih untuk dipasang dalam instalasi listrik harus memenuhi standar yang berlaku dan mentaati ketentuan PUIL 2000, serta harus cocok

pemakaiannya terhadap lingkungannya, dan mengikuti instruksi pabrik pembuat peralatan tersebut”.

- e. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Edi Ridwan, M. Iqbal Arsyad, dan Abang Razikin pada tahun 2015 dengan judul **Analisa Perancangan Pembagi Beban dan Instalasi Listrik pada Hotel Golden Tulip di Kota Pontianak**. Yang menerangkan bahwa “Dalam Pembagian Beban harus dibagi dan dikelompokkan secara merata antara beban yang selalu digunakan atau *standby* dengan beban yang digunakan tidak *standby* seperti, lampu *emergency* dan stop kontak yang terhubung ke fasa R, S, dan T. Agar didapatkan pembagian beban yang seimbang”.
- f. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Jamaaluddin DKK pada tahun 2017 tentang **Perencanaan Sistem Pentanahan Tenaga Listrik Terintegrasi Pada Bangunan**. Dijelaskan bahwa “Dengan dilakukannya pemasangan sistem penangkal petir yang baik, sistem pentanahan alat-alat elektronika pada gedung, dan sistem pentanahan sistem tenaga listrik, maka akan didapatkan manfaat sistem tenaga listrik yang aman dan handal.
- g. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Rafiah Ma’rifatul Muslimah Al-Kamil tahun 2016 yang berjudul **Perancangan Sistem Instalasi Listrik Royal Sanur Hospital Bali**. Dijelaskan bahwa “Perancangan sistem instalasi listrik perlu dilakukan untuk menghindari *over design* agar dapat menghitung beban pada sebuah gedung bertingkat dengan akurat”.
- h. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ismansyah tahun 2009 yang berjudul **Perancangan Instalasi Listrik Pada Rumah Dengan Daya Yang Besar**. Dijelaskan bahwa “untuk meningkatkan kenyamanan dan kehandalah sistem instalasi listrik pada sebuah bangunan, maka selain sumber listrik yang didapatkan dari PLN tetapi juga harus dilengkapi dengan generator cadangan sebagai *back up*”.
- i. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Nurfitri DKK pada tahun 2016 tentang **Studi Perancangan Instalasi Listrik Pada Gedung Bertingkat ONIH Bogor**. Diterangkan bahwa “Penggunaan MCCB dan MCB di setiap panel masih baik dibawah standar PUIL kuat hantar arus”.

- j. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Dwi Songgo Panggayudi tentang *Study Design Of Electrical Building Distribution*. Menjelaskan bahwa “Didalam petencanaan penggunaan MCB perlu memperhatikan beban, keamanan, *drop* tegangan dan nilai ekonomi barang. Seorang estimator perlu kejelian sebelum membeli barang dan sesuai dengan penggunaan dan keandalannya agar tidak merugi dipihak kontraktor dan keuntungan pada pihak pemilik bangunan. Harga pasar barang sangat menentukan kemenangan tender yang diikuti dan kelangsungan hidup perusahaan”.

2.2 Landasan Teori

Perancangan instalasi pada dasarnya harus mempunyai standar dan peraturan undang-undang yang berlaku di Indonesia. (PUIL) Persyaratan Umum Instalasi Listrik merupakan sebuah rangkuman ketentuan yang mengenai instalasi listrik, dan ketentuan ketentuan tersebut antara lain:

- a. Kementrian Kesehatan Republik Indonesia Pedoman-Pedoman Teknis Bangunan dan Prasarana Rumah Sakit Tahun 2014.
- b. SNI 04-7018-2004, atau edisi terakhir, Sistem pasokan daya listrik darurat dan siaga.
- c. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2016 Tentang Persyaratn Teknis Bangunan dan Prasarana Rumah Sakit.
- d. SNI 04-7019-2004, atau edisi terakhir, Sistem pasokan daya listrik darurat dan menggunakan energi tersimpan.
- e. Kriteria desain dari konsultan perencana.

2.2.1 Instalasi Listrik

Sistem kelistrikan pada bagunan gedung secara sumber energinya dapat dibagi menjadi dua sumber listrik antara lain yaitu Sumber Listrik PLN dan Sumber Listrik Genset, pada prinsipnya sumber utama pada gedung memprioritaskan dari PLN yang digunakan sebagai sumber utama dan sumber dari Genset digunakan sebagai cadangan (*backup*), bagian bagian dalam sistem kelistrikan pada bagunan gedung antara lain:

a. Gardu Listrik PLN Tegangan Menengah

Gardu Listrik PLN Tegangan Menengah adalah perlengkapan sistem kelistrikan yang dimiliki oleh Perusahaan Listrik Negara sebagai panel distribusi tegangan menengah. Gardu Listrik PLN Tegangan Menengah ini dihubungkan dengan Panel Tegangan Menengah menggunakan jenis kabel tegangan menengah.



Gambar 2.2.1 Gardu Listrik Tegangan Menengah

(Sumber: <https://www.google.co.id/search?q=gardu+listriktegangan+menengah&source>)

b. Panel Listrik Tegangan Menengah

Panel listrik tegangan menengah atau sering disebut dengan istilah Medium Voltage Distribution panel (MVDP) adalah perlengkapan listrik yang digunakan untuk menyalurkan daya listrik PLN yang ditempatkan di bangunan *Power House*. Daya listrik dari panel tersebut kemudian disalurkan menuju Transformator *Step Down* sebelum siap dibagi menuju panel panel distribusi.



Gambar 2.2.2 Panel Listrik Tegangan Menengah

(Sumber: <https://www.indonetwork.co.id/product/perawatan-panel-tm-mv-tegangan-menengah-1746647>)

c. Genset (Generator Set)

Generator set (Genset) merupakan sebuah alat pembangkit listrik cadangan yang memanfaatkan energi kinetik, generator set dapat difungsikan sebagai pensuplai daya listrik cadangan yang bekerja saat kebutuhan daya listrik utama atau dari PLN terputus. Genset ini terhubung dan dikontrol dengan Panel Kontrol Genset (PKG). PKG terhubung dengan unit Panel Utama Tegangan Rendah (LVMDP) sehingga akan memberikan pelayanan yang terus menerus terhadap ketersediaan sumber tenaga listrik dan diharapkan dengan sistem tersebut keandalan akan berjalan dengan baik. Jenis genset ada 2 tipe antarlain adalah tipe terbuka dan tipe silent



Gambar 2.2.3 Generator Set Type Open Merk Perkins

(Sumber: <http://nusajayateknik.com/2017/07/11/jual-genset/>)



Gambar 2.2.4 Generator Set Type Silent Merk Caterpillar
(Sumber: https://www.cat.com/id_ID/products/new/power-systems/electric-power-generation/diesel-generator-sets/1000001191.html)

d. Trsansformator *Step Down*

Transformator (trafo) *step down* merupakan alat yang berfungsi untuk menurunkan tegangan menengah menuju ke tegangan rendah, pada trafo ini tegangan outputnya lebih rendah dibandingkan kumparan primernya. Perbandingan antara tegangan *output input* secara otomatis dapat diketahui dengan cara berikut:

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} \quad (2.2.1)$$

N_p merupakan jumlah lilitan pada kumparan primer, N_s adalah Jumlah lilitan pada kumparan sekunder. V_p merupakan Tegangan yang terdapat pada kumparan Primer dengan satuan (Volt) dan V_s merupakan tegangan yang terdapat pada kumparan sekunder dengan satuan (volt).



