



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Instalasi Listrik

Instalasi listrik adalah saluran listrik beserta gawai maupun peralatan yang terpasang baik didalam maupun diluar bangunan untuk menyalurkan arus listrik. Rancangan instalasi harus memenuhi ketentuan PUIL 2000 dan peraturan yang terkait dalam dokumen seperti UU NO 18 Tahun 1999 tentang jasa konstruksi, peraturan pemerintah NO 51 Tahun 1995 tentang usaha penunjang tenaga listrik dan peraturan lainnya. (Muhaimin,1995:17)

Instalasi penerangan listrik adalah seluruh instalasi listrik yang digunakan untuk memberikan daya listrik pada lampu. Pada lampu ini daya listrik/tenaga listrik diubah menjadi cahaya yang digunakan untuk menerangi tempat bagian sesuai dengan kebutuhannya. Adapun instalasi penerangan listrik ada 2 (dua) macam yaitu :

a. Instalasi Didalam Gedung.

Instalasi didalam gedung adalah instalasi listrik didalam bangunan gedung (termasuk untuk penerangan teras, dll).

b. Instalasi Diluar Gedung

Instalasi diluar gedung adalah instalasi diluar bangunan gedung (termasuk disini adalah penerangan halaman, taman, jalan, penerangan papan nama,dll). (Hazairin, 2002: 2)

Salah satu upaya untuk mendapatkan suatu sistem yang tepat yaitu dengan ditentukannya suatu standarisasi yang bertujuan untuk mencapai keseragaman dengan maksud mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan. Dengan tercapainya standarisasi, maka peralatan-peralatan listrik dapat dipergunakan dengan baik dan lebih efisien.



Dua organisasi internasional yang bergerak dibidang standarisasi ini adalah:

1. *International electrotechnical commission* (IEC) untuk bidang teknik listrik.
2. *International organization for standardisation* (ISO) untuk bidang-bidang lainnya.

Dalam kegiatan yang berhubungan instalasi listrik, baik perencanaan, pemasangan maupun pengoperasian, maka prinsip-prinsip dasar sangat diperlukan. (Harten P. Van dan Ir.E.Setiawan, 1981: 1)

2.2 Prinsip-Prinsip Dasar Instalasi Listrik

Beberapa prinsip instalasi listrik yang harus menjadi pertimbangan pada pemasangan suatu instalasi listrik dimaksudkan agar instalasi yang dipasang dapat digunakan secara optimum, efektif dan efisien. Adapun prinsip dasar tersebut ialah sebagai berikut :

a. Keamanan

Keamanan dari suatu instalasi ditujukan untuk keamanan manusia, hewan dan instalasi itu sendiri serta peralatan yang digunakan akibat adanya gangguan seperti hubung singkat, tegangan sentuh, beban lebih, arus bocor ke tanah. Agar tercapainya keamanan tersebut, maka suatu instalasi sebelum disambung dan dioperasikan harus ada pemeriksaan dari pihak yang berwenang, jika ada perubahan yang penting pada suatu instalasi perlu diberi kode untuk menjaga pekerjaan selanjutnya.

b. Keandalan

Keandalan tinggi yang digunakan untuk mengatasi kerusakan-kerusakan dalam batas normal, termasuk sederhananya suatu sistem, misalnya mudah dimengerti dan dioperasikan pada keadaan normal maupun darurat. Oleh karena itu instalasi listrik harus direncanakan dan dipasang dengan kemungkinan terputusnya aliran listrik sekecil mungkin saat dioperasikan.



c. Ketersediaan

Suatu instalasi listrik haruslah mempunyai cadangan ketersediaan daya yang cukup untuk mempermudah sistem instalasi tersebut apabila diadakan perubahan atau perluasan di masa mendatang.

d. Kemudahan Tercapai

Penempatan peralatan dalam pemasangan instalasinya diatur sedemikian rupa untuk memudahkan dalam pengoperasiannya pemeriksaan, perawatan, pemeliharaan dan perbaikan.

e. Ekonomis

Dalam pemilihan peralatan listrik yang hendak kita gunakan dalam instalasi listrik harus disesuaikan nilai-nilai ekonomis dengan lingkungan yang ada, sehingga tidak terjadi pemborosan yang berlebihan. (Muhaimin,1995:5)

f. Pengaruh Lingkungan

Pengaruh pada lingkungan kerja peralatan instalasi listrik dapat dibedakan menjadi dua, yaitu lingkungan normal dan lingkungan tidak normal. Lingkungan tidak normal dapat menimbulkan gangguan pada instalasi listrik yang normal. Untuk itu, jika suatu instalasi atau bagian dari suatu instalasi berada pada lokasi yang pengaruh luarnya tidak normal, maka diperlukan perlindungan yang sesuai. Pengaruh luar yang tidak diimbangi dengan peralatan yang memadai akan menyebabkan rusaknya peralatan dan bahkan dapat membahayakan manusia. Demikian juga pengaruh kondisi tempat akan dipasangnya suatu instalasi listrik, misalnya dalam suatu industri apakah penghantar tersebut harus ditanam atau dimasukan jalur penghantar untuk menghindari tekanan mekanis. Oleh karena itu, pada pemasangan-pemasangan instalasi listrik hendaknya mempunyai rencana perhitungan dan analisa yang tepat. (Muhaimin,1995:9)



2.3 Ketentuan-ketentuan Pokok Instalasi Penerangan

1. Pemasangan kabel dalam pipa harus pipanya dipasang dulu, kemudian menyusul kabel (RA-NYA) ditarik masuk di dalamnya. Untuk penggantian kabelnya harus dapat dikerjakan tanpa membongkar pipa-pipanya.
2. Pemasangan kabel seperti diatas tidak berlaku untuk kabel dengan penampang 10 mm^2 keatas, asalkan dipasang secara jelas dan mudah dicapai.
3. Pipa yang boleh digunakan adalah yang dari baja pakai/tanpa sambungan memanjang, dengan ulir atau sambungan selorok, dan pipa plastik.
4. Untuk membuat bengkokan pipa baja, syarat-syaratnya sebagai berikut:
 - a. Dengan diameter maka s/d 16 mm^2 – jari-jari = 4 x fluk pipa
 - b. Diameter diatas 16 mm^2 , - jari-jari = 6 x fluk pipa
 - c. Untuk pipa plastik cukup dengan 3 x fluk pipa.
5. Penarikan kabel harus lewat kotak tarik, sedang untuk menyambung digunakan kota penyambung/tarik, dengan pengeras/isolasi lasdop atau sejenisnya.
6. Diantara dua kotak tarik boleh berada tiga benda bengkokan atau pipa lurus sejauh 20m. Ujung pipa harus dilengkapi dengan, cincin pengaman (tule), dan jarak klem pipa maximum 1m.
7. Penggunaan pipa pakai sambungan dengan cara:

Pada pasangan horizontal, sambungan harus berada dibawah, dan pada pasangan vertikal, sambungan harus berada pada dindingnya.



