

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di Jawa Timur kota Malang merupakan kota terbesar kedua setelah Surabaya. Dengan semakin berkembangnya kota Malang, diperlukan pula fasilitas pengembangan sarana dan prasarana yang menunjang. Mengingat kota Malang merupakan kota pendidikan, kota industri, dan kota pariwisata. Maka, tingkat hunian Kota Malang terus mengalami peningkatan seiring dengan tingginya jumlah kunjungan warga luar kota atau bahkan luar negeri. Ini terjawab dengan menjamurnya bangunan hotel yang dalam kurun waktu terakhir bermunculan di berbagai titik kota. Meski saat ini sudah banyak berdiri hotel, namun kebutuhan kamar di Kota Malang masih jauh dari yang diharapkan. Hingga kini masih mengalami kekurangan sekitar 1.500 kamar dengan berbagai kategori.

Untuk memenuhi kebutuhan sarana dan prasarana tersebut maka telah direncanakan suatu bangunan berupa kondotel. Kondotel atau kondominium hotel ini merupakan bangunan yang terdiri dari kamar-kamar layaknya apartemen. Tetapi kamar ini kemudian dijual kepada investor. Selanjutnya, kamar-kamar dikelola oleh operator hotel yang akan memasarkan dan menyewakan secara harian kepada tamu-tamu yang akan menginap. Berinvestasi properti, khususnya kondotel banyak menawarkan keuntungan masa tunggu pembangunan. Hal ini menggambarkan bahwa potensi kota Malang untuk berkembang masih mempunyai harapan yang besar khususnya dalam hal penyediaan fasilitas pendukung sektor properti berupa fasilitas akomodasi hotel dan apartemen/kondotel.

Berdasarkan alasan tersebut maka akan dibangun Kondotel Borobudur pada kawasan Malang *Trade Center* Blimbing di kota Malang. Pada kawasan ini akan terdapat trade mall atau pusat perdagangan, perkantoran, dan Kondotel terpadu di dalam suatu lokasi. Bangunan yang berlokasi di daerah Blimbing Kota Malang Provinsi Jawa Timur ini terdiri dari beberapa blok yaitu blok pasar modern dan apartemen, blok ruko dan pasar modern, blok kondotel, dan blok pasar tradisional. Blok Kondotel Borobudur ini terdiri dari 15 lantai. Gedung kondotel ini dibangun diatas tanah seluas $\pm 625,284 m^2$ dengan tinggi 52,50m. Melihat dari luas dan fungsi bangunan kondotel ini maka dibutuhkan suatu perencanaan dan perancangan instalasi listrik yang baik. Dan syarat utama bagi instalasi listrik adalah aman bagi manusia, ternak dan harta benda. Selain itu, harus memenuhi fungsinya secara aman bagi instalasi. Serta akrab lingkungan, dalam arti tidak merusak lingkungan, baik dalam operasi normal, maupun dalam kondisi gangguan.

Upaya menyelenggarakan instalasi listrik yang memenuhi syarat dituangkan dalam standar teknis seperti Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL) dan diberlakukan sebagai peraturan oleh berbagai instansi Pemerintah.

Sebagai bangunan gedung bertingkat yang luas, maka pada bangunan Kondotel Borobudur di kawasan Malang *Trade Center* Blimbing kota Malang ini dibutuhkan energi yang cukup besar. Untuk itu perlu dipikirkan perhitungan dan perencanaan yang baik agar kebutuhan akan energi listrik terpenuhi secara maksimal sesuai dengan persyaratan yang berlaku. Perencanaan ini tentunya juga mempertimbangkan fungsi utama dari bangunan kondotel serta mempertimbangkan kemungkinan adanya perubahan atau perbaikan bangunan di masa mendatang.

Untuk menjamin keselamatan pada instalasi listrik bangunan, maka akan dilakukan perancangan instalasi penerangan dan instalasi daya yang aman (memenuhi standar yang berlaku). Sehingga diangkat judul perancangan instalasi listrik pada Kondotel Borobudur Blimbing Kota Malang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dengan latar belakang di atas maka rumusan masalah yang akan di bahas pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana perancangan instalasi kelistrikan pada Kondotel Borobudur Blimbing kota Malang
2. Berapa daya yang tersambung yang dibutuhkan Kondotel Borobudur Blimbing kota Malang

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam penelitian ini sesuai dengan tujuan yang diharapkan, maka dalam pembahasannya dalam penelitian ini dibatasi sebagaimana berikut :

1. Obyek penelitian dalam penelitian ini adalah Kondotel Borobudur pada kawasan Malang Trade Center Blimbing Malang.
2. Instalasi penerangan
 - a. Pembahasan terkait penentuan illuminasi minimal.
 - b. Pemilihan jenis lampu dan penentuan jumlah lampu dalam suatu ruangan
3. Instalasi daya
 - a. Pembahasan terkait penentuan kapasitas AC, motor pompa, dan stopkontak.
3. Tidak membahas tentang sistem pertanahan gedung yang berkaitan dengan proteksi petir

4. Tidak membahas biaya investasi untuk perencanaan instalasi, hanya membahas perencanaan secara teknik.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah: merancang instalasi listrik pada Kondotel Borobudur pada kawasan Malang Trade Center Blimbing Malang yang sesuai dengan Standard Nasional Indonesia (SNI), Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2000.

1.5 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan dalam penelitian ini disusun sebagai berikut :

BAB I : Memuat latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan sistematika pembahasan.

BAB II : Memuat tentang prinsip dasar instalasi listrik, dasar teori daya, tegangan, dan arus, bahan-bahan yang diperlukan dalam pemasangan instalasi, penentuan jumlah lampu, dan langkah-langkah dalam perencanaan instalasi gedung.

BAB III : Memuat tentang prosedur perancangan diawali dari persiapan perencanaan, deskripsi bangunan, gambar situasi, spesifikasi bangunan, penentuan titik lampu, perancangan instalasi listrik, dan daya dari setiap ruangan.

BAB IV : Membahas tentang analisis dan perhitungan penghantar, drop tegangan, rating pengaman dan daya tersambung. Merancang instalasi listrik berupa gambar diagram pengawatan tunggal dan gambar pengawatan serta perlengkapan hubung bagi (PHB).

BAB V : Memuat kesimpulan dari perancangan dan saran yang diperoleh dari hasil analisis dari skripsi ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Struktur dasar instalasi listrik bangunan terdiri dari: sirkit utama, sirkit cabang (jika diperlukan) dan sirkit akhir. Disamping memberi manfaat, listrik dapat menimbulkan bahaya sebagai berikut:

- Kejut listrik, yaitu arus berlebihan melalui tubuh yang dapat mengakibatkan cedera atau kematian.
- Suhu tinggi yang dapat menimbulkan luka bakar.
- Api yang dapat mengakibatkan kebakaran.
- Gaya berlebihan yang dapat menimbulkan kerusakan, terutama pada keadaan hubung pendek.

Oleh karena itu, syarat utama bagi instalasi listrik adalah:

- AMAN, bagi manusia, ternak dan harta benda
- ANDAL dalam arti memenuhi fungsinya secara aman bagi instalasi,
- AKRAB lingkungan, dalam arti tidak merusak lingkungan, baik dalam operasi normal, maupun dalam kondisi gangguan

Dalam suatu sistem tenaga listrik, beroperasinya suatu bagian mempengaruhi bagian sistem yang lain. Jika pengaruh itu melebihi batasan tertentu, misalnya menimbulkan guncangan tegangan, guncangan frekuensi atau harmonisa yang berlebihan, maka ada bagian sistem yang akan terganggu operasinya. Oleh karena itu, instalasi yang tersambung pada suatu sistem harus pula tidak mengganggu operasi bagian sistem lain. Hal ini diatur dalam Keputusan direksi PT. PLN (Persero) No: 109 K/039/DIR/1997 tentang Ketentuan Jual Beli Tenaga Listrik dan Penggunaan Piranti Tenaga Listrik, yang disahkan oleh Direktur Jenderal Listrik dan Pengembangan Energi dengan surat No: 6795/04/600.3/97.

Upaya menyelenggarakan instalasi listrik yang memenuhi syarat dituangkan dalam standar teknis seperti Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL) dan diberlakukan sebagai peraturan oleh berbagai instansi Pemerintah.

2.1 Instalasi Listrik

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 dibelakang pesawat pembatas/meter milik perusahaan.

Secara umum instalasi listrik dibagi menjadi dua jenis yaitu:

1. Instalasi penerangan listrik
2. Instalasi daya listrik

2.1.1 Instalasi Penerangan Listrik

Instalasi penerangan listrik adalah instalasi listrik yang digunakan untuk menyalurkan energi listrik dari sumbernya (PLN, genset, dan sumber lain) ke beban listrik atau peralatan rumah tangga/kantor (lampu dan stop kontak). Pada beban, energi listrik diubah menjadi energi dalam bentuk lain yang lebih kita butuhkan, misalnya panas pada setrika, cahaya pada lampu, gerakan berputar pada kipas angin dan lain sebagainya. Instalasi penerangan listrik dibagi menjadi dua golongan yaitu

1. Instalasi penerangan di dalam gedung.
2. Instalasi penerangan diluar gedung.

Instalasi penerangan di dalam gedung adalah instalasi listrik dalam bangunan gedung. Yang termasuk golongan ini adalah instalasi dalam kamar ruangan dan teras. sedangkan instalasi penerangan di luar gedung yaitu instalasi listrik di luar bangunan gedung. Yang termasuk dalam golongan ini adalah instalasi penerangan jalan dan taman.