Gambar 2.2.5 Trafo *Step Down* (Tegangan Menengah ke Tegangan Rendah)
(Sumber: *Product Catalogue Oil-Immersed Transformers*)

e. Panel Listrik Utama Tegangan rendah

Panel listrik tegangan rendah atau *Low Voltage Main Distribution Panel* (LVMDP) mendapatkan masukan listrik dari trafo step down ataupun genset/PKG. Dari panel listrik tegangan rendah ini, listrik didistribusikan menuju panel distribusi tegangan rendah. Penggunaan panel distribusi tegangan rendah ini bertujuan untuk mengelompokkan beberapa unit beban agar ketika terjadinya gangguan maka mudah dalam mencari titik panelnya. Pembagian distribusi listrik ke panel-panel distribusi tegangan rendah dari outgoing LVMDP menuju ke panel adalah sebagai berikut: Panel Sub Distribusi menggunakan jenis kabel NYY yang selanjutnya mendistribusikan menuju panel distribusi.



Gambar 2.2.6 Panel Listrik Utama Tegangan Rendah
(Sumber: <http://sentradaabadi01.blogspot.co.id/>)

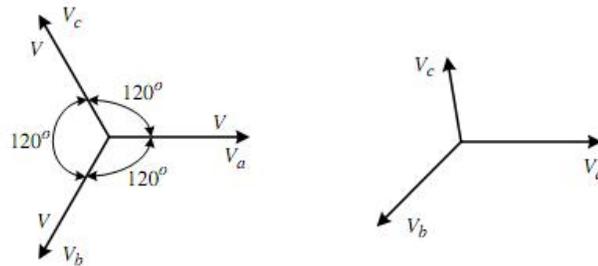
f. Panel Listrik Distribusi

Panel Listrik Distribusi adalah panel Listrik yang berfungsi untuk mendistribusikan daya listrik sesuai dengan kebutuhan seperti (penerangan & kotak kontak) dan mendistribusikan listrik ke panel kontrol seperti panel kontrol pompa, AC dan lain lain. Kabel yang digunakan untuk instalasi penerangan dan kotak kontak adalah jenis kabel NYA/NYM, sedangkan kabel yang digunakan untuk *power* (pompa, lift, dll) adalah jenis kabel NYY, untuk jenis kabel khusus seperti yang digunakan pada *electric pump* pada pompa pemadam kebakaran menggunakan jenis kabel FRC (*Fire Resistance Cable*)



Gambar 2.2.7 Isi Panel Distribusi Listrik
(Sumber: <http://utakatikmikro.wordpress.com/>)

Dan diagram fasor ketika kondisi tegangan seimbang yaitu sebagai berikut:

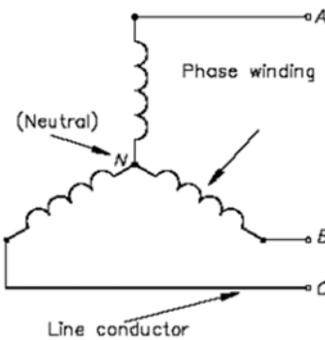


Gambar 2.2.9 Diagram Fasor Tegangan Seimbang

(Sumber: <https://konversi.wordpress.com/2011/04/15/ketidakseimbangan-tegangan-dan-pengaruhnya/>)

a. Hubungan Star

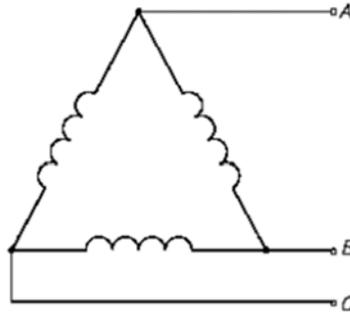
Hubungan star merupakan hubungan antara 3 buah konduktor yang membentuk huruf Y dimana salah satu ujung dari ketiga konduktor tersebut terhubung satu sama lain dan membentuk titik netral. Tegangan antara dua terminal dari tiga terminal a – b – c memiliki besar magnitude dan beda fasa yang berbeda dengan tegangan tiap terminal terhadap titik netral. Tegangan V_a , V_b dan V_c disebut dengan tegangan fase atau V_f .



Gambar 2.2.10 Hubung Bintang (Y)

(Sumber: <http://sinelectronic.blogspot.co.id/2012/02/motor-3-fasa-bekerja-dengan-2-hubungan.html>)

b. Hubungan Segitiga



Gambar 2.2.11 Hubung Segitiga (Δ)

(Sumber: <http://sinelectronic.blogspot.co.id/2012/02/motor-3-fasa-bekerja-dengan-2-hubungan.html>)

Pada hubungan segitiga ini kedua ujung dari 3 konduktor dihubungkan dengan ujung fasa satu sama lain dan membentuk segitiga 3 fasa. Tidak adanya titik netral, maka hanya terdapat tegangan antar fasa saja. Dengan demikian besar tegangan antar fasa dan tegangan saluran fasa memiliki besar yang sama.

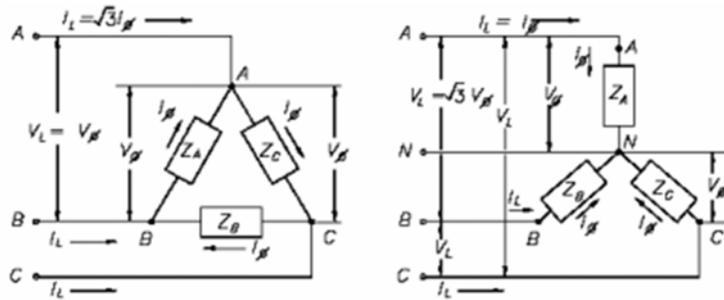
$$V_{\text{line}} = V_{\text{fase}}$$

Akan tetapi arus fasa dan saluran memiliki besar yang tidak sama. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan hukum kirchoff, sehingga:

$$I_{\text{line}} = \sqrt{3} \times I_{\text{fase}} = 1,73 \times I_{\text{fase}}$$

c. Daya Listrik 3 Fasa Pada Beban yang Seimbang

Besar daya keluaran dari generator 3 fase atau daya yang digunakan oleh beban 3 fase, dapat diperoleh dari menjumlahkan daya dari tiap fasenya. Sistem yang seimbang, total daya yang didapat sama dengan 3 kali total daya dari fase, karena daya dimasing-masing fase besarnya sama.