8. Sakelar dan kotak-kotak harus dipasang setinggi antara 1,2 m dan 2 m dari lantai.
9. Jenis kabel seperti NYM boleh dipasang tanpa pipa pada dan didalam tembok.
10. Pemasangan instalasi dalam tembok (Inbouw) dikerjakan sebagai berikut:
 - a. Didalam tembok beton, pipa dipasang lebih dulu sebelum beton dicor, Pipa yang digunakan adalah pipa ulir (schroefbuis), dan tak boleh dicat menie.
 - b. Dalam tembok-plesteran, lobang-lobang dan jalur-jalur untuk menanam pipa dsb, dibuat dan disiapkan sesudah dinding temboknya selesai.
 - c. Digunakan pipa dengan sambungan (*Schuijbuisen*), dan dimenie dulu sebelum diplester.
11. Pemasangan kotak kontak harus dilengkapi dengan kontak pengaman, kecuali jika sudah ada tambahan isolasi pengaman yang dapat mencegah bahaya tegangan.
12. Kabel untuk lampu minimum dengan penampang 0,5 mm.
13. Fitting edison hanya boleh untuk lampu sebesar 300 watt.
14. Setiap instalasi rumah harus dilengkapi dengan sekering dan sakelar utama.
15. Setiap kotak kontak (stop kontak) hanya dibolehkan untuk satu saluran/satu tusuk kontak. (Hazairin, 2002: 25)



2.4 Peralatan Instalasi

Peralatan yang digunakan dalam instalasi listrik banyak sekali ragamnya. Jenis peralatan yang harus digunakan, pertama-tama tergantung pada sifat ruangan dan keadaan lingkungan, dimana instalasinya akan dipasang. Untuk beberapa jenis ruangan diperlukan peralatan yang memenuhi syarat-syarat khusus. (Harten P. Van dan Ir.E.Setiawan, 1981: 18).

2.4.1 Penghantar

Untuk mensuplai beban pada suatu instalasi listrik agar dapat berfungsi sebagaimana mestinya maka diperlukan suatu penghantar atau kabel. Dengan demikian penghantar merupakan suatu komponen yang mutlak ada pada suatu instalasi listrik.

Penghantar yang diperlukan haruslah sesuai dan cocok dengan besarnya beban yang disuplai. Serta memenuhi suatu persyaratan yang telah ditetapkan dan diakui oleh instansi yang berwenang agar terjamin keamanan dan keandalan suatu sistem instalasi listrik.

Ada tiga bagian yang pokok dari suatu penghantar pada kabel, yaitu:

1. Penghantar merupakan media untuk menghantarkan listrik.
2. Isolasi merupakan bahan elektrik untuk mengisolir antara penghantar satu dengan penghantar yang lainnya maupun terhadap lingkungannya.
3. Pelindung luar yang memberikan pelindung dari kerusakan mekanis, pengaruh bahan kimia, api dan pengaruh oleh keadaan luar lainnya.

Menurut konstruksinya untuk inti dari suatu kabel ada bentuk pejal dan serabut, untuk penghantar yang menghendaki kelenturan dan fleksibilitas yang tinggi maka digunakan inti serabut yakni sejumlah kawat yang dikumpulkan menjadi satu, untuk inti pejal digunakan dalam ukuran sampai 16 mm.



Kabel-kabel yang mempunyai kelenturan yang tinggi untuk pengawatan panel distribusi adalah kabel yang intinya berserat halus. Hal ini bertujuan agar untuk memudahkan dalam instalasi di panel tersebut.

2.4.1.1 Bahan Penghantar

Bahan penghantar merupakan bahan yang biasa digunakan untuk menghantarkan arus listrik, beberapa jenis bahan penghantar yang lazim digunakan adalah aluminium dan tembaga, namun demikian ada beberapa bahan yang masih ada relevansinya, antara lain sebagai berikut :

1. Tembaga

Tembaga mempunyai daya hantar listrik yang tinggi yaitu $57\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ pada suhu 20°C . Koefisien suhu (α) tembaga $0,004 / ^\circ\text{C}$. Pemakaian tembaga pada teknik listrik yang terpenting adalah sebagai penghantar, misalnya : kawat berisolasi NYA, kabel (NYM, NYY), busbar, lamel mesin dc, cincin seret pada mesin AC.

2. Baja

Baja merupakan logam yang terbuat dari besi dengan campuran karbon, Meskipun konduktifitas baja rendah namun digunakan pada penghantar transmisi yaitu ACSR, fungsi baja dalam hal ini adalah untuk memperkuat konduktor aluminium secara mekanis setelah digalvanis dengan seng. Keuntungan dipakainya baja pada ACSR adalah untuk menghemat pemakaian aluminium. (Muhaimin,1999:67)

2.4.1.2 Jenis Penghantar

Jenis penghantar atau kabel dinyatakan dengan singkatan-singkatan terdiri dari sejumlah huruf dan kadang-kadang juga angka. Menurut jenisnya kabel dapat dibedakan menjadi :



A. Kabel Instalasi

Jenis penghantar yang banyak digunakan pada suatu instalasi rumah tinggal ialah kabel NYA dan NYM seperti ditunjukkan pada Gambar 2.1. Ketentuan yang harus diperhatikan di dalam pemasangan kabel NYA sebagai berikut: (Harten P. Van dan Ir.E.Setiawan, 1981: 114)

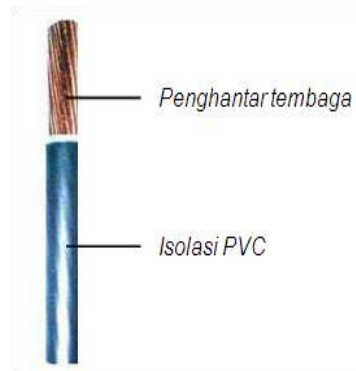
1. Untuk pemasangan tetap dalam jangkauan tangan, kabel NYA harus dilindungi dengan pipa instalasi.
2. Diruang lembab, kabel NYA harus dipasang dalam pipa PVC untuk pemasangannya.
3. Kabel NYA tidak boleh dipasang langsung menempel pada plesterran atau kayu, tetapi harus dilindungi dengan pipa instalasi.
4. Kabel NYA boleh digunakan di dalam alat listrik, perlengkapan hubung bagi dan sebagainya.
5. Kabel NYA tidak boleh digunakan diruang basah, ruang terbuka, tempat kerja atau gudang dengan bahaya kebakaran atau ledakan.

Sedangkan ketentuan-ketentuan untuk pemasangan kabel NYM adalah sebagai berikut:

1. Kabel NYM boleh dipasang langsung menempel atau ditanam pada plesteran, di ruang lembab atau basah dan ditempat kerja atau gudang dengan bahaya kebakaran atau ledakan.
2. Kabel NYM boleh langsung dipasang langsung pada bagian-bagian lain dari bangunan, konstruksi, rangka dan lain sebagainya. Dengan syarat pemasangannya tidak merusak selubung luar kabel.
3. Kabel NYM tidak boleh dipasang di dalam tanah.
4. Dalam hal penggunaan, kabel instalasi yang terselubung memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan instalasi di dalam pipa, yaitu:



- a. Lebih mudah dibengkokkan
- b. Lebih tahan terhadap pengaruh asam, uap atau gas
- c. Sambungan dengan alat pemakai dapat ditutup lebih rapat



Gambar 2.1 Konstruksi kabel NYA



Gambar 2.2 Konstruksi kabel NYM

B. Kabel Tanah

1. Kabel Tanah Termoplastik Tanda Perisai

Jenis kabel ini ada 2 macam NYY dan NAYY. Pada prinsipnya susunan kabel NYY sama dengan susunan kabel NYM, hanya tebal isolasi dan selubung luarnya, serta jenis kompon PVC yang digunakan berbeda. Warna selubung



luarnya hitam. Untuk kabel tegangan rendah, tegangan nominalnya 0,6/1 kV, dimana:

0,6 kV = tegangan nominal terhadap tanah.