Tujuan utama instalasi penerangan adalah untuk memberikan kenyamanan pada mata orang yang berada pada area tersebut dalam menikmati sesuatu atau melakukan kegiatan sehingga dapat dilakukan tanpa adanya akomodasi mata yang berlebihan dan diharapkan orang tersebut tidak merasakan lelah pada mata.

Pada kegiatan yang memerlukan ketelitian ekstra, maka diperlukan penerangan yang baik atau dengan kata lain memerlukan kuat penerangan yang besar, sedangkan untuk pekerjaan yang kurang memerlukan ketelitian tidak perlu menggunakan penerangan yang mempunyai kuat penerangan besar atau berlebihan.

Pada awalnya stop kontak pada instalasi listrik hanya diperhitungkan untuk daya sekitar 200 VA saja. Pada perkembangan selanjutnya variasi beban yang terpasang pada stop kontak instalasi penerangan sangat beragam dan juga daya yang digunakan semakin besar.

Pada penerangan sebagian besar cahaya yang ditangkap oleh mata tidak datang langsung dari sumber cahaya tetapi dipantulkan oleh lingkungan di sekitar sumber cahaya. Penyebaran cahaya dari suatu sumber cahaya tergantung pada konstruksi sumber cahaya itu sendiri dan konstruksi armatur yang digunakan.

2.1.1.1 Intensitas Penerangan

Intensitas penerangan atau iluminansi disuatu bidang adalah fluks cahaya yang jatuh pada $1 m^2$ dari bidang itu. Intensitas penerangan (E) dinyatakan dengan satuan lux (lm/m^2). Intensitas penerangan harus ditentukan berdasarkan tempat dimana pekerjaan dilakukan. Bidang kerja umumnya 80 cm di atas lantai.

Banyak faktor resiko di lingkungan kerja yang mempengaruhi keselamatan dan kesehatan pekerja salah satunya adalah pencahayaan. Menurut keputusan menteri kesehatan No. 1405 tahun 2002, pencahayaan adalah jumlah penyinaran pada suatu bidang kerja yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan secara efektif. Tingkat pencahayaan minimum dan renderasi warna yang direkomendasikan untuk berbagai fungsi ruangan ditunjukkan pada tabel 2.1.

Table 2.1 Tingkat Pencahayaan Minimum dan Renderasi Warna yang Direkomendasikan

Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan (lux)	Kelompok renderasi warna	Keterangan
Teras	60	1 atau 2	
Garasi	60	3 atau 4	
Ruang tamu/makan	120-250	1 atau 2	
Dapur	250	1 atau 2	
Ruang paker	50	3	
Gudang	100	3	
Kamar tidur	150	1 atau 2	Diperlukan lampu tambahan pada bagian kepala tempat tidur
Kamar mandi	250	1 atau 2	
Ruang rapat	300	1 atau 2	
Lobby/koridor	100	1	Pencahayaan pada bidang vertikal sangat penting untuk menciptakan suasana/kesan ruang yang baik.
Ballroom/ruang sidang	200	1	Sistem pencahayaan harus dirancang untuk menciptakan suasana yang sesuai.
Cafeteria	250	1	
Mushola	200	1 atau 2	Untuk tempat-tempat yang membutuhkan tingkat pencahayaan yang lebih tinggi dapat digunakan pencahayaan setempat

Sumber SNI 03-6575-2001

Table 2.2 Pengelompokan Renderasi Warna

Kelompok Renderasi Warna	Rentang Indeks Rederasi Warna (Ra)	Tampak Warna
1	Ra > 85	Dingin
		Sedang
		Hangat
2	70 < Ra < 85	Dingin
		Sedang
		Hangat
3	40 < Ra < 70	
4	Ra < 40	

Sumber: SNI 03-6575-2001

Kelompok Intensitas penerangan ditentukan pula oleh sifat dan jenis dari pekerjaan yang akan dilakukan dalam ruangan tersebut, serta lamanya waktu kerja. Pekerjaan dengan waktu kerja yang panjang dan membutuhkan ketelitian tinggi yang dilakukan dengan bantuan penerangan buatan, memerlukan intensitas penerangan yang besar dengan tingkat kesilauan yang rendah. renderasi warna 1 yaitu rentang indeks renderasi warna (Ra) lebih besar dari 85. Kelompok renderasi 2 nilai Ra 71-85, kelompok renderasi 3 nilai Ra 40-70 sedangkan kelompok renderasi 4 nilai Ra kurang dari 40.

Fluks cahaya yang dipancarkan lampu tidak semuanya mencapai bidang kerja. Sebagian dari fluks cahaya itu akan dipancarkan ke dinding dan langit-langit ruang tersebut.

$$1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen per } m^2$$

Kalau suatu bidang yang luasnya $A \text{ } m^2$, diterangi dengan Φ lumen, maka intensitas penerangan rata-rata di bidang itu sama dengan (P.van Harten II,1974:8)

$$E_{\text{rata-rata}} = \frac{\Phi}{A} \text{ lux} \tag{2.1}$$

Dimana:

Φ : fluks cahaya

A : luas bidang m^2

2.1.1.2 Luminansi

Luminansi adalah suatu ukuran untuk terang suatu benda. Luminansi yang terlalu besar akan menyilaukan mata (p. Van Harten II,1974:8). Luminansi suatu sumber cahaya



atau suatu permukaan yang memantulkan cahaya adalah intensitas cahayanya dibagi dengan luas permukaan. Dan persamaannya sebagai berikut:

$$L = \frac{I}{A} \text{ cd/cm}^2 \quad (2.2)$$

Dimana:

- L : luminansi (cd/cm^2)
- I : intensitas cahaya (cd)
- A : luas semu permukaan (cm^2)

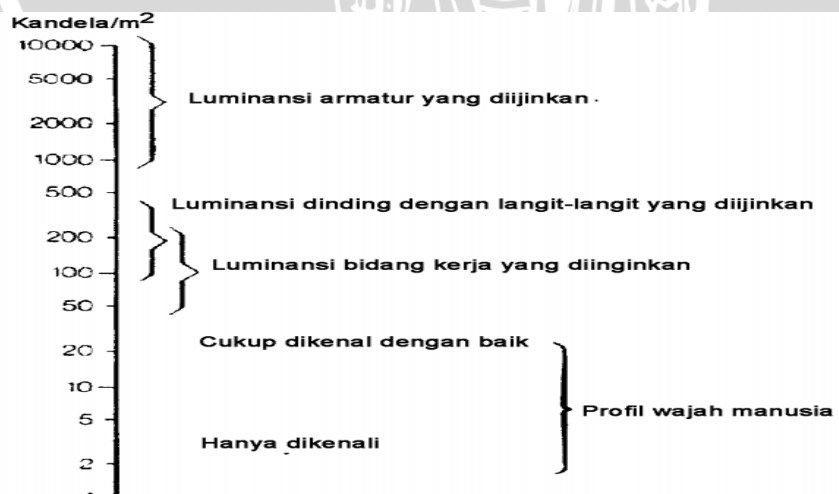
Faktor refleksi sebuah benda atau bidang juga ikut menentukan besar luminansi. Semakin besar faktor refleksi, maka luminansinya juga semakin besar. Dan sebaliknya, semakin kecil faktor refleksi maka luminansinya semakin kecil.

Untuk sebuah armatur bola, luas semu permukaannya sama dengan luas lingkaran besar bola itu.

Distribusi luminansi didalam medan penglihatan harus diperhatikan sebagai pelengkap keberadaan nilai tingkat pencahayaan di dalam ruangan. Hal penting yang harus diperhatikan pada distribusi luminansi sebagai berikut:

- a. Rentang luminansi permukaan langit-langit dan dinding.
- b. Distribusi luminansi bidang kerja.
- c. Nilai maksimum luminansi armatur (untuk menghindari kesilauan)
- d. Skala luminansi untuk pencahayaan interior

Skala yang luminansi armatur yang diijinkam 1000-10000 kandela / m^2 . Luminansi dinding dengan langit-langit yang diijinkan 100-500 kandela/ m^2 . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Skala Luminansi untuk pencahayaan interior.

Sumber: SNI 03-6575-2001

2.1.1.3 Sistem Pencahayaan Buatan dan Armatur

Penyebaran cahaya dari sumber cahaya tergantung pada konstruksi sumber cahaya itu sendiri dan pada konstruksi armatur yang digunakan. Armatur adalah rumah lampu yang digunakan untuk mengendalikan dan mendistribusikan cahaya yang dipancarkan oleh lampu yang dipasang didalamnya, dilengkapi dengan peralatan untuk melindungi lampu dan peralatan pengendali listrik. Sistem pencahayaan buatan sering dipergunakan secara umum dapat dibedakan atas 3 macam yaitu:

1. Sistem Pencahayaan Merata

Pada sistem ini iluminasi cahaya tersebar secara merata di seluruh ruangan. Pencahayaan ini cocok untuk ruangan yang tidak dipergunakan untuk melakukan tugas visual khusus. Pada sistem ini sejumlah armature ditempatkan secara teratur diseluruh bagian langit-langit.

