

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Instalasi Listrik¹

Instalasi listrik adalah saluran listrik beserta komponen maupun peralatan yang terpasang baik di dalam maupun di luar bangunan untuk meyalurkan listrik. Komponen pada instalasi listrik antara lain sekering, saklar, kotak kontak, kotak sambung, fitting, dan sebagainya.

2.2 Prinsip Dasar Instalasi Listrik

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

Sistem instalasi listrik dapat dinyatakan aman bagi makhluk hidup, harta benda maupun pada sistem instalasi listrik itu sendiri, bila dilengkapi dengan sistem proteksi yang sesuai dan mempunyai keandalan yang tinggi dalam merespon gangguan yang terjadi baik secara langsung maupun tidak langsung.

2. Keandalan

Suatu sistem instalasi listrik dinyatakan andal jika operasi sistem kelistrikan dapat bekerja selama mungkin dan dapat diatasi dengan cepat jika terjadi gangguan.

3. Kemudahan

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

¹Muhaimin, *Instalasi Listrik I*, Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik, Bandung, 1995, hal.17

4. Ketersediaan

Suatu sistem instalasi listrik dinyatakan mempunyai ketersediaan apabila :

- Adanya cadangan peralatan listrik sebagai alat pengganti jika terjadi kerusakan pada peralatan yang dalam kondisi operasi, baik yang telah tersedia dilapangan umum maupun yang dengan mudah didapat dipasaran;
- Adanya cadangan tempat atau ruang yang diperlukan untuk menempatkan peralatan tambahan, karena adanya pengembangan ataupun perluasan sistem;
- Adanya cadangan daya pada sistem instalasi yang dapat langsung digunakan tanpa harus mengganti ataupun menambah kabel pada sistem instalasi.

5. Pengaruh Lingkungan

Perencanaan sistem instalasi listrik harus mempertimbangkan dampak yang terjadi pada lingkungan sekitar dimana sistem instalasi dipasang, yang meliputi :

- Pengaruh lingkungan terhadap peralatan;
- Pengaruh peralatan terhadap 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.

6. Ekonomis

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

- Pemeliharaan dan perluasan sistem;
- Pemakaian/penggantian peralatan;
- Pengoperasian sistem.

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

7. Keindahan

Suatu hal yang penting pada sistem instalasi listrik adalah keindahan dan kerapian, yang meliputi :

- Kerapian dalam pemasangan dan pengawatan;
- Keserasian dalam penggunaan/pemilihan peralatan;
- Keserasian dan keindahan tata letak dan kenyamanan ruang operasi.

Kerapian dalam pemasangan dan pengawatan akan menimbulkan kemudahan dan kejernihan pikiran dalam melaksanakan perawatan dan perbaikan sistem instalasi.

Keserasian dalam pemilihan dan penggunaan/pemilihan peralatan yang disesuaikan dengan ukuran, bentuk dan warna yang sedemikian rupa, sehingga menimbulkan pemandangan yang indah dan nyaman.

Keserasian dan keindahan tata letak akan menimbulkan mosaik yang memberikan kenyamanan serta menghindari kebosanan bagi pelaksana operasi pada ruang dimana suatu kendali sistem kontrol dipasang.

2.3 Ketentuan Umum Perancangan Instalasi Listrik

Pemasangan instalasi listrik terikat pada peraturan-peraturan. Tujuan peraturan-peraturan ini adalah :

- a. Pengamanan manusia dan barang;
- b. Penyediaan tenaga listrik yang aman dan efisien;

Dapat diperkirakan bahwa kebanyakan orang tidak ahli di bidang listrik. Supaya listrik dapat digunakan dengan seaman mungkin, maka syarat-syarat yang ditentukan dalam peraturan sangat ketat.

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.

2.4.1 Penghantar

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, 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, NYY, NYFGbY, dan sebagainya.

