

BAB II

KERANGKA TEORITIK DAN KERANGKA BERFIKIR

2.1. Kerangka Teoritik

2.1.1. Pengertian Analisis

Analisa atau analisis atau Analysis adalah suatu usaha untuk mengamati secara detail sesuatu hal atau benda dengan cara menguraikan komponen - komponen pembentuknya atau penyusunnya untuk di kaji lebih lanjut. Analisa berasal dari *kata Yunani kuno analisis* yang artinya melepaskan. Analisis terbentuk dari dua suku kata, yaitu *ana* yang berarti kembali, dan *luein* yang berarti melepas sehingga jika di gabungkan maka artinya adalah melepas kembali atau menguraikan. *Kata anlusis* ini di serap kedalam bahasa inggris menjadi *analysis* yang kemudian di serap juga ke dalam bahasa Indonesia menjadi analisis.

Kata *analisa atau analisis atau analysis* di gunakan dalam berbagai bidang. Baik dalam bidang ilmu bahasa, ilmu sosial maupun ilmu alam (sains), dan lain - lain. Dalam ilmu bahasa atau linguistik analisa di definisikan sebagai suatu kajian yang dilaksanakan terhadap sebuah bahasa guna meneliti struktur bahasa tersebut secara mendalam. Dalam ilmu sosial, analisis di mengerti sebagai upaya dan proses untuk menjelaskan sebuah permasalahan dan berbagai hal yang ada di dalamnya. Sedangkan dalam ilmu pasti

(sains) pengertian dan definisi analisa adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk menguraikan suatu bahan menjadi senyawa - senyawa penyusunnya. Dalam ilmu kimia, analisa di gunakan untuk menentukan komposisi suatu bahan atau zat. Contoh bidang yang paling terkenal dengan kegiatan analisisnya adalah bidang teknologi makanan.

Dalam ilmu pengolahan pangan adalah suatu mata pelajaran yang dikenal dengan istilah Analisa bahan makanan dan pertanian. Analisa bahan makanan adalah suatu tahap yang sangat penting dalam industri makanan pada khususnya dan kesehatan masyarakat luas pada umumnya. Karena melalui analisa bahan makanan itulah konsumen bisa tahu bahan - bahan apa yang terkandung di dalam suatu makanan sehingga kemungkinan adanya zat - zat yang berbahaya bagi tubuh dapat di minimalkan atau di buang.

Dalam kehidupan ini, segala hal bisa di analisa hanya saja cara dan metode analisisnya saja yang berbeda. Namun biasanya dalam mengkaji suatu permasalahan di kenal suatu metode yang disebut dengan istilah metode ilmiah.

2.1.2. Konsep Daya

Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya listrik biasanya dinyatakan dalam satuan Watt atau *Horsepower* (HP),

Horsepower merupakan satuan daya listrik dimana 1 HP setara 746 Watt atau lbft/second. Sedangkan Watt merupakan unit daya listrik dimana 1 Watt memiliki daya setara dengan daya yang dihasilkan oleh perkalian arus 1 Ampere dan tegangan 1 Volt. Daya dinyatakan dalam P, Tegangan dinyatakan dalam V dan Arus dinyatakan dalam I, sehingga besarnya daya dinyatakan :

Rumusnya adalah :

a. **Daya Semu** : $P = V \cdot I$ (Volt Ampere) (2.1)

b. **Daya Guna** : $P = V \cdot I \cdot \cos \phi$ (Watt) (2.2)

c. **Daya Tak Guna** : $P = V \cdot I \cdot \sin \phi$ (Watt) (2.3)

Keterangan : P = Daya / beban (Watt)

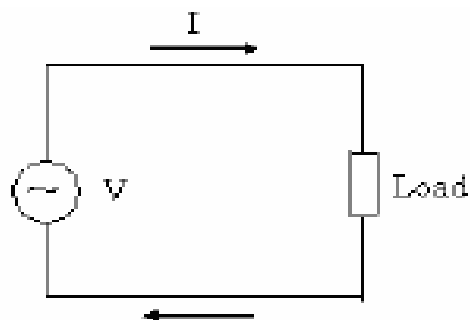
V = Tegangan (Volt)

I = Kuat arus (Ampere)

$\cos \phi$ = Faktor daya

$\sin \phi$ = Faktor daya

Diagram arah aliran arus listrik dapat dilihat dari gambar 2.1.



Gambar 2.1 Arah Aliran Arus Listrik
(Sumber : Dokumen Pribadi)

2.1.2.1. Jenis Daya

Konsep daya listrik terbagi menjadi 3 jenis, yaitu daya aktif, daya reaktif, dan daya nyata.

1. Daya Aktif

Daya aktif merupakan daya yang berupa daya kerja seperti daya mekanik panas, cahaya dan sebagainya. Daya ini diperlukan supaya listrik dapat melakukan kerja *real* sesuai kapasitas dayanya. Daya aktif dinyatakan dalam satuan watt (W).

Rumusnya adalah :

$$P = V \cdot I \cdot \cos \phi \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan : P = Daya aktif (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Kuat arus (Ampere)

$\cos \phi$ = Faktor daya

2. Daya Reaktif

Daya reaktif merupakan daya yang diperlukan oleh peralatan listrik yang bekerja dengan sistem elektromagnet. Daya ini dibutuhkan oleh listrik untuk mempertahankan medan magnetnya agar listrik dapat

beroperasi dengan baik. Daya reaktif dinyatakan dalam satuan (VAr).

Rumusnya adalah :

$$P = V \cdot I \cdot \sin \phi \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan : P = Daya reaktif (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Kuat arus (Ampere)

$\sin \phi$ = Faktor daya

3. Daya Nyata

Daya nyata merupakan penjumlahan vektor daya aktif dan daya reaktif. Daya ini dinyatakan dalam satuan (VA).

Rumusnya adalah :

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$S = V \cdot I \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan : S = Daya nyata (VA)

V = Tegangan (Volt)

I = Kuat arus (Ampere)

4. Segitiga Daya

Segitiga Daya sebagaimana diketahui besar beban impedansi Z dapat diuraikan atas dua jenis komponen yakni tahanan murni R dan reaktansi X . Sehubungan dengan hal tersebut maka pada rangkaian arus bolak balik dikenal pula tiga jenis daya yang pernyataannya setara dengan pernyataan ketiga komponen beban tersebut. Pernyataan tersebut dapat dinyatakan dalam bentuk segi tiga daya seperti terlihat pada gambar 2.1. Ketiga pernyataan daya erat kaitannya dengan pernyataan komponen impedansi.¹

1. Daya semu (*apparent power*), $S = U.I$ dengan dinyatakan **VA (Volt Ampere)** (2.8)

2. Daya aktif (*avarage power*), $P = S \cos \varphi$ dengan dinyatakan **W (Watt)** (2.9)

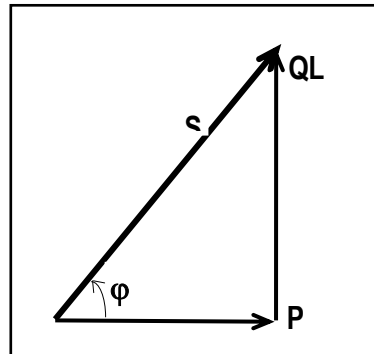
3. Daya reaktif(*reactive power*), $Q = S \sin \varphi$ dengan dinyatakan **VAr (Volt Ampere Reaktif)** (2.10)²

¹ Djuhana Djoekardi, 1997, hlm 26

² “*Daya Listrik Pln : 1300 Watt atau 1300 VA*”

<http://instalasilistrikrumah.com/daya-listrik-pln-1300watt-atau-1300va/> (diakses tanggal 18 maret 2014)

Diagram segitiga daya dapat dilihat dari gambar 2.2.



Gambar 2.2 Segitiga Daya

(Sumber : Dokumen Pribadi)

2.1.3. Power Daya

Faktor daya atau $\cos \phi$ adalah perbandingan daya aktif (P) dengan daya nyata (S). Faktor daya dapat menghasilkan kerja didalam suatu rangkaian terhadap arus total yang masuk keadaan rangkaian atau dapat dikatakan sebagai perbandingan daya aktif (kW) dan daya semu (kVA). Daya reaktif yang tinggi akan meningkatkan sudut ini dan sebagai hasilnya faktor daya akan menjadi lebih rendah. Faktor daya selalu lebih kecil atau sama dengan satu.

Secara teoritis, jika seluruh beban daya yang dipasok oleh perusahaan listrik memiliki faktor daya satu, daya maksimum yang ditransfer setara dengan kapasitas sistem pendistribusian sehingga, dengan beban yang terinduksi dan jika faktor daya berkisar dari 0,2 hingga 0,3, kapasitas jaringan distribusi listrik menjadi tertekan. Jadi,

daya reaktif (kVAR) harus serendah mungkin untuk keluaran kW yang sama dalam rangka meminimalkan daya total (kVA).

Rumusnya :

$$\cos \phi = \frac{P}{S} \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan : S = Daya nyata (VA)

P = Daya aktif (Watt)

$\cos \phi$ = Faktor Daya

2.1.4. Faktor Daya Mempengaruhi Rugi - Rugi Hantaran

Rugi - rugi daya aktif pada saluran penghantar adalah daya aktif yang tidak menghasilkan energi yang termanfaatkan bagi peralatan listrik, dimana kerugian tersebut diakibatkan karakteristik tahanan (Ohm) saluran penghantar yang dialiri arus listrik. Rugi - rugi saluran penghantar dapat dirumuskan :

$$P_{\text{rugi}} = I^2 R \text{ (watt) } \dots\dots\dots (2.12)$$

Ketika P, V, dan R adalah konstan maka rugi - rugi hantaran ini sebanding dengan $\cos \phi$. Adapun rugi - rugi energi listrik pada saluran penghantar adalah daya aktif yang hilang di saluran penghantar dalam jangka waktu tertentu atau energi yang tidak termanfaatkan bagi peralatan listrik. Rugi - rugi energi listrik pada

saluran penghantar menimbulkan panas pada saluran tersebut.

Persamaan rugi - rugi energi listrik dapat dirumuskan :

$$W_{\text{rugi}} = I^2 \cdot R \cdot T \text{ (watt) (2.13)}$$

Keterangan : I = Kuat arus pada saluran penghantar

P = Rugi - rugi saluran penghantar

R = Tahanan saluran dalam ohm

W_{rugi} = Rugi - rugi energi listrik

T = Jangkauan waktu dalam jam

2.1.4.1. Rugi - Rugi Cos ϕ Yang Terlalu Rendah :

1. Arus yang mengalir besar, sehingga terdapat rugi panas atau rugi daya yang lebih besar.
2. Dari sisi perusahaan listrik akan rugi, karena listrik yang diukur dan dibayar oleh konsumen rumah tangga adalah daya nyata (watt) saja sedangkan daya reaktif tidak dibayar
3. Besar kapasitas suatu daya perumahan berdasarkan tegangan yang digunakan konsumen, sehingga *power faktor* yang rendah akan membuat pemanfaatan kapasitas daya tidak maksimal.

2.1.5. Perbaikan Faktor Daya

Perbaikan faktor daya adalah suatu usaha agar daya nyata mendekati nilai semu (nilai $\cos \theta$ mendekati 1). Secara real ini berarti nilai beban hamper resistif murni. Hal ini dilakukan dengan cara memparalel kapasitor (C) dengan beban. Produksi sumber daya reaktif kapasitif untuk perbaikan faktor daya sistem tenaga listrik rumah tangga didapatkan dari kapasitor. Kapasitor (kapasitor shunt) sebagai kompensator reaktif dihubungkan paralel dengan beban listrik.

Faktor daya yang dinotasikan sebagai $\cos \phi$ didefinisikan sebagai perbandingan antara arus yang dapat menghasilkan kerja didalam suatu rangkaian terhadap arus total yang masuk kedalam rangkaian atau dapat dikatakan sebagai perbandingan daya aktif (kW) dan daya semu (kVA). Daya reaktif yang tinggi akan meningkatkan sudut ini sebagai hasilnya faktor daya akan menjadi lebih rendah. Faktor daya selalu lebih kecil atau sama dengan satu.

2.1.6. Pengaruh Perbaikan Faktor Daya

Sistem dengan faktor daya yang mendekati 0 berarti sistem tersebut lebih banyak menyuplai daya reaktif dari pada daya nyata, maka sistem tersebut memiliki daya semu yang sangat besar, sehingga sistem tersebut tidak efisien. Ketika sebuah sistem memiliki faktor daya yang baik (mendekati 1) maka terjadi

perbaikan faktor daya pada sistem tersebut. Perbaikan faktor daya akan berdampak kepada efisiensi KVA terhubung.

