



BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Instalasi Listrik

Instalasi listrik adalah suatu sistem / rangkaian yang digunakan untuk menyalurkan daya listrik (*Electric Power*) untuk kebutuhan manusia dalam kehidupannya. Instalasi di dalam gedung adalah instalasi listrik di dalam bangunan gedung (termasuk untuk penerangan, teras dan lain – lain) sedangkan instalasi di luar bangunan gedung (termasuk disini adalah penerangan halaman, taman, jalan penerangan papan nama dan lain – lain). Dengan demikian maka masalah instalasi perlu diperhatikan dan tidak terlepas dari peraturan – peraturan yang merupakan pedoman untuk penyelenggaraan instalasi listrik. Peraturan – peraturan yang berhubungan masalah ini adalah Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) dan *International Electrotechnical Commission* (IEC) Dalam kegiatan yang berhubungan dengan instalasi listrik baik perencanaan, pemasangan maupun pengoperasian maka prinsip – prinsip dasar sangat diperlukan.¹

2.1.1 Prinsip dasar instalasi listrik

Instalasi listrik seharusnya mempunyai prinsip-prinsip dasar yang harus dipenuhi. Prinsip-prinsip dasar tersebut sebagai berikut.

1. Keamanan (Safety)

Instalasi listrik harus terjamin kewanan dan keselamatannya bagi makhluk hidup, harta benda dan instalasi listrik itu sendiri. Oleh karena itu, instalasi listrik harus dipasang sesuai dengan standar dan peraturan yang ditetapkan oleh SPLN (Standar Perusahaan Listrik Negara), PUIL 2000 (Peraturan Umum Instalasi Listrik 2000) dan IEC (*International Electrotechnical Commission*). Untuk mencapai tingkat keamanan yang tinggi diperlukan proteksi yang mampu merespon dan mengatasi gangguan yang timbul. Sebagai contoh, instalasi listrik harus dilengkapi dengan sistem pentanahan agar manusia terhindar dari sengatan listrik akibat arus bocor pada *body* peralatan listrik yang terbuat dari bahan konduktor.

¹ Ir. Hazairin Samaula., M.Eng.,Ph.D. *Teknik Instalasi Tenaga Listrik*. 2002 hal 1



2. Keandalan (Reliability)

Instalasi listrik harus mempunyai keandalan, yaitu instalasi listrik mempunyai unjuk kerja yang baik, sistem kelistrikan beroperasi selama mungkin, bila terjadi gangguan segera dapat diatasi, dan mempunyai peralatan yang sesuai standar.

3. Kemudahan (Accessibility)

Kemudahan pada instalasi listrik yaitu apabila pengoperasian suatu sistem dapat dilayani dengan mudah, pemasangan peralatan sistem instalasi dapat dilakukan dengan cepat dan tepat, mudah dalam melaksanakan perawatan dan perbaikan sistem, serta mudah dalam pengembangan dan perluasan sistem. Sebagai contoh, penempatan komponen listrik/peralatan listrik sesuai aturan sehingga memudahkan dalam pelayanan dan pengoperasian.

4. Pengaruh Lingkungan (Impact of Environment)

Lingkungan pada sistem instalasi tersebut, harus dijadikan bahan pertimbangan dalam perencanaan sistem instalasi listrik. Apakah ada pengaruh lingkungan sekitar terhadap peralatan dan apakah ada pengaruh peralatan terhadap lingkungan? Sebagai contoh, pemasangan instalasi listrik pada tempat lembap yang dapat menimbulkan korosi pada logam sebaiknya menggunakan *konduit* dari bahan PVC bukan *konduit* yang terbuat dari bahan logam

5. Ketersediaan (Availability)

Suatu sistem instalasi listrik dapat dinyatakan mempunyai ketersediaan jika sistem instalasi listrik tersebut mempunyai cadangan peralatan listrik sebagai alat pengganti bila terjadi kerusakan. Instalasi listrik tersebut juga harus mempunyai cadangan tempat atau ruang yang dibutuhkan untuk menempatkan peralatan tambahan jika ada pengembangan, perluasan atau modifikasi sistem. Instalasi listrik dinyatakan mempunyai ketersediaan apabila mempunyai cadangan daya pada sistem instalasi.



6. Ekonomi

Faktor ekonomi harus menjadi bahan pertimbangan dalam perencanaan sistem instalasi listrik dengan tujuan dapat dilakukan penghematan biaya yang harus dikeluarkan untuk pengoperasian sistem, pemakaian, pemeliharaan, perbaikan, penggantian peralatan, dan pengembangan atau perluasan sistem. Contoh penerapannya jika menggunakan peralatan listrik yang mempunyai daya tinggi, maka biaya pemakaian daya dapat ditekan.