2. Jenis Kabel

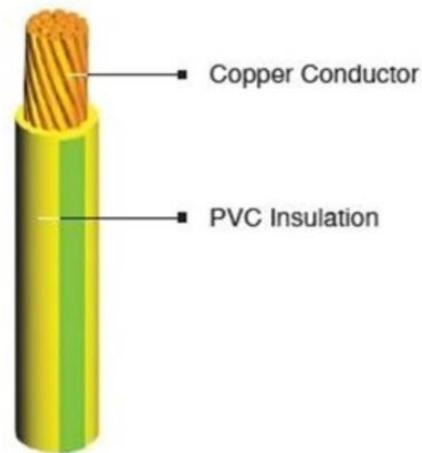
a. Kabel NYA

Kabel NYA merupakan kabel tembaga berinti tunggal, berlapis bahan isolasi PVC, berbentuk kawat pejal atau solid, dan seringnya untuk instalasi kabel udara. Kabel ini juga untuk instalasi non domestik dan sistem tenaga. Dalam instalasi non domestik digunakan ukuran 1,5 mm²; 2,5mm²; 4 mm²; dan 6 mm². 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. Sehingga tidak mudah menjadi sasaran gigitan hewan pengerat, seperti tikus dan jika ada isolasi yang terkelupas tidak tersentuh langsung oleh orang.

Menurut buku PUIL 2000 (pasal 7.8.4.1) isolator rol harus dipasang sedemikian rupa untuk jenis kabel NYA dengan jarak pendek untuk penghantar ke yang lainnya dan juga sebagai *spare* adalah ± 3 cm. Jarak titik tumpunya tidak boleh lebih dari 1 meter.

Pemakaian jenis kabel NYA diberlakukan ketentuan sebagai berikut:

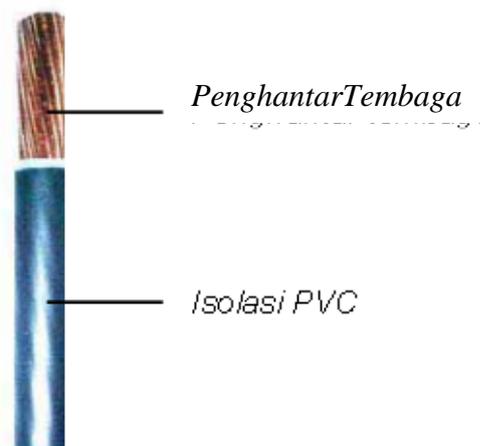
- Untuk pemasangan tetap dalam jangkauan tangan, kabel NYA harus dilindungi dengan pipa instalasi;
- Tidak dianjurkan pasang langsung pada plesteran (*cor-coran*), kayu dan tidak dianjurkan ditanam langsung, tetapi harus dipasang didalam pipa PVC;
- Tidak boleh dipasang di ruangan yang lembab atau basah,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



Gambar 2.1 Kabel NYA

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

c. 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 2.3 Kabel NYY

d. 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 2.4 Kabel NYFGbY

2. Ketentuan Umum Penggunaan Warna Kabel²

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

Tabel 2.1 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) | ● | ● |

²Meiwa Barena, *Evaluasi Instalasi Listrik Di Laboratorium Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya*, Politeknik Negeri Sriwijaya Jurusan Teknik Elektro, Palembang, 2022, hal.19

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

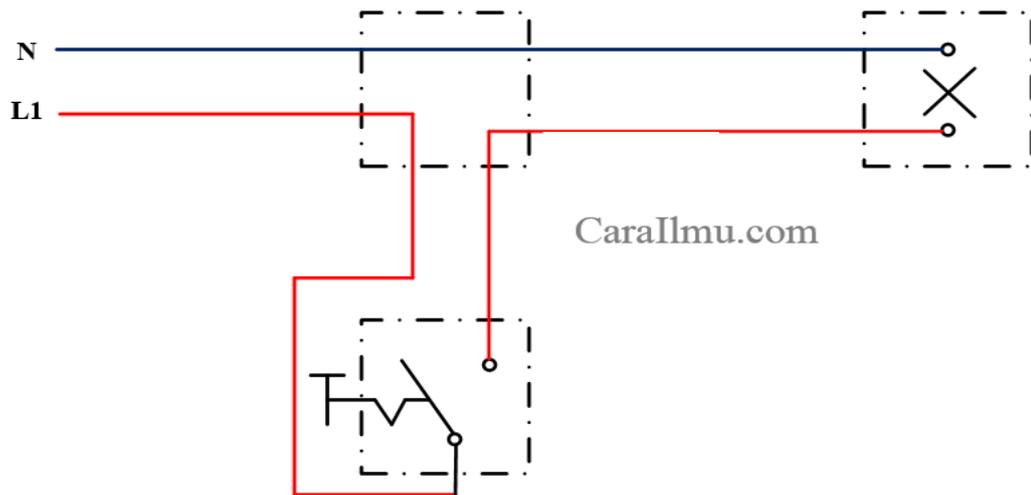
Sakelar adalah peralatan listrik yang berfungsi sebagai penghubung dan pemutus rangkaian listrik.