2.1.7. Pemutus Daya

Peralatan yang dimaksud untuk memutuskan arus harus mempunyai daya pemutus yang sesuai dengan tegangan nominal dan arus yang harus diputuskan.

Salah satu faktor teknis yang perlu diperhatikan dalam penyediaan dan penyaluran daya listrik adalah kualitas dari daya itu sendiri. Faktor kualitas daya ini meliputi stabilitas tegangan, kontinuitas pelayanan, keandalan pengaman, kapasitas daya yang memenuhi (sesuai) kebutuhan, dan sebagainya.

Dalam hal keandalan pengaman tidak berarti bahwa penyediaan daya yang baik adalah penyediaan daya yang tidak pernah mengalami gangguan. Sebaliknya pengaman yang baik adalah bila setiap terjadi gangguan akan merespon alat - alat pengaman untuk segera memutuskan hubungan (trip) sehingga bahaya terbakar atau bahaya yang lain dapat dihindarkan.

Jenis gangguan yang seringkali terjadi pada suatu sistem yang bekerja normal adalah gangguan beban lebih dimana arus yang lewat pada peralatan pembatas arusnya melebihi harga batas (rating). Sedangkan jenis gangguan lain yang sering terjadi adalah gangguan

hubung singkat. Secara umum arus gangguan yang terjadi pada gangguan ini jauh lebih besar dari rating nominalnya.

2.1.7.1. Fungsi Dari Pemutus Daya Yaitu :

- a. Isolasi, memisahkan isolasi dari catu daya listrik untuk pengaman.
- b. Proteksi, pengaman terhadap kabel, peralatan listrik, manusia dari gangguan yang terjadi.
- c. Kontrol, membuka dan menutup rangkaian untuk mengontrol dan perawatan.

2.1.8. Arus

1. Arus Beban

Perhitungan arus nominal atau arus beban pada instalasi listrik dipengaruhi oleh besarnya beban, faktor daya dan tegangan sistem. Nilai arus beban berbanding terbalik dengan tegangan sistem dan faktor daya atau arus beban berbanding lurus dengan jumlah beban.

$$P = V \cdot I \cdot \cos\phi \dots\dots\dots (2.14)$$

Keterangan : P = Daya (Watt)

V = Tegangan Sistem (Volt)

I = Arus Beban (Ampere)

$\cos \phi$ = Faktor Daya

2. Arus Listrik

Arus listrik adalah aliran listrik (elektron) yang bergerak pada suatu penghantar listrik dengan kecepatan tertentu, timbulnya arus listrik karena terdapat beda potensial pada dua ujung penghantar.³

Atau arus listrik adalah banyaknya muatan listrik yang mengalir tiap satuan waktu. Muatan listrik bisa mengalir melalui kabel atau penghantar listrik lainnya. Dengan demikian, dapat dirumuskan menjadi :⁴

$$I = \frac{Q}{t} \dots\dots\dots (2.15)$$

Dimana : I = Besar arus listrik yang mengalir (Ampere)

Q = Besarnya muatan listrik (Coulomb)

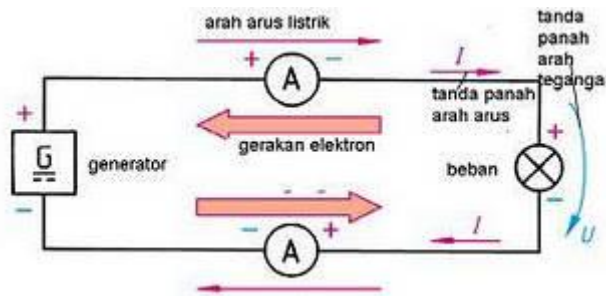
t = Waktu (detik)

Arus dibagi menjadi dua jenis yakni Arus Searah (*Direct Current*) dan Arus Bolak Balik (*Alternating Current*). Arus DC karena arah arusnya selalu mengalir dalam satu arah searah dari suatu sumber tenaga, salah satu sumber arus DC adalah baterai dan accu sedangkan arus AC karena arah arusnya berbalik setiap setengah putaran (*Cycle*).⁵ Salah satu sumber tegangan AC yaitu listrik yang biasa disuplay oleh PLN. Rangkaian arus listrik dapat dilihat pada gambar 2.3.

³John B. Robertson, *Keterampilan Teknik Listrik Praktis*, (Bandung : Yrama Widya,1993) hlm 32.

⁴ Daryanto, *Keterampilan Kejuruan Teknik Elektronika*, (Bandung : Satu Nusa,2010), hlm 6.

⁵ *Opcit.* hlm 82-99.



Gambar 2.3 Arus Listrik
(Sumber : <http://profil.widodoonline.com/Elektronika/Dasar-Listrik/arus-listrik.html>)

2.1.9. Tegangan Listrik

Tegangan listrik adalah gaya listrik yang menggerakkan arus untuk mengalir disepanjang sebuah rangkaian listrik. Besar satuan untuk tegangan listrik adalah **Volt** dengan simbol **V**,⁶ yang diambil dari ilmuwan italia yang bernama **Alessandro Antonio Volta**.

Berdasarkan hukum Ohm yang berbunyi sebagai berikut :

Kuat arus yang mengalir dalam suatu penghantar sebanding dengan beda potensial antara ujung - ujung penghantar itu jika suhu penghantar tetap, dari pernyataan Ohm tersebut dapat dirumuskan bahwa :⁷

$$V = I \cdot R \dots\dots\dots (2.16)$$

Dimana : V = Beda Potensial (Volt)

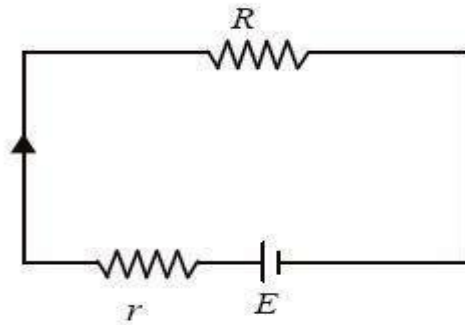
R = Hambatan (Ohm)

I = Arus (Ampere)

⁶ Owen. Bishop, *Dasar - dasar Elektronika*, (Jakarta : Erlangga,2004) hlm 12.

⁷ Ibid. hlm 6-7.

Rangkaian dari tegangan listrik dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Tegangan Listrik
(Sumber: <http://www.rumus-fisika.com/2014/04/pengukuran-tegangan-listrik.html>)

2.1.10. Kabel (Penghantar)

Kabel merupakan salah satu sarana dalam instalasi listrik karena kabel menghantarkan arus beban yang terpasang. Oleh karena itu, perlu diketahui secara pasti beberapa besar beban yang terpasang agar kapasitas kabel memadai.

Setiap penghantar harus mempunyai KHA seperti yang ditentukan dalam persyaratan umum penghantar dan tidak kurang dari arus yang mengalir didalamnya.⁸ Semua penghantar yang digunakan harus dibuat dari bahan yang memenuhi syarat, sesuai dengan tujuan penggunaannya, serta telah diperiksa, dan diuji menurut standar hantaran yang dikeluarkan atau diakui oleh instalasi yang berwenang.⁹

⁸PUIL 2000, pasal 4.2.2.2, hlm 107

⁹ Ibid, pasal 7.1.1.1., hlm 237

a. Pemilihan kabel mempertimbangkan beberapa hal :

1. *Electrical*, meliputi ukuran konduktor, tipe dan tebal isolasi,
2. Bahan yang tepat untuk desain tegangan menengah dan rendah, mempertimbangkan kekuatan listrik, bahan isolasi, konstanta dielektrik dan faktor daya,
3. Suhu, menyesuaikan dengan suhu lingkungan dan kondisi kelebihan beban, pengembangan dan tahanan thermal,
4. *Mechanical*, meliputi kekerasan dan fleksibilitas serta mempertimbangkan terhadap kehancuran, abrasi dan kelembaban,
5. Kimiawi, stabilitas dari bahan terhadap bahan kimia, cahaya matahari.

2.1.10.1. Untuk Pemilihan Kabel Didasarkan Pada Arus Yang Mengalir Pada Penghantar Tersebut, Ada Dua Macam Arus Yaitu:

- a. Arus bolak - balik 3 fasa, yang tegangan antar fasa tidak lebih tinggi dari 1,15 kali tegangan nominal kabel:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}E \cos \theta} \dots\dots\dots (2.17)$$

Dimana : I = Kuat arus (Ampere)

P = Daya/beban (Watt)

E = Tegangan antar fasa (Volt)

$\cos \varphi$ = Faktor daya

b. Arus bolak - balik 1 fasa :

$$I = \frac{P}{E \cos \theta} \dots\dots\dots (2.18)$$

Dimana : I = Kuat Arus (Ampere)

P = Daya / beban (Watt)

E = Tegangan antar fasa (Volt)

$\cos \varphi$ = Faktor Daya

Dari persamaan di atas dapat arus nominal yang tinggal dikalikan dengan *safety* faktor dan hasilnya disesuaikan dengan tabel dari jenis kabel yang digunakan maka akan diketahui luas penampang dari kabel yang dipakai. Pemilihan kabel juga harus disesuaikan dengan pemilihan rating pengaman.

1. Ukuran dari kabel yang digunakan untuk instalasi akan bergantung pada :

- a. Ukuran penghantar dinyatakan dalam ukuran luas penampang intinya dan satuannya dinyatakan mm^2 ,
- b. Ranting arus dari kabel,

- c. Jatuhnya tegangan maksimum yang diijinkan seperti dinyatakan oleh persyaratan umum instalasi listrik.
2. Adapun faktor - faktor yang mempengaruhi ranting arus ialah:
- a. Arus rancang, I_b - kabel harus dapat membawa arus beban penuh,
 - b. Tipe kabel - PVC, MICC, penghantar tembaga atau almunium,
 - c. Kondisi instalasi dijepit pada suatu permukaan atau terinstalasi dengan kabel lain dalam suatu saluran,
 - d. Temperatur lingkungan sekitar resistansi kabel meningkat seiring meningkatnya temperaturnya dan isolasi kabel dapat meleleh jika temperaturnya terlalu tinggi,
 - e. Tipe proteksi untuk berapa lama kabel harus menahan arus gangguan.

Persyaratan umum instalasi listrik menyatakan bahwa jatuh tegangan dari terminal supply untuk peralatan - peralatan yang membutuhkan arus tetap tidak boleh melebihi 4% dari tegangan utamanya.

2.1.11. Sakelar

Sakelar adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk memutuskan untuk menghubungkan jaringan listrik. Sakelar pada

dasarnya merupakan alat penyambung atau pemutus aliran listrik. Selain untuk jaringan listrik arus kuat, sakelar berbentuk kecil juga dipakai untuk alat komponen elektronika arus lemah.

Secara umum sakelar terdiri dari dua bilah logam yang menempel pada suatu rangkaian, dan bisa terhubung atau terpisah sesuai dengan keadaan sambung (on) atau putus (off) dalam rangkaian itu. Material kontak sambungan umumnya dipilih agar tahan terhadap korosi. Pada dasarnya tombol bisa diaplikasikan untuk sensor mekanik, karena bisa dijadikan sebagai pedoman pada mikrokontroller untuk pengaturan alat dalam pengontrolan.

Sakelar juga benda yang sudah tidak asing lagi bagi kehidupan sehari - hari kita. Hampir di semua barang elektronik yang ada disekitar kita pasti menggunakan sakelar atau dengan bahasa inggrisnya *Switch*. Di dinding rumah kita pun pasti juga ada sakelar untuk menghidupkan lampu. Fungsi dasar dari sakelar adalah untuk menyambung dan memutus arus yang masuk ke suatu perangkat listrik. Seiring dengan perkembangan teknologi, sakelar juga berevolusi menjadi beberapa model fisik. Jika dulu sakelar yang kita kenal hanya model "Tik Tok", sekarang sakelar dapat berbentuk digital, contohnya keypad telephone.