7. Keindahan (Aesthetic)

Keindahan pada sistem instalasi listrik meliputi keserasian dan keindahan tata letak peralatan, kerapian dalam pemasangan peralatan dan pengawatan instalasi listrik, keserasian dalam penggunaan dan pemilihan peralatan, serta kenyamanan dalam operasional suatu sistem instalasi listrik. Pemasangan dan pengawatan yang rapi akan memudahkan dan menjernihkan pikiran dalam melaksanakan perawatan dan perbaikan sistem instalasi. Pemilihan dan penggunaan peralatan yang sesuai dalam bentuk, ukuran dan warna akan menciptakan pemandangan yang indah dan nyaman. Tata letak yang serasi dan indah akan menciptakan kenyamanan dan menghindarkan dari kebosanan.²

2.1.2 Peraturan umum instalasi listrik

Peraturan umum instalasi listrik harus mengacu kepada PUIL-2000 sebagai acuan dalam perancangan, pemasangan, pengamanan, dan pemeliharaan instalasi di dalam bangunan. Peraturan instalasi ketenagalistrikan untuk perancangan instalasi mengacu kepada SNI, IEC, PUIL, atau standar lain berdasarkan the best engineering practices dan dilakukan oleh perusahaan jasa perancangan teknik yang telah disertifikasi. Peraturan instalasi ketenagalistrikan untuk bidang konstruksi dilaksanakan oleh perusahaan jasa konstruksi bidang ketenagalistrikan yang telah disertifikasi. Hasil konstruksi/pemasangan perlu diinspeksi oleh inspektur

² Sri Wijayanto, dkk. *Instalasi Listrik Penerangan*. 2016 hal 6



(perorangan) atau perusahaan jasa inspeksi teknik. Testing atau pengujian dilakukan untuk memastikan dan menjamin instalasi tenaga listrik telah memenuhi standar keselamatan dan standar untuk kerja. Tujuan utama dari standarisasi yaitu untuk mencapai keseragaman instalasi antara lain mengenai ukuran, bentuk dan mutu barang produksi lalu cara menggambar dan cara kerja suatu instalasi.³

Testing ini dilakukan oleh lembaga/perusahaan jasa inspeksi teknik yang telah terakreditasi. Klasifikasi tenaga teknik sesuai kualifikasi bertujuan untuk hal-hal berikut.

1. Memastikan pekerjaan dilaksanakan oleh tenaga teknik yang kompeten.
2. Memastikan tenaga teknik yang bekerja dalam negeri bersertifikasi.
3. Menjamin tersedianya tenaga teknik yang memahami tentang keandalan, keselamatan kerja, dan lingkungan.
4. Tenaga teknik untuk usaha penunjang tenaga listrik.

Dengan semakin berkembangnya teknologi instalasi listrik, peningkatan kualitas sumber daya manusia (SDM) di bidang ketenagalistrikan juga harus dilakukan

2.2 Instalasi Listrik Rumah Tinggal

Instalasi listrik rumah tinggal adalah instalasi listrik untuk pembangkitan, distribusi, pelayanan dan pemakaian tenaga listriknya menggunakan kontruksi yang sederhana dengan tegangan yang dipakai yaitu tegangan rendah dengan daya hingga 900 Watt dalam pemakaian listrik untuk rumah tinggal (perumahan) yang dimanfaatkan untuk keperluan penerangan (lampu) dan alat-alat rumah tangga. Untuk instalasi rumah tinggal menggunakan tegangan nominal 220 Volt dan pembatas arus maksimum 20A dengan tegangan satu fasa (PUIL, 2000:382).

³ F Suryatmo. *Teknik Listrik Instalasi Penerangan (Edisi Revisi)*. Jakarta. 1993 hal 6



2.2.1 Perlengkapan instalasi listrik rumah tinggal

Dalam pemasangan instalasi listrik, dibutuhkan perlengkapan listrik yang baik yang memenuhi persyaratan keandalan, keamanan, kontinuitas dan dapat dipasang secara baik. Berikut perlengkapan listrik pada instalasi listrik rumah tinggal :

1. Penghantar instalasi

Pemasangan instalasi penerangan penghantar adalah seutas kawat, baik yang telanjang maupun terisolasi sebagai kabel yang berfungsi menghantarkan arus listrik. Penghantar terdiri dua jenis yaitu kabel dan kawat. Kabel adalah penghantar yang dilapisi dengan bahan isolasi (penghantar berisolasi). Kawat adalah penghantar tanpa dilapisi bahan isolasi (penghantar telanjang). Adapun cara menentukan penghantar yang digunakan untuk pemasangan suatu instalasi penerangan adalah sebagai berikut:

- a. Dihitung jumlah watt seluruh muatan penghantar tersebut, berdasarkan besar muatan itu dihitung besar arus listrik yang mengalir pada kawat.
- b. Dicari ukuran sekering utama yang melindungi hantaran pengisi (feeder), dimana arus nominal dari sekering (patron lebur) harus lebih besar sedikit atau sama dengan arus beban.
- c. Faktor-faktor yang menentukan besarnya penghantar yang digunakan untuk instalasi adalah sebagai berikut:
 1. Kuat arus yang dibutuhkan beban yang mengalir pada penghantar tersebut.
 2. Jenis penghantar dan macam isolasi yang digunakan.
 3. Kerugian tenaga dan kerugian tegangan maksimum yang diperbolehkan.
 4. Ukuran minimum penghantar yang diperkenankan



dipasang menurut peraturan dalam keselamatan.⁴

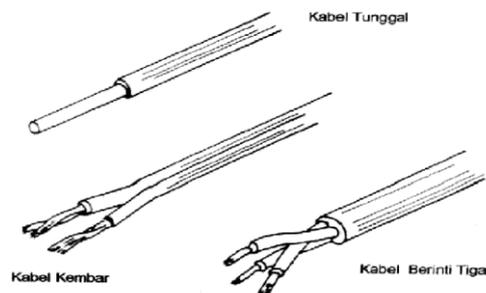
Mengenai penghantar yang akan digunakan dalam instalasi penerangan rumah tinggal diantaranya kabel NYA dan kabel NYM.