Gambar 2.2.12 Hubung Segitiga dan Bintang yang Seimbang
 (Sumber: <http://risqisugengputra.weebly.com/3-phase.html>)

Apabila sudut antara arus dan tegangan sebesar θ , maka besar daya tiap fasanya maka daya setiap fasa adalah:

$$P_{\text{fasa}} = V_{\text{fasa}} \cdot I_{\text{fasa}} \cdot \cos \theta \quad (2.2.2)$$

Adapun besar daya total adalah penjumlahan dari besarnya daya dari setiap fasanya, dan dapat ditulis:

$$P_T = 3 \cdot V_f \cdot I_f \cdot \cos \theta \quad (2.2.3)$$

Sedangkan pada hubung bintang, besar tegangan saluran sebesar $1,73V_{\text{fase}}$ maka tegangan setiap fasanya $V_{\text{line}}/1,73$ dan nilai arus saluran sama dengan arus fase, $I_L = I_f$, maka daya total (P_{Total}) dirangkaian hubung bintang (Y) yaitu:

$$P_T = V_L/1,73 \cdot I_L \cdot \cos \theta = 1,73 \cdot V_L \cdot I_L \cos \theta \quad (2.2.4)$$

Pada hubung segitiga, besar tegangan line yang sama dengan tegangan fasanya, $V_L = V_{\text{fase}}$, dan besar arusnya $I_{\text{line}} = 1,73 I_{\text{fase}}$, sehingga besar arus perfasa menjadi $I_L/1,73$, maka daya total (P_{Total}) pada rangkaian hubung segitiga yaitu:

$$P_T = 3 \cdot I_L/1,73 \cdot V_L \cdot \cos \theta = 1,73 \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos \theta \quad (2.2.5)$$

Dari persamaan total daya pada kedua jenis hubungan di atas didapat bahwa besar daya pada kedua jenis hubungan di atas sama saja, akan tetapi yang menjadi pembedanya adalah tegangan kerja dan arus kerja yang mengalir dan berlaku pada kondisi beban yang seimbang.

2.2.3 Perbaikan Daya Dengan Kapasitor

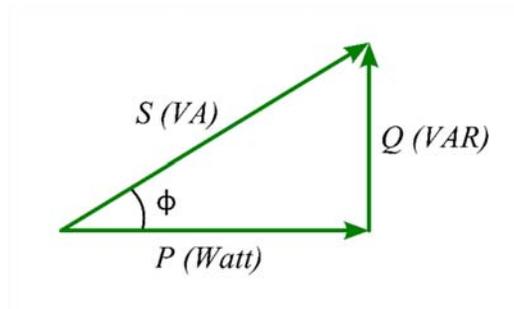
Di dalam sistem tenaga listrik terdapat 3 jenis daya yang sering dijumpai yaitu daya semu (S , VA, Volt Ampere), daya aktif (P , W, Watt), dan daya reaktif (Q , VAR, Volt Amper Reaktif).

Listrik AC mempunyai bentuk tegangan dan arus sinusoida yang besar gelombangnya setiap saat tidak sama. Maka daya rata rata yang dapat diukur dengan satuan watt dapat diukur dengan kwh meter juga merupakan daya nyata atau aktif yang digunakan oleh beban listrik.

Sedangkan daya semu yang satuannya Volt Amper (VA) ini merupakan kapasitas peralatan listrik seperti yang biasanya tertera pada generator ataupun pada transformator. Pada sebuah instalasi listrik, biasanya terdapat banyak beban listrik seperti motor listrik yang memerlukan daya reaktif sebagai pembangkit flux medan magnet sehingga timbul magnetisasi dan daya ini akan ke sistem karena efek induksi elektromagnetik itu sendiri sehingga daya ini juga merupakan salah satu kebutuhan pada sistem tenaga listrik.

a. Faktor daya / Faktor Kerja

Faktor daya atau juga sering disebut faktor kerja merupakan hasil perbandingan antara daya semu (VA) dan daya aktif (W) atau sudut cosinus dari kedua daya tersebut. Besarnya faktor daya dipengaruhi oleh besar kecilnya daya reaktif (VAR). Faktor daya yang biasanya ditemukan di dunia nyata yaitu lebih kecil atau sama dengan 1. Jika nilai faktor daya mendekati 1 maka hal tersebut tentunya sangat baik, karena daya yang digunakan maksimal, sedangkan jika nilai faktor daya mendekati 0 maka daya yang terpakai tidak maksimal (buruk). Adapun besarnya faktor daya dapat dilihat pada segitiga daya seperti gambar berikut:



Gambar 2.2.13 Segitiga Daya

(Sumber: <https://mastermepengineering.files.wordpress.com/2015/02/ilustrasi-segitiga-daya.png>)

Secara teori, bila seluruh beban daya yang dihasilkan oleh perusahaan listrik mempunyai faktor daya 1, maka daya maksimum yang disalurkan setara dengan sistem pendistribusian. Sehingga, dengan memiliki beban induksi dan faktor daya berkisar dari 0,2 sampai 0,5 maka kapasitas jaringan distribusi listrik menjadi tertekan. Maka dari itu, daya reaktif harus diminimalisir agar dapat meminimalkan daya total (VA). Faktor daya yang rendah dapat merugikan karena dapat menimbulkan arus beban yang tinggi. Salah satu upaya dalam melakukan perbaikan daya yaitu dengan dipasangnya kapasitor bank.

b. Perbaikan Faktor Daya

Faktor daya yang terlalu rendah atau mendekati 0 merupakan tanda bahwa daya aktif yang terpakai tidak maksimal dan menghasilkan daya reaktif yang besar. hal tersebut menyebabkan kerugian berupa ekonomis maupun teknis, untuk itu perlu dilakukan perbaikan faktor daya. Upaya perbaikan faktor daya dapat dilakukan dengan melakukan pemasangan kapasitor. Kapasitor berperan sebagai pembangkit daya reaktif oleh karena itu kapasitor akan mengurangi besarnya daya reaktif dari jumlah total daya semu.

c. Kapasitor Bank

Kapasitor bank merupakan peralatan listrik yang memiliki sifat kapasitif dan akan berperan sebagai penyeimbang beban induktif pada rangkaian sistem tenaga listrik. Kapasitor bank ini tersusun dari beberapa unit kapasitor secara paralel jaringan distribusi untuk dapat menghasilkan besar daya reaktif tertentu. Penggunaan kapasitor untuk memperbaiki faktor daya karena kapasitor mempunyai sifat listrik kapasitif (*leading*) sehingga dapat mengurangi daya reaktif yang dihasilkan oleh beban induktif (*lagging*).

d. Reaktif Power Regulator

Alat ini berfungsi mengatur kerja kontaktor agar daya reaktif yang akan disalurkan menuju jaringan dapat sesuai dengan daya yang dibutuhkan. Pada sisi utama breaker digunakan sebagai acuan pembacaan arus dan tegangan maka regulator bekerja sebagai berapa besar dan kapan daya reaktif dibutuhkan. Alat ini mempunyai beberapa steps dari yang 6 steps, 12 steps, hingga 18 steps.