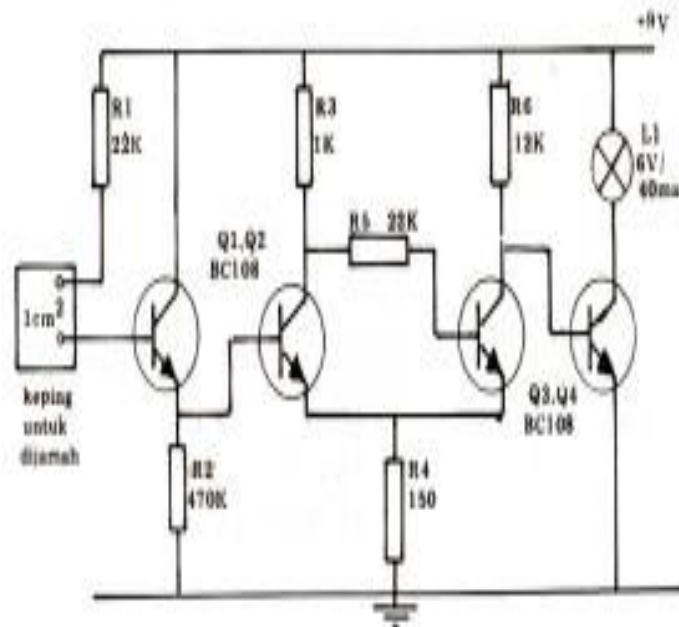
Yang paling muktahir namun orang jarang menggunakannya adalah sakelar sentuh. Kita jangan beranggapan sakelar sentuh (*Touch Switch*) ini fungsinya sama seperti sakelar biasa yang hanya

dapat menyalakan atau mematikan lampu di rumah kita. Namun sakelar sentuh (*Touch Switch*) ini fungsinya harus lebih kita optimalkan, salah satunya dengan menjadikan sakelar sentuh ini sebagai pengaman di rumah kita. Karena kerja sakelar sentuh (*Touch Switch*) adalah dengan cara menyentuh bahan konduktor (plat, paku, baut, dll) yang sudah kita hubungkan dengan sakelar sentuh (*Touch Switch*).

Sakelar digunakan untuk memutuskan dan menghubungkan rangkaian listrik. Cara kerja sakelar yaitu pada saat sakelar akan membuka untuk memutuskan rangkaian, sebuah pegas akan ditegangkan. Pegas ini yang menggerakkan sakelar sehingga dapat memutuskan rangkaian dalam waktu singkat. Jadi kecepatan pemutusan ditentukan oleh pegas dan tidak tergantung pada pelayanan. Karena cepatnya waktu pemutusan, maka kemungkinan timbulnya besar api antara kontak - kontak pemutusan sangat kecil. Berbeda dengan pemisah, sakelar (beban) dapat digunakan untuk memutuskan rangkaian dalam keadaan berbeban. Pemasangan sakelar ini biasanya 1,5 m di atas lantai untuk menghindari jangkauan anak - anak.

Pemisah digunakan untuk memutuskan dan menghubungkan rangkaian listrik dalam keadaan tidak berbeban atau hampir tidak berbeban. Pemisah tidak memiliki pemutusan sesaat, karena itu

kecepatan pemutusan tergantung pada pelayanannya.¹⁰ Skema rangkaian sakelar sentuh dapat dilihat pada gambar 2.5



Gambar 2.5 Skema Rangkaian Sakelar Sentuh

(Sumber : http://dasar_elektronika.com/rangkaian_sakelar_sentuh.html)

Rangkaian Sakelar Sentuh (*Touch Switch*) tentu menjadi hal yang masih awam. Namun jika mendengar gadget dan juga barang elektronik yang hanya dioperasikan dengan layar sentuh, tentu saja anda sudah paham dan rangkaian sakelar sentuh (*Touch Switch*) tersebut menjadi salah satu komponen yang masuk ke dalam perangkat tersebut. Biasanya pada handphone, notebook, laptop, komputer PC dan juga beberapa

¹⁰Prihono, S.T, M.T, dkk , *Jago Elektronika Secara Otodidak* , (Jakarta : Kawan Pustaka, 2009), hlm 27

gadget yang saat ini sedang tren seperti android, iphone dan beberapa perangkat lainnya.

Rangkaian sakelar ini sangat peka dimana bisa beroperasi hanya disentuh dengan ujung jari saja. Rangkaian ini bisa digunakan untuk menyalahkan lampu dan juga beberapa komponen lainnya. Selain lampu, komponen seperti relay, pemancar radio, dan juga morse juga bisa digabungkan di rangkaian sakelar sentuh (*Touch Switch*) tersebut. Kinerja sakelar sentuh (*Touch Switch*) ini mendeteksi arus yang melewati jari dimana menghubungkan dua buah kontak yang harus anda berikan timah yang bisa meminimalkan karat di komponen tersebut.

Dalam skema gambar rangkaian diatas, memiliki konsep kerja dimana jika kontak tersebut disentuh dengan jari maka arus listrik akan langsung mengalir. Aliran listrik akan mengalir ke emitor Q1 dengan besaran tegangan yang kecil. Sementara di kolektor Q1 akan dihasilkan besaran tegangan yang besar dan akan mengaktifkan seluruh sistem di rangkaian tersebut. Arus dari kolektor Q1 masuk ke basis Q2 yang menyebabkan menghantar arus yang sangat kuat. Hal ini membuat komponen Q3 menjadi tersumbat. Dengan keadaan ini kolektor Q3 akan memiliki besaran tegangan yang tinggi

dan juga menyebabkan komponen Q4 pada area basis juga menghantarkan arus yang menyebabkan lampu menyala.

Sementara kerja sebaliknya akan terjadi jika kita mengangkat jari dari sakelar sentuh ini, maka tidak ada arus yang mengalir di Q1. Dan kondisi ini membuat Q2 menjadi tersumbat akibat tidak adanya aliran di basis Q2. Sementara komponen Q3 akan menarik arus dari R3 dan membuat kolektor Q3 akan menurun dan membuat lampu tersebut akan mati.

2.1.11.1. Sakelar dan Pemisah Harus Memenuhi Beberapa Persyaratan, Antara Lain :

- a. Harus dapat dilayani secara aman tanpa memerlukan alat bantu,
- b. Jumlahnya harus sedemikian hingga semua pekerjaan pelayanan, pemeliharaan dan perbaikan pada instalasi dapat dilakukan dengan umum,
- c. Dalam keadaan terbuka, bagian - bagian sakelar atau pemisah yang bergerak harus tidak bertegangan,
- d. Harus tidak dapat menghubungkan dengan sendirinya karena pengaruh gaya berat,

- e. Kemampuan sakelar sekurang - kurangnya harus sesuai dengan daya alat yang dihubungkan, tetapi tidak boleh kurang dari 5A.

2.1.12. IC TT6061A

Dengan berkembangnya elektronika yang demikian cepatnya, maka makin ditinggallah peralatan elektronika dengan rangkaian - rangkaian transistor, dimana rangkaian - rangkaian tersebut sudah direncanakan oleh pabrik - pabrik semikonduktor sehingga merupakan suatu kemasan yang kompak dan kecil dengan fungsi - fungsi tertentu. Kemasan demikian disebut Integrated Circuit (IC).

IC mengkombinasikan tiga komponen elektronik dalam sebuah piringan silikon kecil yang terbuat dari pasir kuarsa. Para ilmuwan kemudian berhasil memasukkan lebih banyak komponen - komponen ke dalam suatu chip tunggal yang disebut semikonduktor. Integrated Circuit (IC) merupakan komponen semikonduktor yang di dalamnya dapat memuat puluhan, ratusan atau ribuan atau bahkan lebih komponen dasar elektronik yang terdiri dari sejumlah komponen resistor, transistor, dioda dan komponen semikonduktor yang lain. Komponen - komponen yang ada di dalam IC membentuk suatu subsistem terintegrasi (rangkaian terpadu) yang bekerja untuk suatu keperluan tertentu, namun tidak tertutup kemungkinan dipergunakan untuk tujuan yang lain.

Setiap jenis IC didesain untuk keperluan khusus sehingga setiap IC akan memiliki rangkain internal yang beragam.

Untuk mempermudah pemakaian IC tersebut maka dibentuklah suatu bentuk yang standard. Salah satu standard IC tersebut adalah DIP (Dua Inline Package), dimana kaki - kaki IC tersebut susunannya terdiri dari dua jalur yang simetris dari 8, 14, 16 kaki dan seterusnya.

Untuk mengetahui urutan kaki - kaki tersebut adalah sebagai berikut : urutan kaki 1 s/d 8 atau s/d 14 s/d 16, apabila dilihat dari atas IC tersebut adalah berlawanan dengan arah putaran jam, dimana hitungan tersebut dari ujung yang ada titiknya, untuk lebih jelasnya dapat diperhatikan gambar 2.6 dibawah ini :



(a)

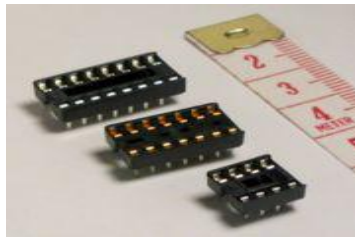


(b)

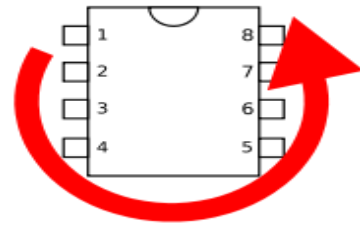
Gambar 2.6 (a) 8 Pin DIP, (b) 14 Pin DIP

(Sumber : www.oocities.org/plshertzic6061.doc)

Bentuk dari urutan soket 8, 14, 16 pin atau pin numberring, dapat dilihat pada gambar 2.7.



(a)

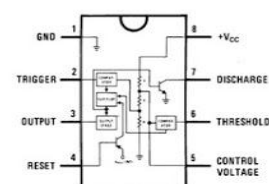
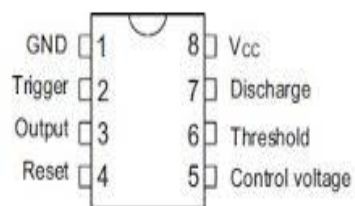


(b)

Gambar 2.7 (a) Soket 8,14, dan 16 Pin, (b) Pin Numberring

(Sumber : www.oocities.org/plshertzic6061.doc)

Pada kesempatan ini akan dijelaskan mengenai susunan IC 6061 dan aplikasinya sebagai timer. Bentuk dari Pin Out dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Pin Out IC

(Sumber : www.oocities.org/plshertzic6061.doc)

2.1.12.1. Fungsi Masing - Masing Pin IC TT6061A:

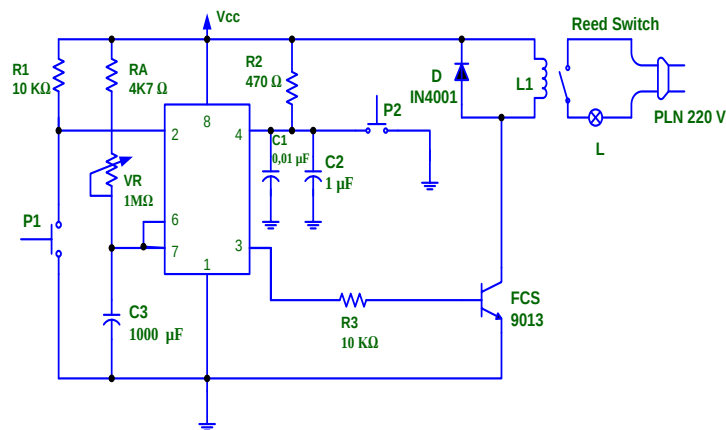
1. **Pin 1 (Grounding)**, pin ini merupakan titik referensi untuk seluruh sinyal dan tegangan pada rangkaian

6061, baik rangkaian internal maupun rangkaian eksternalnya.

2. **Pin 2 (Trigger)**, berfungsi untuk membuat output high, ini terjadi pada saat level tegangan pin trigger dari High menuju $< 1/3 V_{cc}$.
3. **Pin 3 (Output)**, output mempunyai 2 keadaan, High dan Low.
4. **Pin 4 (Reset)**. Pada saat low, pin 4 akan reset. Pada saat reset, output akan Low. Supaya bisa bekerja, pin 4 harus diberi High.
5. **Pin 5 (Voltage Control)**, jika pin 5 diberi tegangan, maka level tegangan threshold akan berubah dari $2/3 V_{cc}$ menjadi V_5 . Level tegangan trigger akan berubah dari $2/3 V_{cc}$ menjadi V_5 .
6. **Pin 6 (Threshold)**, untuk membuat output Low, terjadi pada saat tegangan pin 6 dari Low menuju $> 1/3 V_{cc}$.
7. **Pin 7 (Discharge)**, output Low, pin 7 akan Low Impedance. Output High, pin 8 akan High Impedance.
8. **Pin 8 (Power Supply - V_{cc})**, pin ini untuk menerima supply DC voltage yang diberikan. Biasanya akan bekerja jika diberi tegangan 5 -12V(maksimum 18 V).

2.1.12.2. Rangkaian IC TT6061A Sebagai Timer / Linear

Bentuk dari rangkaian IC TT6061A dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Rangkaian IC TT6061A Sebagai Timer
(Sumber : www.oocities.org/plshertzic6061.doc)

Cara kerja Rangkaian :

Pada saat Supply diberikan maka kaki 4 akan bertegangan nol. Jadi rangkaian direset dan output kaki 3 menjadi rendah. Sesaat kemudian kaki 4 akan bertegangan Vcc (High) karena C1 & C2 sudah terisi penuh. Pada saat P1 ditekan maka pin 2 tertrigger sehingga pin 3 (output) akan High dan pin 7 akan mempunyai hambatan yang besar terhadap ground atau pin 7 akan High Impedance. Hal ini menyebabkan TR bekerja sehingga reed switch menutup.