2. Sistem Pencahayaan Terarah

Pada sistem ini seluruh ruangan memperoleh pencahayaan dari salah satu arah tertentu. Sistem ini cocok untuk pameran atau penonjolan suatu objek karena akan tampak lebih jelas. Lebih dari itu, pencahayaan terarah yang menyoroti satu objek tersebut berperan sebagai sumber cahaya sekunder untuk ruangan sekitar, yakni melalui mekanisme pemantulan cahaya. Sistem ini dapat juga digabungkan dengan sistem pencahayaan merata karena bermanfaat mengurangi efek majemuk yang mungkin ditimbulkan oleh pencahayaan merata.

3. Sistem Pencahayaan Setempat

Pada sistem ini cahaya dikonsentrasikan pada suatu objek tertentu misalnya tempat kerja yang memerlukan tugas visual.

Sebagian besar dari cahaya yang ditangkap oleh mata, tidak datang langsung dari sumber cahaya, tetapi setelah dipantulkan oleh lingkungan. Karena besarnya luminansi sumber-sumber cahaya modern, cahaya langsung dari sumber cahaya biasanya akan menyilaukan mata. Karena itu bahan-bahan armatur harus dipilih sedemikian rupa sehingga sumber cahayanya terlindung dan cahayanya terbagi secara tepat. Untuk mendapatkan pencahayaan yang sesuai dalam suatu ruang, maka diperlukan sistem pencahayaan yang tepat sesuai dengan kebutuhannya. Sistem pencahayaan di ruangan, termasuk di tempat kerja dapat dibedakan menjadi 5 macam yaitu:

a) Sistem Pencahayaan Langsung (*direct lighting*)

Pada sistem ini 90-100% cahaya diarahkan secara langsung ke benda yang perlu diterangi. Sistem ini dinilai paling efektif dalam mengatur pencahayaan, tetapi ada

kelemahannya karena dapat menimbulkan bahaya serta kesilauan yang mengganggu, baik karena penyinaran langsung maupun karena pantulan cahaya. Untuk efek yang optimal, disarankan langit-langit, dinding serta benda yang ada didalam ruangan perlu diberi warna cerah agar tampak menyegarkan

b) Pencahayaan Semi Langsung (*semi direct lighting*)

Pada sistem ini 60-90% cahaya diarahkan langsung pada benda yang perlu diterangi, sedangkan sisanya dipantulkan ke langit-langit dan dinding. Dengan sistem ini kelemahan sistem pencahayaan langsung dapat dikurangi. Diketahui bahwa langit-langit dan dinding yang dipelster putih memiliki efisiensi pemantulan 90%, sedangkan apabila dicat putih efisien pemantulan antara 5-90%

c) Sistem Pencahayaan Difus (*general diffus lighting*)

Pada sistem ini setengah cahaya 40-60% diarahkan pada benda yang perlu disinari, sedangkan sisanya dipantulkan ke langit-langit dan dinding. Dalam pencahayaan sistem ini termasuk sistem *direct-indirect* yakni memancarkan setengah cahaya ke bawah dan sisanya keatas. Pada sistem ini masalah bayangan dan kesilauan masih ditemui.

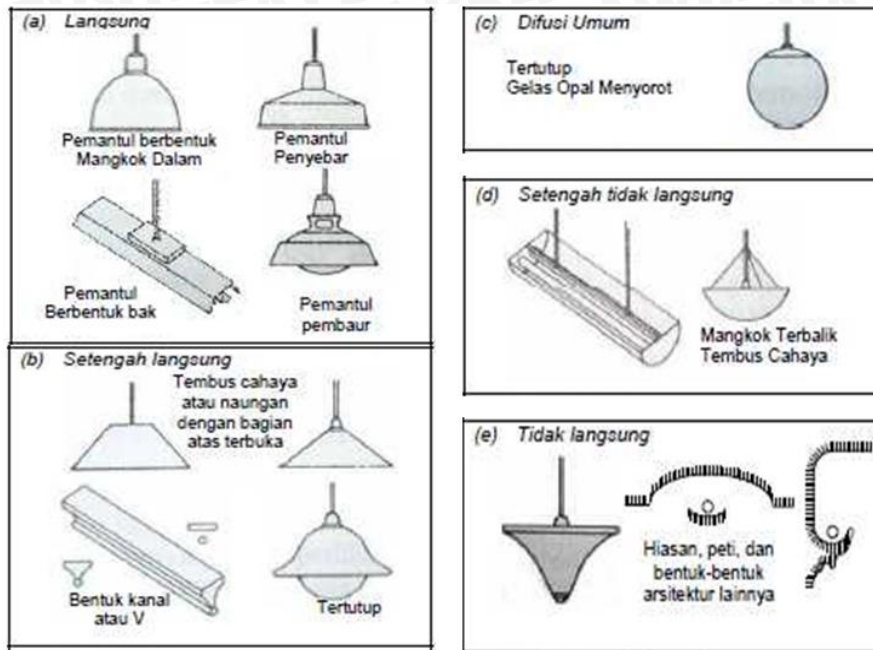
d) Sistem Pencahayaan Semi Tidak Langsung (*semi indirect lighting*)

Pada sistem ini 60-90% cahaya diarahkan ke langit-langit dan dinding bagian atas, sedangkan sisanya diarahkan ke bagian bawah. Untuk hasil yang optimal disarankan langit-langit perlu diberikan perhatian serta dirawat dengan baik. Pada sistem ini masalah bayangan praktis tidak ada serta kesilauan dapat dikurangi.

e) Sistem Pencahayaan Tidak Langsung (*indirect lighting*)

Pada sistem ini 90-100% cahaya diarahkan ke langit-langit dan dinding bagian atas kemudian dipantulkan untuk menerangi seluruh ruangan. Agar seluruh langit-langit dapat menjadi sumber cahaya, perlu diberikan perhatian dan pemeliharaan yang baik. Keuntungan sistem ini adalah tidak menimbulkan bayangan dan kesilauan sedangkan kerugiannya mengurangi efisien cahaya total yang jatuh pada permukaan kerja.

Untuk melihat bentuk berbagai bentuk armatur pada sistem pencahayaannya dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Berbagai Bentuk Armature

Sumber: Neidle, Michael., 1999

Armatur diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, yaitu:

- a. Klasifikasi berdasarkan arah dari distribusi cahaya.

Berdasarkan distribusi intensitas cahayanya, armatur dapat dikelompokkan menurut prosentase dari jumlah cahaya yang dipancarkan ke arah atas dan ke arah bawah bidang horizontal yang melewati titik tengah armatur.

- b. Klasifikasi berdasarkan proteksi terhadap debu dan air

Kemampuan proteksi menurut klasifikasi SNI 04-0202-2000 dinyatakan dengan IP ditambah dua angka. Angka pertama menyatakan perlindungan terhadap debu dan angka kedua terhadap air. Contoh IP 55 menyatakan armatur dilindungi terhadap debu dan semburan air.

- c. Klasifikasi berdasarkan proteksi terhadap kejutan listrik

- d. Klasifikasi berdasarkan cara pemasangan

Berdasarkan cara pemasangan, armatur dapat dikelompokkan menjadi:

- 1) *Ceiling Light* (Lampu Plafond), adalah Lampu yang dipasang pada Plafond.

Bentuk dari Lampu Plafond lebih jelasnya terdapat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 *Ceiling Light*

Sumber: Philips Lighting Catalogue Lamp, 2009

- 2) *Pendant Light* (Lampu Gantung), adalah Lampu yang tinggi rendahnya dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Biasa dipakai di ruang makan atau ruang keluarga. Jika diletakkan diatas meja makan, ketinggian minimum sekitar 55 – 60 cm dari meja makan. Bentuk lampu gantung lebih jelasnya terdapat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Lampu Gantung

Sumber: *Philips Lighting Catalogue Lamp, 2009*

- 3) *Standard Floor Lamp* (*Standing lamp*) adalah lampu berdiri, yang terdiri dari 3 bagian yaitu dasar lampu, kaki/batang lampu dan kap lampu. Dasar lampu harus kuat. Kaki lampu harus cukup tinggi, biasanya lebih dari 150 cm. Bentuk lampu berdiri lebih jelasnya terdapat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Lampu Berdiri

Sumber: *Philips Lighting Catalogue Lamp, 2009*

- 4) *Table Lamp* (Lampu Duduk) adalah Lampu yang memiliki beberapa fungsi seperti lampu duduk di sisi sofa, lampu untuk baca yang diletakkan diatas nakas atau penghias di meja konsol di foyer. Terdiri dari 2 bagian yaitu kaki/penyangga lampu dan kepala/kap lampu. Kadang ada yang memiliki fasilitas dimmer atau tombol yang dapat mengatur tingkat terangnya lampu. Ini

penting untuk menciptakan suasana, khususnya di kamar tidur dan ruang duduk. Bentuk lampu duduk lebih jelasnya terdapat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Lampu Duduk

Sumber: *Philips Lighting Catalogue Lamp, 2009*

- 5) Lampu Dinding adalah lampu yang dirancang khusus untuk lampu dinding. Biasanya diletakkan di dinding samping tempat tidur yang tidak ada nakasnya, diatas wastafel atau lampu hias di teras dan taman. Bentuk lampu dinding lebih jelasnya terdapat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Lampu Dinding

Sumber: *Philips Lighting Catalogue Lamp, 2009*

- 6) *Spotlights* adalah armature lampu sorot dengan persebaran cahaya yang sempit sehingga bias cahaya terfokus di satu titik tertentu / terarah. Fungsinya untuk menerangi suatu objek pada ruangan agar objek tersebut terlihat lebih menonjol. Misalnya diatas lukisan, patung, meja hias, taman dll. Bentuk spotlight/ lampu sorot lebih jelasnya terdapat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 *Spotlight*

Sumber: *Philips Lighting Catalogue Lamp, 2009*

- 7) *Floor and Wall Uplighter* adalah jenis lampu yang dapat mengarahkan cahaya lampu ke atas dan ke bawah. Biasanya ditempel di dinding. Dapat berfungsi sebagai elemen dekoratif ruang yang menarik. Bentuk *Floor and Wall Uplighter* lebih jelasnya terdapat pada gambar 2.8.



