



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengertian Instalasi Listrik

Instalasi listrik adalah saluran listrik beserta bahan maupun peralatan yang terpasang baik di dalam maupun di luar bangunan untuk menyalurkan arus listrik.

Instalasi penerangan listrik adalah seluruh instalasi listrik yang digunakan untuk memberikan daya listrik pada lampu. Daya listrik atau tenaga akan diubah menjadi cahaya yang digunakan untuk menerangi tempat bagian sesuai kebutuhannya.

Adapun instalasi penerangan listrik ada dua macam, yaitu :

- a) Instalasi di dalam gedung : penerangan teras, dll.
- b) Instalasi di luar gedung : penerangan halaman, taman, jalan, dll.

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, misalnya IEC (*International Electrotechnical Commission*), IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*), ISO (*International Organization for Standardisation*), PUIL, SPLN, SNI, dan sebagainya. Dengan tercapainya standarisasi, maka peralatan-peralatan listrik dapat dipergunakan dengan baik dan efisien.

#### 2.2 Prinsip Dasar Instalasi Listrik<sup>1</sup>

Beberapa prinsip instalasi harus menjadi pertimbangan pada pemasangan suatu instalasi listrik. Tujuannya adalah agar instalasi yang dipasang dapat digunakan secara optimum. Adapun prinsip dasar tersebut adalah sebagai berikut :

##### 1. Keamanan

Dapat mengamankan makhluk hidup dan peralatan listrik itu sendiri dari gangguan instalasi listrik tersebut, seperti hubung singkat, beban lebih,

---

<sup>1</sup> Muhaimin, *Instalasi Listrik I* (Bandung : Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik, 1995), Hal.5



kebocoran arus, dan sebagainya. Contoh: pemasangan MCB ditujukan untuk mendeteksi terjadinya beban lebih dan hubung singkat pada suatu instalasi.

## **2. Keandalan**

Suatu sistem instalasi listrik dinyatakan andal jika operasi sistem kelistrikan dapat bekerja selama mungkin dan dapat diatasi dengan cepat jika terjadi gangguan dengan tidak mengganggu sistem instalasi lainnya jika terjadi perluasan sistem. Contoh: untuk pemasangan instalasi penerangan pada ruang yang suhunya di atas suhu normal digunakan penghantar berisolasi karet silikon.

## **3. Kemudahan**

Pemasangan peralatan instalasi harus mudah dipasang, tidak susah dirangkai, mudah dijangkau oleh pengguna tanpa harus menggunakan alat bantu. Contoh: tinggi letak pemasangan saklar menurut PUIL 2011 harus dipasang 150 cm diatas permukaan lantai agar mudah dijangkau saat dioperasikan.

## **4. Ketersediaan**

Kesiapan suatu instalasi dalam melayani kebutuhan, baik daya, peralatan instalasi itu sendiri, maupun perluasan instalasi. Contoh: suatu panel mempunyai pengaman MCB cadangan yang tidak disambungkan ke beban dengan tujuan untuk perluasan instalasi pada masa yang akan datang.

## **5. Pengaruh Lingkungan**

Lingkungan dimana peralatan instalasi listrik atau sistem instalasi listrik dipasang harus dipertimbangkan apakah lingkungan dapat merusak peralatan/instalasi listrik yang ada disekitarnya. Bila ada kemungkinan dapat merusak peralatan/instalasi, maka harus dipilih peralatan/bahan instalasi yang tidak dapat terpengaruh terhadap kondisi lingkungan tersebut. Contoh: Peralatan listrik dipasang pada lingkungan yang lembab, maka harus digunakan peralatan listrik yang mempunyai IP (*Index Protection*) tertentu.



## 6. Ekonomis

Dalam perencanaan suatu instalasi listrik harus mempertimbangkan operasional jangka panjang, seperti saat pemakaian/pergantian peralatan.

### 2.3 Ketentuan Umum Perancangan Instalasi Listrik

Peraturan instalasi listrik terdapat dalam buku “Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011” disingkat PUIL 2011 yang merupakan revisi dari PUIL 2000. Di samping PUIL 2011, harus juga diperhatikan peraturan-peraturan lain yang ada hubungannya dengan instalasi listrik, yaitu :

- a. Undang-undang Nomor 1 tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja;
- b. Undang-undang Nomor 30 tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan;
- c. Undang-undang Nomor 2 tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi.