1. Jenis-jenis Sakelar

Adapun jenis-jenis sakelar berdasarkan karakteristiknya masing-masing antara lain :

- a. Jenis Saklar berdasarkan Tempat dan Pemasangannya
 - Sakelar *In-Bow* : sakelar yang ditanam didalam tembok;
 - Sakelar *Out-Bow* : sakelar yang dipasang pada permukaan tembok.
- b. Jenis Saklar berdasarkan Unitnya
 - Sakelar Tunggal

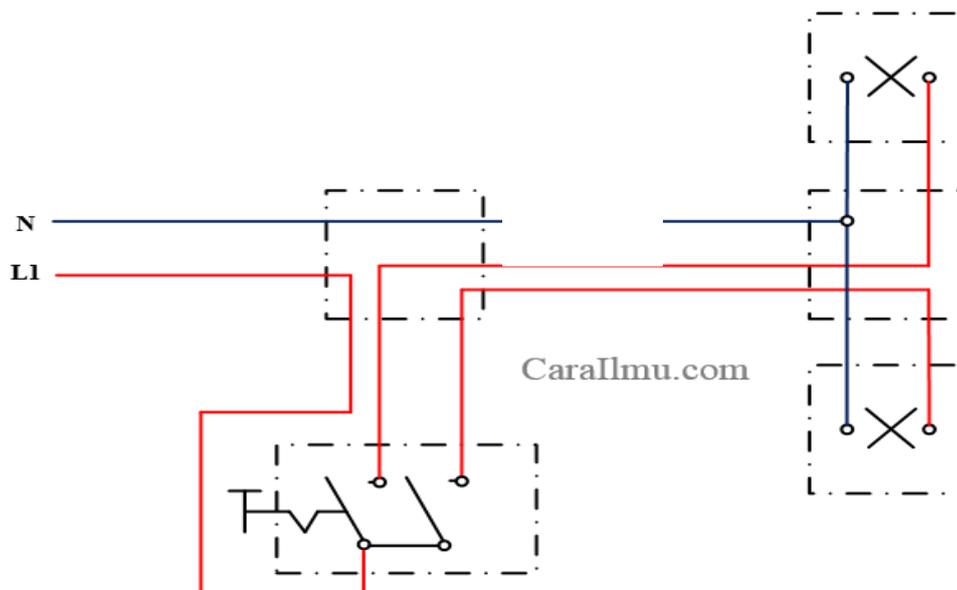
Sakelar tunggal digunakan untuk pengoperasian penerangan satu arah. Pada sakelar ini terdapat dua titik kontak yang menghubungkan hantaran fasa dengan lampu atau alat yang lain.



Gambar 2.5 Diagram Pengawatan Sakelar Tunggal

- Sakelar Seri

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. 6 Diagram Pengawatan Sakelar Seri

2. Ketentuan Umum Pemasangan Sakelar

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.

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 Stop Kontak

Stop kontak atau kotak kontak merupakan komponen pemberi arus yang digunakan untuk menghubungkan saluran ke bagian instalasi. Berdasarkan fasanya stop kontak terbagi atas 1 fasa dan 3 fasa. Pada stop kontak 1 fasa terdapat 3 hantaran, yaitu fasa, netral dan PE. Sedangkan untuk stop kontak 3 fasa terdapat 5 hantaran yaitu fasa R/L1, fasa S/L2, fasa T/L3, netral, dan PE.