a. Kabel NYA

Kabel NYA adalah penghantar dari tembaga yang berinti tunggal berbentuk pejal yang menggunakan isolasi PVC dan banyak digunakan di rumah tinggal. Kabel ini digunakan dalam ruang yang kering, untuk instalasi tetap dalam pipa dan sebagai kabel penghubung dalam lemari distribusi.

b. Kabel NYM

Kabel NYM adalah penghantar dari tembaga berinti lebih dari satu, berisolasi PVC dan berselubung PVC. Keuntungan kabel ini adalah lebih mudah di bengkokkan, lebih tahan terhadap pengaruh asam dan uap/gas, dan sambungan lebih rapat.



Gambar 2.1 Kabel instalasi

1. Penghubung (Sakelar)

Sakelar merupakan peralatan yang berfungsi sebagai pemutus dan penghubung rangkaian listrik, sehingga dalam pemasangannya harus ditempatkan pada suatu tempat yang mudah dijangkau (PUIL,2000:139).

Adapun syarat pemasangan sakelar antara lain:

a. Pemasangan sakelar harus sedemikian rupa sehingga bagian yang

⁴ Negara, S. 2009. Model Pembelajaran Mata Diklat Dasar Instalasi Penerangan Listrik Dengan Trainer Instalasi Penerangan Rumah Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas I TPTL DI SMK N 3 Semarang. Semarang : Universitas Negeri Semarang.



bergerak tidak bertegangan dalam keadaan sakelar terbuka dan tidak menutup sendiri oleh gaya berat bagian bergerak.

- b. Sakelar harus diberi tanda tentang tegangan tinggi dan arus terbesar yang diperbolehkan.
- c. Selungkup dari sakelar harus tahan terhadap kerusakan mekanik dan tidak menyalurkan arus listrik.
- d. Sakelar harus dipasang aman tanpa memerlukan alat bantu, poros tangkai dari sakelar tuas atau sakelar putar tidak boleh ada tegangan.

Menurut konstruksinya sakelar dikelompokkan menjadi : sakelar kontak, sakelar tumpuk atau sakelar paket, sakelar sandung, sakelar tuas, dan sakelar giling. Sedangkan ditinjau dari cara kerjanya (jenis alat penghubungnya), dapat dikelompokkan menjadi : sakelar putar, sakelar balik, sakelar tarik, sakelar jungkit, dan sakelar tombol tekan. Jika ditinjau dari hubungan dan jenis alat penghubung, sakelar dibedakan menjadi : sakelar tunggal, sakelar dwi-kutub (kutub ganda), sakelar tri-kutub, sakelar seri, sakelar tukar dan sakelar silang

1. Kotak Bagi

Pada instalasi rumah tinggal perlengkapan hubung bagi dikenal dengan kotak bagi atau kotak sekering. Kotak ini terbuat dari besi tuang, ebonit, atau bakelit. Kotak ini terdiri dari sakelar dan perlengkapan pengaman satu atau lebih, bertujuan pemasangan kotak pengaman untuk membatasi besar arus yang mengalir pada instalasi.

2. Fitting

Pada instalasi penerangan dibutuhkan suatu alat yang dinamakan fitting. Fitting adalah tempat untuk memasang atau menempatkan lampu. Agar bola lampu dapat dinyalakan dan dipindahkan, maka fitting dihubungkan dengan sakelar. Fitting terbuat dari bahan isolasi dibagian luar dan bahan penghantar dibagian dalam. Pada bagian penghantar merupakan kontak yang dihubungkan dengan hantaran fasa dan hantaran nol oleh sebab itu antara kedua kontak tersebut harus disekat agar tidak terjadi hubung singkat. Dilihat dari konstruksinya, fitting dibagi menjadi



dua jenis yaitu:

a. *Fitting Ulir*

Cara pemasangan lampunya dengan memutar lampu tersebut pada fitting, tersedia dalam berbagai ukuran yang disesuaikan dengan lampu.

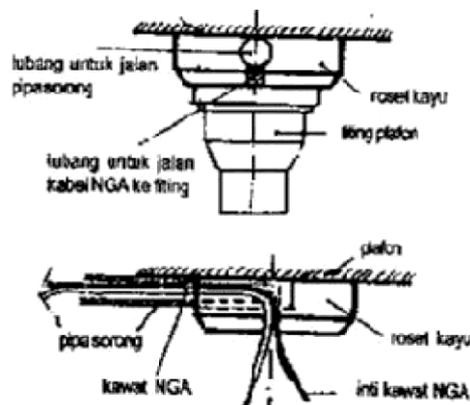
b. *Fitting Tusuk*

Cara pemasangan lampunya dengan menancapkan ke dalam lubang fitting.