Pada saat tersebut C3 diisi melalui RA & VR, setelah $1,1 (RA + VR) \cdot C3$ detik, maka pin 6 (*threshold*)

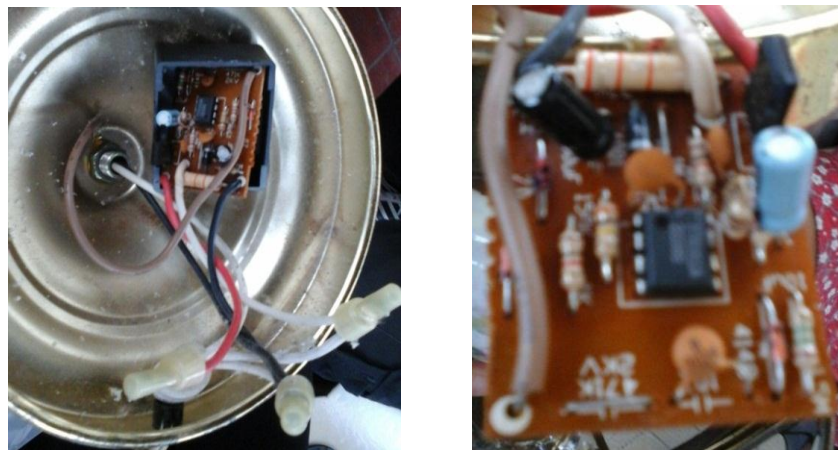
akan mencapai tegangan $\frac{2}{3} V_{cc}$ sehingga output akan kembali ke *Low* (rendah) dan TR akan off, *reed switch* membuka. Karena pada saat tersebut kaki 7 mempunyai nilai hambatan yang rendah terhadap Ground, maka C3 akan membuang muatannya melalui pin 7.

Jika P2 ditekan maka kaki 3 akan *Low* dan TR akan off, dengan demikian reed switch akan terbuka.

Jika P1 ditekan lagi proses tersebut akan berulang lagi. Lamanya lampu menyala yaitu $T=1,1 (R_A + R_{VA}).C_3$ detik .

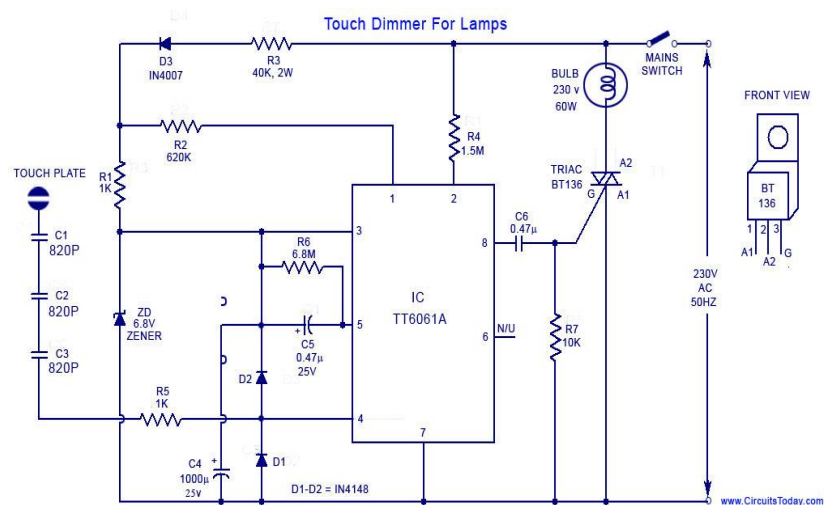
2.1.13. Rangkaian Dari IC TT6061A

Bentuk dari rangkaian alat yang ada di dalam lampu sakelar sentuh dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Rangkaian Alat Yang Ada di Dalam Lampu Sakelar Sentuh
(Sumber : Dokumentasi Foto)

Bentuk dari rangkaian IC TT6061A dapat dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Rangkaian IC TT6061A
(Sumber : Circuitdiagram.net/220v-ac-lamp-touch-dimmer.html)

Berikut lampu 220V AC menyentuh sirkuit dimmer. Dengan hanya menyentuh sentuhan ini dimmer Anda dapat meningkatkan intensitas cahaya dari lampu pijar dalam tiga tahap. Sentuhan dimmer dirancang di sekitar 8 - pin CMOS IC TT8486A / TT6061A terutama diproduksi untuk sentuhan aplikasi dimmer.

Pada awalnya, ketika listrik beralih adalah "on", lampu adalah "off". Sekarang, ketika anda menyentuh pelat sentuh, lampu bersinar remang. Pada sentuhan kedua, lampu memberikan cahaya menengah. Pada sentuhan ketiga, lampu ini didukung sepenuhnya. Satu sentuhan yang lebih menempatkan off lampu.

Menimbang bahwa IC sangat sensitif, memanfaatkan kawat panjang untuk menghubungkan IC terhadap sensor sentuh. Rangkaian ini menggunakan komponen eksternal yang minimal.

Untuk piring sentuhan, adalah mungkin untuk memanfaatkan pelat tembaga sederhana $1\text{ cm} \times 1\text{ cm}$ atau hanya ujung kawat timah. Plat sentuh bergabung bersama menuju detektor sentuhan melalui 820 pF, 2 kV kapasitor C1, C2, C3 dan digabungkan dalam seri. Internal sinyal sentuh IC TT6061A yang terhubung ke counter atau decoder melalui resistor dan jam masukan CK terhubung ke counter atau decoder melalui frekuensi generator.

Sinyal frekuensi garis diperoleh melalui R4 di pin 2 dari IC TT6061A. Di persimpangan nol, triac (BT136) memicu untuk menggerakkan lampu 200W.

Kekuatan 6,8 Volt supply diperoleh langsung dari induk melalui resistor R1 dan R3, dioda D3, kapasitor C4, dan dioda zener dan diberikan kepada input daya pin 3 dari IC. Kapasitor C1, C2, C3 dan dihubungkan antara input sentuhan pin 4 dan plat sentuh mengambil potensi kejutan dari pelat sentuh, sehingga tidak mengubah kapasitor ini dengan kapasitor tunggal atau dengan kapasitor rating tegangan yang lebih rendah. Potensi listrik tersedia di sirkuit. Tak perlu dikatakan, itu benar - benar berisiko tinggi untuk menyentuh sirkuit ketika listrik adalah "on". Pin tugas dari IC TT6061A dapat dilihat dari tabel 2.1.

Tabel 2.1 Pin Tugas Dari IC TT6061A

No Pin	Nama Pin	Fungsi Deskripsi
1.	CK	Sistem Bit Input
2.	FI	50 Hz Garis Frekuensi
3.	V _{CC}	Pin Daya Input Untuk V _{CC}
4.	TI	Sentuhan Input
5.	CI	Sensor Kontrol Input
6.	NC	Tidak Terhubung
7.	V _{SS}	Pin Daya Input Untuk V _{SS}
8.	AT	Sudut Trigger Output

(Sumber : Circuitdiagram.net/220v-ac-lamp-touch.html)

2.1.14. Cara Kerja Lampu Sakelar Sentuh

Model lampu sakelar sentuh dapat dilihat dari gambar 2.12.



Gambar 2.12 Lampu Sakelar Sentuh
(Sumber : Dokumentasi Foto)

Sakelar sentuh (*Touch Switch*) adalah sakelar yang pengoperasiannya cukup hanya disentuh (tangan), bisa diaplikasikan untuk berbagai keperluan dan keinginan. Misal dipasang pada sepeda motor, maka sepeda motor tidak bisa hidup

walaupun kontak sudah ON sebelum bagian tertentu dari sepeda motor kita sentuh.

Sakelar sentuh (*Touch Switch*) ini benar - benar sangat rentan sekali jika disentuh oleh jari tangan kita sendiri dan pengoperasiannya juga tinggal disentuh saja dengan jari tangan kita sendiri. Kalau mau menyalakan lampu sakelar sentuh ini sangat mudah sekali tinggal menyambungkan kabelnya ke sakelar, lalu jari tangan kita tinggal disentuh atau ditempelkan ke bagian bawah lampu atau lempengan tembaga yang ada di lampu sakelar sentuh dengan empat kali sentuhan lampu sakelar sentuh dapat menyalakan lampu secara berbeda - beda awal mulanya off, redup, menyala normal, terang sekali, dan off sendiri bila disentuh.

Di dalam sakelar sentuh (*Touch Switch*) ini juga mempunyai beberapa komponen yang diantaranya adalah Resistor, Kapasitor, Dioda, Dioda Zener, TRIAC, IC, dan Lampu Pijar dimana komponen ini yang bisa membantu lampu sakelar sentuh (*Touch Switch*) ini bisa menyala dengan sendirinya bila disentuh dengan jari tangan kita sendiri. Alat ukur yang digunakan pada sakelar sentuh (*Touch Switch*) ini ada arus, daya dan luxmeter (alat penerangan cahaya).

Komponen ini juga memiliki masing - masing nilai yang diantaranya resistor (R_1) 22 k, resistor (R_2) 1 m, resistor (R_3) 10 k, resistor (R_4) 100Ω , resistor (R_5) 150 k, resistor (R_6) 1 k, resistor (R_7)

1,5 m, resistor (R_8) 20 k, kapasitor 10 μ F (mikroFarad), kapasitor 100 μ F (mikroFarad), kapasitor 102, kapasitor 152, kapasitor 473, dioda 4001, dioda zener ada 2 macam yang nilainya 4148, TRIAC, IC TT6061A, dan beberapa ukuran daya lampu pijar yang digunakan yaitu 5 Watt, 40 Watt, 60 Watt, dan 100 Watt. Di dalam sakelar sentuh (*Touch Switch*) juga ada 4 kabel yang fungsinya berbeda - beda diantaranya kabel merah berfungsi untuk phasa, kabel hitam dan putih berfungsi untuk lampu, dan kabel coklat berfungsi untuk grounding atau sentuhannya.

Didalam rangkaian sakelar sentuh (*Touch Switch*) tersebut ada beberapa cara pengukuran yang diantaranya ada arus yang secara seri dapat menyambungkan antara kabel warna merah (phasa) dan putih (netral) gimana biar lampu tersebut bisa menyala, kabel putih menyambungkan ke lampu dan kabel warna merah menyambungkan ke rangkaian yang ada didalam sakelar sentuh (*Touch Switch*) tersebut, lalu biar bisa mendapatkan hasil dari arus yang ada di dalam rangkaian sakelar sentuh kita bisa menggunakan alat avometer digital maupun analog dengan cara menyambungkan antara kabel avometer ke kabel yang ada di dalam rangkaian sakelar sentuh (*Touch Switch*).

Tegangan yang secara paralel dapat menyambungkan anatara dua titik kabel yang ada didalam rangkaian sakelar sentuh yang diantaranya dua kabel putih yang menyambungkan diantara aliran

listrik dan rangkaian yang ada didalam dan dua kabel hitam yang menyambungkan diantara aliran lampu dan rangkaian yang ada didalam rangkaian sedangkan kabel warna putih menyambungkan aliran ke listrik dan gimana biar rangkaian tersebut bisa menemukan hasil berapa tegangan yang ada di dalam rangkaian sakelar sentuh dengan menggunakan alat avometer lalu kabel yang ada di avometer disambungkan diantara kedua kabel putih, kedua kabel hitam dan putih yang ada didalam rangkaian sakelar sentuh dan daya dapat.

Daya yang dapat diukur dengan menggunakan alat wattmeter, di watt meter tersebut ada empat titik colokan yang dapat dihubungkan antara kabel saluran listrik dan kabel secara langsung ke lampu sakelar sentuh, kalau dari dua titik colokan ke beban atau load disambungkan ke sakelar listrik atau saluran listrik dan dua titik colokan dari tegangan atau power source disambungkan ke kabel lampu biar lampu sakelar sentuh tersebut bisa menghasilkan nilai dayanya dari setiap ukuran daya lampunya yang akan diukur. Luxmeter atau alat pengukur penerangan cahaya pada lampu bisa dapat mengukur seberapa terangkah dari setiap ukuran daya lampu yang akan diuji.