1 kV = tegangan nominal penghantar

Uratnya dapat mencapai satu sampai lima. Luas penampang penghantarnya dapat mencapai 240 mm² atau lebih. Konstruksi kabel NYY dapat dilihat pada gambar 2.3. Kegunaan utama dari kabel NYY adalah kabel tenaga untuk instalasi pada industri, didalam gedung maupun di alam terbuka dan pada saluran kabel dan lemari hubung bagi. Kabel NYY dapat juga ditanam di dalam tanah asalkan diberi perlindungan secukupnya terhadap kemungkinan terjadinya kerusakan mekanis. (Harten P. Van dan Ir.E.Setiawan, 1981: 117)



Gambar 2.3 Konstruksi Kabel NYY

2.4.1.3 Pemilihan Penghantar

Dalam pemilihan jenis penghantar yang akan digunakan dalam suatu instalasi dan luas penghantar yang akan dipakai dalam instalasi tersebut ditentukan berdasarkan 6 pertimbangan :

1. Kemampuan Hantar Arus

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



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

$$\text{Untuk arus searah DC} \quad I = \frac{P}{V} A \quad (2.1)$$

$$\text{Untuk arus bolak balik satu fasa} \quad I = \frac{P}{V \times \cos \phi} A \quad (2.2)$$

$$\text{Untuk arus bolak balik tiga fasa} \quad I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \phi} A \quad (2.3)$$

Dimana :

I = Arus nominal (A)

P = Daya aktif (W)

V = Tegangan (V)

Cos ϕ = Faktor daya

Kemampuan hantar arus yang dipakai dalam pemilihan penghantar adalah 1,25 kali dari arus nominal yang melewati penghantar tersebut. Untuk menghitung kapasitas KHA kabel dapat diketahui dengan mengikuti arus maksimal pada circuit breaker atau dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$KHA = 1,2 \times I_{\text{Breaker}} \quad (2.4)$$

Dimana :

KHA = Kuat Hantar Arus

I_{breaker} = Arus maksimal pada circuit breaker

Setelah diapat kapasitas KHA, untuk mengetahui kabel yang harus digunakan dapat melihat tabel berikut ini :



Tabel 2.1 Kuat Hantar Arus Kabel NYY

Tabel 7.3-5a KHA terus menerus untuk kabel tanah berinti tunggal, berpenghantar tembaga, berisolasi dan berselubung PVC, dipasang pada sistem a.s. dengan tegangan kerja maksimum 1,8 kV; serta untuk kabel tanah berinti dua, tiga dan empat berpenghantar tembaga, berisolasi dan berselubung PVC yang dipasang pada sistem a.b. fase tiga dengan tegangan pengenal 0,6/1 kV (1,2 kV), pada suhu keliling 30 °C.

Jenis kabel	Luas penampang mm ²	KHA terus menerus					
		Berinti tunggal		Berinti dua		Berinti tiga dan empat	
		di tanah	di udara	di tanah	di udara	di tanah	di udara
1	2	3	4	5	6	7	8
	1,5	40	26	31	20	26	18,5
	2,5	54	35	41	27	34	25
	4	70	46	54	37	44	34
	6	90	58	68	48	56	43
NYY	10	122	79	92	66	75	60
NYBY	16	160	105	121	89	98	80
NYFGbY							
NYRGbY	25	206	140	153	118	128	106
NYCY	35	249	174	187	145	157	131
NYCWY	50	296	212	222	176	185	159
NYSY							
NYCEY	70	365	269	272	224	228	202
NYSEY	95	438	331	328	271	275	244
NYHSY	120	499	386	375	314	313	282

Tabel 2.2 Kuat Hantar Arus Kabel NYM

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

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

2. Drop Tegangan (Susut Tegangan)

Susut tegangan antara PHB utama dan setiap titik beban tidak boleh lebih dari 5 % dari tegangan di PHB utama.(Suryatmo F,1993:107)

Adapun pembagian penentuan drop tegangan pada suatu penghantar dapat digolongkan menjadi beberapa jenis :

a. Untuk arus searah



b. Untuk arus bolak balik satu fasa

c. Untuk arus bolak balik tiga fasa

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

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V \times 100\%}{V} \quad (2.5)$$

Untuk menentukan rugi tegangan berdasarkan luas penampang dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

Untuk arus searah, penampang minimum :

$$\Delta U = 2(I \cdot R) = 2 \cdot I \cdot P \cdot \frac{l}{A} = 2 \cdot I \cdot \frac{l}{Ax} \quad (2.6)$$

Dimana :

ΔU = Susut tegangan (V)

I = Kuat arus yang mengalir (A)

R = Resistansi pada penghantar (Ω)

P = Resistansi jenis pada penghantar ($\Omega \cdot m$)

l = Panjang penghantar (m)

A = Luas penampang penghantar (m)

x = Konduktansi jenis penghantar (S/m)

Untuk arus bolak balik satu fasa, penampang minimum :

$$\Delta U = 2 \times I \times l(R_L \cos\phi + X_L \sin\phi) \quad (2.7)$$

Untuk arus bolak balik tiga fasa, penampang minimum :

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I \times l(R_L \cos\phi + X_L \sin\phi) \quad (2.8)$$

Dimana :



ΔU = Rugi tegangan dalam penghantar (V)

I = Kuat arus dalam penghantar (A)

l = Jarak dari permulaan penghantar sampai ujung (m)

3. Kondisi Suhu

Setiap penghantar memiliki suatu resistansi (R), jika penghantar tersebut dialiri oleh arus maka terjadi rugi-rugi $I^2 R$, yang kemudian rugi-rugi tersebut berubah menjadi panas, jika dialiri dalam waktu t detik maka panas yang terjadi ialah $I^2 R t$, jika dialiri dalam waktu yang cukup lama ada kemungkinan terjadinya kerusakan pada penghantar tersebut, oleh karena itu dalam pemilihan penghantar faktor koreksi juga diperhitungkan. (PUIL 2000, 4.1.2.)

4. Kondisi Lingkungan

Didalam pemilihan jenis penghantar yang digunakan harus disesuaikan dengan kondisi dan tempat penghantar tersebut akan ditempatkan atau dipasang. Apakah penghantar tersebut akan ditanam di dalam tanah atau di udara.

5. Kekuatan Mekanis

Penentuan luas penampang penghantar kabel juga harus diperhitungkan apakah kemungkinan adanya tekanan mekanis ditempat pemasangan kabel itu besar atau tidak, dengan demikian dapat diperkirakan besar kekuatan mekanis yang mungkin terjadi pada kabel tersebut.

6. Kemungkinan Perluasan

Setiap instalasi listrik dirancang dan dipasang dengan perkiraan adanya penambahan beban dimasa yang akan datang, oleh karena itu luas penampang penghantar harus dipilih lebih besar minimal satu tingkat diatas luas penampang sebenarnya, tujuannya adalah jika dilakukan penambahan beban maka penghantar tersebut masih mencukupi dan susut tegangan yang terjadi akan kecil.