### 2.4 Komponen Instalasi Listrik

Dalam perencanaan instalasi penerangan pada bangunan, dibutuhkan beberapa komponen listrik seperti penghantar, alat pengaman, kotak PHB, saklar, serta jenis lampu yang berguna untuk membuat suatu bangunan memiliki fungsi dan dapat membantu aktivitas ketika sedang berada didalam bangunan tersebut. Disarankan untuk memilih komponen untuk perlengkapan instalasi listrik yang mencantumkan hal-hal sebagai berikut

1. Nama pembuat atau merek dagang.
2. Keterangan tentang daya, tegangan atau arus pengenal.
3. Tanda pengenal standar yang digunakan, seperti Standar Nasional Indonesia (SNI) atau Standar Perusahaan Listrik Negara (SPLN).

#### 2.4.1 Penghantar<sup>6</sup>

Kabel penghantar merupakan komponen utama instalasi listrik dimana yang berguna untuk mengalirkan tenaga listrik yang akan digunakan pada peralatan listrik. Jenis kabel disesuaikan dengan tempat pemasangan instalasi,

---

<sup>6</sup> Prih Sumardjati, dkk., *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 1*, (Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008), Hal.49-51, [http://upload.unpad.ac.id/bse/Kurikulum\\_2006/12\\_SMK/TK%20jilid%203.pdf](http://upload.unpad.ac.id/bse/Kurikulum_2006/12_SMK/TK%20jilid%203.pdf)



sedangkan ukuran kabel disesuaikan dengan jenis dan dasar beban yang ada pada instalasi tersebut.

### 1. Jenis Penghantar

Penghantar pada instalasi listrik dapat berupa kabel ataupun kawat penghantar. Kabel adalah penghantar yang dilindungi dengan isolasi dan keseluruhan inti dilengkapi dengan selubung pelindung bersama, contohnya adalah kabel NYA, NYAF, NYM, NYY, NYFGbY, dan sebagainya. Sedangkan kawat penghantar adalah penghantar yang tidak diberi isolasi contohnya adalah BC (*Bare Conductor*), penghantar berlubang (*Hollow Conductor*), ACSR (*Alluminium Conductor Steel Reinforced*).

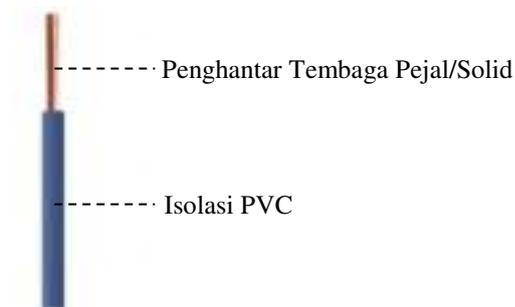
### 2. Jenis Kabel

#### a. Kabel NYA

Kabel NYA merupakan kabel tembaga berinti tunggal, berlapis bahan isolasi PVC, berbentuk kawat pejal atau solid, dan seringkali untuk instalasi kabel udara. Kabel ini juga untuk instalasi non domestik dan sistem tenaga. Dalam instalasi non domestik digunakan ukuran 1,5 mm<sup>2</sup>; 2,5 mm<sup>2</sup>; 4 mm<sup>2</sup>; dan 6 mm<sup>2</sup>. Kode warna isolasi ada warna merah, kuning, hitam, coklat, abu-abu dan biru. Lapisan isolasinya hanya 1 lapis sehingga mudah cacat, tidak tahan air (NYA adalah tipe kabel udara) dan mudah terkelupas. Agar aman memakai tipe kabel ini, kabel harus dipasang dalam pipa/conduit jenis PVC atau saluran tertutup.

Pemakaian jenis kabel NYA diberlakukan ketentuan sebagai berikut:

- Untuk pemasangan tetap dalam jangkauan tangan, kabel NYA harus dilindungi dengan pipa instalasi;
- Tidak dianjurkan pasang langsung pada plesteran (*cor-coran*), kayu dan tidak dianjurkan ditanam langsung, tetapi harus dipasang didalam pipa PVC;
- Tidak boleh dipasang di ruangan yang lembab atau basah, di ruang terbuka di tempat kerja dan gudang yang memiliki resiko bahaya kebakaran.