Jika dilihat dari penggunaannya dapat dibagi menjadi tiga jenis : fitting langit-langit, fitting gantung, dan fitting kedap air.

a. *Fiting langit-langit*

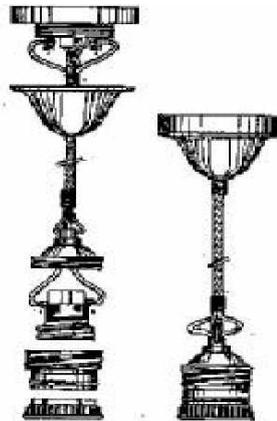
Pemasangan fitting langit-langit ditempelkan pada langit-langit (eternit) dan dilengkapi dengan roset. Roset diperlukan untuk meletakkan/penyekerupan fitting supaya kokoh kedudukannya pada langit-langit. Cara pemasangan fitting ini dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 2.2 Pemasangan fitting langit-langit

b. *Fiting gantung*

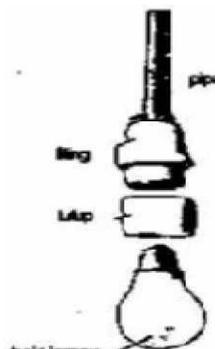
Pada fitting gantung dilengkapi dengan tali snur yang berfungsi sebagai penahan beban bola lampu dan kap lampu, serta untuk menahan konduktor dari tarikan beban tersebut. Konstruksi dari fitting gantung dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.3 Konstruksi fitting gantung

c. Fiting kedap air

Fiting kedap air merupakan fitting yang tahan terhadap resapan/rembesan air. Fiting jenis ini dipasang di tempat lembab atau tempat yang mungkin bisa terkena air misalnya fitting untuk di kamar mandi. Konstruksi fitting ini terbuat dari porselin, dimana bagian kontakannya terbuat dari logam kuningan atau tembaga dan bagian ulirnya dilengkapi dengan karet yang berbentuk c incin sebagai penahan air. Konstruksi fitting kedap air dapat dilihat pada gambar.



Gambar 2.4 Konstruksi fitting kedap air.

1. Jenis-jenis Lampu

a. Lampu Pijar

Cahaya pada lampu pijar di bangkitkan dengan mengalirkan arus listrik dalam suatu kawat halus. Dalam kawat ini energi listrik diubah



menjadi energi cahaya. Pada umumnya kawat ini menggunakan kawat wolfram. Kawat ini memiliki titik lebur yang tinggi yaitu 3655° K, yang akan diperoleh lampu dengan flux cahaya spesifik yang tinggi yaitu 50lm/W. Dalam penggunaannya lampu jenis ini memiliki umur rata – rata 1000 jam nyala.

b. Lampu tabung *Flouresent* (TL)

Lampu tabung *flouresent* (TL) berdiameter tabungnya 38 mm, dengan panjang tergantung pada daya tabung, sebelah dalam tabung diberi lapisan serbuk. Pada tiap ujung tabung terdapat sebuah elektroda yang terdiri dari kawat pijar dan wolfram dengan sebuah emiter untuk memudahkan emisi – emisi elektron. Tabung *flouresent* diisi dengan uap air raksa dan gas mulia argon, dalam keadaan menyala tekanan uap air raksa dalam tabung sangat rendah. Uap air raksa ini memancarkan sinar ultraviolet dengan panjang gelombang 253,7 nm. Sinar ini diserap oleh serbuk *flouresent* dan diubah menjadi cahaya tampak

c. Lampu *Light Emitting Diode* (LED)

Pada dasarnya *Light Emitting Diode* (LED) itu merupakan adalah suatu lampu indikator dalam perangkat elektronika yang terbuat dari bahan semi konduktor jenis dioda yang mampu memancarkan cahaya. Kini LED mampu menghasilkan cahaya besar dengan konsumsi energi listrik (tetap) kecil. Berita terakhir adalah ditemukannya OLED (*Organic LED*) oleh para ilmuwan di University of Michigan dan Princeton University. mampu menghasilkan cahaya besar dengan konsumsi energi listrik (tetap) kecil. dengan intensitas 70 Lumen setiap 1 watt listrik yang digunakan. Sebagai perbandingan, lampu pijar memancarkan 15 lumen per watt, dan lampu fluorescent 90 lumen per watt. Keunggulan LED dibanding lampu *fluoroscent* adalah ramah lingkungan, cahaya tajam, umur panjang, dan murah.



2. Kotak Kontak

Kotak Kontak merupakan piranti dalam instalasi listrik yang berperan sebagai tempat untuk mendapatkan sumber tegangan. Fungsi utama kotak kontak ialah sebagai alat penghubung beban dengan sumber listrik. Tegangan ini diperoleh dari hantaran fase dan hantaran netral yang terhubung ke kotak kontak tersebut. Pada PUIL 2000, kotak kontak terdiri atas KKB (Kotak Kontak Biasa) dan KKK (Kotak Kontak Khusus). KKB adalah kotak kontak yang dipasang untuk digunakan sewaktu-waktu dan tidak tetap peralatan listrik yang dihubungkannya. KKK adalah kotak kontak yang dipasang khusus untuk digunakan secara tetap bagi suatu jenis peralatan listrik tertentu yang diketahui spesifikasinya. KKK mempunyai tempat/lokasi tertentu dengan beban tetap dan dihubungkan langsung ke PHB sebagai grup sendiri.⁵

2.2.1 Peralatan pengaman instalasi listrik

Pengaman adalah suatu alat yang digunakan untuk melindungi sistem instalasi dari beban arus yang melebihi kemampuannya. Biasanya arus yang mengalir pada suatu penghantar akan menimbulkan panas, baik pada saluran penghantar maupun pada alat listrik. Fungsi pengaman pada instalasi listrik yaitu sebagai berikut

1. Mengamankan sistem instalasi listrik (hantaran, perlengkapan listrik dan alat/pesawat yang menggunakan listrik.
2. Melindungi/membatasi arus lebih yang disebabkan oleh pemakaian beban yang berlebihan dan akibat hubung singkat antara fase dengan fase, fase dengan netral, atau fase dengan *body*.
3. Melindungi hubung singkat dengan badan mesin atau perlengkapan lainnya.