Peralatan tambahan yang biasa digunakan pada panel kapasitor antara lain:

- 1) *Push button on* dan *off* yang berfungsi untuk mengoperasikan magnetic contactor secara manual.
- 2) *Selector auto, off, manual* yang berfungsi untuk memilih sistem operasi auto dari modul atau manual dari push button.
- 3) *Exhaust fan* dan termostat yang berfungsi untuk mengatur temperatur di dalam ruang panel kapasitor karena kapasitor, kontaktor, dan kabel penghantar mempunyai disipasi daya panas yang besar dan dapat meningkatkan suhu di dalam ruang panel. Penyettingan dilakukan pada termostat agar fan dapat bekerja secara otomatis.

2.2.4 Drop Tegangan

Drop tegangan atau jatuh tegangan adalah tegangan yang hilang pada suatu saluran penghantar. Jatuh tegangan disaluran listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran, besarnya beban dan berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar. Besar dari jatuh tegangan dapat dinyatakan dalam persen

maupun dalam besaran Volt. Ketentuan batasan atas dan bawah tegangan sudah ditentukan oleh kebijakan dari perusahaan kelistrikan. Berdasarkan PUIL 2000 yang terdapat pada pasal 4.2.3.1 Umum menyatakan bahwa susut tegangan (Drop tegangan) antar terminal tidak boleh melebihi 5%.

2.2.5 Perbaikan Tegangan

Didalam sistem tenaga listrik terdapat 3 jenis daya yang sering dijumpai yaitu daya semu (S, VA, Volt Ampere), daya aktif (P, W, Watt), dan daya reaktif (Q, VAR, Volt Amper Reaktif).

Listrik AC mempunyai bentuk tegangan dan arus sinusoida yang besar gelombangnya setiap saat tidak sama. Maka daya rata rata yang dapat diukur dengan satuan watt dapat diukur dengan kwh meter juga merupakan daya nyata atau aktif yang digunakan oleh beban listrik.

Sedangkan daya semu yang satuannya Volt Amper (VA) ini merupakan kapasitas peralatan listrik seperti yang biasanya tertera pada generator ataupun pada transformator. Pada sebuah instalasi listrik, biasanya terdapat banyak beban listrik seperti motor listrik yang memerlukan daya reaktif sebagai pembangkit flux medan magnet sehingga timbul magnetisasi dan daya ini akan ke sistem karena efek induksi elektromagnetik itu sendiri sehingga daya ini juga merupakan salah satu kebutuhan pada sistem tenaga listrik.

2.2.6 Kapasitas Hubung Singkat

Hubung singkat merupakan terjadinya hubungan antar penghantar bertegangan atau tidak bertegangan secara langsung sehingga akan terjadi aliran arus yang besar atau tidak normal. Hubung singkat berpotensi menimbulkan percikan api jika tidak segera diatasi. Maka dari pada itu diperlukan sebuah proteksi untuk arus atau beban lebih yaitu MCB (*Miniatur Circuit Breaker*).

MCB berfungsi sebagai proteksi dengan memutus arus yang mengalir jika arus melampaui batas normal. Besarnya kapasitas *circuit breaker* ditentukan dari nilai KHA. Kapasitas breaker harus lebih besar dari KHA tersebut. Pada brosur di pasaran, nilai CB yang tersedia adalah 32A (untuk MCB) dan 30A (untuk MCCB).

Akan tetapi jika akan terjadi penambahan kapasitas daya listrik dapat dipasang CB dengan nilai 40A dan seterusnya.

2.2.7 Sistem Penumaian (*Grounding*)

Grounding atau penumaian merupakan upaya penyaluran listrik pada sebuah instalasi listrik pada sebuah bangunan menuju ke tanah agar tidak terjadinya lonjakan listrik dan sambaran petir. *Grounding* dipasang pada sebuah bangunan agar dapat mencegah terjadinya kontak antara makhluk hidup dengan listrik yang diakibatkan kebocoran isolasi. Penyaluran listrik ke tanah harus menggunakan penghantar. Penghantar yang digunakan adalah berbahan tembaga karena merupakan konduktor yang paling baik dalam penyaluran listrik.

Kontinuitas penyaluran tenaga listrik tergantung dari keandalan sistem *grounding* nya. Agar sebuah bangunan gedung dapat terhindar dari sambaran petir maka dibutuhkan nilai tahanan pada sebuah *grounding* yaitu <5 ohm (PUIL 2000), dan untuk peralatan elektronika nilai tahanan yang dibutuhkan untuk *grounding* yaitu <3 ohm dan beberapa perangkat yang membutuhkan nilai tahanan *grounding* <1 ohm. Untuk mendapatkan nilai tahanan yang kecil mungkin akan sangat sulit karena ada beberapa faktor yang mempengaruhi seperti jenis tanah, jenis sistem *grounding*, suhu dan kelembapan, dan lain lain.

Ada beberapa jenis sistem penumaian (*grounding*) yang tentunya akan memiliki fungsi dan kegunaan pada masing masing jenisnya, beberapa jenis Sistem penumaian antara lain adalah:

a. TN-S (Terre Neutral – Separate)

Pada sistem *grounding* TN-S, bagian netral dari sumber energi listrik diubungkan dengan bumi pada satu titik, sehingga titik netral pada bagian beban tersambung langsung dengan bagian netral sumber listrik. *Grounding* tipe ini cocok jika digunakan pada instalasi yang dekat dengan sumber listrik, seperti pada konsumen dengan kapasitas besar yang memiliki HV/LV transformator untuk kebutuhan sendiri dan instalasi atau peralatannya terletak bersebelahan dengan sumber energi tersebut (transformator).

b. TN-C-S (Terre Neutral – Combined – Separate)

Sistem TN-C-S memiliki saluran netral dari peralatan distribusi utama (sumber listrik) terhubung dengan bumi dan pembumian pada jarak tertentu disepanjang saluran netral yang menuju konsumen, biasanya disebut sebagai *Protective Multiple Earthing* (PME). Dengan sistim ini konduktor netral dapat berfungsi untuk mengembalikan arus gangguan pembumian yang mungkin timbul disisi konsumen (instlasi) kembali kesumber listrik. Pada sistim ini, instalasi peralatan pada konsumen tinggal menghubungkan pembumiannya pada terminal (saluran) yang telah disediakan oleh sumber listrik.

c. TT (Double Terre)

Pada sistem TT, bagian netral sumber listrik tidak terhubung langsung dengan pembumian netral pada sisi konsumen (instalasi peralatan). Pada sistim TT, konsumen harus menyediakan koneksi mereka sendiri ke bumi, yaitu dengan memasang elektroda bumi yang cocok untuk instalasi tersebut.

2.2.8 Pencahayaan BUATAN

a. Pencahayaan

Pencahayaan (illuminasi) adalah kepadatan cahaya dari suatu sumber yang bercahaya (Stein et.al., 1986). Intensitas pencahayaan merupakan flux cahaya yang jatuh pada 1 m² dari bidang itu, yang memiliki satuan lux (lx) dan dilambangkan dengan huruf E. Maka: 1 lux = 1 lumen per m².