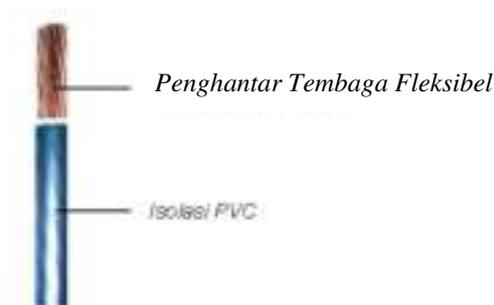


**Gambar 2.1** Kabel NYA

Sumber Gambar: <https://www.s-gala.com/blog-post/jenis-kabel-listrik>

b. Kabel NYAF

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



**Gambar 2.2** Kabel NYAF

Sumber Gambar: [www.pengadaan.web.id/2020/03/jenis-kabel-instalasi.html](http://www.pengadaan.web.id/2020/03/jenis-kabel-instalasi.html)

c. Kabel NYM

Digunakan untuk kabel instalasi listrik rumah atau gedung dan sistem tenaga. Kabel ini memiliki inti tembaga lebih dari 1 ada yang berinti 2,3 atau 4, berbentuk kawat pejal atau solid, memiliki isolasi dua lapis yaitu

isolasi PVC (biasanya warna putih atau abu-abu) dan selubung karet, sehingga tingkat keamanannya lebih baik dari kabel NYA, serta harganya lebih mahal dari NYA.

Keuntungan dari kabel NYM adalah lapisan isolasinya yang dapat menahan panas dan juga aman dalam jangka waktu yang lama. Kabel NYM juga dapat bertahan di ruangan yang lembab, tahan terhadap pengaruh asam, gas, uap, dan mudah dibengkokkan.

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

- 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;
- 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;
- Tidak boleh ditanam untuk pemasangan jenis kabel NYM.



**Gambar 2.3** Kabel NYM

Sumber Gambar: <http://kabelnymindonesia.blogspot.com/2017/05/kabel-nym.html>

#### d. Kabel NYY

Warna khas kabel ini adalah hitam dengan isolasi PVC ganda yang lebih kuat dari kabel NYM, berinti 2,3 atau 4, merupakan jenis penghantar tembaga dengan konstruksi yang terdiri dari beberapa urat kawat yang berlilit (*stranded*). Kabel NYY merupakan jenis kabel *thermoplastic* atau

kabel yang dapat dipasang dalam tanah yang biasa digunakan pada sistem tenaga pada industri-industri dan gedung. Untuk perlindungan jika ditanamkan dalam tanah dapat diberikan pipa PVC atau pipa besi, pasir dan bebatuan di atasnya. Kabel NYY memiliki jenis isolasi yang terbuat dari bahan yang tidak disukai tikus. Pemakaian kabel NYY adalah sebagai kabel tenaga instalasi industri di dalam gedung ataupun di alam bebas, di saluran kabel dan di dalam peralatan hubung bagi (PHB).



**Gambar 2.4** Kabel NYY

Sumber Gambar: [www.bloganton.web.id/2014/02/kabel-nyy-komponen-instalasi-listrik.html](http://www.bloganton.web.id/2014/02/kabel-nyy-komponen-instalasi-listrik.html)

e. Kabel NYFGbY

Kabel NYFGbY ini digunakan untuk instalasi bawah tanah, di dalam ruangan, di dalam saluran-saluran, dan pada tempat-tempat terbuka dimana perlindungan terhadap gangguan mekanis dibutuhkan, atau untuk tekanan rentangan yang tinggi selama dipasang dan dioperasikan.



**Gambar 2.5** Kabel NYFGbY

Sumber Gambar: [www.bloganton.web.id/2021/10/mengenal-jenis-kabel-nyfgby.html](http://www.bloganton.web.id/2021/10/mengenal-jenis-kabel-nyfgby.html)

### 3. Ketentuan Penggunaan Warna Kabel

Selain menentukan jenis kabel dan menghitung KHA kabel, penggunaan warna kabel juga memiliki ketentuan sesuai dengan standar yang telah dibuat dengan tujuan untuk pengertian dan kode pemasangan instalasi.

Berdasarkan PUIL 2011 standar penggunaan warna kabel yang wajib untuk semua instalasi permanen maupun sementara dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.1 Standar Identifikasi Warna Kabel menurut PUIL 2000 dan PUIL 2011

Penghantar	PUIL 2000	PUIL 2011
Fasa 1 (L1/R)		
Fasa 2 (L2/S)		
Fasa 3 (L3/T)		
Netral (N)		
Pembumian (PE)		

Berikut adalah nomor referensi pada PUIL 2011 yang menjadi acuan dalam mengidentifikasi warna kabel yang sesuai standar, yaitu 5210.1 MOD; 5210.2 MOD; 5210.3 MOD.