Sakelar yang sensitif terhadap sentuhan manusia selain sakelar yang harus ditekan atau didorong untuk menyambungkan dan memutuskan sambungan komponen listrik sebenarnya telah ada sejak bertahun - tahun yang lalu. Sakelar sensitif ini tentu memiliki

keunggulan, dan yang paling penting adalah fakta bahwa kotoran dan air tidak bisa masuk ke sakelar yang akan merusaknya. Selama bertahun - tahun, sifat yang berbeda dari tubuh manusia telah digunakan untuk sakelar sentuh (*Touch Switch*) yang sensitif, yaitu:

2.1.14.1.Suhu

Tubuh manusia umumnya lebih hangat dari pada udara di sekitarnya. Banyak elevator yang menggunakan tombol yang sensitif terhadap kehangatan jari manusia. Tombol - tombol ini, tentu saja tidak bekerja jika anda memiliki tangan dalam keadaan dingin.

2.1.14.2.Resistansi

Tubuh Manusia, yang sebagian besar terbuat dari air cukup baik untuk dapat menghantarkan listrik. Dengan mendekatkan dua kontak rangkaian listrik, jari anda dapat menutup rangkaian itu jika menyentuh jari anda pada dua kontak tersebut.

2.1.14.3.Penerima Gelombang Radio

Anda mungkin pernah memperhatikan, ketika Anda menyentuh antena, penerimaan sinyal atau gelombang pada TV atau radio akan lebih baik. Itu karena tubuh manusia dapat menjadi antena yang cukup bagus. Bahkan ada LCD TV kecil yang memiliki tali leher konduktif sehingga pengguna bertindak seperti antenanya. Beberapa desain

sakelar yang sensitif pada sentuhan hanya mencari perubahan dalam penerimaan gelombang radio yang terjadi ketika sakelar disentuh.

Lampu sentuh hampir selalu menggunakan properti keempat dari tubuh manusia yaitu kapasitansinya. Kata "kapasitansi" berasal dari kata "kapasitas". Kapasitansi adalah kapasitas sebuah objek yang harus menahan elektron. Lampu, ketika berdiri sendiri di atas meja, memiliki kapasitansi tertentu. Ini berarti bahwa jika sebuah sirkuit mencoba untuk mengisi lampu dengan elektron, lampu itu akan mengambil beberapa elektron tertentu. Ketika anda menyentuh lampu, tubuh anda menambah kapasitasnya. Dibutuhkan lebih banyak elektron anda untuk diisikan ke lampu, dan sirkuit akan mendeteksi perbedaannya.

Banyak lampu sentuh yang mengatur tiga tingkat kecerahan meskipun tidak menggunakan tiga bola lampu. Rangkaian ini mengubah kecerahan lampu dengan mengubah "siklus kerja" dari tenaga atau daya yang mencapai bohlam. Sebuah bola lampu dengan cahaya normal mendapat "kekuatan penuh". Bayangkan, untuk membuat lampu dari on ke off memiliki kecepatan tertentu (katakanlah 100 kali per detik), jika siklus kerjanya hanya

50 % maka bola lampu hanya akan menyala setengah terang (setengah off). "Kecepatan membuat bola lampu menjadi on dan off" adalah gagasan dasar yang digunakan untuk mengubah kecerahan lampu. Untuk tiga tingkat kecerahan, sirkuit menggunakan nol persen (off), 33 %, 66 % dan 100 % siklus kerja untuk mengontrol kecerahan lampu.

2.1.15. Komponen - Komponen di Rangkaian Lampu Sakelar Sentuh

2.1.15.1. Resistor (Tahanan)

Resistor atau yang biasa disebut tahanan atau penghambat, adalah suatu komponen elektronik yang memberikan hambatan terhadap perpindahan elektron (muatan negatif). Resistor disingkat dengan huruf "R" (huruf R besar). Satuan resistor adalah ohm, yang menemukan adalah *George Ohm* (1787 - 1854), seorang ahli fisika dari Jerman.

Kemampuan resistor untuk menghambat disebut juga resistensi atau hambatan listrik. Besarnya diekspresikan dalam satuan ohm. Suatu resistor dikatakan memiliki hambatan satu ohm apabila resistor tersebut menjembatani beda tegangan sebesar satu volt dan arus listrik yang timbul akibat tegangan tersebut adalah sebesar satu ampere, atau sama dengan sebanyak 6.241506×10^{18} elektron per detik mengalir menghadap arah yang berlawanan dari arus.

1. Jenis Resistor

Berdasarkan penggunaannya, resistor dapat dibagi menjadi empat bagian sebagai berikut :

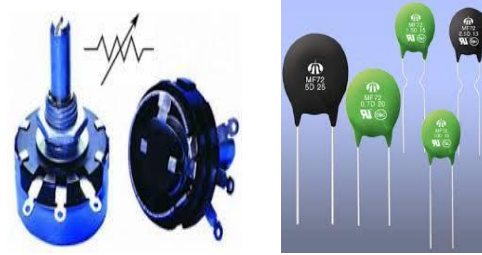
- b. **Resistor Biasa (tetap nilainya)** adalah sebuah resistor penghambat gerak arus yang nilainya tidak dapat berubah, jadi selalu tetap (konstan). Resistor ini biasanya dibuat dari nikelin atau karbon, bentuk dari resistor biasa dapat dilihat pada gambar 2.13.



Gambar 2.13 Resistor Biasa

(Sumber : <https://www.google.com/search?q=gambar+resistor+biasa&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:id::official&client=firefox-a&channel=ffl>)

- c. **Resistor Variabel (Potensiometer)** adalah sebuah resistor yang nilainya dapat berubah - ubah dengan jalan menggeser atau memutar *toggle*, sehingga nilai resistor dapat kita tetapkan sesuai dengan kebutuhan. Jenis resistor ini dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu potensiometer rheostat dan trimpot (trimmer potensiometer), bentuk dari resistor berubah dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14 Resistor Berubah

(Sumber : <https://www.google.com/search?q=gambar+resistor+berubah&ie=utf8&oe=utf8&aq=t&rls=org.mozilla:id:official&client=firefox-a&channel=fflb>)

- d. Resistor NTC dan PTS, Resistor NTC (*Negative Temperature Coefficient*) adalah resistor yang nilainya akan bertambah kecil bila terkena suhu panas. Resistor PTS (*Positife Temperature Coefficient*) adalah resistor yang nilainya akan bertambah besar bila temperaturnya menjadi dingin, bentuk dari resistor NTC dan PTS dapat dilihat pada gambar 2.15.



Gambar 2.15 Resistor NTC dan PTS

(Sumber: <https://www.goole.com/search?q=gambar+resistor+pts+ntc&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:id:official&client=firefox-a&channel=fflb>)

- e. **LDR (*Light Dependent Resistor*)** adalah jenis resistor yang berubah hambatannya karena pengaruh cahaya. Bila cahaya gelap, nilai tahanannya semakin besar, sedangkan bila cahayanya terang nilainya menjadi semakin kecil, bentuk dari resistor LDR dapat dilihat pada gambar 2.16.

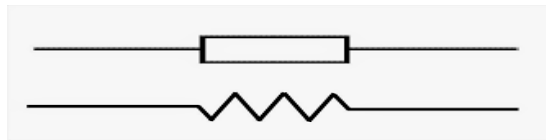


Gambar 2.16 Resistor LDR

(Sumber : <https://www.google.com/search?q=gambar+resistor+ldr&ie=utf-8&oe=utf-8&a=aq=t&rls=org.mozilla:id:official&client=firefox-a&channel=fflb>)

2. Simbol Resistor

Resistor adalah komponen yang paling banyak digunakan. Resistor terbuat dari komposisi karbon atau lilitan kawat pada gelondong keramik atau material lain. Resistor berguna untuk mengatur besarnya kuat arus listrik yang mengalir suatu rangkaian listrik, bentuk dari simbol resistor dapat dilihat pada gambar 2.17.



Gambar 2.17 Simbol Resistor

(Sumber : <https://www.google.com/search?q=gambar+resistor+biasa&ie=utf8&oe=utf8&aq=t&rls=org.mozilla:id:official&client=firefox-a&channel=fl>)

2.1.15.2.Kapasitor (Kondensator)

Kondensator atau sering disebut sebagai kapasitor adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. Kondensator memiliki satuan yang disebut farad, ditemukan oleh **Michael Faraday** (1791 - 1867). Kondensator kini juga dikenal sebagai “kapasitor”, tetapi kata “kondensator” masih dipakai hingga saat ini.

1. Jenis Kapasitor (Kondensator)

Penggunaan kondensator pada peralatan elektronika adalah sebagai media menyimpan tenaga listrik, filtering, tuning, penghubung sinyal dari satu rangkaian lain. Besaran kondensator dinyatakan dalam coulomb (C).

Berdasarkan kegunaanya, ada tiga jenis kapasitor (kondensator) sebagai berikut :

1. Kapasitor (kondensator) tetap (nilai kapasitas tetap tidak dapat diubah), kapasitor (kondensator) tetap adalah kondensator yang nilainya konstan dan tidak berubah - ubah. Ada tiga macam bentuk kondensator tetap, yaitu sebagai berikut :

a. Kondensator Keramik (*ceramic capacitor*),

memiliki bentuk bulat tipis, ada yang persegi empat berwarna merah, hijau, coklat dan lain - lain. Dalam pemasangan di papan rangkaian PCB, boleh dibolak - balik karena tidak mempunyai kaki positif dan negatif. Mempunyai kapasitas mulai dari beberapa piko Farad sampai dengan ratusan Kilopiko Farad (KpF). Dengan tegangan kerja maksimal 25 volt sampai 100 volt, tetapi ada juga yang sampai ribuan volt, bentuk dari kondensator ceramic dapat dilihat pada gambar 2.18.



Gambar 2.18 Kondensator Ceramic

(Sumber : <https://www.google.com/search?q=kondensator+ceramic&ie=utf8&oe=utf8&aq=t&rls=org.mozilla:id:official&client=firefox-a&channel=fflb#rls=org.mozilla:id:official&channel=fflb&q=gambar+kondensator+ceramic>)

b. Kondensator Polyester, pada dasarnya sama saja dengan kondensator keramik begitu juga cara

menghitung nilainya. Bentuknya persegi empat seperti permen. Biasanya mempunyai warna merah, hijau, coklat dan sebagainya, bentuk dari kondensator polyester dapat dilihat pada gambar 2.19.



Gambar 2.19 Kondensator Polyester
(Sumber : <https://www.google.com/search?q=kondensator+polyester&ie=utf8&oe=utf8&aq=t&rls=org.mozilla:id:official&client=firefox-a&channel=fflb#rls=org.mozilla:id:official&channel=fflb&q=gambar+kondensator+polyester>)

c. **Kondensator Kertas**, sering disebut juga kondensator padder. Misal pada radio dipasang seri dari spul osilator ke variabel kondensator, bentuk dari kondensator kertas dapat dilihat pada gambar 2.20.



Gambar 2.20 Kondensator Kertas
(Sumber : <https://www.google.com/search?q=kondensator+kertas&ie=utf8&oe=utf8&aq=t&rls=org.mozilla:id:official&client=firefox-a&channel=fflb#rls=org.mozilla:id:official&channel=fflb&q=gambar+kondensator+kertas>)

2. Kapasitor (kondensator) elektrolit (*electrolite*

condenser = *elco*), kondensator elektrolit atau sering disingkat elco adalah kondensator yang biasanya berbentuk tabung, mempunyai dua kutub kaki berpolaritas positif dan negatif, ditandai oleh kaki yang panjang positif sedangkan yang pendek negatif atau yang dekat tanda minus (-) adalah kaki negatif. Nilai kapasitansya dari 0,47 μF (mikroFarad) sampai ribuan mikroFarad dengan voltase kerja dari beberapa volt hingga ribuan volt, bentuk dari kondensator elektrolit dapat dilihat pada gambar 2.21.



Gambar 2.21 Kondensator Elektrolit

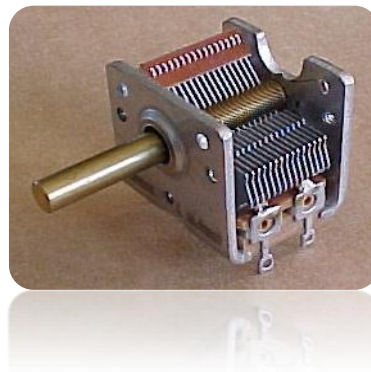
(Sumber : <https://www.goolge.com/search?q=gambar+kondensator+elektrolit&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:id:official&&client=firefox-a&channel=fflb>)

3. Kapasitor (kondensator) variabel (nilai kapasitansya

dapat diubah - ubah), kondensator variabel dan trimmer jenis kondensator yang kapasitansya bisa diubah - ubah. Kondensator ini dapat berubah kapasitansya

karena secara fisik mempunyai poros yang dapat diputar dengan menggunakan obeng.

a. Kondensator Variabel, kondensator Variabel terbuat dari logam, mempunyai kapasitas maksimum sekitar 100 pF (pikoFarad) sampai 500 pF ($100 \text{ pF} = 0.0001 \mu\text{F}$). Selain itu, kondensator variabel dengan spul antenna dan spul osilator berfungsi sebagai pemilih gelombang frekuensi tertentu yang akan ditangkap, bentuk dari kondensator variabel dapat dilihat pada gambar 2.22.