Dalam ketentuan PUIL 2011 terdapat beberapa ketentuan umum pemasangan dan penggunaan stop kontak, yaitu sebagai berikut:

- a. Dianjurkan dalam satu rangkaian instalasi hanya digunakan 1 macam stop kontak saja;
- b. Jika pada satu rangkaian instalasi terdapat lebih dari 1 macam stop kontak, hendaknya menggunakan kontak tusuk atau steker yang konstruksinya berbeda;
- c. Stop kontak yang dipasang di dinding tingginya harus dipasang dengan ketinggian sekurang-kurangnya 125 cm atau 30 cm di atas lantai;

- d. Stop kontak yang dipasang pada lantai harus tertutup dalam kotak lantai khusus dan di tutup sejajar dengan lantai;
- e. Untuk stop kontak 1 fasa, baik yang berkutub dua maupun tiga harus dipasang di sebelah kiri atau di sebelah atas terminal stop kontak;
- f. Kemampuan stop kontak dengan arus pengenal tertentu, tidak boleh dimasuki tusuk kontak dengan arus pengenal yang lebih besar, kecuali bagi kotak kontak atau tusuk kontak dengan arus pengenal setinggi-tingginya 16 A.

Berikut adalah nomor referensi pada PUIL 2011 yang menjadi acuan dalam pemasangan dan penggunaan stop kontak, yaitu 510.4.4; 510.4.1.4; 510.4.2.4; dan 134.1.10.6 MOD (2.5.2.6).

2.4.4 Pipa Instalasi Listrik

Ditinjau dari bahannya, pipa dapat digolongkan menjadi 2 jenis yaitu pipa logam dan pipa bukan logam. Yang termasuk pipa logam adalah pipa baja, pipa aluminium, dan pipa baja lentur. Sedangkan pipa bukan logam antara lain pipa PVC, pipa polietelin, dan pipa yang terbuat dari serat.

Dalam pemasangan instalasi listrik pada gedung ini menggunakan pipa conduit PVC. Pemasangan sistem conduit ini memiliki beberapa ketentuan berdasarkan aturan PUIL 2011, yaitu sebagai berikut:

1. Pemasangan conduit harus dipasang sedemikian rupa sehingga penghantar dapat ditarik dengan mudah setelah conduit dipasang dengan kelengkapannya, serta penghantar dapat diganti dengan mudah tanpa dibongkar sistemnya;
2. Conduit harus dipasang tegak lurus atau mendatar;
3. Kelengkapan conduit seperti kotak tarik, kotak periksa, siku bengkok, siku-siku, dan siku T harus dipasang sedemikian sehingga penarikan kembali penghantar atau penambahan penghantar;
4. Jarak antara tempat pemasangan penopang atau klem tidak dibolehkan lebih dari 1 meter;

5. Pemasangan conduit pada bangunan yang telah diplester dapat dilakukan asalkan setelah conduit ditanam bagian yang rusak harus diplester ulang.

2.4.5 Pengaman Peralatan dan Instalasi Listrik

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. 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 atau penghantar bertegangan atau penghantar tidak bertegangan secara langsung tidak melalui beban, sehingga terjadi aliran arus yang tidak normal;
- b. Beban lebih, kelebihan beban *actual* yang melebihi beban penuhnya;

Macam-macam pengaman peralatan dan instalasi listrik yang dipakai pada instalasi penerangan di Lantai satu Gedung Laboratorium dan Bengkel E-2 Prasarana Kampus *Teaching Industry* Politeknik Negeri Sriwijaya adalah sebagai berikut.

1. MCB (*Miniature Circuit Breaker*)

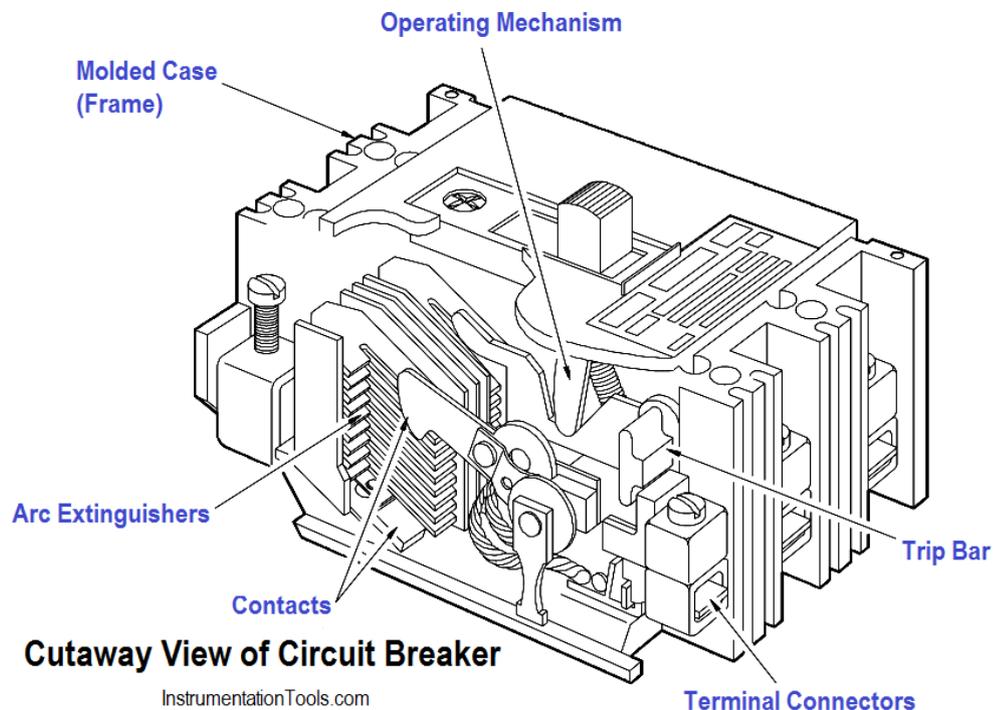
Miniature Circuit Breaker (MCB) memiliki fungsi untuk mengamankan peralatan dan instalasi listrik terhadap arus lebih dan terhadap hubung singkat.