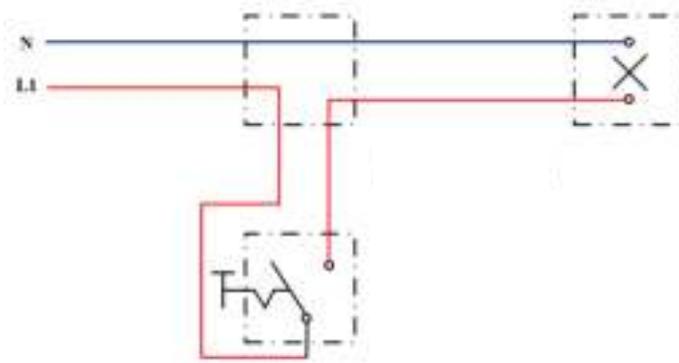
#### 2.4.2 Sakelar

Sakelar adalah peralatan listrik yang berfungsi sebagai penghubung dan pemutus rangkaian listrik.

- Sakelar Tunggal<sup>9</sup>

Sakelar tunggal digunakan untuk pengoperasian penerangan satu arah. Pada sakelar ini terdapat dua titik kontak yang menghubungkan hantaran fasa dengan lampu atau alat yang lain.

<sup>9</sup> Ashar Arifin, *Diagram Satu Garis dan Pengawatan Saklar Tunggal*, ([www.carailmu.com/2020/04/diagram-satu-garis-dan-pengawatan.html](http://www.carailmu.com/2020/04/diagram-satu-garis-dan-pengawatan.html), diakses pada tanggal 13 September 2023, pukul 09.00)

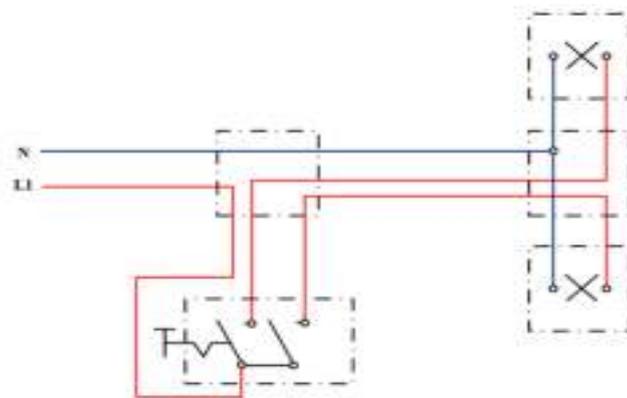


**Gambar 2.6** Diagram Pengawatan Sakelar Tunggal

Sumber Gambar: [www.carailmu.com](http://www.carailmu.com)

- Sakelar Seri<sup>10</sup>

Sakelar seri atau sakelar ganda adalah suatu saklar yang digunakan untuk mengoperasikan penerangan dua arah. Hal tersebut dikarenakan sakelar seri ini dapat mengendalikan dua buah lampu pada ruangan yang berbeda baik dihubungkan dan diputuskan secara bersamaan atau secara bergantian.



**Gambar 2.7** Diagram Pengawatan Sakelar Seri

Sumber Gambar: [www.carailmu.com](http://www.carailmu.com)

Dalam pemasangan sakelar letak sakelar harus minimal 150 cm dari atas permukaan lantai dan dapat dilayani secara aman serta mudah terjangkau oleh tangan tanpa harus memerlukan alat bantu.

<sup>10</sup> Ashar Arifin, *Diagram Satu Garis dan Pengawatan Saklar Seri*, ([www.carailmu.com/2020/04/diagram-satu-garis-dan-diagram.html](http://www.carailmu.com/2020/04/diagram-satu-garis-dan-diagram.html), diakses pada tanggal 13 September 2023 pukul 09.10)

Setiap sakelar yang melayani sirkuit utama atau sirkuit cabang harus mempunyai arus nominal tidak kurang dari kebutuhan arus maksimum dari bagian instalasi yang melayani sirkuit yang bersangkutan. Di samping itu arus nominal sakelar masuk harus memenuhi syarat :

- a. Tidak kurang dari 10 A;
- b. Tidak kurang dari kebutuhan arus maksimum dari sirkuit akhir yang terbesar yang dilayani oleh sakelar masuk itu.