Gambar 7.9 *Floor And Wall Uplighter*

Sumber: *Philips Lighting Catalogue Lamp*, 2009

2.1.1.4 Perhitungan Intensitas Penerangan

Perhitungan intensitas penerangan dapat dilakukan dengan menentukan langkah-langkah sebagai berikut (IES lighting handbook, 1966:9-2)

- a. Menentukan data ukuran ruangan:

Panjang dan lebar ruangan (m)

Tinggi ruangan (m)

Tinggi bidang kerja (m)

- b. Menentukan faktor indeks ruang (P. Van Harten II, 1974:8)

$$K = \frac{A}{t(p+l)} \text{ lux} \quad (2.3)$$

Dimana:

K : faktor indeks ruang

t : tinggi lampu dari bidang kerja (m)

p : panjang ruang (m)

l : lebar ruangan (m)

A : luas ruangan (m^2)

- c. Menentukan faktor refleksi berdasarkan sistem pencahayaan yang digunakan. Faktor-faktor refleksi r_w dan r_p masing-masing menyatakan bagian yang dipantulkan dari fluks cahaya yang diterima oleh dinding dan langit-langit, dan kemudian mencapai bidang kerja.

Faktor refleksi semu bidang pengukuran atau bidang kerja r_m ditentukan oleh refleksi lantai dan refleksi bagian dinding antara bidang kerja dan lantai. Umumnya r_m ini diambil 0,1. Langit-langit dan dinding berwarna terang memantulkan 50-70% dan yang berwarna gelap 10-20%.

Pengaruh dinding dan langit-langit pada sistem penerangan langsung jauh lebih kecil dari pada pengaruhnya pada sistem-sistem penerangan lainnya. Sebab cahayanya yang jatuh dilangit-langit dan dinding hanya sebagian kecil saja dari fluks cahaya.

Efisiensi penerangan diberikan untuk tiga nilai r_p yang berbeda. Pada setiap nilai r_p terdapat tiga nilai r_w . Untuk faktor refleksi dinding r_w ini dipilih suatu nilai rata-rata, sebab pengaruh gorden dan sebagainya sangat besar.

- d. Menentukan besar fluks cahaya (Φ) dari jenis lampu yang akan dipergunakan, industry produsen lampu mengeluarkan daftar ini.
- e. Menentukan faktor depresiasi (d)

Faktor depresiasi atau faktor penyusutan dibagi menjadi tiga golongan, yaitu:

- 1. Pengotoran ringan : keadaan hampir tidak berdebu
- 2. Pengotoran biasa : keadaan debu ringan
- 3. Pengotoran berat : keadaan banyak debu

- f. Perhitungan jumlah lampu yang diperlukan (n) (P. Van Harten II,1974:8):

$$n = \frac{E_M \times A}{\Phi \times \eta \times d} \tag{2.4}$$

dimana:

- n : jumlah lampu
- E_M : illuminansi (lux)
- Φ : fluks cahaya tiap lampu
- η : efisiensi penerangan
- d : faktor reduksi (0,75-0,80)

tingkat pencahayaan oleh komponen cahaya langsung

Jika terdapat beberapa armatur, maka tingkat pencahayaan tersebut merupakan penjumlahan dari tingkat pencahayaan yang diakibatkan oleh masing-masing armatur.

2.1.2 Instalasi Daya Listrik

Instalasi daya listrik adalah instalasi listrik yang digunakan untuk menyalurkan daya listrik dari sumber (PLN, Generator, dan lain-lain) ke motor-motor (setyo saksomo, 1982:8).

Yang dimaksud motor-motor disini adalah motor-motor dengan rating daya yang relative besar seperti misalnya pada mesin bubut, pompa dan lain-lain. Fungsi dari instalasi daya listrik adalah untuk menjalankan motor-motor listrik sesuai dengan kebutuhan, seperti misalnya pada pabrik, laboratorium dan kondotel.

2.2 Klasifikasi Daya Listrik

Klasifikasi daya listrik pada umumnya dibagi menjadi tiga bagian (pabla,1994), yaitu:

a. Daya Tersambung

Daya tersambung adalah daya yang disambung oleh pihak PLN kepada konsumen. Dalam menyalurkan energy listriknya pihak PLN mempunyai aturan-aturan tertentu sehingga konsumen harus mengikuti aturan-aturan yang telah ditetapkan tersebut.

b. Daya Terpasang

Daya terpasang adalah besarnya daya yang dihitung dari besarnya masing-masing beban yang terpasang. Beban yang terpasang dapat berupa lampu-lampu, motor-motor listrik dan beban listrik lainnya daya terpasang ini bisa lebih besar dari daya tersambung karena ada kemungkinan beban-beban yang ada tidak beroperasi secara bersamaan.

c. Daya terpakai

Daya terpakai adalah besarnya pemakaian daya listrik dari beban yang terpasang. Besarnya pemakaian daya listrik ini dapat diketahui dari peralatan pengukur, misalnya watt meter dan peralatan lainnya. Beban-beban yang terpasang ada kemungkinan tidak dioperasikan secara serentak, sehingga besarnya daya yang terpakai ini berada dibawahnya daya tersambung.

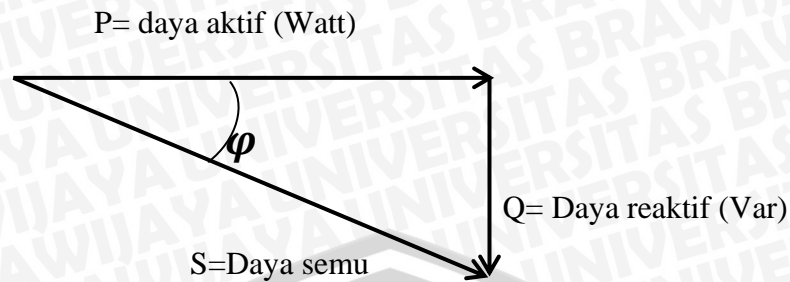
2.2.1 Daya Pada Rangkaian Listrik

Semua lampu yang menggunakan ballast berupa reactor atau transformator akan mengakibatkan daya reaktif (VAR) dalam rangkaian. Semakin besar daya reaktif yang terjadi mengakibatkan semakin rendahnya faktor daya ($\cos \varphi$) lampu.

Faktor daya diartikan sebagai perbandingan arus yang dibutuhkan untuk kerja nyata (W) terhadap arus total yang disuplai (VA). Dinyatakan dalam persamaan dibawah:

$$\cos \varphi = \frac{\text{daya nyata (W)}}{\text{daya semu (VA)}} \quad (2.5)$$

Untuk gambar diagram segitiga daya dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Diagram Segitiga Daya

Pada jaringan tegangan rendah (JTR) yang bersumber dari gardu induk distribusi 3 fasa, ada 4 kabel masing-masing kabel fasa R, fasa S, fasa T dan netral. Beban setiap fasanya harus diatur seimbang mungkin untuk menghindari rugi daya yang diakibatkan mengalirnya arus pada penghantar netral. Toleransi ketidak seimbangan beban yaitu sebesar 5%-20% (IEEE Std 446-1980), tapi lebih baik jika kurang dari 10%.

2.3 Pencahayaan pada Ruangan

Pencahayaan pada ruangan sangat penting demi terciptanya suasana yang nyaman.