Gambar 2.7 MCB

2. MCCB (*Moulded Case Circuit Breaker*)

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. MCCB memiliki rating arus yang relatif tinggi dan dapat diatur sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 2. 8 Konstruksi MCCB

2.4.6 Lampu Listrik

Berikut dibawah ini penjelesan mengenai jenis-jenis lampu listrik yang dipasang di Lantai Dasar Gedung Laboratorium E2 Kampus *Teaching Industry* Politeknik Negeri Sriwijaya :

a. Lampu LED (*Light Emitting Diode*)

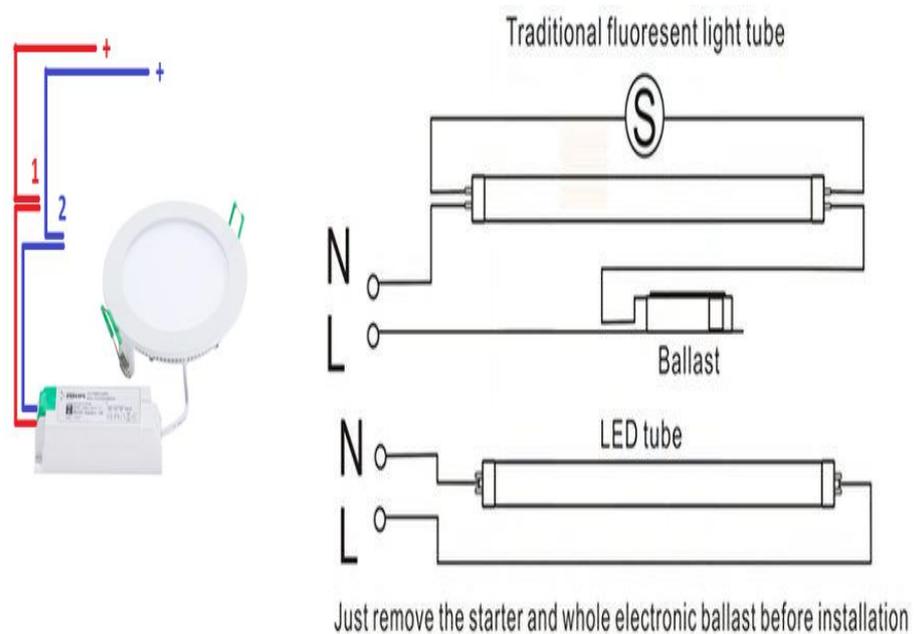
Pada dasarnya lampu LED merupakan lampu indikator dalam perangkat elektronika yang terbuat dari bahan semi konduktor, yaitu dioda yang dapat memancarkan cahaya. Namun, sekarang LED sudah dapat menghasilkan cahaya besar dengan konsumsi energi listrik kecil. Keunggulan LED dibanding lampu TL adalah ramah lingkungan, cahaya tajam, tahan lama, dan murah.

Lampu LED sekarang sudah memiliki beberapa tipe diantaranya adalah lampu LED tipe tabung (LED TL) dan lampu LED tipe *downlight*.