### 2.4.3 Pengaman Peralatan dan Instalasi Listrik<sup>8</sup>

Peralatan listrik perlu dilindungi dari keadaan terjadinya gangguan pada sistem tersebut. Untuk ini dilakukan pada saat gangguan itu terjadi maka akan timbul panas baik sistem yang terganggu maupun peralatannya. Ketika gangguan terjadi, maka arus akan melonjak naik. Energi listrik dalam hal ini panas yang ditimbulkan pada suatu kondisi gangguan akan naik sebanding dengan kuadrat kenaikan arusnya. Sehingga sebaik apapun perlindungan yang diberikan terhadap peralatan dan instalasi listrik, mereka memiliki batas kemampuan untuk menahan panas yang dibebankan. Untuk itulah perlindungan dengan memberikan isolasi ataupun menempatkan peralatan listrik yang mudah terjangkau, diperlukan pengaman lain yang akan bekerja pada saat terjadinya kenaikan arus akibat dari gangguan.

Gangguan pada instalasi listrik dapat dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu :

- a. Hubung singkat, terjadinya hubungan penghantar bertegangan dengan penghantar tidak bertegangan secara langsung dan tidak melalui beban, sehingga terjadi aliran arus yang tidak normal;
- b. Beban lebih, kelebihan beban *actual* yang melebihi beban penuhnya;
- c. Arus lebih, arus dengan nilai yang melebihi nilai pengenal tertingginya;
- d. Arus bocor, arus yang mengalir melalui isolasi atau *body* pada bagian peralatan listrik.

---

<sup>8</sup> Nurul Miftahul, *Perencanaan Rancang Bangun Instalasi Listrik di Bangunan Masjid Politeknik Negeri Sriwijaya*, (Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya, 2022), Hal.24-27, <http://eprintspolsri.ac.id/id/eprint/13473>



Macam-macam pengaman peralatan dan instalasi listrik yang dipakai pada instalasi penerangan di Lantai Dasar Gedung Laboratorium dan Bengkel E2 Kampus Teaching Industry Politeknik Negeri Sriwijaya adalah sebagai berikut.

### 1. MCB (*Miniature Circuit Breaker*)

*Miniature Circuit Breaker* (MCB) merupakan jenis pengaman peralatan dan instalasi listrik yang memiliki dua jenis pengaman yaitu:

1. Pengaman *thermis* berfungsi untuk mengamankan arus beban lebih. Prinsip kerjanya berdasarkan pada pemuaian atau pemutusan dua jenis logam yang koefisien jenisnya berbeda. Kedua jenis logam tersebut dilas jadi satu keping (bimetal) dan dihubungkan dengan kawat arus. Jika arus yang melalui bimetal tersebut melebihi arus nominal yang diperkenankan maka bimetal tersebut akan melengkung dan memutuskan aliran listrik.
2. Pengaman *elektromagnetis* berfungsi untuk mengamankan jika terjadi hubung singkat. Prinsip kerjanya adalah memanfaatkan arus hubung singkat yang cukup besar untuk menarik sakelar mekanik dengan prinsip induksi elektromagnetis. Semakin besar arus hubung singkat, maka semakin besar gaya yang menggerakkan saklar tersebut sehingga lebih cepat memutuskan rangkaian listrik dan gagang operasi akan kembali ke posisi off. Busur api yang terjadi masuk ke dalam ruangan yang berbentuk pelat-pelat, tempat busur api dipisahkan, didinginkan dan dipadamkan dengan cepat.

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.



**Gambar 2.8** Konstruksi MCB

Sumber Gambar: [www.plcdroid.com/2018/03/mcb-circuit-breaker.html](http://www.plcdroid.com/2018/03/mcb-circuit-breaker.html)

Keterangan Gambar :

1. Tuas Operasi Strip
2. Aktuator Mekanis
3. Kontak Bergerak
4. Terminal Bawah
5. Bimetal
6. Sekrup Kalibrasi
7. Kumpanan Magnetis
8. Ruang Busur Api

## 2. MCCB (*Moulded Case Circuit Breaker*)



**Gambar 2.9** Bentuk Fisik MCCB

Sumber Gambar: [www.indiamart.com](http://www.indiamart.com)

Peralatan pengaman ini pada dasarnya fungsi dan prinsip kerjanya hampir sama dengan MCB, yang membedakannya adalah rating arus dan *breaking*

*capacity* MCCB lebih besar dari pada MCB. Oleh karena itu pada umumnya MCCB dijadikan sebagai pengaman utama dari MCB dan sebagai peralatan pengaman untuk peralatan yang memiliki daya yang besar terutama pada industri. Pada jenis tertentu, pengaman ini mempunyai kemampuan pemutusan yang dapat diatur sesuai yang diinginkan.