Berikut ruangan dan penerangan yang bisa dilakukan:

a. Ruang Tamu

Ruang tamu adalah cerminan dari pemilik rumah, penataan pencahayaan sangat penting disamping penataan lay out ruangan dan furniturnya. Pencahayaan ruang tamu sangat penting dan diperlukan saat kita kedatangan tamu. Aktivitas tamu dan pemilik rumah merupakan kegiatan yang detail dan membutuhkan penerangan yang maksimal. Untuk itu diperlukan penerangan yang merata ke seluruh ruang. Namun ketika ruang tamu sedang tidak digunakan, ada baiknya menggunakan penerangan setempat, seperti lampu dinding, lampu duduk, atau standing lamp. Kesimpulannya, diperlukan dua jenis penerangan di ruang tamu, yakni penerangan merata dan penerangan setempat.

b. Ruang Keluarga

Ruang keluarga adalah ruang inti dalam suatu rumah tinggal. Ruang keluarga biasanya terletak di tengah-tengah rumah. Kegiatan di ruang keluarga sangat kompleks, mulai dari menonton tv, membaca, menulis, berbincang-bincang, hingga makan dan minum. Bisa dibilang semua kegiatan dari seluruh ruangan rumah bisa dilakukan di ruang keluarga, kecuali kegiatan di kamar mandi dan ruang cuci. Untuk itu pencahayaan di ruang keluarga sangat kompleks juga. Penerangan merata,

penerangan searah dan penerangan setempat diperlukan dalam ruangan ini. Penggunaan lampu yang menerangi seluruh ruangan adalah hal yang utama. Pemakaian lampu searah; misal untuk penerangan hiasan-hiasan, lukisan, atau foto-foto keluarga juga akan menambah estetika. Ditambah lagi penempatan lampu duduk, standing lamp dan lampu dinding yang matching dengan interior ruang akan memberikan kesan yang “lebih” dalam ruang keluarga anda.

c. Ruang Tidur

Ruang yang aktivitas utamanya adalah istirahat. Jadi penggunaan lampu untuk pencahayaan di ruangan ini tidak terlalu fokus pada penerangan merata. Penerangan terarah dan setempat akan lebih memaksimalkan aktivitas. Penempatan lampu yang perlu diperhatikan adalah pada spot-spot seperti samping bed (lampu duduk), almari rias (lampu halogen), dan almari pakaian. Penempatan lampu-lampu di area ini akan memaksimalkan ruang dalam lingkup sebagai tempat istirahat. Penggunaan hidden lamp (slim lamp) yang diletakkan dibalik trap plafon juga menarik ketika lampu utama dimatikan saat waktu tidur.

d. Dapur

Ruangan ini membutuhkan ketelitian yang tinggi. Hal ini disebabkan kegiatan seperti mengiris sayur, menyalakan kompor, dan kegiatan-kegiatan berbahaya. Selain penggunaan penerangan merata, juga memerlukan penerangan setempat. Fungsinya untuk menerangi bagian-bagian yang digunakan untuk kegiatan diatas. Misalnya, penempatan slim TL pada bawah kitchen set juga akan membantu aktivitas memasak, selain menambah estetika pastinya. Pemasangan instalasi lampu bisa disetting bersamaan dengan pemasangan instalasi stop kontak untuk kulkas, magic jar, ataupun blender. Juga untuk pemasangan cooker hood, yang biasanya juga sudah terpasang lampu set didalamnya. Pemilihan lampu dalam kitchen set juga perlu diperhatikan, antara warna sinar dan gelap terangnya. Pemakaian watt besar akan terasa panas karena jarak lampu yang dekat juga atmosfer kitchen yang memang panas. Pemasangan instalasi lampu perlu diperhatikan agar rapi, sehingga kabel-kabel tidak mengganggu pandangan.

e. Ruang Makan

Sama seperti dapur, kegiatan di ruangan ini memerlukan ketelitian yang tinggi. Pencahayaan setempat yang terang; seperti penggunaan lampu gantung diatas meja makan sangat dianjurkan. Selain untuk penerangan utama saat aktivitas makan, juga bisa menambah estetika, apalagi ditambah dengan adanya lampu dinding atau

standing lamp di sekitar meja makan. Pada dasarnya untuk pemilihan warna tergantung selera. Namun, ada baiknya menyesuaikan dengan tema interior ruangnya. Perbedaan warna antara lampu gantung dan lampu utama plafon akan memberikan nuansa yang berbeda. Kesan cozy, hangat, dengan penerangan kekuning-kuningan biasanya menjadi idola orang-orang saat ini.

f. Kamar Mandi

Aktivitas yang dilakukan di kamar mandi paling ideal dengan menggunakan penerangan merata. Yang menjadi perhatian disini adalah letak penempatan dan dudukan atau kerudung lampu. Jangan sampai lampu terkena cipratan air atau kemasukan air dalam fittingnya. Hal ini dapat mengakibatkan korsleting. Selain itu lampu bisa pecah akibat pemuaian kaca jika terkena cipratan air. Perlu diketahui juga, kamar mandi yang baik haruslah cukup untuk sirkulasi udara dan cahaya. Maka selain cahaya buatan (lampu), kamar mandi perlu cahaya alami agar suhu dan kelembaban terjaga. Aliran udara juga diperlukan untuk menyalurkan uap air dan bau.

g. Ruang Sirkulasi

Adalah ruang penghubung antar ruang. Bisa berupa selasar, lorong, atau sekedar bagian dari ruang yang mungkin mempunyai perbedaan level, warna, atau pola lantai. Ruang sirkulasi mewadahi aktivitas perjalanan antar ruang. Sehingga penerangan yang dibutuhkan adalah penerangan secukupnya secara aman. Baik itu penerangan merata, terarah atau setempat. Ketiga jenis penerangan dapat diaplikasikan dalam ruang sirkulasi ini. Contoh lorong yang digunakan sebagai ruang sirkulasi terdapat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Lorong pada Suatu Bangunan sebagai Ruang Sirkulasi

Sumber: *Philips Lighting Catalogue Lamp*

h. Ruang-Ruang Penunjang

Yang dimaksud dengan ruang penunjang diantaranya adalah teras, balkon, taman, garasi, gudang dsb, dimana kegiatan yang dilakukan seakan terpisah dengan aktivitas dalam rumah. Penerangan dalam ruang-ruang ini menyesuaikan kebutuhan saja dan tidak terlalu mutlak untuk penerapannya secara fungsional. Seperti halnya untuk halaman dan taman, penggunaan penerangan lebih diutamakan pada estetika daripada fungsinya.

2.4 Ventilasi dan Kipas Angin/*Fan*

Sebuah bangunan yang di dalamnya dipergunakan untuk aktifitas manusia, umumnya memiliki pintu, jendela dan lubang ventilasi pada salah satu sisi tembok bangunan tersebut. Bahkan banyak bangunan dimana pada setiap sisi temboknya terdapat lubang ventilasi. Dengan adanya lubang ventilasi tersebut diharapkan akan ada pertukaran udara dari lubang tersebut dengan bantuan angin alam dari luar. Sistem ini kita sebut dengan sistem ventilasi alami atau *Natural Ventilation*. Namun banyak praktek dilapangan sering kali sistem ventilasi alami ini dirasa tidak mencukupi kebutuhan untuk mensirkulasikan atau mengganti udara ruangan tersebut. Sehingga orang yang beraktifitas di dalam bangunan tersebut merasa gerah, panas dan letih. Apalagi ada banyak orang yang beraktifitas dalam bangunan tersebut. Hal ini tentunya diperlukan frekwensi pergantian udara yang lebih cepat lagi. Karena sistem ventilasi alami hanya mengandalkan tiupan angin alami dari luar yang kecepatannya tidak konstan. Maka diperlukan alat bantu untuk menambah kecepatan pertukaran udara ruangan, agar proses penggantian/pertukaran udara tersebut konstan dan mencukupi kebutuhan, yaitu dengan menggunakan *Exhaust Fan* atau *Ventilating Fan*. Sistem ini sering juga kita sebut sebagai sistem *Mechanical Ventilation*.

2.5 Air Condition (AC)

Untuk memenuhi kebutuhan udara yang nyaman salah satunya adalah dengan menggunakan AC. penggunaan kapasitas peralatan pendingin yang lebih kecil dari luas ruangan akan membuat alat pendingin bekerja terlalu berat dan kenyamanan ruangan tidak tercapai. Menentukan besar kapasitas AC yang sesuai dapat menggunakan persamaan berikut dengan asumsi standart panas dalam ruangan seluas 1m^2 sebesar 500 BTU/hour:

$$P = \frac{p \times l \times t}{3} \times 500 \quad (2.6)$$

Dimana:

- P : daya AC ([BTU/jam]/PK)
 p : panjang ruangan (m)
 l : lebar ruangan (m)
 t : tinggi ruangan (m)

2.6 Penghantar

Penghantar adalah suatu benda yang berbentuk logam ataupun non logam yang bersifat konduktor atau dapat mengalirkan arus listrik dari satu titik ke titik yang lain. Penghantar dapat berupa kabel ataupun berupa kawat penghantar.

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

Sedangkan kawat penghantar adalah penghantar yang tidak diberi isolasi contohnya adalah BC (*bare conductor*), penghantar berlubang (*hollow conductor*), ACSR (*aluminium conductor steel reinforced*) dsb.

Secara garis besar, penghantar dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

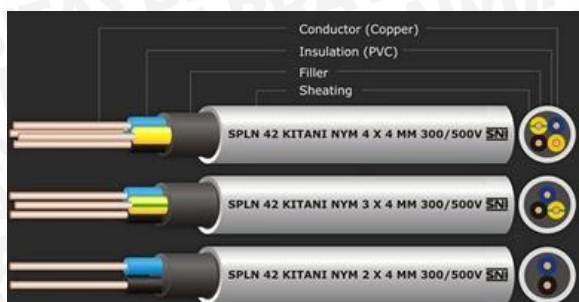
1. Penghantar berisolasi
2. Penghantar tanpa isolasi

2.7 Jenis Kabel (penghantar berisolasi)

Dilihat dari jenisnya, penghantar berisolasi atau kabel dapat dibedakan menjadi:

- a. Kabel instalasi

Kabel instalasi biasa digunakan pada instalasi penerangan, jenis kabel yang banyak digunakan dalam instalasi rumah tinggal untuk pemasangan tetap adalah NYA dan NYM. Pada penggunaannya kabel NYA menggunakan pipa untuk melindungi secara mekanis maupun melindungi dari air dan kelembaban yang dapat merusak kabel tersebut. Kabel NYA hanya memiliki satu penghantar berbentuk pejal, kabel ini pada umumnya digunakan pada instalasi rumah tinggal, sedangkan kabel NYM adalah kabel yang memiliki beberapa penghantar dan memiliki isolasi luar sebagai pelindung. Kontruksi kabel NYM dapat dilihat pada gambar 2.12.