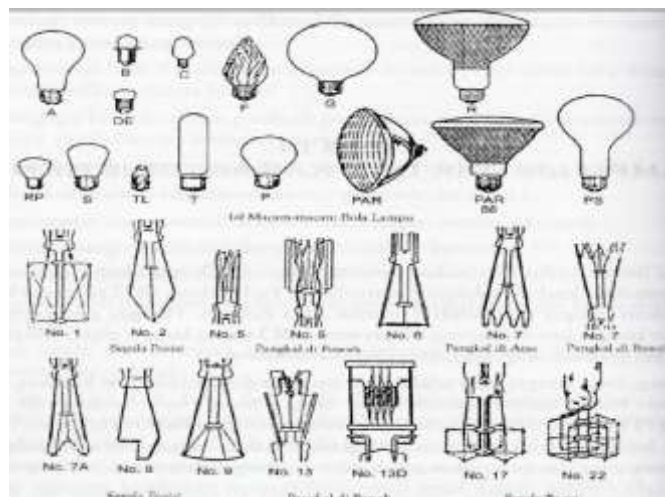


2.4.2 Lampu Listrik

a. Lampu Pijar

Lampu pijar tergolong lampu listrik generasi awal yang masih digunakan hingga saat ini. Filamen lampu pijar terbuat dari wolfram, bola lampu diisi gas. Bentuk standar lampu pijar ditunjukkan pada gambar 2.4.

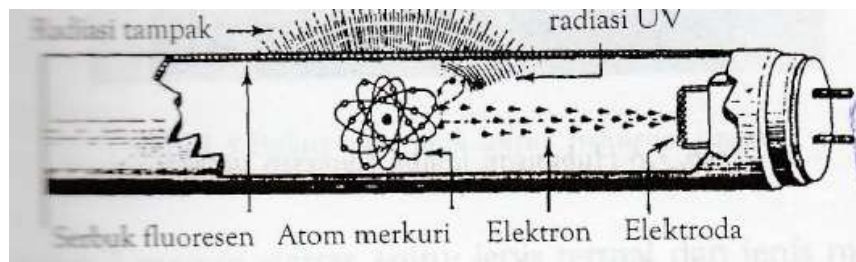
Prinsip kerja lampu pijar adalah ketika ada arus listrik mengalir melalui filamen yang mempunyai resistivitas tinggi sehingga menyebabkan kerugian tegangan, selanjutnya menyebabkan kerugian daya yang menyebabkan panas pada filamen sehingga filamen berpijar. (Muhaimin,2001:43)



Gambar 2.4. Berbagai bentuk standar bola lampu dan filamen pijar.

b. Lampu Tabung *Flourescent* (TL)

Lampu TL (*Flourescent Lamp*) adalah lampu listrik yang memanfaatkan gas NEON dan lapisan *Flourescent* sebagai pemendar cahaya pada saat dialiri arus listrik. Konstruksi tabung lampu *flourescent* dapat dilihat pada gambar 2.5. Tabung lampu TL ini diisi oleh semacam gas yang pada saat elektrodanya mendapat tegangan tinggi gas ini akan terionisasi sehingga menyebabkan elektron-elektron pada gas tersebut bergerak dan memendarkan lapisan *flourescent* pada lapisan tabung lampu TL.

Gambar 2.5. Konstruksi tabung lampu *fluorescent*

Pada dasarnya, arus mengalir melalui dan memanaskan elektroda sehingga mengemisikan elektron bebas, disamping melalui elektroda, arus juga melalui balast dan starter.

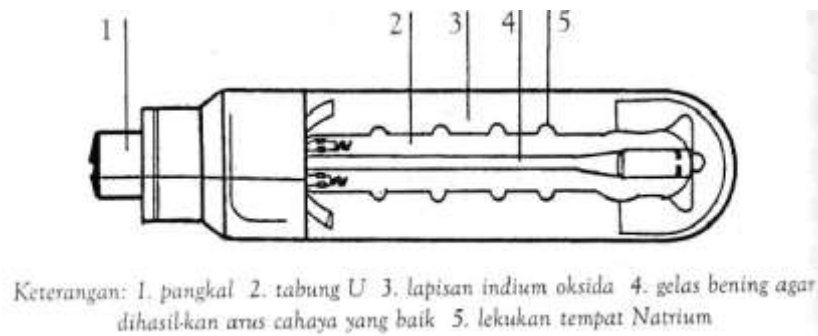
Kemampuan arus mengalir melalui tabung dikarenakan balast menghasilkan tegangan induksi yang tinggi, namun tegangan induksi yang tinggi ini akan kembali normal ketika arus sudah mengalir melalui tabung, sesaat setelah waktu kerja awal starter (yang berupa bimetal) memutuskan rangkaian, tegangan kembali normal dan lampu menyala normal, efikasi lampu *fluorescent* umumnya 3 hingga 4 kali lampu pijar.

Fungsi balast ada 2 yaitu sebagai :

1. Pembangkit tegangan induksi yang tinggi agar terjadi pelepasan elektron didalam tabung.
2. Membatasi arus yang melalui tabung setelah lampu bekerja normal.

c. Lampu Natrium

Lampu Natrium dibedakan berdasarkan tekanan gas didalam tabung pelepasannya menjadi 2 yaitu lampu natrium tekanan rendah (SOX) dan lampu natrium tekanan tinggi (SON). Konstruksi lampu natrium seperti ditunjukkan pada Gambar 2.6. Natrium padat dan gas Neon diisikan pada tabung U, natrium akan menjadi gas setelah mendapat pemanasan pada waktu kerja awal.

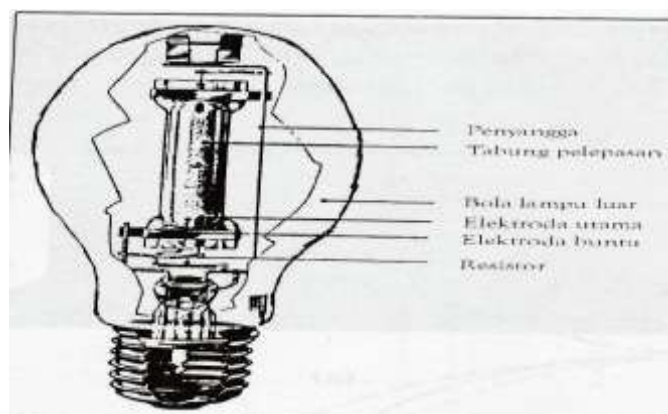


Gambar 2.6. Konstruksi lampu Natrium

d. Lampu Merkuri Tekanan Tinggi

Lampu merkuri tekanan rendah cahaya yang sebagian besar dihasilkan adalah UV, jika tekanan gas didalamnya diperbesar hingga menjadi 2 atm barulah dihasilkan sinar tampak.

Konstruksi merkuri tekanan tinggi seperti tampak pada Gambar 2.7 terdiri dari 2 tabung yaitu tabung dalam yang berisi gas neon dan argon bertekanan rendah yang dilengkapi 2 elektroda, dan tabung luar yang berfungsi mereduksi panas, lampu merkuri tekanan tinggi menggunakan balast sebagai pembatas arus pelepasan, karena itu faktor daya relatif rendah yaitu 0,5.



Gambar 2.7. Konstruksi lampu merkuri tekanan tinggi

e. Lampu Metal Halida

Lampu Metal Halida dikategorikan menjadi 3, yaitu : Lampu Tiga warna menggunakan metal : Na, TI, In. Lampu jenis ini memancarkan 3 warna yaitu



hijau, kuning dan biru yang komposisinya tergantung jumlah iodida dan temperatur kerja. Konstruksi lampu ini dapat dilihat pada gambar 2.8.