⁵ Negara, S. 2009. Model Pembelajaran Mata Diklat Dasar Instalasi Penerangan Listrik Dengan Trainer Instalasi Penerangan Rumah Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas I TPTL DI SMK N 3 Semarang. Semarang : Universitas Negeri Semarang.



Ada berbagai macam dan jenis pengaman instalasi listrik yang beredar di pasaran. Berikut beberapa pengaman yang digunakan untuk instalasi listrik:

a. Pengaman lebur ulir

Pengaman ulir ini terdiri atas rumah sekering, pengepas patron, dan patron lebur. Pengaman jenis ini bekerja dengan cara memutuskan kawat leburnya apabila pada sistem terjadi kenaikan arus di luar batas nominalnya. Kenaikan arus ini disebabkan oleh beban lebih atau hubung singkat. Patron lebur memiliki kawat lebur dari jenis bahan pperak dengan campuran beberapa logam lain, seperti timbel, seng, dan tembaga.

b. Pengaman otomatis ulir

Pengaman lebur yang sudah bekerja sehingga kawat leburnya putus tidak boleh sama sekali digunakan dan harus diganti. Untuk menghindari penggantian berulang-ulang, di pasaran tersedia pengaman ulir otomatis yang dibuat menyerupai dan dapat menggantikan pengaman lebur ulir. Pada kepala pengaman terdapat dua tombol. Tombol besar di tengah harus ditekan untuk menghubungkan sirkuit.. Sebaliknya, tombol kecil di pinggir digunakan untuk membuka sirkuit.

c. MCB (*Miniature Circuit Breaker*)

MCB adalah suatu rangkaian pengaman yang dilengkapi dengan komponen thermis (bimetal) untuk pengaman beban lebih dan juga dilengkapi relay elektromagnetik untuk pengaman hubung singkat. MCB banyak digunakan untuk pengaman sirkuit satu fasa dan tiga fasa. Pada MCB terdapat dua jenis pengaman yaitu secara thermis dan elektromagnetis, pengaman termis berfungsi



untuk mengamankan arus beban lebih sedangkan pengaman elektromagnetis berfungsi untuk mengamankan jika terjadi hubung singkat. MCB dibuat hanya memiliki satu kutub untuk pengaman satu fasa, sedangkan untuk pengaman tiga fasa biasanya memiliki tiga kutub dengan tuas yang disatukan, sehingga apabila terjadi gangguan pada salah satu kutub maka kutub yang lainnya juga akan ikut terputus.⁶

2.3 Instalasi Penerangan

Instalasi penerangan listrik adalah seluruh instalasi yang digunakan untuk memberikan daya listrik pada lampu. Pada lampu ini daya listrik/ tenaga listrik diubah menjadi cahaya yang digunakan untuk menerangi tempat atau bagian sesuai dengan kebutuhannya. Instalasi penerangan listrik ada dua macam, yaitu instalasi di dalam gedung dan instalasi di luar gedung

Tujuan utama dari instalasi penerangan adalah untuk memberikan kenyamanan terhadap keadaan yang memerlukan ketelitian maka diperlukam penerangan yang mempunyai kuat penerangan besar sedangkan untuk pekerjaan – pekerjaan yang memerlukan ketelitian tidak perlu menggunakan penerangan yang mempunyai penerangan besar.

Pencahayaan suatu ruangan harus direncanakan dan diperhitungkan dengan cermat. Hal ini bertujuan untuk menimbulkan kenyamanan bagi penghuni ruangan. Berikut prosedur dalam penentuan pencahayaan suatu ruangan.

1. Menentukan intensitas penerangan minimum (lux) yang direkomendasikan sesuai dengan fungsi ruangan.

⁶ Sri Wijayanto, dkk. *Instalasi Listrik Penerangan*. 2016 hal 14



2. Menentukan sumber cahaya (jenis lampu) yang paling efisien (efikasi tinggi) sesuai dengan penggunaan termasuk *renderasi* warnanya.
3. Menentukan armatur yang efisien, yaitu menyerap cahaya minimal, mempunyai distribusi cahaya sesuai dengan rancangan yang dikehendaki, dan memancarkan panas minimal ke dalam ruangan.
4. Menentukan cara pemasangan armatur serta memilih jenis, bahan, warna permukaan ruangan (dinding, lantai, dan langit-langit).
5. Menghitung jumlah *fluks luminus (lux)* yang diperlukan dan jumlah lampu.