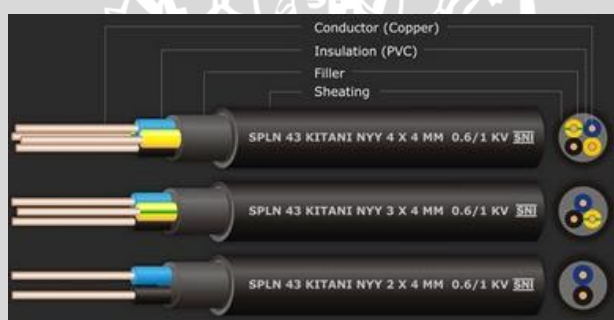


Gambar 2.12 Konstruksi Kabel NYM Terlihat

Sumber: <http://wikipedia.com>

b. Kabel tanah

kabel tanah thermoplastic tanpa perisai seperti NYY, biasanya digunakan untuk kabel tenaga pada industry. Kabel ini juga dapat ditanam dalam tanah, dengan syarat diberikan perlindungan terhadap kemungkinan kerusakan mekanis. Pada prinsipnya susunan NYY ini sama dengan susunan NYM. Hanya tebal isolasi dan selubung luarnya serta jenis PVC yang digunakan berbeda. Kontruksi kabel NYY dapat dilihat pada gambar 2.13.



Gambar 2.13 Konstruksi Kabel NYY

Sumber: <http://wikipedia.com>

c. Kabel Fleksibel

Kabel fleksibel biasanya digunakan untuk peralatan yang sifatnya tidak tetap atau berpindah-pindah, dan ditempat kemungkinan adanya gangguan mekanis atau getaran dengan peralatan yang harus tahan terhadap tarikan dan gesekan.

2.7.1 Pemilihan Kabel

Kabel penghantar digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber listrik ke beban-beban listrik. Bahan dari kabel penghantar umumnya berupa tembaga atau aluminium. Untuk mencegah hal-hal yang membahayakan bagi manusia maka penghantar diletakkan di tempat yang terhindar dari jangkauan manusia atau penghantarnya diberi isolasi.

Demi keamanan, undang-undang dan peraturan IEE menetapkan bahwa semua kabel harus cukup besar bagi arus yang melaluinya.

Pemilihan yang tepat untuk setiap instalasi bergantung aspek-aspek dasar dari:

- Kemampuan hantar arus
- Tahanan listrik kabel
- Penurunan tegangan

Bila arus mengalir melalui sebuah penghantar, tahanan yang diberikan oleh penghantar tersebut menghasilkan panas. Pertambahan panas sebanding dengan tahanan kabel yang pada gilirannya bergantung pada luas penampang kabel tersebut. Karena pemanasan yang berlebihan dapat merusak isolasi, untuk menghindari masalah ini ukuran konduktor harus sesuai.

2.7.2 Kemampuan Hantar Arus

Untuk menentukan luas penampang penghantar yang diperlukan maka, harus ditentukan berdasarkan atas arus yang melewati penghantar tersebut.

Arus nominal yang melewati suatu penghantar dapat ditentukan engan menggunakan persamaan sebagai berikut:

Untuk arus bolak balik satu fasa

$$I = \frac{P}{V_f \times \cos \varphi} \text{ A} \quad (2.7)$$

Untuk arus bolak balik tiga fasa

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_L \times \cos \varphi} \text{ A} \quad (2.8)$$

Dimana:

- I : arus nominal (A)
- P : Daya aktif (W)
- V_f : tegangan fasa (V)
- V_L : tegangan *line to line* (V)
- $\cos \varphi$: Faktor daya

Kemampuan hantar arus yang dipakai dalam pemilihan penghantar adalah 1,25 kali dari arus nominal yang melewati penghantar tersebut. Apabila kemampuan hantar arus sudah

diketahui maka tinggal menyesuaikan dengan table untuk mencari luas penampang yang diperlukan.

Sifat terpenting yang harus dimiliki oleh bahan konduktor adalah kemampuan hantar listrik dan kemampuan hantar panas yang tinggi. Selama beban listrik dioperasikan, kabel penghantar mengalami kerugian listrik yang berupa panas pada komponen logam dan bahan isolasinya. Panas ini ditransmisikan ke permukaan kabe penghantar dan didisipasikan ke lingkungan sekitar.

Dari data teknis kabel, kemampuan hantar arus terus menerus kabel NYM 2 x 2,5 mm² adalah jika dilakukan pemasangan di udara kemampuan hantar arusnya sebesar 25 A pada suhu 30⁰C dan kemampuan hantar arusnya sebesar 22 A pada suhu 40⁰C.

2.7.3 Tahanan Listrik Kabel

Tahanan listrik (resistansi) adalah besaran yang menyatakan hambatan dari bahan kabel penghantar dalam menyalurkan arus listrik. Tiap produsen penghasil kabel biasanya mengeluarkan data resistansi kabel penghantar dari produk mereka yang umumnya pada suhu 20⁰C.

2.8 Penurunan Tegangan

Pada keadaan berbeban dan beroperasi maka penghantar akan dilalui oleh arus yang besarnya tergantung dari besar arus beban.

Rugi tegangan merupakan rugi yang diakibatkan resistansi dan reaktansi pada kabel penghantar. Kerugian tegangan atau susut tegangan dalam saluran tenaga listrik adalah berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban, berbanding terbalik dengan penampang saluran. Kerugian ini dalam persen ditentukan dalam batas-bats tertentu. Misalnya di PT. PLN berlaku pada tegangan ±5%,-10 % dari tegangan pelayanan.

Perhitungan kerugian dalam menghitung resistansi saja adalah sederhana, sedangkan perhitungan yang melibatkan induktansi dan kapasitansi tidak. Namun untuk menghitung jala-jala saluran sederhana yang tidak terlalu kompleks, hal ini dapat diabaikan. Oleh karenanya rugi tegangan dihitung oleh sebab nilai resistansinya saja.

Rugi tegangan biasanya dinyatakan dalam satuan persen % dalam tegangan kerjanya yaitu:

$$\Delta U(\%) = \frac{\Delta u \times 100\%}{V} \quad (2.9)$$

Pada PUIL 2000 disebutkan bahwa susut tegangan antara PHB utama dan setiap titik beban tidak boleh lebih dari 5% dari tegangan PHB utama bila semua kabel penghantar instalasi dilalu arus maksimum yang ditentukan (arus nominal pengaman). Kabel penghantar yang digunakan harus memenuhi persyaratan kemampuan hantar arus yang ditentukan dan rugi tegangan yang diijinkan.

2.9 Proteksi

Dalam instalasi tenaga listrik dengan tegangan rendah, pada umumnya dilakukan proteksi terhadap sistem jaringan dan peralatan, serta pengetanahan peralatan yang digunakan.

2.9.1 Proteksi Arus Lebih

Untuk melindungi peralatan dari timbulnya arus yang jauh lebih besar dari arus nominalnya akibat beban lebih atau hubung singkat dalam suatu sistem instalasi listrik digunakan peralatan proteksi arus lebih. Peralatan proteksi arus lebih pada dasarnya terdiri dari dua macam, yaitu pengaman lebur dan pemutus daya. Adapun besar kemampuan peralatan proteksi arus lebih untuk suatu jaringan dalam sistem instalasi listrik adalah disesuaikan dengan kemampuan hantar arus (KHA) kabel penghantar (PUIL 2000), sehingga didapatkan hasil koordinasi proteksi yang baik dan pemanfaatan usia guna kabel penghantar baik.

Sedangkan terjadinya gangguan pada kabel penghantar sehingga menyebabkan turunnya besar harga tahanan isolasi pada kabel penghantar tersebut akan menyebabkan timbulnya arus bocor. Arus bocor yang mengalir pada badan peralatan atau benda lain yang bersifat sebagai penghantar akan menyebabkan terjadinya tegangan sentuh tak langsung. Untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan dengan cara mengetanahkan semua peralatan dan benda yang mempunyai sifat sebagai penghantar.

2.9.2 Fuse

Fuse atau sekering adalah perangkat proteksi arus lebih, ia memiliki sebuah elemen yang secara langsung dipanaskan oleh bagian dari arus dan dihancurkan bila suatu arus melebihi arus yang ditentukan. Sekering yang dipilih harus membuka sirkuit dengan merusak elemen sekering. Menghapuskan busur api yang timbul pada kehancuran dan elemen kemudian menjaga kondisi sirkuit membuka dengan tegangan sumber.