Gambar 2. 9 Lampu LED tipe tabung dan *downlight*

Adapun diagram pengawatan dari masing-masing tipe lampu LED yang telah disebutkan, dapat dijelaskan pada gambar berikut:



Gambar 2. 10 Diagram Pengawatan LED tipe tabung dan *downlight*

2.4.7 PHB (Papan Hubung Bagi)

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. Disekitar PHB harus terdapat ruang yang cukup luas sehingga pemeliharaan, pemeriksaan, perbaikan, serta pelayanan dapat dilakukan dengan mudah dan aman;
4. Untuk memudahkan pelayanan dan pemeliharaan, harus dipasang bagan sirkit PHB yang mudah dilihat;
5. 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
6. PHB harus ditata dan dipasang sedemikian rupa sehingga rapi dan teratur.

2.5 Perhitungan Penerangan³

2.5.1 Intensitas Cahaya dan Flux Cahaya

Intensitas cahaya adalah fluks cahaya per satuan sudut ruang yang dipancarkan ke suatu arah tertentu. Flux cahaya yang dipancarkan oleh suatu sumber cahaya adalah sejumlah cahaya yang dipancarkan dalam satu detik. Intensitas cahaya dinyatakan dalam satuan candela (cd) dengan lambang. Sedangkan fluks cahaya ,mempunyai satuan lumen dengan lambang . Dari uraian di atas diperoleh persamaan :

³Muhaimin, *Teknologi Pencahayaan*, PT. Refika Aditama, Bandung, 2001, Hal : 1-13

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

Dimana :

I = Intensitas cahaya (candela)

ϕ = Fluk cahaya (lumen)

ω = Satuan ruangan (steradian)

2.5.2 Intensitas Penerangan/Illuminasi (E)

Intesitas penerangan E adalah fluks cahaya ϕ yang jatuh pada 1m^2 dari bidang itu ($1\text{ lux} = 1\text{lm}/\text{m}^2$). Sedangkan iluminasi penerangan rata-rata (E rata-rata) adalah jumlah fluks ϕ yang dilancarkan (lumen) persatuan luas A (m^2).

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

Diamana ;

E = Intensitas penerangan (lux)

ϕ = Flux cahaya (lumen)

A = Satuan luas (m^2)

2.5.3 Kepadatan Cahaya/ Luminasi (L)

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

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

Dimana :

L = Luminasi (cd/cm^2)

I = Intensitas cahaya (candela)

A = Satuan luas (m^2)

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

1. Iluminasi / tingkat kuat penerangan
2. Luminasi / distribusi kepada cahaya
3. Pembatasan agar cahaya tidak menyilaukan mata
4. Arahkan pencahayaan dan pembentukan bayangannya
5. Warna cahaya dan refleksi warna

2.6 Penentuan Jumlah dan Kekuatan Lampu⁴

Faktor-faktor yang mempengaruhi penentuan jumlah titik lampu 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 dan armatur yang dipakai, tiap-tiap lampu dan armatur memiliki konstruksi dan karakteristik yang berbeda

⁴P Van Harten dan E.Setiawan edisi 3, *Instalasi Listrik Arus Kuar 2*, 1999, hal. 37-42

Tabel 2.2 Tingkat Pencahayaan Minimum yang Direkomendasikan⁵

| Fungsi ruangan | Kuat Penerangan E (lux) | Keterangan |
|-----------------------------|--------------------------------|--|
| Rumah Tinggal : | | |
| Teras | 60 | |
| Ruang tamu | 120~250 | |
| Ruang makan | 120~250 | |
| Ruang kerja | 120~250 | |
| Kamar tidur | 120~250 | |
| Kamar mandi | 250 | |
| Dapur | 250 | |
| Garasi | 60 | |
| Perkantoran : | | |
| Ruang Direktur | 350 | |
| Ruang kerja | 350 | |
| Ruang komputer | 350 | |
| Ruang rapat | 300 | |
| Ruang gambar | 750 | Gunakan pencahayaan setempat pada meja gambar. |
| Gudang arsip | 150 | |
| Ruang arsip aktif | 300 | |
| Lembaga Pendidikan : | | |
| Ruang kelas | 250 | |
| Perpustakaan | 300 | |
| Laboratorium | 500 | |
| Ruang gambar | 750 | Gunakan pencahayaan setempat pada meja gambar. |
| Kantin | 200 | |
| Hotel dan Restoran : | | |
| Lobby, koridor | 100 | Pencahayaan pada bidang vertikal sangat penting untuk menciptakan suasana/kesan ruang yang baik. |