Bola lampu dapat dianalogikan dengan sebuah kran penyiraman air, maka air yang disemburkan adalah lumen dan jumlah air yang dikeluarkan per satuan waktu per meter persegi dari luas lantai adalah intensitas pencahayaannya. Secara matematis dapat dirumuskan dengan,

$$E = \frac{\Phi}{A} lux \tag{2.2.6}$$

dimana:

E = Intensitas pencahayaan (lux)

Φ = flux cahaya (lumen)

A = Luas bidang yang diterangi (m²)

Tingkat pencahayaan pada suatu ruangan pada umumnya didefinisikan sebagai tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja. Yang dimaksud dengan bidang kerja ialah bidang horisontal imajiner yang terletak 0,75 meter di atas lantai pada seluruh ruangan (SNI 03-6575-75 2001).

Berikut ini merupakan tabel tingkat pencahayaan minimum dan renderasi warna oleh SNI berdasarkan fungsi ruangan:

Tabel 2.2.1 Tingkat Pencahayaan Minimum dan Renderasi Warna yang Direkomendasikan

Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan (lux)	Kelompok renderasi warna	Keterangan
(1)	(2)	(3)	(4)
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	

Tabel 2.2.2 Tingkat Pencahayaan Minimum dan Renderasi Warna yang Direkomendasikan (lanjutan)

Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan (lux)	Kelompok renderasi warna	Keterangan
(1)	(2)	(3)	(4)
Ruang Komputer	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.

Tabel 2.2.3 Tingkat Pencahayaan Minimum dan Renderasi Warna yang Direkomendasikan (lanjutan)

Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan (lux)	Kelompok renderasi warna	Keterangan
(1)	(2)	(3)	(4)
Ballroom/ruang sidang	200	1	Sistem pencahayaan harus dirancang untuk menciptakan suasana yang sesuai. Sistem pengendalian “switching” dan “dimming” dapat digunakan untuk memperoleh berbagai efek pencahayaan.
Ruang makan	250	1	
Cafeteria	250	1	
Kamar tidur	150	1 atau 2	Gunakan pencahayaan setempat pada tempat yang diperlukan.
Dapur	300	1	
Rumah Sakit/Balai Pengobatan:			
Ruang rawat inap	250	1 atau 2	
Ruang operasi, ruang bersalin	300	1	
laboratorium	500	1 atau 2	
Ruang rekreasi dan rehabilitasi	250	1	

Tabel 2.2.4 Tingkat Pencahayaan Minimum dan Renderasi Warna yang Direkomendasikan (lanjutan)

Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan (lux)	Kelompok renderasi warna	Keterangan
(1)	(2)	(3)	(4)
Pertokoan/Ruang Pamer:			
Ruang pameran dengan objek berukuran besar (misalnya foto)	500	1	Tingkat pencahayaan ini harus dipenuhi 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 bidang vertikal.
Toko alat listrik(TV, Radio/tape, mesin cuci	250	1 atau 2	
Industri (umum):			
Ruang parkir	50	3	

Tabel 2.2.5 Tingkat Pencahayaan Minimum dan Renderasi Warna yang Direkomendasikan (lanjutan)

Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan (lux)	Kelompok renderasi warna	Keterangan
(1)	(2)	(3)	(4)
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 membutuhkan tingkat pencahayaan yang lebih tinggi dapat digunakan pencahayaan setempat.
Gereja	200	1 atau 2	Idem.
Vihara	200	1 atau 2	Idem.

Untuk menentukan banyaknya jumlah titik lampu pada masing masing ruangan akan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: dimensi atau luas dalam satu ruangan, fungsi pada setiap ruangan, warna pada dinding ruangan, dan tipe armature yang akan digunakan. Terdapat sebuah rumus yang digunakan untuk menentukan berapa jumlah lampu yang harus digunakan pada ruangan yaitu:

$$N = \frac{E \cdot L \cdot W}{\Phi \cdot LLF \cdot CU} \quad (2.2.7)$$

Dimana:

N = Jumlah titik lampu

E = Kuat penerangan dengan satuan (Lux)

L = Panjang ruang dengan satuan (Meter)

W = Lebar ruangan dengan satuan (Meter)

Φ = Total Lumens lampu

LLF = *Light loss factor* / faktor rugi cahaya (0,7-0,8)

CU = *Coeffisien of utilization* / faktor pemanfaatan (50-65%)

a. Jenis-jenis Lampu

1) Lampu Incandescent atau Lampu Pijar

Lampu Incandescent atau biasa dikenal dengan sebutan lampu pijar atau lampu bohlam. Lampu ini menghasilkan cahaya yang berasal dari filamen yang ada di dalam lampu. Ketika filamen dialiri arus listrik, maka akan menjadi panas dan menghasilkan cahaya.

Pada lampu terdapat kaca yang menyelubungi lampu, sehingga udara di dalam lampu tidak berhubungan langsung dengan udara luar. Hal ini untuk mencegah agar filamen tidak mudah rusak karena mengalami oksidasi.

2) Lampu Halogen

Lampu halogen adalah sebuah lampu yang menggunakan campuran gas mulia dan sedikit gas halogen untuk mengisi bagian dalam bola lampu. Filamen pada lampu ini mampu beroperasi pada suhu yang lebih tinggi dibanding dengan lampu pijar dan lebih tahan lama. Energi listrik yang digunakan lebih sedikit jika dibandingkan dengan lampu pijar pada suhu yang sama. Karena dapat beroperasi pada suhu yang tinggi, lampu halogen mampu menghasilkan cahaya dengan panjang gelombang yang lebih besar.

3) Lampu Fluorescent

Lampu fluorescent atau biasa disebut lampu neon merupakan lampu yang beroperasi menggunakan tabung yang berisi gas argon dan merkuri. Di dalam tabung tersebut dialirkan arus listrik sehingga menghasilkan reaksi yang memancarkan cahaya.

4) Compact Fluorescent Lamps (CFL)

Compact fluorescent lamps merupakan salah satu jenis lampu yang paling sering dijumpai sehari-hari. Secara garis besar lampu ini memiliki cara kerja yang sama dengan lampu neon atau lampu fluorescent. Hanya saja tabung lampu dibuat dengan ukuran yang lebih kecil dan dibuat melingkar atau seperti sekrup. Lampu lebih unggul dibanding lampu neon biasa, karena menghasilkan panas yang lebih sedikit dan lebih hemat listrik.

5) Lampu Mercury

Lampu merkuri pada dasarnya memiliki cara kerja yang sama dengan lampu fluorescent, yaitu memancarkan cahaya disebabkan terjadinya reaksi antara gas merkuri dengan arus listrik. Hanya bentuk lampu yang lebih kecil dan dibuat berbentuk bulat seperti lampu pijar.