Lampu Spektrum Multi Garis menggunakan metal *scandium* (Sc), *disprodim* (Dy), *thallium* (Tl), dan *holmium* (Ho). Lampu Molekular menghasilkan spektrum kuasi menggunakan senyawa stanum Iodida dan stanum klorida. (Muhaimin,2001:76)



Gambar 2.8. Konstruksi lampu metal halida

2.4.3 Pengaman

Pengaman adalah suatu peralatan listrik yang digunakan untuk melindungi komponen listrik dari kerusakan yang diakibatkan oleh gangguan seperti arus beban lebih ataupun arus beban singkat, untuk menjaga agar jangan terjadi kerusakan – kerusakan pada instalasi listrik yang disebabkan karena terjadinya panas tersebut oleh beban yang berlebihan atau adanya hubung singkat, maka perlu adanya pengaman instalasi tersebut. Macam peralatan pengaman yang sering dipakai pada instalasi penerangan listrik adalah :

a. Pengaman lebur (*Fuse*)

Pengaman lebur yang kita kenal sebagai *fuse* atau sekering dipergunakan untuk mengatasi gangguan arus hubung singkat. Pengaman lebur harus dapat menghentikan arus apabila arus tersebut pada temperatur ruang 35°C atau lebih dalam waktu tertentu pada saluran atau hantaran kabel, dengan kata lain suatu saluran atau kabel dengan penampang tertentu mempunyai pengaman lebur untuk arus maksimum yang diperbolehkan (biasanya dinamai arus nominal). Pada waktu



hubung singkat arus yang ditimbulkan adalah besar sekali dan pengaman lebur harus segera dapat mematikan arus hubung singkat tersebut.



Gambar 2.9 sekering (*fuse*)

b. MCB (*Miniature Circuit Breaker*)

MCB (*Miniature Circuit Breaker*) berfungsi sebagai alat pengaman beban lebih dan hubung singkat. Cara kerja MCB adalah memproteksi arus lebih yang disebabkan oleh terjadinya beban dan arus yang lebih karena adanya hubung singkat. Prinsip kerjanya yaitu penggunaan electromagnet untuk melakukan pemutusan hubungan yang disebabkan oleh kelebihan beban dengan relai arus lebih.

Bila electromagnet yang dihasilkan dari dua keping logam yang disatukan atau lebih dikenal dengan bimetal bekerja, maka akan memutus kontak yang terletak pada pemadam busur dan kemudian bekerja membuka saklar. MCB yang digunakan di rumah-rumah diutamakan untuk memproteksi instalasi dari hubungan arus pendek, sehingga pemakaiannya lebih diutamakan untuk mengamankan instalasi atau konduktornya. Sedangkan MCB pada APP diutamakan sebagai pembawa arus dengan karakteristik CL (*current limiter*) disamping itu juga sebagai gawai pengaman arus hubung pendek yang bekerja dengan seketika. Mengacu standar SNI, IEC, PUIL, perhitungan Circuit Breaker dihitung berdasarkan beban daya lampu penerangan, yaitu :

$$I_n = P / (\sqrt{3}) \cdot V \cdot \cos \Phi \quad (2.9)$$



Dimana :

I_n = Arus Beban Nominal

P = Daya Watt

V = Tegangan Volt

Safety Factor Kapasitas Breaker

$$\text{Untuk Panel} = 1,25 \times I_n \quad (2.10)$$

Selain menentukan kapasitas breaker, nilai breaking capacity breaker juga perlu dihitung. Mengacu pada standar SNI, untuk menentukan breaking capacity breaker dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$I_{sc} = \frac{P \times 100}{3 \times V^2 \times Z} \quad (2.11)$$

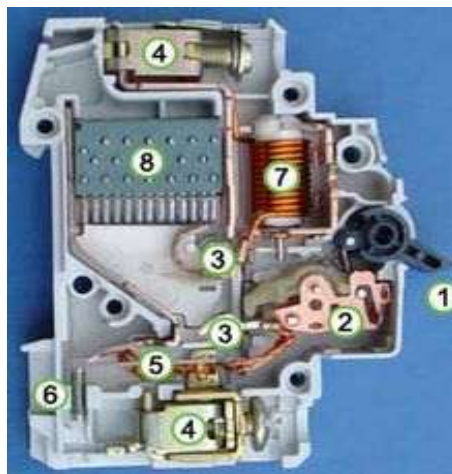
Dimana :

I_{sc} = Breaking capacity breaker atau Arus hubung singkat (kA)

P = Total beban

V = Tegangan phase to phase (380 V)

Z = Impedansi (%)



Gambar 2.10 MCB

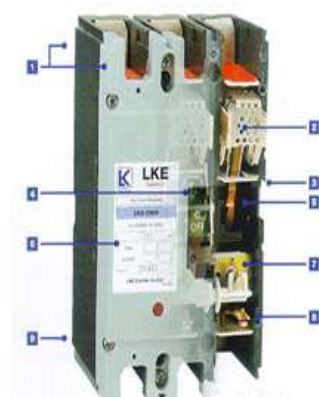


Keterangan :

1. *toggle switch*, sebagai Switch on-off dari MCB
2. *Switch* mekanis, membuat kontak arus listrik bekerja.
3. Kontak arus listrik, sebagai penyambung dan pemutus arus listrik.
4. Terminal, koneksi kabel listrik dengan MCB.
5. Bimetal, yang berfungsi sebagai thermal trip
6. Baut
7. *Solenoid coil* atau lilitan yang berfungsi sebagai magnetic trip dan bekerja bila terjadi hubung singkat arus listrik.
8. Pemadam busur api jika terjadi percikan api saat terjadi pemutusan atau pengaliran kembali arus listrik.

c. MCCB

MCCB merupakan sebuah pemutus tenaga yang memiliki fungsi sama dengan MCB, yaitu mengamankan peralatan dan instalasi listrik saat terjadi hubung singkat dan membatasi kenaikan arus karena kenaikan beban. Hanya saja yang membedakan MCCB dengan MCB adalah bentuknya, dimana untuk MCB tiga fasa memiliki bentuk dari tiga buah MCB satu fasa yang dikopel secara mekanis, sementara MCCB memiliki tiga buah terminal fasa dalam satu casing yang sama, itulah sebabnya MCCB dikenal sebagai *Molded Case Circuit Breaker*.



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 magnetik trip

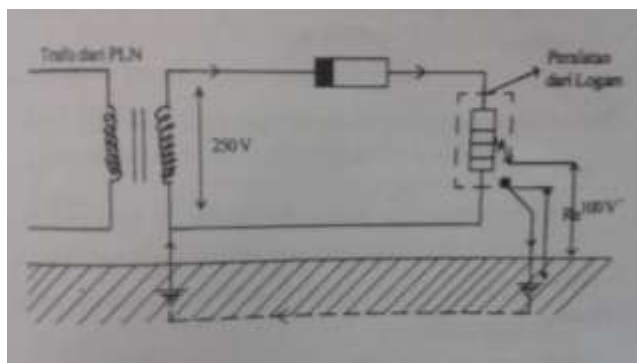
Gambar 2.11 MCCB



2.4.4 Pentanahan

Atas dasar keamanan maka di perlukan bahkan diharuskan setiap instalasi listrik harus mempunyai saluran ke tanah yang baik, suatu saluran ketanah yang baik mempunyai :

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



Gambar 2.12 Jalannya Arus Pada Sistem Pentanahan

Pada gambar 2.12 pengaman lebur memutus segera arus yang besar ini sehingga logam dari peralatan pentanahan itu itu tidak berada dalam keadaan bertegangan dan berbahaya penyentuhan dapat dihindarkan. Pengembangan dengan pentanahan dapat dibuat dengan pertolongan elektroda – elektroda pentanahan. Elektroda pentanahan adalah sebagian daripada hubungan pentanahan yang memberikan kontak langsung dengan pentanahan sehingga bagian – bagian yang ditanahkan itu dengan saluran pentanahan dapat berhubungan.