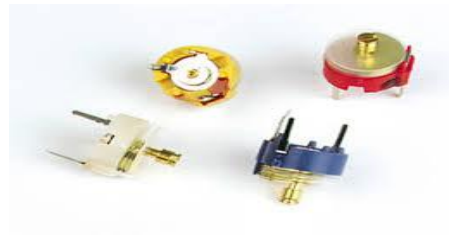


Gambar 2.22 Kondensator Variabel

(Sumber : <https://www.google.com/search?q=gambar+kondensator+variabel&ie=utf-8&oe=utf8&aq=t&rls=org.mozilla:id:official&client=firefox-a&channel=fflb>)

b. Kondensator Trimmer, kondensator Trimmer dipasang paralel dengan variabel kondensator berfungsi untuk menepatkan pemilihan gelombang frekuensi. Kondensator trimmer mempunyai kapasitas

dibawah 100 pF (PikoFarad), bentuk dari kondensator dapat dilihat pada gambar 2.23.



Gambar 2.23 Kondensator Trimmer

(Sumber : <https://www.google.com/search?q=gambar+kondensator+trimmer&ie=utf-8&oe=utf8&aq=t&rls=org.mozilla:id:official&client=firefox-a&channel=fflb>)

2. Simbol Kapasitor (Kondensator)

Simbol kondensator berdasarkan kutubnya dibagi dua, yaitu kondensator yang mempunyai kutub positif dan negatif, serta kondensator yang tidak mempunyai kutub. Lambang dari kondensator (mempunyai kutub positif dan negatif) dapat dilihat pada gambar 2.24.



Gambar 2.24 Lambang Kondensator (Mempunyai Kutub Pdan Negatif)

(Sumber : <https://www.google.com/search?q=lambang+dari+kondensator&ie=utf8&oe=utf8&aq=t&rls=org.mozilla:id:official&client=firefox-a&channel=flb>)

Lambang dari kondensator (tidak mempunyai kutub) dapat dilihat pada gambar 2.25.



Gambar 2.25 Lambang kondensator (Tidak Mempunyai Kutub)

(Sumber : <https://www.google.com/search?q=lambang+dari+kondensator&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:id:official&client=firefox-a&channel=fflb>)

Simbol untuk kondensator elektrolit pada skema elektronika dapat dilihat pada gambar 2.26.



Gambar 2.26 Simbol Kondensator Elektrolit

(Sumber : <https://www.google.com/search?q=lambang+dari+kondensator&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:id:official&client=firefox-a&channel=flb>)

Simbol jenis kondensator yang kapasitasnya dapat diubah - ubah (variabel) dapat dilihat pada gambar 2.27.



Gambar 2.27 Simbol Kodensator Variabel

(Sumber : <https://www.google.com/search?q=simbol+dari+kondensator+elektrolit&ie=utf8&oe=utf8&aq=t&rls=org.mozilla:id:official&client=firefox-a&channel=flb>)

Simbol untuk kondensator trimmer dapat dilihat pada gambar 2.28.



Gambar 2.28 Simbol Kondensator Trimmer

(Sumber : <https://www.google.com/search?q=symbol+dari+kondensator+elektrolit&ie=utf8&oe=utf8&aq=t&rls=org.mozilla:id:official&client=firefox-a&channel=fflb>)

2.1.15.3. Dioda

Dioda adalah sambungan bahan P - N yang berfungsi sebagai penyearah. Dioda tersebut dari bahan semikonduktor yang saling dipertemukan. Bahan tipe - P menjadi sisi anoda sedangkan bahan tipe - N menjadi katoda. Bergantung pada polaritas tegangan yang diberikan kepadanya, dioda bisa berlaku sebagai sebuah sakelar tertutup (apabila bagian anoda mendapatkan tegangan positif, sedangkan katodanya mendapatkan tegangan negatif) dan berlaku sebagai sakelar terbuka (apabila bagian anoda mendapatkan tegangan negatif, sedangkan katoda mendapatkan tegangan positif). Kondisi tersebut terjadi hanya pada dioda ideal - konseptual. Pada dioda faktual (riil), perlu tegangan lebih besar dari 0,7 volt (untuk dioda yang terbuat dari bahan silikon) pada anoda terhadap katoda

agar dioda dapat menghantarkan arus listrik. Tegangan sebesar 0,7 volt ini disebut sebagai tegangan halang (*barrier voltage*). Dioda yang terbuat dari bahan germanium memiliki tegangan halang kira - kira 0,3 volt.

1. Jenis Dioda

Berdasarkan fungsinya ada lima jenis dioda sebagai berikut:

a. Dioda Penyearah adalah dioda yang difungsikan untuk penyearah tegangan bolak - balik menjadi tegangan searah, biasanya digunakan pada rangkaian power supply, bentuk dari dioda penyearah dapat dilihat pada gambar 2.29.



Gambar 2.29 Dioda Penyearah

(Sumber : <https://www.google.com/search?q=gambar+dioda+penyearah&ie=utf8&oe=utf8&aq=t&rls=org.mozilla:id:official&client=firefox-a&channel=fflb>)

b. Dioda Pemancar Cahaya atau LED adalah dioda yang memancarkan cahaya bila dipanjar maju. LED dibuat dari semikonduktor campuran, seperti galium arsenida fosfida (GaAsP), galium fosfida (GaP),

galium indium fosfida (GaInP), dan galium alumunium arsenida (GaAlAs), bentuk dari dioda pemancar cahaya atau LED dapat dilihat pada gambar 2.30.



Gambar 2.30 Dioda Pemancar Cahaya atau LED
(Sumber : <https://www.google.com/search?q=gambar+dioda+pemancar+cahaya+atau+led&client=firefox-a&hs=ZTQ&rls=org.mozilla:id:official&channel=fflb&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=0iGBVJn0IcHhuQT5qICYCw&ved=0CBwQsAQ&biw=1366&bih=667>)

- c. **Dioda Foto (*Fotovoltaic*)** digunakan untuk mengubah energi cahaya menjadi energi listrik searah, bentuk dari dioda foto dapat dilihat pada gambar 2.31.



Gambar 2.31 Dioda Foto
(Sumber : <https://www.google.com/search?q=gambar+dioda+foto&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:id:official&client=firefox-a&channel=fflb>)

- d. Dioda Laser** digunakan untuk membangkitkan sinar laser taraf rendah, cara kerjanya mirip LED, bentuk dari dioda laser dapat dilihat pada gambar 2.32



Gambar 2.32 Dioda Laser

(Sumber : <https://www.google.com/search?q=gambar+dioda+laser&ie=utf-8&oe=utf8&aq=t&rls=org.mozilla:id:official&client=firefox-a&channel=fflb>)

- e. Dioda Zener** digunakan untuk regulasi tegangan, bentuk dari dioda zener dapat dilihat pada gambar 2.33.

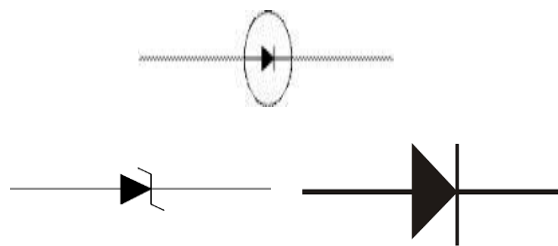


Gambar 2.33 Dioda Zener

(Sumber : <https://www.google.com/search?q=gambar+dioda+zener&ie=utf-8&oe=utf8&aq=t&rls=org.mozilla:id:official&client=firefox-a&channel=fflb>)

3. Simbol Dioda

Bentuk dari simbol dioda dapat dilihat pada gambar 2.34.



Gambar 2.34 Simbol Dioda

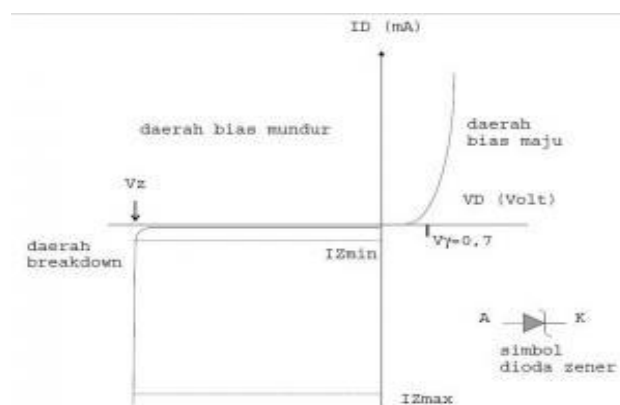
(Sumber : <https://www.google.com/search?q=simbol+dioda&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:id:official&client=firefox-a&channel=fflb>)¹¹

2.1.15.4. Dioda Zener

Dioda zener adalah salah satu jenis dioda yang memiliki sisi eksklusif pada daerah breakdownnya, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai stabilizer atau pembatas tegangan. Struktur dioda zener hampir sama dengan dioda pada umumnya, hanya konsentrasi doping saja yang berbeda. Kurva karakteristik dioda zener juga sama seperti dioda pada umumnya, namun pada daerah breakdown dimana pada saat bias mundur mencapai tegangan breakdown maka arus dioda naik dengan cepat seperti pada gambar karakteristik dioda zener dibawah. Daerah breakdown inilah yang menjadi referensi untuk penerapan dari dioda zener.

¹¹*Ibid*, hlm 19

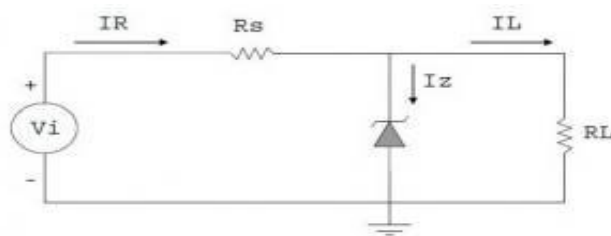
Sedangkan pada dioda biasa daerah breakdown merupakan daerah kritis yang harus dihindari dan tidak diperbolehkan pemberian tegangan mundur sampai pada daerah breakdown, karena bisa merusak dioda biasa. Bentuk dari kurva karakteristik dioda zener dapat dilihat pada gambar 2.35.



Gambar 2.35 Kurva Karakteristik Dioda Zener
(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/dioda-zener/>)

Titik breakdown dari suatu dioda zener dapat dikontrol dengan memvariasi konsentrasi doping. Konsentrasi doping yang tinggi, akan meningkatkan jumlah pengotoran sehingga tegangan zenernya (V_z) akan kecil. Demikian juga sebaliknya, dengan konsentrasi doping yang rendah diperoleh V_z yang tinggi. Pada umumnya dioda zener dipasaran tersedia mulai dari V_z 1,8 V sampai 200 V, dengan kemampuan daya dari $\frac{1}{4}$ hingga 50 W. Penerapan dioda zener yang paling penting adalah sebagai regulator

atau stabilizer tegangan (voltage regulator). Rangkaian dasar stabilizer tegangan menggunakan dioda zener dapat dilihat pada gambar dibawah. Agar rangkaian ini dapat berfungsi dengan baik sebagai stabilizer tegangan, maka dioda zener harus bekerja pada daerah breakdown. Yaitu dengan memberikan tegangan sumber (V_i) harus lebih besar dari tegangan dioda zener (V_z). Bentuk dari rangkaian dasar stabilizer dengan dioda zener dapat dilihat pada gambar 2.36.