#### 2.4.4 PHB (Papan Hubung Bagi) / Panel Distribusi

Syarat-syarat PHB menurut PUIL 2000 :

1. PHB untuk pemasangan diluar harus dipasang ditempat yang cukup tinggi sehingga tidak akan terendam pada saat banjir;
2. Penyambungan saluran masuk dan saluran keluar pada PHB harus menggunakan terminal, sehingga penyambungannya dengan komponen dapat dilakukan dengan mudah, teratur dan aman;
3. Instrumen ukur dan indikator yang dipasang pada PHB harus terlihat jelas dan harus ada petunjuk tentang besaran apa yang dapat diukur dan gejala apa yang ditunjukkan;
4. PHB harus ditata dan dipasang sedemikian rupa sehingga rapi dan teratur, sehingga ketika pemeliharaan dan pelayanannya mudah, aman dan mudah dicapai tanpa memerlukan bantuan seperti tangga.

#### 2.4.5 Lampu Penerangan<sup>2</sup>

Lampu adalah sebuah perangkat yang menghasilkan cahaya. Lampu memiliki beberapa bentuk dan jenis. Lampu yang digunakan dalam perencanaan ini, yaitu :

##### Lampu LED (Light Emitting Diode)



**Gambar 2.10** Lampu LED

Sumber Gambar : [www.tokopedia.com](http://www.tokopedia.com)

<sup>2</sup> Trevor Linsley, *Instalasi Listrik Tingkat Lanjut* (Jakarta : Erlangga, 2004), Hal.177-178



Lampu LED adalah produk diode pancaran cahaya (LED) yang disusun menjadi sebuah lampu. Lampu LED memiliki usia pakai dan efisiensi listrik beberapa kali lipat lebih baik daripada lampu pijar dan tetap jauh lebih efisien daripada lampu neon. Lampu LED hanya butuh energi sebesar 10% dari energi yang dibutuhkan lampu pijar. Perkembangan teknologi lampu yang pesat telah mengantar penciptaan jenis lampu baru, yaitu LED (Light Emitting Diode). Lampu LED memiliki usia yang sangat panjang, dengan konsumsi daya listrik yang sangat kecil.

### 2.5 Perhitungan Penerangan<sup>3</sup>

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. Sistem penerangan memiliki beberapa konsep dan satuan penerangan yang digunakan, yaitu:

#### 2.5.1 Intensitas Cahaya dan Fluksi Cahaya

Intensitas cahaya adalah fluks cahaya per satuan sudut ruang yang dipancarkan ke suatu arah tertentu. Intensitas cahaya dinyatakan dalam satuan Candela (cd). Fluksi cahaya adalah sumber cahaya yang memancarkan sinar ke segala arah yang berbentuk garis-garis. Satuan yang dipakai adalah lumen dengan lambang  $\Phi$ . Secara sistematika dapat diuraikan sebagai berikut.

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

- $I$  = Intensitas cahaya (candela)
- $\Phi$  = Fluksi cahaya (lumen)
- $\omega$  = Sudut ruang (steradian)

<sup>3</sup> Muhaimin, *Teknologi Pencahayaan*, (Bandung : PT. Refika Aditama , 2001), Hal.1–13



### 2.5.2 Kuat Penerangan/Illuminasi (E)

Intensitas/Kuat penerangan adalah fluks cahaya yang jatuh pada 1 m<sup>2</sup> dari bidang itu (1 lux = 1 lm/m<sup>2</sup>). Sedangkan kuat penerangan rata-rata (E rata-rata) adalah jumlah fluks Φ yang dipancarkan (lumen) persatuan luas (m<sup>2</sup>).

$$E = \frac{\Phi}{A} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

E = Kuat penerangan (lux)

Φ = Flux cahaya (lumen)

A = Satuan luas (m<sup>2</sup>)

### 2.5.3 Kepadatan Cahaya/Luminansi (L)

Luminansi adalah suatu ukuran untuk terang suatu benda. Luminansi suatu sumber cahaya atau suatu permukaan yang memantulkan cahaya adalah intensitas cahayanya dibagi dengan luas semu permukaan/ bidang yang diterangi.

$$L = \frac{I}{A} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

L = Luminansi (cd/m<sup>2</sup>)

I = Intensitas cahaya (candela)

A = Satuan luas (m<sup>2</sup>)

Luas semua permukaan adalah luas proyeksi sumber cahaya pada suatu bidang rata yang tegak lurus pada arah pandang, jadi bukan luas permukaan seluruhnya. Untuk sebuah armatur berbentuk bola, luas semu permukaannya sama dengan luas lingkaran besar bola itu.