Yang dapat dipergunakan sebagai elektroda – elektroda pentanahan adalah :

1. Pipa – pipa pentanahan dari baja campuran seng.
2. Batang - batang pentanahan dari baja yang banyak campuran sengnya.

Yang dapat dipergunakan sebagai saluran pentanahan adalah :

1. Kawat tembaga yang dipisahkan tersendiri, dicampur timah dengan penampang 6mm^2 , untuk bagian yang diatas tanah dan 25mm^2 untuk yang dibawah tanah.



2. Warna kabel pentanahan adalah warna kuning – hijau.
3. kawat-kawat pentanahan yang dimasukkan bersama-sama dengan kawat-kawat penghantar arus didalam pipa yang sama dan yang penampangnya sama besarnya dengan penampang kawat-kawat penghantar arus.
4. pentanahan pada instalasi listrik atau pabrik dilakukan persyaratan yang tinggi dibandingkan dengan instalasi listrik untuk penerangan yang meliputi tahanan pentanahannya dan saluran pentanahannya.

2.5 Perhitungan Penerangan

Suatu penerangan diperlukan oleh manusia untuk mengenali suatu obyek secara visual. Pada banyak industri, penerangan mempunyai pengaruh terhadap kualitas produk. Kuat penerangan baik yang tinggi, rendah, maupun menyilaukan berpengaruh terhadap kelelahan mata maupun ketegangan syaraf. Untuk memperoleh kualitas penerangan yang optimal IES (*Illumination Engineering Society*) menetapkan standar kuat penerangan untuk ruangan.

Kondisi silau disebabkan cahaya berlebihan baik yang langsung dari sumber cahaya atau hasil pantulan kearah mata pengamat. Besaran penerangan adalah kuat penerangan, dan luminansi. Walaupun satuannya sama namun yang membedakan keduanya bahwa kuat penerangan sebagai besaran penerangan yang dihasilkan sumber penerangan, sedangkan luminansi merupakan kuat penerangan yang sudah dipengaruhi faktor lain. (Muhaimin,2001:1)

2.5.1 Besaran Pokok

Pembahasan lebih jauh tentang perhitungan penerangan diperlukan pemahaman terhadap definisi-definisi yang relevan meliputi: sudut ruang (ω), energi cahaya (Q), arus cahaya (ϕ), intensitas cahaya (I), kuat penerangan (E), luminasi (L), dan beberapa faktor. (Muhaimin,2001:4)

2.5.1.1 Sudut Ruang

Pancaran cahaya di udara bebas sifatnya meruang seperti bola, sudut bidang adalah sebuah titik potong 2 buah garis lurus. Besar sudut bidang



dinyatakan dengan derajat ($^{\circ}$) atau radian (rad). Sudut ruang adalah sudut yang dibatasi oleh permukaan bola dengan titik sudutnya. Besar sudut ruang dinyatakan dengan *steradian* (sr). *Steradian* adalah besarnya sudut yang terpancang pada titik pusat bola oleh permukaan bola seluas kuadrat jari-jari bola.

2.5.1.2 Arus Cahaya

Aliran rata-rata energi cahaya adalah arus cahaya atau fluida cahaya (F). Arus cahaya didefinisikan sebagai jumlah total cahaya yang dipancarkan sumber cahaya setiap detik.

Setiap lampu listrik memiliki efikasi yaitu besarnya lumen yang dihasilkan suatu lampu setiap watt (lm/W). Beberapa contoh besarnya arus cahaya yang dihasilkan suatu sumber cahaya dapat dilihat dari tabel berikut: (Muhaimin,2001:6)

Tabel 2.3 Arus Cahaya Beberapa Sumber

NO	Sumber Cahaya	Arus Cahaya
1.	Lampu sepeda 3 W	30 lm
2.	Lampu Pijar 60 W	730 lm
3.	Lampu floresen 18 W	900 lm
4.	Lampu Merkuri Tekanan Tinggi 50 W	1800 lm
5.	Lampu Natrium Tekanan Tinggi 50 W	3500 lm
6.	Lampu Natrium Tekanan Rendah 55 W	8000 lm
7.	Lampu Metal Halida 2000 W	190.000 lm

Sumber : Muhaimin,2001:6

Energi cahaya atau kuantitas cahaya (Q) merupakan produk radiasi visual (arus cahaya) pada selang waktu tertentu, dinyatakan dengan lumen detik (lm.dt).

$$Q = \int \Phi_v(t) dt \quad (2.12)$$

Energi cahaya ini penting dinyatakan untuk menentukan banyaknya energi listrik yang digunakan pada suatu instalasi penerangan.

2.5.1.3 Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya (I) dengan satuan kandela (cd) adalah arus cahaya dalam lumen yang didefinisikan setiap sudut ruang (pada arah tertentu) oleh



sebuah sumber cahaya. Kata kandela berasal dari *candle* (lilin) merupakan satuan tertua pada teknik penerangan dan diukur berdasarkan intensitas cahaya standar. Intensitas cahaya (I) dapat dinyatakan sebagai perbandingan diferensial arus cahaya (lm) dengan diferensial sudut ruang (sr):

$$I = \frac{d\phi}{d\omega} lm/sr (cd) \quad (2.13)$$

Intensitas cahaya 1 cd mengeluarkan arus cahaya (ϕ) sebesar 1 lm di udara. Besarnya intensitas cahaya yang dihasilkan suatu sumber cahaya adalah tetap, baik dipancarkan secara terpusat maupun menyebar. (Muhaimin,2001:7)

2.5.1.4 Kuat Penerangan

Kuat penerangan (E) adalah pernyataan kuantitatif untuk arus cahaya (Φ) yang menimpa atau sampai pada permukaan bidang. Kuat penerangan disebut pula tingkat penernagan atau intensitas penerangan merupakan perbandingan antara intensitas cahaya (I) dengan permukaan luas (A) yang mendapat penerangan.

$$E = \frac{I}{A} lux \quad (2.14)$$

Karena arus cahaya $\Phi = \omega \cdot I$ dan karena penyebaran cahaya meruang sehingga luas daerah penerangan (merupakan kulit bola) $A = \omega \cdot R^2$, dengan menganggap sumber penerangan sebagai titik yang jaraknya (h) dari bidang penerangan maka Kuat penerangan (E) dalam lux (lx) pada suatu titik pada bidang penerangan adalah: (Muhaimin,2001:8)

$$E = \frac{I}{h^2} lux \quad (2.15)$$

Tabel 2.4 Kuat Penerangan Beberapa Sumber Cahaya

Kuat Penerangan	E (Ix)
Perkantoran	200 - 500
Apartemen/ Rumah	100 - 250
Hotel	200 - 400
Rumah sakit/ Sekolah	200 - 800
Basement/ Toilet/ Koridor/ Hall/ Gudang/ Lobby	100 – 200
Restaurant/ Store/ Toko	200 - 500



$$F = W \times L/w \quad (2.16)$$

Dimana :

W = Daya lampu

L/w = *Luminous Efficacy Lamp*/ Lumen per watt (dapat dilihat pada box lampu yang di beli).