⁵Putra Arif Dermawan, *Studi Evaluasi Perencanaan Instalasi Penerangan Hotel Neo By Aston Pontianak*, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Tanjungpura, 2016, hal.2-3

| | | |
|---|----------|---|
| Ballroom/ruang siding | 200 | Sistem pencahayaan harus di rancang untuk menciptakan suasana yang sesuai. Sistem pengendalian “switching” dan “dimming” dapat digunakan untuk memperoleh berbagai efek pencahayaan |
| Ruang makan | 250 | |
| Cafetaria | 250 | |
| Kamar tidur | 150 | Diperlukan lampu tambahan pada bagian kepala tempat tidur dan cermin. |
| Rumah Sakit/ Balai pengobatan: | | |
| Ruang rawat inap | . 250 | |
| Ruang operasi, ruang bersalin | 300 | Gunakan pencahayaan setempat pada tempat yang diperlukan. |
| Laboratorium | 500 | |
| Ruang rekreasi dan rehabilitasi. | 250 | |
| Pertokoan/ Ruang pameran: | | |
| Ruang pameran dengan obyek berukuran besar (misalnya mobil). | 500 | Tingkat pencahayaan ini harus dipenuhi pada lantai. Untuk beberapa produk tingkat pencahayaan pada bidang vertikal juga penting. |
| Toko kue dan makanan | 250 | |
| Toko buku dan alat tulis/gambar | 300 | |
| Toko perhiasan, arloji. | 500 | |
| Toko Barang kulit dan sepatu | 500 | |
| Toko pakaian | 500 | |
| Pasar swalayan | 500 | Pencahayaan pada bidang vertikal pada rak barang |
| Toko alat listrik (TV, Radio/tape, mesin cuci, dan lain-lain) | 250 | |
| Industri (Umum): | | |
| Ruang parkir | 50 | |
| Gudang | 100 | |
| Pekerjaan kasar | 100~200 | |
| Pekerjaan sedang | 200~500 | |
| Pekerjaan halus | 500~1000 | |

| | | |
|----------------------|-----------|--|
| Pekerjaan amat halus | 1000~2000 | |
| Pemeriksaan warna | 750 | |
| Rumah ibadah: | | |
| Masjid | 200 | Untuk tempat-tempat yang membutuhkan tingkat pencahayaan yang lebih tinggi dapat digunakan pencahayaan setempat. |
| Gereja | 200 | Idem |
| Vihara | 200 | Idem |

Sumber : SNI (2001)

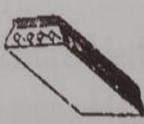
Beberapa hal-hal yang harus diperhitungkan dalam menentukan jumlah titik lampu yaitu sebagai berikut :

1. Efisiensi Armatur

Efisiensi sebuah armatur ditentukan oleh konstruksinya dan bahan yang digunakan. Dalam efisiensi penerangan selalu diperhitungkan efisiensinya armturnya

$$V = \frac{\text{fluks cahaya yang dipantulkan}}{\text{fluks cahaya yang dipantulkan}} \dots\dots\dots (2.4)$$