Untuk mendapatkan pencahayaan yang baik maka dalam merencanakan instalasi pencahayaan ada 5 kriteria yang perlu diperhatikan kelima kriteria tersebut adalah :

1. Illuminasi / tingkat kuat penerangan.
2. Luminansi / distribusi kepadatan cahaya.
3. Pembatasan agar cahaya tidak menyilaukan mata.



4. Arah pencahayaan dan pembentukan bayangannya.
5. Warna cahaya dan refleksi warnanya.

Selain tergantung pada konstruksi sumber cahaya itu sendiri, penyebaran cahaya dari sumber cahaya juga tergantung pada konstruksi armaturnya. Hal-hal yang menentukan konstruksi armatur adalah :

- Cara pemasangan armatur (pada dinding atau plafon)
- Cara pemasangan fitting atau fitting-fitting dalam armature.
- Perlindungan sumber cahaya.
- Penyebaran cahaya.

Intensitas penerangan harus ditentukan berdasarkan tempat dimana pekerjaan dilakukan. Bidang kerja umumnya 0,8 m di atas lantai.

## 2.6 Penentuan Jumlah dan Kekuatan Lampu<sup>4</sup>

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 berbeda-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, tiaptiap 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.

---

<sup>4</sup> Van Harten dan E.Setiawan, *Instalasi Listrik Arus Kuat II*, (Bandung : Bina Cipta, 1985), Hal.37 – 42

Tabel 2.2 Tingkat Pencahayaan Minimum yang direkomendasikan<sup>7</sup>

Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan minimum (lux)
<b>Perkantoran</b>	
Ruang resepsionis	300
Ruang direktur	350
Ruang kerja	350
Ruang komputer	150
Ruang rapat	300
Ruang gambar	750
Gudang arsip	150
Ruang arsip aktif	350
Ruang tangga darurat	100
Ruang parkir	100
<b>Lembaga Pendidikan</b>	
Ruang kelas	350
Ruang baca perpustakaan	350
Laboratorium	500
Ruang praktek komputer	500
Ruang laboratorium bahasa	300
Ruang guru	300
Ruang olahraga	300
Ruang gambar	750
Ruang Auditorium (exhibition)	300
Lobby	100
Tangga	100
Kantin	200
<b>Restaurant</b>	
Restaurant cepat saji	250
<i>Fine Dining</i>	30
Cafeteria	150
<i>Coffee shop</i>	100
<i>Lounge</i>	100
Kasir	300
Ruang pembersih	100
Dapur	250
Toilet	200
<b>Hotel</b>	
Ruang Resepsionis	200
Lobi	200
Ruang serbaguna	250

<sup>7</sup> Badan Standar Nasional, *SNI 6197:2020 Konservasi energi pada sistem pencahayaan*, (Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2011), Hal.5-7, <https://spada.uns.ac.id/pluginfile.php/822446>

Ruang rapat	250
Ruang makan	250
Kafetaria	200
Kamar tidur	150
Koridor	100
Dapur	300
<b>Industri</b>	
Gudang	100
Pekerjaan kasar	200
Pekerjaan menengah	500
Pekerjaan halus	1000
Pekerjaan amat halus	2000
Pemeriksaan warna	750

Berikut beberapa hal yang harus diperhitungkan:

### 1. Faktor-faktor Refleksi

Faktor refleksi dinding ( $r_w$ ) dan faktor refleksi langit-langit ( $r_p$ ) masing-masing menyatakan bagian yang dipantulkan dari fluks cahaya yang diterima oleh dinding dan langit-langit yang 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 untuk  $r_m$  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 daripada pengaruhnya pada sistem-sistem penerangan lainnya. Sebab cahaya jatuh di langit-langit dan dinding hanya sebagian kecil saja dari flux cahaya.