Gambar 2.36 Rangkaian Dasar Stabilizer Dengan Dioda Zener

(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/dioda-zener/>)

Pada dioda zener terdapat nilai I_{zm} (arus zener maksimum) yang telah ditentukan oleh pabrik dan arus zener tidak boleh melebihi I_{zm} tersebut, karena akan mengakibatkan kerusakan pada dioda zener. R_s adalah hambatan yang berfungsi sebagai pembatas arus untuk rangkaian stabilizer tegangan. Apabila tegangan V_i lebih tinggi dari V_z dan R_L lebih besar dari R_L minimum maka

fungsi dari stabilizer tegangan pada dioda zener dapat bekerja, oleh karena itu R_L harus lebih besar dari R_{Lmin} . R_{Lmin} dapat ditentukan pada saat $V_L = V_Z$ sebagai berikut.

$$R_{L_{Min}} = \frac{R_S \times V_Z}{V_i - V_Z} \dots\dots\dots (2.19)$$

Nilai $R_{L_{min}}$ ini akan menjamin dioda zener bekerja secara konsisten. Bila zener sudah bekerja, berarti $V_L = V_Z = \text{konstan}$, dan dengan menganggap V_i tetap maka turun tegangan pada R_S (V_R) juga tetap, yaitu :

$$V_R = V_i - V_Z \dots\dots\dots (2.20)$$

Sehingga arus yang mengalir pada R_S dapat diketahui dengan :

$$I_R = \frac{V_R}{V_S} \dots\dots\dots (2.21)$$

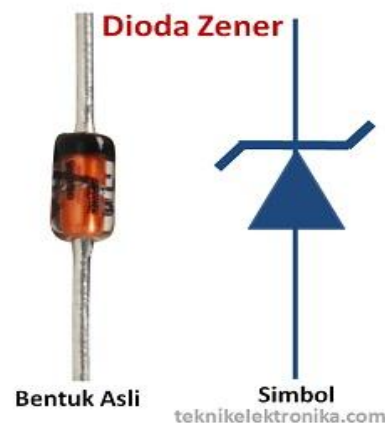
Dan arus yang mengalir pada dioda zener dapat ditentukan dengan :

$$I_Z = I_R - I_L \dots\dots\dots (2.22)$$

Arus pada dioda zener (I_Z) tidak boleh melebihi nilai I_{zm} yang telah ditentukan pabrik, untuk membatasi arus zener ini dapat mengatur nilai R_S dengan rumusan diatas.

1. Bentuk dan Simbol Dioda Zener

Dibawah ini adalah bentuk dan simbol dioda zener, bentuk dan simbol dioda zener dapat dilihat pada gambar 2.37.



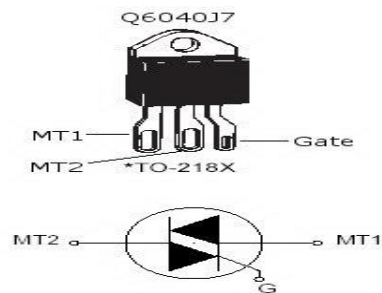
Gambar 2.37 Bentuk dan Simbol Dioda Zener
(Sumber: <http://teknikelektronika.com/wp-content/uploads/2014/09/Bentuk-dan-Simbol-Dioda-Zener.jpg>)

2.1.15.5. TRIAC (Triode Alternating Current)

Triac merupakan komponen semikonduktor yang tersusun atas diode empat lapis berstruktur P - N - P-N dengan tiga P-N junction. Triac memiliki tiga buah elektrode, yaitu : gate, MT1, MT2. Triac biasanya digunakan sebagai pengendali dua arah (bidirectional). Apabila kita akan menggunakan triac dalam pembuatan perangkat atau sistem kontrol elektronik, ada beberapa hal yang harus diketahui dalam memilih triac sebagai berikut.

Hal- hal Yang Perlu Diperhatikan Dalam Memilih Triac :

tegangan breakover maju dan mundur arus maksimum (I_T maks) arus genggam minimum (I_h min) tegangan dan arus picu gate yang diperlukan kecepatan pensakelaran tegangan maksimum dV/dt tegangan blocking triac (VDRM), simbol dan bentuk Triac dapat dilihat pada gambar 2.38.



Gambar 2.38 Simbol dan Bentuk Triac
(Sumber : Keterampilan Kejurusan Teknik Elektronika)

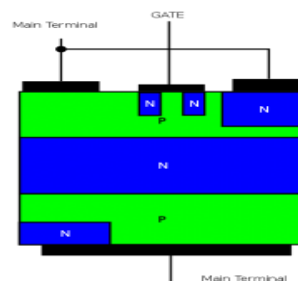
Triac akan tersambung (on) ketika berada di kuadran I yaitu saat arus positif kecil melewati terminal gate ke MT1, dan polaritas MT2 lebih tinggi dari MT1, saat triac terhubung dan rangkaian gate tidak memegang kendali, maka triac tetap tersambung selama polaritas MT2 tetap lebih tinggi dari MT1 dan arus yang mengalir lebih besar dari arus genggamnya (holding current/ I_h), dan triac juga akan tersambung saat arus negatif melewati terminal gate ke MT1, dan polaritas MT1 lebih tinggi dari MT2, dan triac akan tetap terhubung walaupun rangkaian gate tidak memegang kendali selama polaritas MT1 lebih tinggi dari MT2. Selain dengan cara memberi pemicuan melalui

terminal gate, triac juga dapat dibuat tersambung (on) dengan cara memberikan tegangan yang tinggi sehingga melampaui tegangan breakovernya terhadap terminal MT1 dan MT2, namun cara ini tidak diizinkan karena dapat menyebabkan triac akan rusak. Pada saat triac tersambung (on) maka tegangan jatuh maju antara terminal MT1 dan MT2 sangatlah kecil yaitu berkisar antara 0.5 volt sampai dengan 2 volt.

TRIAC, atau *Triode for Alternating Current* (Trioda untuk arus bolak - balik) adalah sebuah komponen elektronik yang ekuivalen dengan dua SCR yang disambungkan antiparalel dan kaki gerbangnya disambungkan bersama. Nama resmi untuk TRIAC adalah *Bidirectional Triode Thyristor*. Ini menunjukkan sakelar dua arah yang dapat mengalirkan arus listrik ke kedua arah ketika dipicu (dihidupkan). TRIAC dapat dinyalakan baik dengan tegangan positif ataupun negatif pada elektrode gerbang. TRIAC tersusun dari lima buah lapis semikonduktor yang banyak digunakan pada pensaklaran elektronik. Berbeda dengan SCR yang hanya melewatkan tegangan dengan polaritas positif saja, TRIAC banyak digunakan pada rangkaian pengendali dan pensaklaran. TRIAC akan aktif ketika polaritas pada anoda lebih positif

daripada katodanya. Dan gatenya diberi polaritas positif, begitu juga sebaliknya. Setelah terkonduksi, sebuah TRIAC akan tetap bekerja selama arus yang mengalir pada TRIAC (IT) lebih besar dari arus penahan (IH) walaupun arus gate dihilangkan.

Satu - satunya cara untuk membuka (meng - offkan) TRIAC adalah dengan mengurangi arus IT di bawah arus IH. TRIAC bekerja mirip seperti SCR yang paralel bolak - balik, sehingga dapat melewatkan arus dua arah.¹² Bentuk dari konstruksi simbol Triac dapat dilihat pada gambar 2.39.



Gambar 2.39 Konstruksi Simbol TRIAC

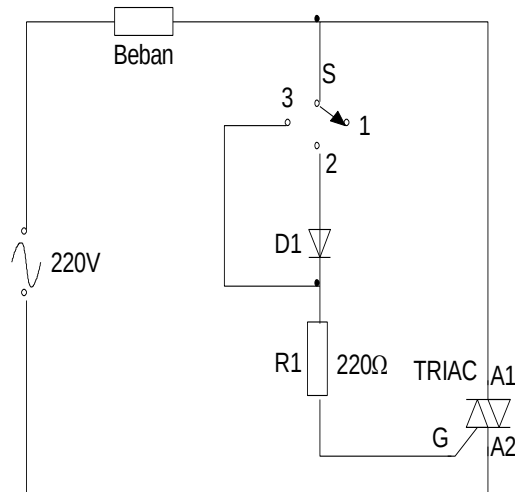
(Sumber : Keterampilan Kejuruan Teknik Elektronika)

1. Penerapan TRIAC

Sesuai dengan namanya bahwa triac adalah sakelar trioda arus bolak - balik, maka komponen ini dapat digunakan untuk alat kontrol rangkaian AC pada beban atau juga untuk mengatur daya pada beban. Adapun

¹²Daryanto, *Keterampilan Kejuruan Teknik Elektronika*, (Bandung: Yrama Widya, 2010), hlm 17

sebagai rangkaian dasarnya dapat dijelaskan seperti pada gambar 2.40.



Gambar 2.40 Contoh Pengaturan Daya Dengan Triac

(Sumber : irtawaty.files.wordpress.com/2010/11/rpp-4-triac.doc)

a. Cara kerja rangkaian di atas adalah sebagai berikut :

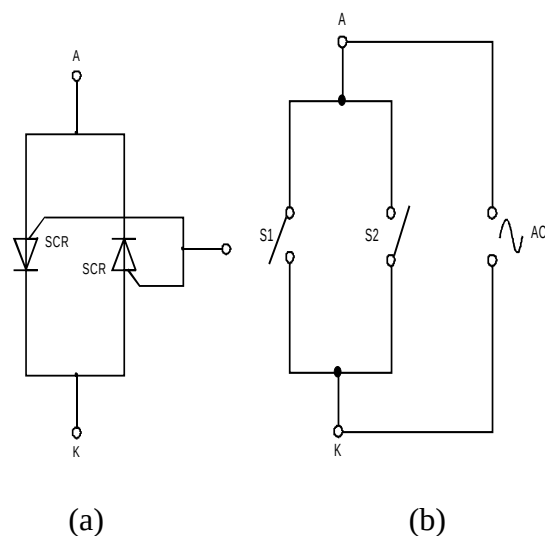
1. Bila sakelar S diletakkan pada posisi 1, maka triac tidak akan menghantar karena triac tidak disulut dan daya pada beban sama dengan nol.
2. Bila sakelar diletakkan pada posisi 2 , maka triac akan menghantar , tetapi hanya arah - arah positif saja. Karena dioda D1 akan menghantar pada saat polaritas positif saja.
3. Selanjutnya apabila sakelar diletakkan pada posisi 3, triac menghantar ke arah bolak - balik.

Karena triac tidak tersambung melalui dioda D1, melainkan langsung. Jadi gate mendapat tegangan dari jala - jala dan hanya dibatasi oleh tahanan R1

4. Dengan memindah - mindahkan posisi sakelar S maka kita akan dapat mengatur daya ataupun mengontrol daya pada beban.

2. Prinsip Kerja TRIAC

Perhatikan gambar 2.41 (1). Dari gambar tersebut kita lihat bahwa elektroda terdiri dari Anoda (A), Katoda (K) dan Gate (G) . Dengan bantuan gambar 2.41 (1) (b) maka dapat dijelaskan prinsip kerja atau cara kerja Triac sebagai berikut:

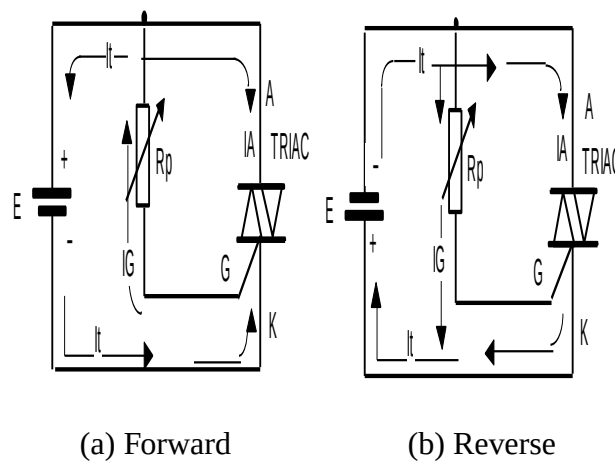


Gambar 2.41 (1) Skema Pengganti Triac

(Sumber : irtawaty.files.wordpress.com/2010/11/rpp_4triac.doc)

- a. Jika ke anoda diberi forward bias, maka sakelar S1 menutup (ON).
- b. Sebaliknya jika anoda diberi reverse bias, maka sakelar S2 menutup (ON) .

Dari penjelasan di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa pemberian tegangan arus bolak - balik seperti gambar 2.42 (b) adalah seperti pemberian tegangan forward dan reverse , lihat gambar 2.42 (a), (b) di bawah ini .



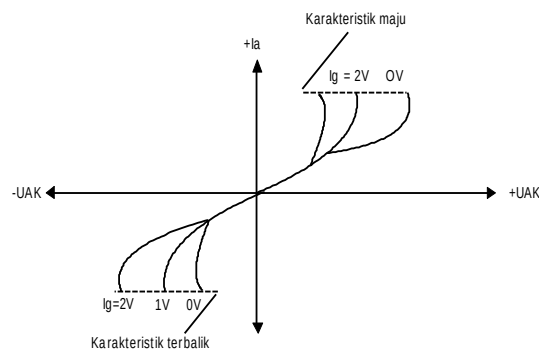
Gambar 2.42 (2) Skema Pengganti Pemberian Bias Pada Triac

(Sumber : irtawaty.files.wordpress.com/2010/11/rpp_4_triac.doc)

3. Karakteristik TRIAC

Triac dapat dipandang SCR yang simetris. Karena kurva karakteristiknya tidak ada perbedaan antara

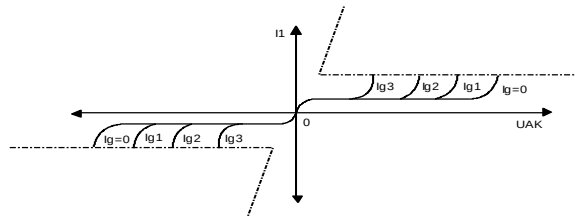
karakteristik maju dan karakteristik terbalik (lihat gambar 2.43 (3)).