2.5.1.5 Luminansi

Luminansi (L) merupakan besaran penerangan yang erat kaitannya dengan kuat penerangan (E). Luminansi adalah pernyataan kuantitatif jumlah cahaya yang dipantulkan oleh permukaan pada suatu arah. Luminansi suatu permukaan ditentukan oleh kuat penerangan dan kemampuan memantulkan cahaya oleh permukaan. Kemampuan memantulkan cahaya oleh permukaan disebut faktor refleksi atau reflektansi (δ).

Luminansi didefinisikan sebagai intensitas cahaya dibagi dengan luas permukaan (A_s) bidang yang mendapatkan cahaya (cd/m^2). (Muhaimin, 2001:12)

$$L = \frac{I}{A_s} \quad (2.17)$$

Tabel 2.5 Luminansi Beberapa Permukaan

PERMUKAAN	Luminasi (cd/m^2)
Permukaan matahari	1.650.000.000
Filamen lampu pijar bening	7.000.000
Lampu <i>fluorescent</i>	5000-15.000
Permukaan bulan purnama	2500
Kertas putih reflektansi 0.8 dibawah 400 lx	15.000
Kertas hitam reflektansi 0,04 dibawah 400 lx	5

Sumber : Muhaimin, 2001:12

2.5.2 Penentuan Jumlah dan Kekuatan Lampu

Faktor-faktor yang mempengaruhi penentuan jumlah titik cahaya pada suatu ruangan :



1. Macam penggunaan ruangan (fungsi ruangan), setiap macam penggunaan ruangan mempunyai kebutuhan kuat penerangan yang berbed-beda.
2. Ukuran ruangan, semakin besar ukuran ruangan maka semakin besar pula kuat penerangan yang dibutuhkan.
3. Keadaan dinding dan langit-langit (faktor refleksi), berdasarkan warna cat dari dinding dan langit-langit pada ruangan tersebut memantulkan ataukah menyerap cahaya.
4. Macam jenis lampu dan armatur yang dipakai, tiap-tiap lampu dan armatur memiliki konstruksi dan karakteristik yang berbeda.

Letak dan jumlah lampu pada suatu ruangan harus dihitung sedemikian rupa, sehingga ruangan tersebut mendapatkan sinar yang merata, dan manusia yang berada didalam ruangan tersebut menjadi nyaman, penerangan untuk ruangan kerja harus dirancang sedemikian rupa sehingga pengaruh dari penerangan tidak membuat cepat lelah mata. Disamping itu harus diperhitungkan juga hal-hal berikut :

a. Efisiensi Armatur (η)

Efisiensi sebuah armatur ditentukan oleh konstruksinya dan beban yang digunakan, dalam efisiensi penerangan selalu diperhitungkan efisiensi armaturnya. (Harten P. Van dan Ir.E.Setiawan, 1985: 39)

$$\eta = \frac{\text{Fluks cahaya yang dipantulkan}}{\text{Fluks cahaya yang dipancarkan sumber}} \quad (2.18)$$

b. Faktor-faktor refleksi

Faktor-faktor refleksi dinding (r_w) dan faktor refleksi (r_p) masing-masing menyatakan bagian yang dipantulkan dari fluks cahaya yang diterima oleh dinding dan langit-langit yang mencapai bidang kerja. Pengaruh dinding dan langit-langit pada sistem penerangan langsung jauh lebih kecil daripada pengaruhnya pada



sistem-sistem penerangan lain, sebab cahaya yang jatuh pada dinding dan langit-langit hanya sebagian dari fluks cahaya.

Tabel 2.6 Faktor refleksi berdasarkan warna dinding dan langit-langit

Warna	Faktor Refleksi	Warna	Faktor Refleksi
Putih	0,7 – 0,8	Oranye	0,2 – 0,25
Coklat Terang	0,7 – 0,8	Hijau Tua	0,1 – 0,15
Kuning Terang	0,55 – 0,65	Biru Tua	0,1 – 0,15
Hijau Terang	0,45 – 0,5	Merah Tua	0,1 – 0,15
Merah Muda	0,45 – 0,5	Hitam	0,04
Biru Langit	0,4 – 0,45	Abu – abu	0,25 – 0,35

c. Indeks Ruang atau Indeks Bentuk (k)

Untuk menentukan kebutuhan sumber penerangan suatu ruangan perlu memperhitungkan indeks ruang atau indeks bentuk (k). (Harten P. Van dan Ir.E.Setiawan, 1985: 40)

$$k = \frac{p.l}{h(p+l)} \quad (2.19)$$

Dimana :

p = panjang ruang (m)

l = lebar ruang (m)

h = tinggi bidang kerja (biasa dipakai 0,8)

d. Faktor Penyusutan/depresiasi (kd)

$$kd = \frac{E \text{ dalam keadaan dipakai}}{E \text{ dalam keadaan baru}} \quad (2.20)$$

Untuk memperoleh efisiensi penerangan dalam keadaan dipakai, nilai efisiensi yang didapat dari tabel harus dikalikan dengan faktor penyusutan. Faktor penyusutan ini dibagi menjadi tiga golongan utama, yaitu :



1. Pengotoran ringan (daerah yang hampir tak berdebu)
2. Pengotoran sedang/biasa
3. Pengotoran berat (daerah banyak debu)

Bila tingkat pengotoran titik diketahui, maka faktor depresiasi yang digunakan ialah 0,8.

e. Bidang Kerja dan Efisiensi

Intensitas penerangan harus ditentukan dimana pekerjaan akan dilaksanakan bidang kerja umumnya diambil 0,8 m diatas lantai.

f. Faktor Utility (kp)

$$kp = kp_1 + \frac{k-k_1}{k_2-k_1} (kp_2 - kp_1) \quad (2.21)$$

Dari beberapa parameter diatas, maka untuk mencari jumlah lampu digunakan persamaan berikut :

$$n = \frac{E \times A}{\Phi \cdot n \cdot d} \quad (2.22)$$

Keterangan :

- n = jumlah lampu
 E = iluminasi penerangan yang dibutuhkan ruangan (lux)
 A = luas ruangan (m^2)
 Φ = fluks cahaya yang dikeluarkan oleh lampu (lumen)
 n = efisiensi armatur (%)
 d = faktor depresiasi



2.6 Armatur

Armatur adalah rumah lampu yang digunakan untuk mengendalikan dan mendistribusikan cahaya yang dipancarkan oleh lampu yang dipasang di dalamnya, dilengkapi dengan peralatan untuk melindungi lampu dan peralatan pengendalian listrik.

Untuk memilih armatur yang akan digunakan, perlu dipertimbangkan faktor-faktor yang berhubungan dengan pencahayaan, sebagai berikut :

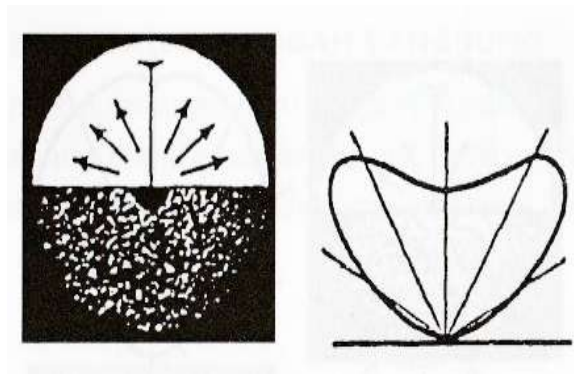
- a. Distribusi intensitas cahaya.
- b. Efisiensi cahaya.
- c. Koefisien penggunaan.
- d. Perlindungan terhadap kejutan listrik.
- e. Ketahanan terhadap masuknya air dan debu.
- f. Ketahanan terhadap timbulnya ledakan dan kebakaran.
- g. Kebisingan yang ditimbulkan.