2.3.1 Menghitung intensitas penerangan

Untuk menghitung intensitas penerangan rata-rata pada bidang kerja digunakan metode lumen. Fluks cahaya diukur pada bidang kerja yang secara umum mempunyai ketinggian antara 70-90 cm di atas lantai. Besarnya intensitas penerangan (E) bergantung dari jumlah fluks cahaya dan luas bidang kerja. Intensitas penerangan dinyatakan dalam lux (lx). Seperti pada persamaan 2.1

$$E = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

E = Intensitas penerangan (lux)

F = Fluks cahaya (lumen)

A = Luas bidang kerja (m²)

Tidak semua cahaya dari lampu mencapai bidang kerja karena ada cahaya yang dipantulkan (faktor refleksi = r) dan diserap (faktor absorpsi = a) oleh dinding, plafon, dan lantai. Faktor refleksi dinding (rw) dan faktor refleksi plafon (rp) merupakan bagian cahaya yang dipantulkan oleh dinding dan langit-langit/plafon, kemudian mencapai bidang kerja. Faktor refleksi bidang kerja (rm) ditentukan oleh refleksi lantai dan refleksi dinding antara bidang kerj dan lantai. Secara umum, nilai $r_m = 0,10$ (jika



rm tidak diketahui). Berikut nilai-nilai faktor refleksi dinding/langit-langit untuk berbagai warna

1. Warna putih = 0,80
2. Warna sangat muda = 0,70
3. Warna muda = 0,50
4. Warna sedang = 0,30
5. Warna gelap = 0,10⁷

Selanjutnya untuk menghitung intensitas penerangan kita perhitungkan pula indeks ruang. Indeks ruang dihitung berdasarkan rumus persamaan 2.2 berikut

$$k = \frac{p.l}{tb(p+l)} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

p = panjang ruangan (m)

l = lebar ruangan (m)

tb = tinggi sumber cahaya di atas bida kerja (m)

Indeks ruang dihitung berdasarkan dimensi ruangan yang akan diberi penerangan cahaya lampu. Nilai K hasil perhitungan digunakan untuk menentukan nilai efisiensi penerangan lampu. Jika nilai K angkanya tidak ada pada tabel, untuk menghitung efisiensi (k_p) dengan interpolasi menggunakan persamaan 2.3 berikut

$$K_p = K_p^1 \frac{K - K_1}{K_2 - K_1} (K_p^1 - K_p^2) \dots\dots\dots (2.3)$$

Jika nilai K lebih besar daripada nilai s, nilai K_p yang diambil adalah $K = s$. Hal ini dilakukan karena untuk nilai K di atas s, nilai K_p nya hampir tak berubah lagi. Faktor penyusutan/faktor depresiasi (K_d) menentukan hasil perhitungan intensitas penerangan. Hal ini disebabkan karena umur

⁷ Sri Wijayanto, dkk. *Instalasi Listrik Penerangan*. 2016 hal 58



lampu, kotoran/debu, dinding yang sudah lama dan adanya pengaruh akibat susut tegangan. Seperti pada persamaan 2.4 berikut

$$K_d = \frac{E \text{ dalam keadaan dipakai}}{E \text{ dalam keadaan baru}} \dots\dots\dots (2.4)$$

Untuk memperoleh efisiensi penerangan dalam keadaan dipakai, nilai yang didapat dari tabel harus dikalikan dengan faktor depresiasi (K_d). Faktor depresiasi ini dibagi menjadi tiga golongan utama, yaitu pengotoran ringan, pengotoran biasa dan pengotoran berat. Oleh karena pengaruh efisiensi lampu (K_p) dan pengaruh faktor depresiasi (K_d), besarnya fluks cahaya yang sampai pada bidang kerja adalah :

$$F' = F \cdot K_p \cdot K_d \dots\dots\dots (2.5)$$

Oleh karena itu besarnya intensitas penerangan menjadi :

$$E = \frac{F \cdot K_p \cdot K_d}{A} \dots\dots\dots (2.6)$$

Besarnya fluks (F) total merupakan perkalian antara jumlah armatur atau lampu dengan fluks cahaya tiap armatur atau lampu, yaitu :

$$F = n_a \cdot F_a \quad \text{atau} \quad F = n_L \cdot F_L \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan :

F = fluks cahaya total (lumen)

F_a = fluks cahaya tiap armatur

F_L = fluks cahaya tiap lampu

n_a = jumlah armatur

n_L = jumlah lampu

Dengan demikian, untuk menentukan jumlah armatur atau jumlah lampu dari suatu ruangan yang akan diberi penerangan buatan dapat dihitung dengan rumus :

$$N_a = \frac{E \cdot p \cdot l}{F_u \cdot K_p \cdot K_d} \quad \text{atau} \quad N_a = \frac{E \cdot p \cdot l}{F_1 K_p K_d} \dots\dots\dots (2.8)$$



Keterangan :

E	= intensitas penerangan (luman/m ² atau lux)
p	= panjang ruangan (m)
l	= lebar ruangan (m)
Fa	= fluks cahaya tiap armatur (luman)
FL	= fluks cahaya tiap lampu (luman)
Kp	= efisiensi penerangan
Kd	= faktor depresiasi
n	= jumlah armatur
nL	= jumlah lampu

2.4 Arduino Uno

Arduino adalah nama keluarga papan mikrokontroller yang awalnya dibuat oleh perusahaan Smart Projects. Salah satu tokoh penciptanya adalah Massimo Banzi. Papan ini merupakan perangkat keras yang bersifat “open source” sehingga boleh dibuat oleh siapa saja. Arduino dibuat dengan tujuan untuk memudahkan eksperimen atau perwujudan berbagai peralatan yang berbasis mikrokontroler, misalnya :

1. Pemantauan ketinggian air waduk
2. Pelacakan lokasi mobil
3. Penyiraman tanaman secara otomatis
4. Otomatisasi akses pintu ruangan
5. Pendeteksi keberadaan orang untuk pengambilan keputusan.