Tabel 2.3 Efisiensi armatur penerangan langsung untuk keadaan baru

Armatur penerangan langsung	V	Efisiensi penerangan untuk keadaan baru										Faktor depresiasi untuk masa pemeliharaan		
		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1 tahun	2 tahun	3 tahun
Tiis 15	0,5	0,28	0,25	0,19	0,27	0,23	0,19	0,27	0,23	0,19				
TCS 15	0,6	0,35	0,29	0,24	0,32	0,28	0,24	0,32	0,27	0,24				
4 x TL 40 W	0,8	0,42	0,36	0,33	0,41	0,36	0,32	0,40	0,36	0,32	0,65	0,60	0,70	
Kali lamel	1	0,48	0,43	0,40	0,47	0,43	0,39	0,46	0,42	0,39				
	1,2	0,52	0,48	0,44	0,51	0,47	0,44	0,50	0,46	0,43				
	1,5	0,56	0,52	0,49	0,55	0,52	0,49	0,54	0,51	0,48	0,60	0,70	0,65	
	0	2	0,61	0,58	0,55	0,60	0,57	0,54	0,59	0,56				
	↑ 2,5	0,64	0,61	0,58	0,63	0,60	0,58	0,62	0,59	0,57				
	72	3	0,66	0,64	0,61	0,66	0,63	0,61	0,64	0,62	0,60	X	X	X
	↑ 4	0,69	0,67	0,65	0,68	0,66	0,64	0,66	0,65	0,63				
	72	5	0,71	0,69	0,67	0,69	0,68	0,66	0,68	0,68				



**2. Indeks Ruangan**

Indeks ruangan atau indeks bentuk merupakan perbandingan antara ukuran-ukuran utama suatu ruangan berbentuk bujur sangkar dirumuskan dengan persamaan berikut.

$$k = \frac{p \times l}{h(p+l)} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

*p* = panjang ruangan (meter)

*l* = lebar ruangan (meter)

*h* = jarak/tinggi armatur terhadap bidang kerja (meter)

**3. Efisiensi Penerangan**

$$\eta = \eta_1 \frac{k \times k_1}{k_2 - k_1} (\eta_2 - \eta_1) \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan:

$\eta$  = efisiensi penerangan

*k* = indeks ruangan (m<sup>2</sup>)

**4. Fluks Cahaya yang dibutuhkan**

$$\Phi_0 = \frac{E \times A}{\eta} \text{ untuk keadaan baru} \dots\dots\dots (2.6)$$

atau

$$\Phi_0 = \frac{E \times A}{\eta \times d} \text{ untuk keadaan dipakai} \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan:

$\Phi_0$  = Fluks Cahaya yang dibutuhkan (lumen)

*E* = Kuat Penerangan (lux)

*A* = Luas Ruangan (m<sup>2</sup>)



$\eta$  = Efisiensi penerangan

$d$  = Faktor depresiasi (jika instalasi dalam keadaan dipakai  $d = 0,8$ )

### 5. Jumlah lampu atau armatur ( $n$ )

Jumlah lampu atau armatur yang dibutuhkan dapat ditentukan pada persamaan berikut:

$$n = \frac{\Phi_0}{\Phi_{lampu}} = \frac{E \times A}{\Phi_{lampu} \times \eta \times d} \dots\dots\dots (2.8)$$

atau

$$n = \frac{\Phi_0}{\Phi_{armatur}} = \frac{E \times A}{\Phi_{armatur} \times \eta \times d} \dots\dots\dots (2.9)$$

### 2.7 Armatur<sup>5</sup>

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 :

1. Distribusi intensitas cahaya;
2. Efisiensi cahaya;
3. Koefisien penggunaan;
4. Perlindungan terhadap kejutan listrik;
5. Ketahanan terhadap masuknya air dan debu;
6. Ketahanan terhadap timbulnya ledakan dan kebakaran;
7. Kebisingan yang ditimbulkan.

---

<sup>5</sup> Hari Putranto, Slamet Wibawanto, dan Dio Alif Pradana, *Modul Perencanaan Pencahayaan Instalasi Penerangan Listrik*, (Malang : Ahlimedia Press, 2021), Hal. 9-12

### 2.7.1 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 setengah 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. Untuk keperluan itu lampu umumnya digantung.

Sumber cahaya digantungkan atau dipasang setidak-tidaknya 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.

#### 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

Penerangan setengah tak langsung digunakan pada ruangan yang memerlukan modeling shadow. Penggunaan penerangan setengah tak langsung pada : toko buku, ruang baca, ruang tamu.

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.

d. Penerangan Setengah Langsung

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

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. 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.