Tabel 2.3 Efisiensi Penerangan Keadaan Baru

| Sistim penerangan | v % | k | efisiensi penerangan keadaan baru | | | | | | | | | faktor depresiasi untuk masa | | | |
|--|-------------------------|------|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------------------|------|------|------|
| | | | p1l 0,7 | | | 0,5 | | | 0,3 | | | 1 th | 2 th | 3 th | |
| | | | pd 0,5 | 0,3 | 0,1 | 0,5 | 0,3 | 0,1 | 0,5 | 0,3 | 0,1 | | | | |
| LANGSUNG 4 x TL 40 W  | 0 ↑ 72 ↓ 72 | 0,5 | 0,28 | 0,23 | 0,19 | 0,27 | 0,23 | 0,19 | 0,27 | 0,22 | 0,19 | Pengotoran Ringan | 0,85 | 0,80 | 0,70 |
| | | 0,6 | 0,33 | 0,28 | 0,24 | 0,32 | 0,28 | 0,24 | 0,32 | 0,27 | 0,24 | | | | |
| | | 0,8 | 0,42 | 0,36 | 0,33 | 0,41 | 0,28 | 0,24 | 0,40 | 0,36 | 0,32 | | | | |
| | | 1 | 0,48 | 0,43 | 0,40 | 0,47 | 0,43 | 0,39 | 0,46 | 0,42 | 0,39 | Pengotoran Sedang | | | |
| | | 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 | | | | |
| | | 2 | 0,61 | 0,58 | 0,55 | 0,60 | 0,57 | 0,54 | 0,59 | 0,56 | 0,54 | Pengotoran Berat | 0,80 | 0,70 | 0,65 |
| | | 2,5 | 0,64 | 0,61 | 0,59 | 0,63 | 0,60 | 0,58 | 0,62 | 0,59 | 0,57 | | | | |
| | | 3 | 0,66 | 0,64 | 0,61 | 0,65 | 0,63 | 0,61 | 0,64 | 0,62 | 0,60 | | | | |
| | | 4 | 0,69 | 0,67 | 0,65 | 0,68 | 0,66 | 0,64 | 0,66 | 0,65 | 0,63 | | | | |
| 5 | 0,71 | 0,69 | 0,67 | 0,69 | 0,68 | 0,66 | 0,68 | 0,66 | 0,65 | | | | | | |

Sumber : Muhaimin (2001)

2. Faktor-faktor refleksi

Faktor-faktor refleksi dinding (p_{ll}) dan faktor refleksi langit-langit (p_d) 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 sari pada pengaruhnya pada sistem-sistem penerangan lain, sebab cahaya yang jatuh pada dinding dan langit-langit hanya sebagian dari fluks cahaya.

Faktor refleksi berdasarkan warna dinding dan langit-langit ditunjukkan pada:

Tabel 2.4 Faktor Refleksi

| Warna | Faktor Refleksi |
|--------|-----------------|
| Putih | 0,7 |
| Terang | 0,5 |
| Muda | 0,3 |
| Gelap | 0,1 |

3. Indeks Ruang atau Indeks Bentuk (k)

Indeks ruangan atau indeks bentuk menyatakan perbandingan antara ukuran-ukuran utama suatu ruangan berbentuk bujur sangkar dirumuskan dengan persamaan dibawah ini :

$$k = \frac{p \times l}{h(p+l)} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

p = Panjang ruangan (m)

l = Lebar ruangan (m)

h = jarak/tinggi armatur bidang kerja (m)

4. Faktor Penyusutan / Depresiasi (kd)

Faktor penyusutan dirumuskan dengan persamaan dibawah ini :

$$kd = \frac{E \text{ dalam keadaan dipakaai}}{E \text{ dalam keadaan baru}} \dots \dots \dots (2.6)$$

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

- Pengotran ringan (daerah yang hampir tak berdebu)
- Pengotoran sedang / biasa
- Pengotoran berat (daerah banyak debu)

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

5. Bidang Kerja

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

6. Efisiensi Penerangan

Efisiensi penerangan dengan nilai-nilai indeks ruangan (k), faktor refleksi dinding (rp), faktor refleksi langit-langit (rw), dan faktor refleksi lantai (rm) dapat ditentukan pada tabel efisiensi penerangan

7. Faktor Utility (kp)

Faktor utility dapat ditentukan dengan tabel efisiensi penerangan dengan mencari nilai indeks ruangan (k) yang tepat. Jika nilai (k) tidak terdapat secara tepat pada Tabel sistem penerangan, efisiensi, dan depresiasi yang sudah ada, maka faktor utility diperoleh dengan metode interpolasi yaitu :

$$kp = kp_1 + \frac{k-k_1}{k_2-k_1} (kp_2 - kp_1) \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana :

kp = Faktor utility yang akan ditentukan

kp₁ = Faktor utility batas bawah

kp₂ = Faktor utility batas atas

k = indeks ruangan yang akan ditentukan

k₁ = indeks ruangan batas bawah

k_2 = indeks ruangan batas atas

8. Jumlah Lampu (n)

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

$$n = \frac{E \times A}{\Phi \times k_p \times k_d} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

n = Jumlah lampu (buah)

E = Intensitas penerangan (lux)

Φ = Flux cahaya (lumen)

A = Satuan luas (m^2)

k_p = Faktor utility

k_d = Faktor depresiasi