2.9.3 Circuit Breaker (CB)

CB adalah alat pengaman bagi rangkaian maupun peralatan listrik dari suatu gangguan. Fungsi utama dari CB adalah Pemutus arus hubung singkat dan pemutus arus beban lebih. CB dapat juga digunakan sebagai saklar biasa, yaitu sebagai penghubung dan pemutus rangkaian. Pada panel distribusi terdapat dua macam CB yaitu:

1. *Miniature circuit breaker* (MCB)

MCB adalah suatu rangkaian pengaman yang dilengkapi dengan komponen termis (bimetal) untuk pengaman beban lebih dan juga dilengkapi relay elektromagnetik untuk pengaman hubung singkat. MCB juga sebagai kombinasi fungsi fuse dan fungsi pemutus arus.



Gambar 2.14 MCB 1 fasa dan 3 fasa

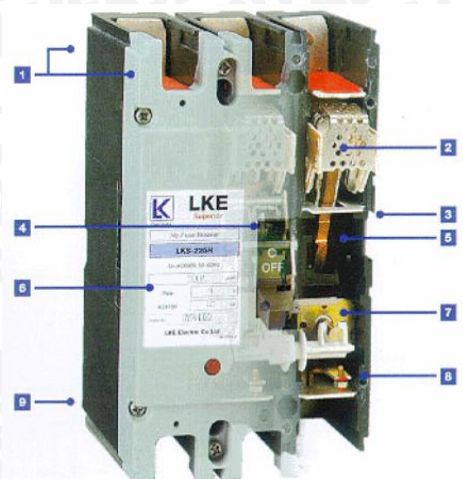
Sumber: <http://a-electric.net>

MCB terdapat dua macam, yaitu MCB berkutub tiga untuk tiga fasa dan MCB berkutub satu untuk satu fasa. Fungsi MCB antara lain sebagai berikut:

- a. Mengamankan kabel dari arus lebih dan arus hubung singkat
- b. Membuka dan menutup sebuah rangkaian secara manual
- c. Pengaman terhadap kerusakan isolator kabel
- d. Melindungi beban

2. *Moulded case Circuit Breaker* (MCCB)

MCCB merupakan salah satu alat pengaman yang dalam proses operasinya mempunyai dua fungsi yaitu sebagai pengaman dan sebagai alat untuk penghubung. Jika dilihat dari segi pengaman, maka MCCB dapat berfungsi sebagai pengaman gangguan arus hubung singkat dan arus beban lebih. Pada jenis tertentu pengaman ini mempunyai kemampuan pemutusan yang dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan.



keterangan:

1. Bahan BMC untuk bodi dan tutup
2. Peredam busur api
3. Blok sambungan untuk pemasangan ST dan UVT
4. Penggerak lepas sambung
5. Kontak bergerak
6. Data kelistrikan dan pabrik pembuat
7. Unit magnetic trip

Gambar 2.15 MCCB

Sumber: <http://a-electric.net>

2.10 Pentanahan

Pembumihan/pentanahan adalah hubungan listrik yang sengaja dilakukan dari beberapa bagian instalasi listrik ke sistem pentanahan. Penghantar tanpa isolasi yang ditanam didalam tanah dianggap sebagai bagian dari elektroda pentanahan dan harus memenuhi ketentuan PUIL 2000. Bagian-bagian dari peralatan listrik harus ditanahkan, untuk membatasi tegangan sentuh, yaitu tegangan yang timbul pada bagian peralatan selama terjadi gangguan satu fasa ke tanah, sehingga menghindari bahaya terhadap manusia. Dan pada pentanahan *body sistem* bertujuan untuk memperkecil terjadinya tegangan sentuh dan atau tegangan langkah.

- a. Yang dimaksud tegangan sentuh adalah beda tegangan antara logam yang dihubungkan dengan sistem pentanahan dengan suatu titik dipermukaan tanah sejauh jangkauan orang normal berdiri dari logam tersebut.
- b. Sedangkan tegangan langkah adalah tegangan antara 2 titik pada permukaan tanah disekeliling elektroda pentanahan dimana jarak kedua titik sejauh langkah orang.

2.11 Panel Hubung Bagi (PHB)

PHB adalah panel hubung bagi/papan hubung bagi/panel berbentuk lemari (cubicle) yang dapat dibedakan sebagai:

- a. Panel utama/MDP : *Main Distribution Panel*
- b. Panel cabang/ SDP : *Sub distribution Panel*
- c. Panel Beban/SSDP : *Sub-sub Distribution Panel*
- d. Untuk PHB sistem Tegangan rendah, hantaran utamanya merupakan kabel feeder dan biasanya menggunakan NYFGBY.

Didalam panel biasanya busbar/rel dibagi menjadi dua segmen yang saling berhubungan dengan saklar pemisah, yang satu mendapat saluran masuk dari APP (pengusaha ketenagalistrikan) dan satunya lagi dari sumber listrik sendiri (genset).

Dari kedua busbar didistribusikan ke beban secara langsung atau melalui SDP dan atau SSDP. Tujuan busbar dibagi menjadi dua segmen ini adalah jika sumber listrik dari PLN mati akibat gangguan ataupun karena pemeliharaan, maka suplai ke beban tidak akan terganggu dengan adanya sumber listrik sendiri (genset) sebagai cadangan.

Peralatan pengaman arus listrik untuk penghubung dan pemutus terdiri dari:

- a. Circuit breaker (CB)
- b. *Miniatur Circuit Breaker* (MCB)
- c. *Mold Case Circuit Breaker* (MCCB)
- d. *No Fuse Circuit Breaker* (NFB)
- e. *Air Circuit Breaker* (ACB)
- f. *Oil Circuit Breaker* (OCB)
- g. *Vacuum Circuit Breaker* (VCB)
- h. *Sulfur Circuit Breaker* (SF6CB)
- i. Sekering dan pemisah
- j. Switch dan Disconnecting Switch (DS)

Peralatan tambahan dalam PHB antara lain:

- a. Rele proteksi
- b. Trafo tegangan, trafo arus
- c. Alat-alat ukur besaran listrik: amperemeter, voltmeter, frekuensi meter, $\cos \varphi$ meter
- d. Lampu-lampu tanda

Untuk PHB sistem tegangan menengah, terdiri dari tiga cubicle yaitu satu *cubicle incoming* dan *cubicle outgoing*.

Hantaran masuk merupakan kabel tegangan menengah dan biasanya dengan kabel XLPE atau NZXSBY. Saluran daya tegangan menengah ditransfer melalui trafo distribusi ke LVMDP (*Low Voltage Main Distribution Panel*). Pengaman arus listriknya terdiri dari sekering dan LBS (*load Break Switch*). Peralatan dan rangkaian dari busbar sampai ke beban seperti pada PHB sistem tegangan rendah.

2.12 Software DIALux

Program DIALux adalah salah satu program yang dapat digunakan untuk merancang bentuk dan kuat pencahayaan, baik di dalam ruangan (indoor), di luar ruangan (outdoor),

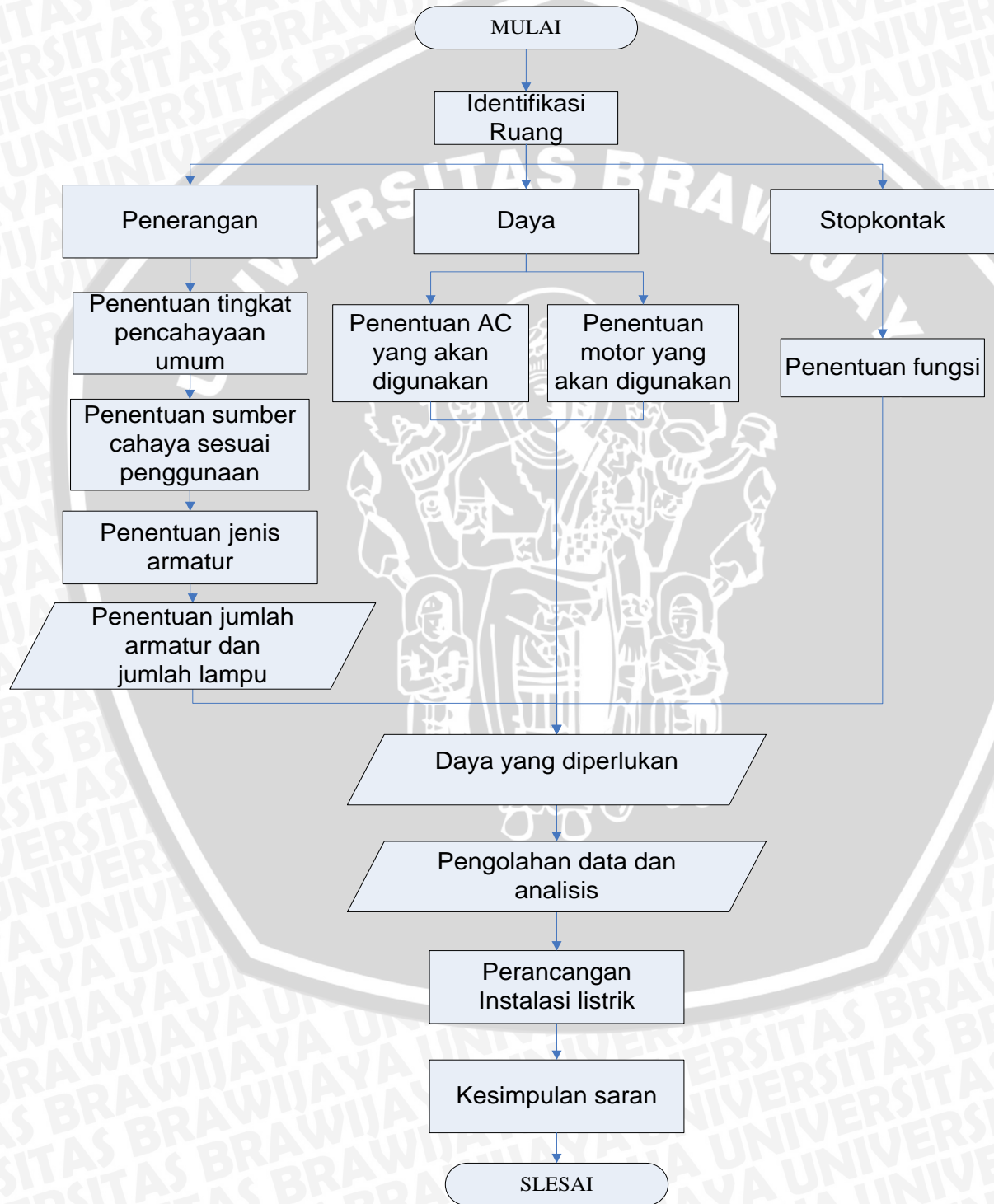
maupun penerangan pada jalan raya (road lighting). Rancangan yang dihasilkan oleh program ini dapat dijadikan acuan dalam membuat suatu bentuk ruangan dengan standar penerangan. Program ini dapat juga digunakan untuk menghitung biaya penggunaan beban lampu yang efisien untuk suatu ruangan tertentu. Program ini dapat didownload dari internet dengan alamat website <http://www.dialux.com>.