6) Lampu High Pressure Sodium (HPS)

High Pressure Sodium (HPS), Metal Halide, Mercury Vapor dan Self-swabalast Mercury Lamps semuanya merupakan lampu discharge dengan intensitas tinggi atau high intensity discharge (HID). Jika dibandingkan dengan lampu neon dan lampu pijar, lampu HID mampu menghasilkan cahaya dengan intensitas yang lebih besar dari lampu yang relatif kecil.

7) Lampu Low Pressure Sodium (LPS)

Low-pressure sodium lamps yang artinya lampu sodium bertekanan rendah merupakan lampu yang memiliki efisiensi paling tinggi dibanding

semua lampu yang lain. Meskipun lampu ini memancarkan cahaya berwarna kuning, kemampuannya sama dengan high pressure sodium lamps.

Low-pressure sodium lamps memiliki prinsip kerja yang sama seperti lampu neon dan memerlukan ballast. Dibutuhkan waktu beberapa saat untuk melakukan pemanasan singkat agar lampu dapat mencapai kecerahan maksimal.

8) Lampu Light Emitting Diode (LED)

Light Emitting Diode (LED) adalah lampu tanpa filamen, yang rendah konsumsi daya dan memiliki rentang hidup yang panjang dibandingkan dengan lampu yang lain.

b. Jenis-jenis Sakelar

Sakelar merupakan alat penghubung dan pemutus aliran listrik atau alat yang digunakan untuk menghidupkan dan mematikan lampu. Terdapat beberapa jenis sakelar yang sering dipakai dalam suatu gedung, tentunya dengan karakter yang berbeda-beda juga. Berikut ini adalah beberapa jenis sakelar antara lain:

1) Sakelar Tunggal

Sakelar tunggal adalah sakelar yang menghubungkan dan memutuskan sebuah lampu atau kelompok lampu. Sakelar ini hanya mempunyai satu tuas penghubung. Untuk mengoperasikan sakelar tunggal, caranya adalah dengan menekan tuas penghubung hingga sakelar berkeadaan ON atau OFF (1 atau 0). Gambar berikut ini merupakan simbol dari sakelar tunggal.

2) Sakelar Seri

Sakelar seri adalah sakelar yang menghubungkan dan memutuskan dua buah lampu atau kelompok lampu secara sendiri-sendiri atau bersamaan. Sakelar ini mempunyai dua tuas penghubung atau lebih. Untuk mengoperasikan sakelar seri, caranya adalah dengan menekan masing-masing tuas penghubung secara sendiri-sendiri atau bersamaan hingga sakelar

berkondisi ON atau OFF (1 atau 0). Gambar berikut ini merupakan simbol dari sakelar seri.

3) Sakelar Tukar

Sakelar tukar adalah sakelar yang menghubungkan dan memutuskan dua buah lampu atau kelompok lampu secara bergantian. Sakelar ini hanya mempunyai satu tuas penghubung dengan dua posisi dan sering disebut dengan Sakelar Hotel. Untuk mengoperasikan sakelar tukar, caranya adalah: Tekan tuas penghubung hingga sakelar berkondisi ON atau OFF pada posisi 1 atau 2. Jika sakelar ditekan pada posisi 1, berarti posisi 1 ON dan posisi 2 OFF.

4) Sakelar *Grid Switch*

Sakelar *Grid Switch* adalah sakelar yang menghubungkan dan memutuskan sebuah lampu atau kelompok lampu. Saklar ini mempunyai beberapa tuas penghubung dalam satu kotak, biasanya terdapat 4 sampai 12.

2.2.9 Kotak Kontak

Kotak kontak untuk instalasi rumah tinggal di Indonesia menggunakan 2 lubang yaitu fasa, netral, dan kawat tembaga yang berfungsi sebagai ground. Penggunaan kotak kontak harus benar benar rapat dan kuat supaya tidak menimbulkan panas yang dapat menyebabkan kebakaran. Maka dari itu, tusuk kontak haruslah sesuai dengan outlet yang terpasang dan lengkap dengan titik *grounding* untuk peralatan yang berbahan metal seperti kulkas, pompa air, komputer dan lain lain.

Pemasangan kotak kontak dapat dilakukan di dinding, di meja, dan di lantai. Untuk soket outlet di lantai perlu menggunakan soket outlet khusus dan untuk pemakaian luar ruangan harus menggunakan outlet yang mempunyai pelindung penutup. Sedangkan pemasangan kotak kontak pada dinding, dipasang setidaknya 40 cm dari permukaan lantai. Pemakaian tusuk outlet kotak kontak hendaknya satu

soket kontak untuk satu tusuk kontak, karena tusuk kontak yang bertumpuk sangat rentan menimbulkan padas karena tidak pasnya pemasangan tusuk kontak ke outlet kontak. Disarankan untuk tidak menggunakan roll kabel atau kabel gulung untuk jarak yang dekat dalam pemakaian dengan waktu yang lama, karena kabel tergulung yang mengalirkan arus listrik akan menyebabkan kabel panas dan akan terbakar.

Dalam penggunaan kotak kontak pada bangunan gedung rumah sakit juga membutuhkan beberapa jenis dengan fungsi yang berbeda-beda. Hal tersebut bertujuan agar kinerja atau fungsi kotak kontak dapat maksimal dan sesuai dengan semestinya. Berikut ini adalah beberapa jenis kotak kontak yang banyak digunakan pada bangunan gedung rumah sakit yaitu:

a. Kotak Kontak Dinding



Gambar 2.2.14 Kotak Kontak Dinding merk Legrand

(Sumber: Daftar Harga Residensial 2017/katalog Schneider)

b. Kotak Kontak Lantai



Gambar 2.2.15 Kotak Kontak Lantai merk Legrand

(Sumber: <https://www.bukalapak.com/p/rumah-tangga/elektronik-1111/stop-kontak/2ejj0z-jual-stop-kontak-lantai-legrand>)

c. Kotak Kotak *Bedhead*



Gambar 2.2.16 Kotak Kontak *Bedhead*

(Sumber: http://berlianabadimedika.blogspot.co.id/2013/08/bedhead-product_24.html)

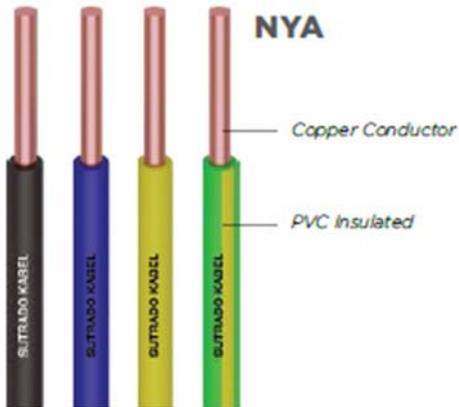
2.2.10 Kabel Listrik

Kabel konduktor atau kawat penghantar merupakan salah satu komponen dari instalasi listrik pada bangunan. Kabel konduktor ini berfungsi untuk menyalurkan energi listrik dari satu titik ke titik lainnya. Kabel terbuat dari bahan logam tembaga berbentuk silinder dan pada bagian luarnya dibungkus menggunakan isolator.