Arduino Uno berukuran sebesar kartu kredit . walaupun berukuran kecil seperti itu, papan tersebut mengandung mikrokontroler dan sejumlah input/output (I/O) yang memudahkan pemakai untuk menciptakan berbagai proyekelektronika yang dikhususkan untuk menangani tujuan tertentu.

2.5 WiFi

Wi-Fi merupakan singkatan dari Wireless Fidelity yaitu sebuah media penghantar komunikasi data tanpa kabel yang bisa digunakan untuk komunikasi



atau mentransfer program dan data dengan kemampuan yang sangat cepat. Wi-Fi juga dapat diartikan teknologi yang memanfaatkan peralatan elektronik untuk bertukar data dengan menggunakan gelombang radio (nirkabel) melalui sebuah jaringan komputer termasuk koneksi.⁸ Wi-Fi merupakan istilah yang diberikan untuk sistem wireless LAN yang menggunakan standar 802.11 yang ada saat ini. Istilah WI-FI diciptakan oleh sebuah organisasi bernama WI-FI alliance yang bekerja menguji dan memberikan sertifikasi untuk perangkat-perangkat WLAN.



Gambar 2.5 Logo *Wi-Fi*

Kelebihan yang dimiliki oleh Wi-Fi :

- Bisa lebih menghemat biaya dan cakupan area yang cukup luas
- Bisa mengurangi penggunaan kabel karena WiFi tidak menggunakan kabel atau kawat
- *WiFi* dapat mensinkronisasi basis data dari telepon genggam ke komputer.
- Dapat digunakan sebagai perantara modem

Kekurangan yang dimiliki oleh WiFi :

- Dari segi keamanan dikatakan tidak terlalu baik sehingga jaringan WiFi harus diamankan memakai password
- Proses penyaluran sinyal terjadi tidak merata yang dipengaruhi batasan jarak

⁸ Arif Muhammad. *Sejarah Wifi dan Perkembangan Wifi*. 2018 hal 17

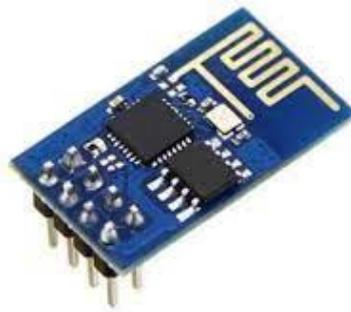


- Sinyal WiFi cenderung terpengaruh dengan kondisi iklim dan cuaca

2.6 Modul *WiFi* ESP8266

ESP8266 adalah sebuah komponen chip terintegrasi yang didesain untuk keperluan dunia masa kini yang serba tersambung. Chip ini menawarkan solusi networking Wi-Fi yang lengkap dan menyatu, yang dapat digunakan sebagai penyedia aplikasi atau untuk memisahkan semua fungsi networking Wi-Fi ke pemroses aplikasi lainnya. ESP8266 memiliki kemampuan on-board prosesi dan storage yang memungkinkan chip tersebut untuk diintegrasikan dengan sensor-sensor atau dengan aplikasi alat tertentu melalui pin input output hanya dengan pemrograman singkat.

Modul komunikasi WiFi dengan IC SoC ESP8266EX Serial-to-WiFi Communication Module ini merupakan modul WiFi dengan harga ekonomis. Kini Anda dapat menyambungkan rangkaian elektronika Anda ke internet secara nirkabel karena modul elektronika ini menyediakan akses ke jaringan WiFi secara transparan dengan mudah melalui interkoneksi serial (UART RX/TX).



Gambar 2.6 Modul *WiFi* ESP8266

2.7 Android

Android adalah sistem operasi berbasis Linux yang dirancang untuk perangkat seluler layar sentuh seperti telepon pintar dan komputer tablet. Android awalnya dikembangkan oleh Android, Inc., dengan dukungan finansial dari



Google, yang kemudian membelinya pada tahun 2005. Sistem operasi ini dirilis secara resmi pada tahun 2007, bersamaan dengan didirikannya *Open Handset Alliance*, konsorsium dari perusahaan-perusahaan perangkat keras, perangkat lunak, dan telekomunikasi yang bertujuan untuk memajukan standar terbuka perangkat seluler. Ponsel Android pertama mulai dijual pada bulan Oktober 2008.

Antarmuka pengguna Android didasarkan pada manipulasi langsung, menggunakan masukan sentuh yang serupa dengan tindakan di dunia nyata, seperti menggesek, mengetuk, mencubit, dan membalikkan cubitan untuk memanipulasi obyek di layar. Android adalah sistem operasi dengan sumber terbuka, dan Google merilis kodenya di bawah Lisensi Apache. Kode dengan sumber terbuka dan lisensi perizinan pada Android memungkinkan perangkat lunak untuk dimodifikasi secara bebas dan didistribusikan oleh para pembuat perangkat, operator nirkabel, dan pengembang aplikasi. Selain itu, Android memiliki sejumlah besar komunitas pengembang aplikasi (*apps*) yang memperluas fungsionalitas perangkat, umumnya ditulis dalam versi kustomisasi bahasa pemrograman Java. Pada bulan Oktober 2012, ada sekitar 700.000 aplikasi yang tersedia untuk Android, dan sekitar 25 juta aplikasi telah diunduh dari Google Play, toko aplikasi utama Android. Sebuah *survey* pada bulan April-Mei 2013 menemukan bahwa Android adalah *platform* paling populer bagi para pengembang, digunakan oleh 71% pengembang aplikasi seluler.