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Umum

Diagram alir dalam pengerjaan penelitian tentang perancangan instalasi listrik Kondotel Borobudur pada kawasan Malang Trade Center Blimbing Malang sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir sebagai Algoritma Penyelesaian Masalah

3.2 Studi Literatur

Adalah kajian penulis atas referensi–referensi yang ada baik berupa buku maupun karya-karya ilmiah yang berhubungan dengan penulisan laporan ini. Referensi yang digunakan diantaranya: Standars Nasional Indonesia (SNI), Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2000 dan Undang-undang Ketenagalistrikan 2002.

Tinjauan pustaka yang digunakan untuk dasar penelitian yang akan dilakukan dan untuk mendukung studi unjuk kerja dan perancangan instalasi gedung kawasan pasar terpadu blimbing malang meliputi, instalasi listrik, sistem penerangan, daya, drop tegangan, rating arus, dan proteksi.

3.3 Identifikasi Ruang

Ini berupa pengumpulan data untuk diolah dalam penelitian ini. Data yang dibutuhkan antara lain: gambar rancangan bangunan, letak bangunan, luas dan tinggi bangunan, dan fungsi suatu ruangan tersebut. Data ini berupa data sekunder yang didapat dari Unit usaha dan kerjasama bidang penelitian dan pengabdian kepada masyarakat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Lokasi rencana pembangunan dan pengelolaan kawasan pasar terpadu terletak di daerah Blimbing Kota Malang Provinsi Jawa Timur. Gedung yang akan dibangun terbagi dari zona kelompok gedung sebagai berikut:



Gambar 3.1 Gedung Kawasan Pasar Terpadu Blimbing, Malang

Sumber: UUK BPP- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

1. Blok pasar modern dan apartemen terdiri dari gedung trade center (lantai 1 – 5) dan apartemen (lantai 6-15)
2. Blok kondotel 15 lantai



Gambar 3.2 Gedung Kondotel Borobudur

Sumber: UUK BPP- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

3. Blok ruko dan pasar modern terdiri dari gedung trade center 5 lantai (lantai 1-3 Ruko, lantai 3-5 Trade Center)
4. Blok pasar tradisional gedung pasar tradisional utara (lantai 1-2 pasar tradisional, lantai 3-5 parkir) dan gedung pasar tradisional selatan (lantai 1-2 pasar tradisional, lantai 3-5 parkir)

Pada bangunan blok kondotel ini dibangun diatas tanah seluas $\pm 625,284 \text{ m}^2$ dengan tinggi 52,50 m.

3.4 Penerangan, Daya, dan Stopkontak

Penelitian dimulai dari identifikasi ruang. Dalam identifikasi ruang terbagi menjadi 3 yaitu penerangan, daya dan stop kontak. Berdasarkan gambar 3.1 pada bagian Penerangan, Daya, dan Stopkontak mencakup:

1) Penerangan

- Penentuan tingkat pencahayaan umum

Langkah awal menentukan tingkat pencahayaan umum dengan menentukan luas bidang pencahayaan berdasarkan *layout* Gedung Kondotel Borobudur dengan menggunakan *Autocad*. Setelah itu menentukan faktor refleksi berdasarkan warna dinding dan langit-langit ruangan dengan acuan tabel refleksi warna pada lampiran. Kemudian menentukan indeks ruang yang

mengacu pada Rumus 2.3. Lalu menentukan efisiensi penerangan yang mengacu pada tabel yang terdapat pada lampiran dan menentukan faktor utilitynya.

- Penentuan sumber cahaya sesuai penggunaan

Langkah awal menentukan sumber cahaya sesuai penggunaan dengan mengasumsikan penentuan lampu mengacu pada katalog Philips. Setelah itu mendapatkan fluks cahaya lampu. Kemudian menentukan standart minimum dari tingkat pencahayaan suatu ruangan yang mengacu pada Tabel 2.1.

- Penentuan jenis armatur

Penentuan awal jenis armatur dengan menentukan bentuk armature dan sistem pecahyaanya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2.

- Penentuan jumlah amatur dan jumlah lampu

Langkah pertama penentuan jumlah amatur dan jumlah lampu dengan menentukan jumlah lampu yang dibutuhkan pada suatu ruangan yang mengacu pada Rumus 2.4. Kemudian dapat diketahui daya yang terpakai. Setelah itu mengaplikasikan penempatan lampu dengan menggunakan *software Dialux*. Kemudian menghitung pencahayaan daya per meter persegi sebagai acuan batas maksimal daya pencahayaan permeter persegi.

2) Daya

- Penentuan kapasitas AC

Langkah awal menentukan kapasitas AC dengan menentukan luas ruang yang akan digunakan sistem pendingin dengan *Autocad*. Kemudian menghitung kapasitas AC yang mengacu pada Rumus 2.6.

- Penentuan motor yang akan digunakan

Langkah awal menentukan motor yang akan digunakan dengan mengasumsikan debit air yang dibutuhkan. Setelah mendapatkan hasilnya, didapat mesin pompa air akan yang digunakan.

3) Stop kontak

- Perhitungan stop kontak mengikuti fungsi ruang yang mengacu pada *layout* ruang.



3.5 Daya yang Diperlukan

Dari penentuan 3 aspek tersebut dapat diketahui total daya yang diperlukan pada 15 lantai sehingga dengan mempertimbangkan faktor keserempakan beban maka akan didapat daya yang tersambung pada PLN.

3.6 Perhitungan dan Analisis Data

Data yang telah didapat berupa dimensi ruang, warna dinding dan lantai, kegunaan ruangan, sistem penerangan yang dikehendaki kemudian di analisis. Data tersebut dijadikan acuan untuk menentukan sistem penerangan listrik misalnya daya dan jenis lampu yang akan digunakan. Dalam rancangan ini juga dilengkapi dengan perhitungan teknis mengenai susut tegangan, beban terpasang dan kebutuhan beban maksimum, arus hubung singkat dan daya hubung singkat. Pengolahan dan analisa data yang dihasilkan digunakan sebagai masukan dalam perhitungan secara manual untuk menentukan jenis kabel, menentukan letak peralatan hubung bagi dan pengamannya.

3.7 Perancangan

Dari data-data beban dijadikan acuan dalam perancangan instalasi listrik berupa gambar diagram pengawatan tunggal dan gambar diagram pengawatan. Yang tercantum dalam diagram pengawatan tunggal antara lain:

1. Diagram PHB lengkap dengan keterangan mengenai ukuran dan besaran nominal komponennya.
2. Keterangan mengenai jenis dan besar beban yang terpasang.
3. Ukuran dan besar penghantar yang dipakai

3.8 Pengambilan Kesimpulan dan Saran

Sebagai akhir dari kegiatan penyusunan penelitian ini disusunlah suatu kesimpulan dari semua proses analisis yang telah dilakukan. Proses analisis tersebut berupa perhitungan daya penerangan, daya AC, daya motor, dan daya Stopkontak. Tahap ini berisikan hasil yang diperoleh dari hasil perencanaan yang menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan. Yaitu berupa daya total dari seluruh gedung, dari seluruh daya total maka terbagi menjadi beberapa grub beban dan penentuan penggunaan penghantar beserta drop tegangan. Penentuan setting pengaman dan penentuan daya tersambung dari PLN.

Penyusunan saran berisikan rekomendasi kepada pihak-pihak terkait yang mungkin ingin mengembangkan dan melaksanakan proyek pembangunan ini.