Adapun jenis kabel yang sering digunakan pada bangunan yaitu sebagai berikut:

a. Kabel NYA

Kabel NYA biasanya digunakan pada instalasi rumah dan sistem tenaga. Kabel ini berinti tunggal yang dilapisi oleh isolasi berbahan PVC dan sering digunakan untuk instalasi kabel udara. Pada instalasi rumah, ukuran kabel NYA yang biasanya digunakan adalah 1,5 mm² dan 2,5 mm². Digunakan untuk instalasi rumah karena harganya dipasaran yang relatif murah.

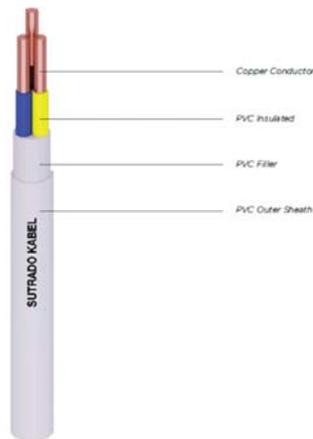


Gambar 2.2.17 Kabel Jenis NYA

(Sumber: Katalog kabel merek Sutrado Cabel)

Kabel ini hanya memiliki 1 lapisan isolasi yang menyebabkannya mudah rusak, tidak tahan air, dan mudah dirusak tikus. Untuk mengamankan kabel ini biasanya digunakan pelindung tambahan berupa pipa PVC atau saluran yang tertutup agar tidak mudah dirusak tikus dan pengaman ketika kabel terkelupas.

b. Kabel NYM



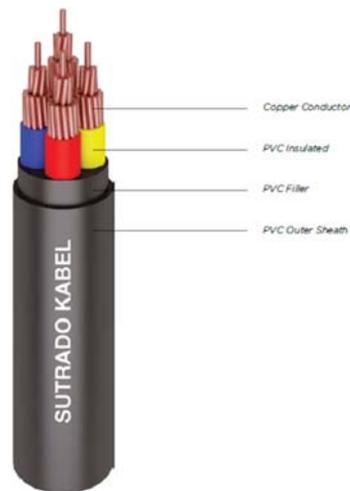
Gambar 2.2.18 Kabel Jenis NYM

(Sumber: Katalog kabel merek Sutrado Cabel)

Kabel NYM ini digunakan pada instalasi listrik rumah, gedung, dan sistem tenaga. Kabel ini memiliki inti lebih dari satu dan di lapiasi isolator PVC. Kabel NYM memiliki 2 lapisan isolasi sehingga tingkat keamanannya lebih baik dari pada kabel NYA. Kabel ini juga dapat digunakan pada lingkungan yang kering maupun basah namun tidak boleh ditanam. Akan tetapi karena fungsi kabel yang lebih baik dari kabel NYA menyebabkan harganya relatif lebih mahal.

c. Kabel NYY

Kabel NYY merupakan jenis kabel yang digunakan untuk instalasi tertanam. Kabel ini berinti 2, hingga 4 inti. Pada bagian luar dilapisi dengan isolasi yang lebih kuat daripada kabel NYM. Maka dari itu harga kabel ini pun relatif lebih mahal dari kabel NYM.

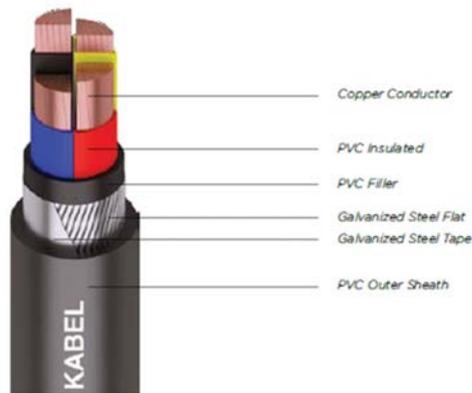


Gambar 2.2.19 Kabel Jenis NYY

(Sumber: Katalog kabel merek Sutrado *Cabel*)

d. Kabel NYFGBY

Kabel NYFGBY merupakan kabel yang digunakan untuk instalasi listrik bawah tanah, didalam ruangan, saluran-saluran dan ditempat terbuka yang membutuhkan perlindungan terhadap gangguan mekanis, atau untuk tekanan rentang yang tinggi selama dipasang dan dioperasikan.



Gambar 2.2.20 Kabel Jenis NYY

(Sumber: Katalog kabel merek Sutrado *Cabel*)

e. Kabel BCC

Kabel BCC (*Bare Copper Conductor*) adalah kawat tembaga tanpa isolasi (telanjang) yang biasanya digunakan untuk saluran udara dan saluran bawah tanah. Kabel jenis ini digunakan pada saluran transmisi udara juga biasanya digunakan untuk instalasi penyalur petir dan pertanahan.



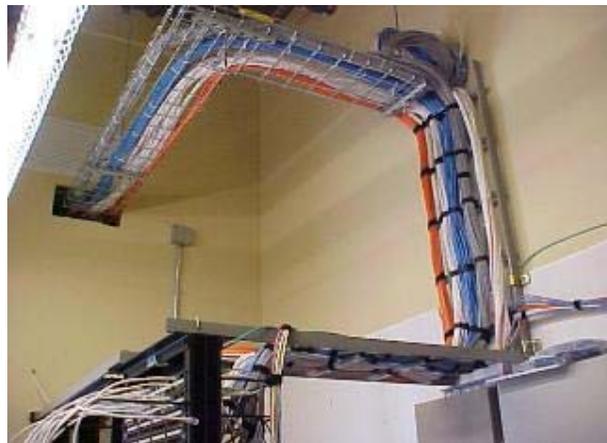
Gambar 2.2.21 Kabel Jenis BCC

(Sumber: <http://kmiwire.com/>)

2.2.11 Tray Kabel

Kabel tray merupakan tempat yang digunakan untuk meletakkan kabel pada bangunan gedung. Tujuan dipasangnya rak ini adalah kabel dapat diatur dengan rapi serta mudah dalam melakukan pemeliharaan nantinya. Rak ini terbuat dari bahan aluminium, besi, baja ataupun material logam lainnya. Adapun langkah langkah untuk melakukan pemasangan rak kabel adalah sebagai berikut:

- a. Pembuatan desain drawing untuk penempatan jalur dengan mempertimbangkan bagian komponen lain seperti titik lampu, instalasi pipa dan lain lain.
- b. Menandai jalur rak kabel pada lapangan sesuai dengan desain drawing.
- c. Menandai titik titik jalur tray.
- d. Melakukan pengeboran pada titik yang sudah ditandai.
- e. Memasang gantungan tray.
- f. Memasang kabel ladder.
- g. Disetiap titik sambungan, dipasang kabel ground.
- h. Agar dapat bertahan dalam jangka waktu yang panjang, tray di zincromate atau cat untuk mencegah karat.