2.6.1 Klasifikasi armatur

Berdasarkan distribusi intensitas cahayanya, armatur dapat dikelompokkan menurut prosentase dari jumlah cahaya yang dipancarkan ke arah atas dan kearah bawah bidang horisontal yang melewati titik tengah armatur. Menurut IES terdapat 5 klasifikasi sistem pancaran cahaya dari sumber cahaya, yaitu : penerangan tak langsung, penerangan setengan tak langsung, penerangan menyebar (difus), penerangan setengah langsung, dan penerangan langsung.

a. Penerangan Tak Langsung

Pada penerangan tak langsung 90 hingga 100% cahaya dipancarkan ke langit-langit ruangan sehingga yang dimanfaatkan pada bidang kerja adalah cahaya pantulan. Pancaran cahaya pada penerangan tak langsung dapat pula dipantulkan pada dinding sehingga cahaya yang sampai pada permukaan bidang kerja adalah cahaya pantulan dari dinding. Kalau bidang pantulnya langit-langit, maka kuat penerangan pada bidang kerja dipengaruhi oleh faktor refleksi langit-langit seperti ditunjukkan pada Gambar 2.13 Untuk keperluan itu lampu umumnya digantung.



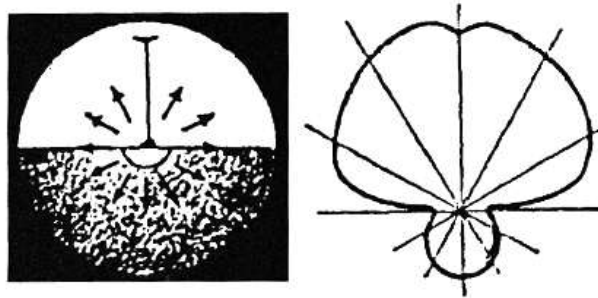
Gambar 2.13 Penerangan Tak Langsung

Sumber cahaya digantungkan atau dipasang setidaknya 45,7 cm di bawah langit-langit tinggi ruangan minimal 2,25 m. Selain itu sumber cahaya dapat dipasang pada bagian tembok dekat langit-langit yang cahayanya diarahkan kelangit-langit.

Pada penerangan tak langsung langit-langit merupakan sumber cahaya semu dan cahaya yang dipantulkan menyebar serta tidak menyebabkan bayangan. Agar memenuhi persyaratan maka perbandingan terang sumber cahaya dengan sekelilingnya lebih besar dari 20:1. Penerangan tak langsung menjadi tidak efisien jika cahaya yang sampai kelangit-langit merupakan cahaya pantulan dari bidang lain. Penerangan jenis ini diperlukan pada : ruang gambar, perkantoran, rumah sakit, hotel. (Muhaimin,2001:138)

b. Penerangan Setengah Tak Langsung

Pada penerangan setengah tak langsung 60 hingga 90% cahaya diarahkan kelangit-langit. Distribusi cahaya pada penerangan ini mirip dengan distribusi penerangan tak langsung tetapi lebih efisien dan kuat penerangannya lebih tinggi. Perbandingan kebeningan antara sumber cahaya dengan sekelilingnya tetap memenuhi syarat tetapi pada penerangan ini timbul bayangan walaupun tidak jelas seperti ditunjukkan pada Gambar 2.14.



Gambar 2.14 Penerangan Setengah Tak Langsung

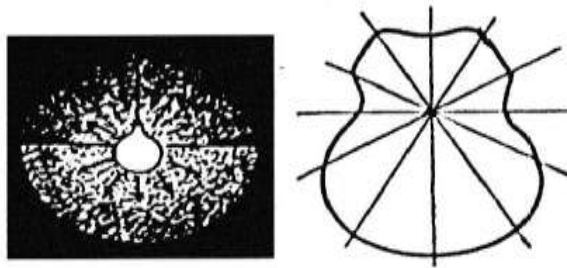
Penerangan setengah tak langsung digunakan pada ruangan yang memerlukan *modeling shadow*. Penggunaan penerangan setengah tak langsung pada : toko buku, ruang baca, ruang tamu. (Muhaimin,2001:139)

c. Penerangan Menyebar (DIFUS)

Pada penerangan difus distribusi cahaya ke atas dan bawah relatif merata yaitu berkisar 40 hingga 60%. Perbandingan ini tidak tepat masing-masing 50% karena armatur yang berbentuk bola yang digunakan ada kalanya ada terbuka pada bagian bawah atau atas. Armatur terbuat dari bahan yang tembus cahaya antara lain: kaca embun, fiberglas, plastik. Penerangan difus menghasilkan cahaya teduh dengan bayangan lebih jelas dibanding yang dihasilkan dua penerangan yang dijelaskan sebelumnya. Penggunaan penerangan difus antara lain pada: tempat ibadah. (Muhaimin,2001:140)

d. Penerangan Setengah Langsung

Penerangan setengah langsung 60 hingga 90% cahayanya diarahkan kebidang kerja selebihnya diarahkan kelangit-langit. Penerangan jenis ini adalah efisien seperti ditunjukkan pada Gambar 2.15. Pemakaian setengah langsung antara lain pada : kantor, kelas, toko, dan tempat kerja lainnya.



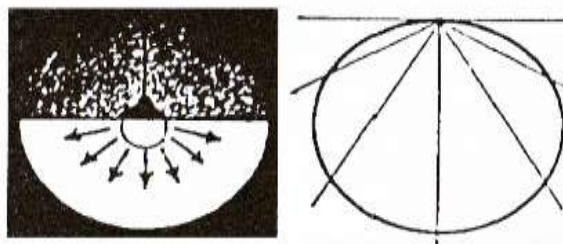
Gambar 2.15 Penerangan Setengah Langsung

e. Penerangan Langsung

Pada penerangan langsung 90 hingga 100% cahaya dipancarkan kebidang kerja. Pada penerangan langsung terjadi efek terowongan (*tunneling effect*) pada langit-langit yaitu : tepat diatas lampu terdapat bagian yang gelap. Penerangan langsung dapat dirancang menyebar atau terpusat, tergantung reflektor yang digunakan seperti ditunjukkan pada Gambar 2.16.

Kelebihan pada penerangan langsung: efisiensi penerangan tinggi memerlukan sedikit lampu untuk bidang kerja yang luas. Kelemahannya: bayangannya gelap, karena jumlah lampunya sedikit maka jika terjadi gangguan sangat berpengaruh.

Pada beberapa industri yang lembab atau berdebu lampu penerangan perlu perlindungan. Perlindungan terhadap kelembaban dapat menggunakan plastik atau bahan fiberglas yang diperkuat dengan *poliester*. Disamping tahan terhadap kelembaban, plastik juga tahan terhadap uap beberapa bahan kimia sehingga tepat digunakan pada : pabrik kertas, ruang elektro *plating*, atau industri kimia lainnya.



Gambar 2.16 Penerangan Langsung



Pelindung sumber cahaya yang terbuat dari plastik untuk daerah lembab dibuat IP 54 hingga 65 sedangkan untuk ruang yang mempunyai risiko ledakan penggunaan perlindungan lampu setidaknya IP 54. Disamping itu khusus untuk daerah berisiko ledakan pertimbangan mekanis terhadap armatur harus diperhatikan. (Muhaimin,2001:141)