Faktor-faktor di atas telah memberikan kontribusi terhadap perkembangan Android, menjadikannya sebagai sistem operasi telepon pintar yang paling banyak digunakan di dunia, mengalahkan Symbian pada tahun 2010. Android juga menjadi pilihan bagi perusahaan teknologi yang menginginkan sistem operasi berbiaya rendah, bisa dikustomisasi, dan ringan untuk perangkat berteknologi tinggi tanpa harus mengembangkannya dari awal. Akibatnya, meskipun pada awalnya sistem operasi ini dirancang khusus untuk telepon pintar dan tablet, Android juga dikembangkan menjadi aplikasi tambahan di televisi, konsol permainan, kamera digital, dan perangkat elektronik lainnya. Sifat Android yang



terbuka telah mendorong munculnya sejumlah besar komunitas pengembang aplikasi untuk menggunakan kode sumber terbuka sebagai dasar proyek pembuatan aplikasi, dengan menambahkan fitur-fitur baru bagi pengguna tingkat lanjut atau mengoperasikan Android pada perangkat yang secara resmi dirilis dengan menggunakan sistem operasi lain. Gambar 2.3 memperlihatkan logo Android.



Gambar 2.7 Logo Android

Pada November 2013, Android menguasai pangsa pasar telepon pintar global, yang dipimpin oleh produk-produk Samsung, dengan persentase 64% pada bulan Maret 2013. Pada Juli 2013, terdapat 11.868 perangkat Android berbeda dengan beragam versi. Keberhasilan sistem operasi ini juga menjadikannya sebagai target litigasi paten "perang telepon pintar" antar perusahaan-perusahaan teknologi. Hingga bulan Mei 2013, total 900 juta perangkat Android telah diaktifkan di seluruh dunia, dan 48 miliar aplikasi telah dipasang dari Google Play. Pada tanggal 3 September 2013, 1 miliar perangkat Android telah diaktifkan.⁹

2.8 Mikrokontroler ATmega 328

Board Mikrokontroler adalah papan sirkuit berbasis mikrokontroler ATmega328. IC (integrated circuit) ini memiliki 14 input/output digital (6 output untuk PWM), 6 analog input, resonator kristal keramik 16 MHz, Koneksi USB, soket adaptor, pin header ICSP, dan tombol reset. Hal inilah yang dibutuhkan

⁹ N. Safaat. Android; Pemograman Aplikasi Mobile Smartphone Dan Tablet PC Berbasis Android. Bandung: Informatika, 2015.



untuk mendukung mikrokontroler secara mudah terhubung dengan kabel power USB atau kabel power supply adaptor AC ke DC atau juga battery. Berikut adalah spesifikasi Arduino Uno yang dipakai untuk mendukung sistem :

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno

Arduino uno dilengkapi dengan berbagai spesifikasi. Berikut spesifikasi arduino uno yang digunakan

Mikrokontroler	ATmega 328
Catu Daya	5V
Tegangan Input (rekomendasi)	7-12V
Tegangan Input (batasan)	6-20V
Pin I/O Digital	14 (6 Output PWM)
Pin Input Analog	6
Arus DC per Pin I/O	40mA
Arus DC per Pin I/O untuk Pin 3.3V	50mA
Flash Memory	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16MHz

2.9 Relay

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, relai merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya. Ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar kembali terbuka. Relay biasanya digunakan untuk menggerakkan arus/tegangan yang besar (misalnya



peralatan listrik 4 ampere AC 220 V) dengan memakai arus/tegangan yang kecil (misalnya 0.1 ampere 12 Volt DC).

Relay yang paling sederhana ialah relay elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik. Secara sederhana relay elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut:

1. Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup (atau membuka) kontak saklar.
2. Saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/energi listrik.

Secara umum, relay digunakan untuk memenuhi fungsi-fungsi sebagai berikut:

- a. *Remote control* : dapat menyalakan atau mematikan alat dari jarak jauh
- b. Penguatan daya : menguatkan arus atau tegangan
- c. Pengatur logika control suatu sistem



Gambar 2.8 Relay ¹⁰

2.10 Trafo CT

Trafo Arus (Current Transformator) yaitu peralatan yang digunakan untuk melakukan pengukuran besaran arus pada instalasi tenaga listrik disisi primer (TET, TT dan TM) yang berskala besar dengan melakukan transformasi dari besaran arus yang besar menjadi besaran arus yang kecil secara akurat dan teliti untuk keperluan pengukuran dan proteksi. Trafo arus adalah trafo yang

¹⁰ Aripriharta, S.T., M.T. 2014. Smart Relay dan Aplikasinya, Yogyakarta: Graha Ilmu.



dirancang khusus untuk fungsi pengukuran arus pada rangkaian primer dan mengkonversinya menjadi besaran sekunder.

Fungsi trafo arus (CT) :

1. Mengkonversi besaran arus pada sistem tenaga listrik dari besaran primer menjadi besaran sekunder untuk keperluan sistem metering dan proteksi.
2. Mengisolasi rangkaian sekunder terhadap rangkaian primer.
3. Standarisasi besaran sekunder, yaitu 1 A, 2 A dan 5 AS