Gambar 2.2.22 Jalur Tray Kabel di Langit-langit Bangunan

(Sumber: <http://mathscinotes.com/2017/01/fact-checking-power-over-ethernet-marketing-math/>)

Pemasangan pada langit-langit memerlukan penguat berupa penggantung yang dipasang dengan baik supaya tidak mudah mengalami runtuh. Gantungan dipasang pada jarak yang ideal sehingga bisa berfungsi dengan baik serta tidak terlalu rapat karena menyebabkan pemborosan material juga meningkatkan beban bangunan yang harus ditanggung oleh struktur lantai.

Melakukan pemasangan di dinding butuh dibuatkan ruangan khusus mekanikal elektrikal agar tidak mengganggu keestetikaan dari arsitektur bangunan. Jika sangat terpaksa pada ruang yang membutuhkan kerapian maka dapat dilakukan pembungkusan menggunakan dinding gypsum atau batu bata sehingga terlihat rapi. Instalasi pada rumah dapat menggunakan pipa PVC untuk jalur kabel. Itupun jika kabel instalasi yang dipasang tidak rumit. Tidak hanya untuk jalur kabel, pipa PVC juga dapat berfungsi sebagai pelapis isolasi kabel sehingga kabel dapat terlindungi dari serangan tikus ataupun gangguan lainnya. Hal tersebut dapat mencegah untuk terjadinya percikan api dan bahaya kebakaran akibat konsleting listrik yang disebabkan isolasi kabel yang rusak. Meskipun terlihat sederhana, pengerjaan tray dalam jumlah yang besar harus dilakukan oleh seseorang yang ahli pada bidang tersebut.

2.2.12 Sistem Penyalur Petir

Sistem penyalur petir merupakan sebuah sistem yang dimiliki oleh sebuah bangunan yang berfungsi untuk menyalurkan muatan listrik dari awan menuju bumi supaya tidak menimbulkan dampak buruk bagi peralatan listrik dan makhluk hidup disekitar bangunan. Sistem penyalur petir haruslah dimiliki oleh sebuah bangunan bertingkat karena bangunan bertingkat lebih rentan terkena oleh sambaran petir. Penyalur petir akan melewatkan tegangan yang berasal dari langit menuju bumi tanpa merusak benda yang dilewatinya. Penyalur petir memiliki 3 bagian utama yaitu:

a. Batang Penyalur Petir

Batang ini merupakan batangan tembaga lancip yang diletakkan diatas atap gedung. Ujungnya yang lancip berguna untuk memudahkan dalam pengumpulan

dan pelepasan muatan listrik sesuai dengan sifat alaminya. Hal tersebut dilakukan untuk memperlancar proses menarik muatan listrik yang ada di awan.

b. Kabel Konduktor

Kabel konduktor merupakan kabel tembaga yang berperan sebagai penghantar petir. Kabel ini terhubung langsung dengan batang penangkal petir untuk meneruskan muatan listrik menuju tanah. Kabel ini biasanya terpasang pada bagian luar bangunan gedung.

c. Pembumian (*Grounding*)

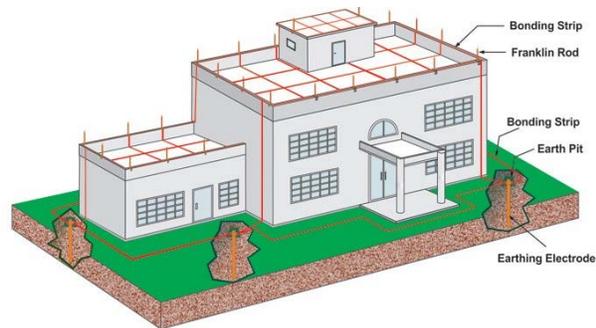
Pembumian merupakan komponen terakhir yang dimiliki oleh sebuah penangkal petir dimana muatan listrik yang mengalir pada kabel penghantar dilepaskan di tempat pembumian ini. Pembumian ini berupa batangan yang terbuat dari tembaga yang dilapisi baja.

Secara umum jenis penyalur petir dibedakan menjadi 2 hal tersebut dikarenakan mengacu dengan fungsinya, jenis-jenis penyalur petir antara lain:

1) Penyalur Petir Konvensional (Franklin Rod)

Penangkal petir dengan metode Franklin rod ini merupakan sistem proteksi yang paling awan tetapi masih sering digunakan, terutama untuk melindungi gedung beratap runcing seperti menara dari sambaran petir. Penangkal petir ini merupakan sebuah batangan tembaga berbentuk kerucut yang terletak pada ujung atap bangunan. Pada pemasangannya, sistem penangkal petir ini dipasang di atas pipa sepanjang 1-3 meter untuk menghasilkan luas daerah jangkauannya. Akan tetapi sistem penyalur petir ini memiliki kelemahan yaitu semakin jauh radius maka kemampuannya semakin lemah.

2) Penyalur Petir Sangkar Faraday

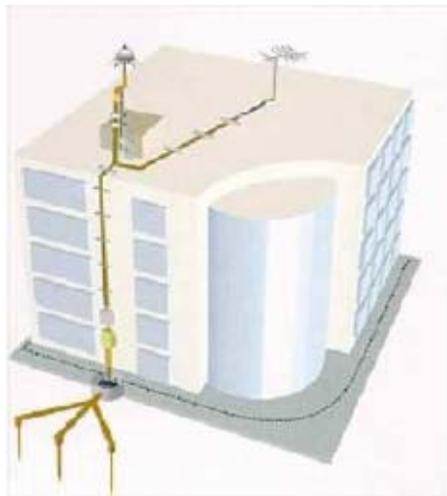


Gambar 2.2.23 Penyalur Petir Metode Sangkar Faraday

(Sumber <http://www.antipetir-indonesia.com/2017/10/penangkal-petir-konvensional.html>)

Penyalur petir ini merupakan penyempurnaan dari sistem penyalur petir franklin rod. Prinsip kerjanya sama, namun yang membedakan adalah pada sistem ini pemasangannya merata di bagian atap bangunan seperti sangkar tetapi dengan ukuran batang penangkal petir yang lebih pendek dari sistem franklin rod.

3) Early Streammer Emission Air Terminal (EF)



Gambar 2.2.24 Penyalur Petir Metode EF

(Sumber: <http://blogs.upnjatim.ac.id/utilitas/>)

Sistem penyalur petir jenis Energi Froide (*Electrostatic Field*) EF ini merupakan sistem penyalur petir yang paling modern. Ada 3 prinsip sangat penting yang dimiliki oleh penyalur petir EF, yaitu:

- a) Penyalur petir yang paling kedap atau tertutup terhadap objek sekitar dengan menggunakan terminal penerima dan kabel saluran khusus yang dimiliki oleh sifat isolasi tegangan tinggi.
- b) Membentuk elektron bebas awal yang besar sebagai streamer emission pada bagian puncak dari sistem terminal.
- c) Penyatuan EF terminal dan EF carrier yang memiliki isolasi terhadap tegangan tinggi memberikan keamanan terhadap objek yang dilindungi.

Sistem penyalur petir ini terbagi 2 yaitu EF terminal yang terletak pada puncak bangunan sebagai penangkal petir dan EF carrier (kabel penghantar) yang menuju kedalam tanah.