Gambar 2.43 (3) Karakteristik Triac

(Sumber : irtawaty.files.wordpress.com/2010/11/rpp_4_triac.doc)

Bila diperhatikan gambar diatas, terlihat bahwa karakteristik maju dan karakteristik terbalik Triac tidak ada perbedaan. Tegangan tembus (break over) dapat diatur dengan mengatur arus gate seperti halnya pada SCR. Jadi arus Triac akan mengalir dengan mengatur arus gatenya. Bentuk dari karakteristik Triac dapat dilihat pada gambar 2.44 (4).



Gambar 2.44 (4) Karakteristik Triac

(Sumber : irtawaty.files.wordpress. com/ 2010/11/ rpp4 triac.doc)

4. Macam - Macam Penyulutan TRIAC :

Perantaraan relay, LDR, tabung neon , transistor UJT dan Diac :

a. Cara - Cara Menyulut TRIAC

Triac akan dapat disulut seperti di gambar 2.44 (4).

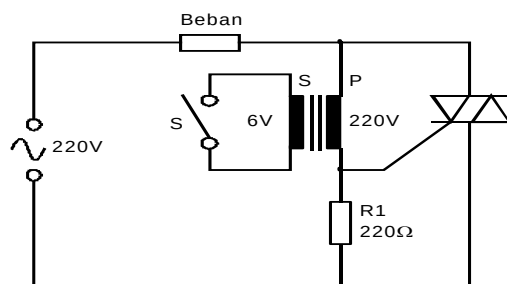
Perhatikanlah , bahwa beban berderet dengan Triac.

a. Kalau sakelar S dalam posisi 1, maka Triac tidak disulut daya di beban ada 0 .

b. Dengan S pada posisi 2, Triac hanya menghantar pada saat - saat tegangan jaringan menjangkitkan potensial positif di A dan negatif di B. Sebab pada saat - saat ini dioda D menghantar dan menyulut Triac. Jadi Triac disulut hanya selama separoh belah gelombang dari tegangan jaringan

- c. Dengan S dalam posisi 3, maka Triac disulut selama kedua - belah gelombang dari tegangan jaringan .
- d. Dengan S di posisi 3, daya dibeban adalah maximum

Dalam Gambar 2.45 (5) sakelar diganti dengan gulungan primer transformator. Kalau sakelar S terbuka, maka induksidiri dari pada gulungan P adalah tinggi. Kalau sakelar S ditutup, induksi - diri gulungan P merosot, hingga gulungan ini pun terhubung singkat. Triac disulut. R1 diperlukan untuk mencegah timbulnya tegangan - induksi yang tinggi sewaktu sakelar dibuka. Bentuk dari cara lain untuk menyulut Triac dapat dilihat pada gambar 2.45 (5).

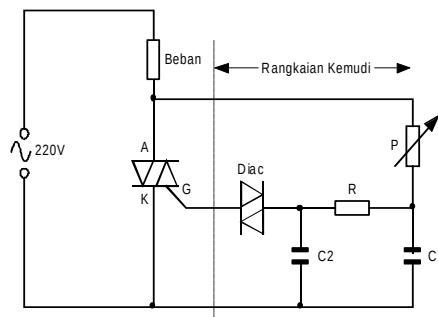


Gambar 2.45 (5) Cara Lain Untuk Menyulut Triac

(Sumber : irtawaty.files. wordpress.com/2010/11/rpp4 triac.doc)

Dalam rangkaian seperti Gambar 2.46 (6) Triac dikemudikan dengan menggunakan diac. Diac akan menghantar pada saat tegangan di C2 mencapai harga lebih tinggi dari tegangan - sulutnya diac. Diac pun kemudian menyulut Triac.

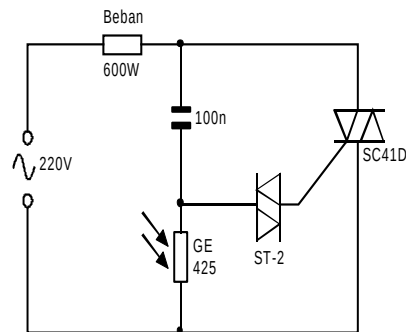
Gambar 2.46 (6) melukiskan bentuk tegangan yang ada pada Triac dan pada beban, kedua belahan tegangan jaringan dimanfaatkan. Diac dan Triac ada yang dalam satu IC. Rangkaiannya dapat di namakan Diac - Triac atau di Triac.



Gambar 2.46 (6) Mengemudikan Triac Dengan Diac

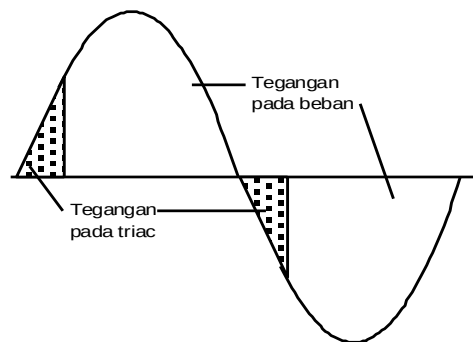
(Sumber : irtawaty.files.wordpress.com/2010/11/rpp4triac.doc)

Gambar 2.47 (7) adalah cara - cara menyulut Triac dengan LDR. Kiranya rangkaian ini tidak perlu kita bahas cara kerjanya .



Gambar 2.47 (7) Menyulut Triac Dengan LDR
(Sumber : irtawaty.files.wordpress.com/2010/11/rpp4 triac.doc)

Gambar 2.48 (8) : adalah rangkaian dasar pengemudian Triac dengan tabung neon. Tabung neon dinyatakan oleh suatu rangkaian R.C.



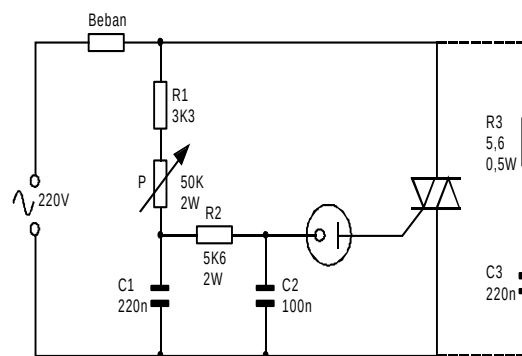
Gambar 2.48 (8) Rangkaian Dasar Pengemudian Triac Dengan Tabung Neon

(Sumber : irtawaty.files.wordpress .com/2010/11/rpp 4 triac.doc)

Kerjanya rangkaian mirip dengan yang di gambar. 2.46 (6), perbedaannya disini adalah

bahwa Triac menghantarkan ke arah bolak - balik, lihat gambar 2.48 (8).

Tegangan yang ada pada Triac berbentuk seperti bagian - bagian yang di arsir. Bentuk ini akan dipertunjukkan oleh osiloskop yang dipasang pada terminal - terminalnya Triac. (kalau sementara osiloskop terpasang potensiometer P kita putar - putar), lihat gambar 2.49 (9).

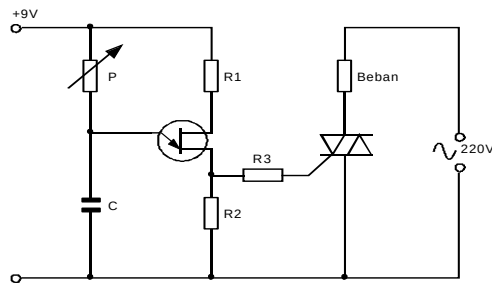


Gambar 2.49 (9) Penyulutan Triac Dengan Tabung Neon
(Sumber : irtawaty.files.wordpress.com/2010/11/rpp_4_triac.doc)

b. Penyulutan TRIAC Dengan UJT

Penyulutan Triac dengan menggunakan transistor UJT dilakukan seperti, gambar 2.50 (10). Tentang rangkaian UJT-nya sendiri tidak akan kita bicarakan lagi disini.

Tegangan denyut - denyut yang timbul pada R2 dimanfaatkan guna menyulut Triac (Diac). Saat - saat penyulutan dapat diatur dengan potensio P.



Gambar 2.50(10) Penyulutan Triac (Thyristor) Lewat Transistor UJT

(Sumber : [irtawaty.files.wordpress.com/2010/11/rpp 4 triac.doc](http://irtawaty.files.wordpress.com/2010/11/rpp4%20triac.doc))

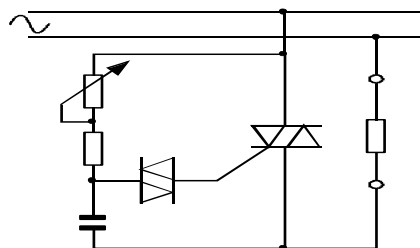
- Contoh rangkaian pengendali Triac

D = Dioda trigger

Diac (Dioda 3 Logis)

Dioda Shcotky (Dioda 4 Lapis)

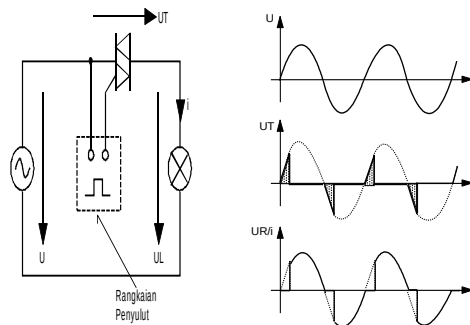
Rangkaian pengendali Triac dapat dilihat pada gambar 2.51.



Gambar 2.51 Rangkaian Pengendali TRIAC
(Sumber : [irtawaty.files.wordpress.com/2010/11/rpp4 triac.doc](http://irtawaty.files.wordpress.com/2010/11/rpp4%20triac.doc))

c. Triac Dalam Rangkaian Arus AC

Triac dalam rangkaian AC dapat dilihat pada gambar 2.52.



Gambar 2.52 TRIAC Dalam Rangkaian AC

(Sumber : irtawaty.files.wordpress.com/2010/11/rpp_4_triac.doc)

2.1.15.6. IC (Integrated Circuit)

IC adalah rangkaian elektronik lengkap yang dimasukkan dalam satu chip silikon. Di dalam satu buah IC biasa berisi puluhan, ratusan, bahkan ribuan komponen elektronika (transistor, dioda, tahanan, kapasitor, dan lainnya) yang bersama - sama sebagai pegantar listrik yang bekerjanya disesuaikan dengan fungsi dari IC tersebut.

Teknik pembuatan IC sama dengan membuat transistor, karena IC memang perkembangan dari transistor. IC dapat dibuat diklasifikasikan menurut aplikasinya, yaitu IC digital dan IC analog. Didalam IC digital berisi rangkaian

jenis sakelar (on/off), sedangkan IC analog berisi rangkaian jenis penguatan.

Adapun kita sebagai pengguna IC harus dapat mempelajari beberapa hal berikut ini, yaitu :

1. Keunggulan IC (*Integrated Circuit*)

IC telah digunakan secara luas diberbagai bidang, salah satunya dibidang industri Dirgantara, dimana rangkaian kontrol elektroniknya akan semakin ringkas dan kecil sehingga dapat mengurangi berat satelit, misil dan jenis - jenis pesawat ruang angkasa lainnya. Desain komputer yang sangat kompleks dapat dipermudah, sehingga banyaknya komponen dapat dikurangi dan ukuran motherboardnya dapat diperkecil. Contoh lain misalnya IC digunakan di dalam mesin penghitung elektronik (kalkulator), juga telepon seluler (*ponsel*) yang bentuknya relative kecil. Di era teknologi canggih saat ini, peralatan elektronik dituntut agar mempunyai ukuran dan beratnya seringan dan sekecil mungkin dan hal itu dapat dimungkinkan dengan penggunaannya IC. Selain ukuran dan berat IC yang kecil dan ringan, IC juga memberikan keuntungan lain yaitu bila

dibandingkan dengan sirkit - sirkit konvensional yang banyak menggunakan komponen IC dengan sirkit yang relatif kecil hanya mengkonsumsi sedikit sumber tenaga dan tidak menimbulkan panas berlebih sehingga tidak membutuhkan pendinginan (*cooling sistem*).

2. Kelemahan IC (*Integrated Circuit*)

Pada uraian sebelumnya nampak seolah-olah IC begitu sempurna dibanding komponen elektronik konvensional, padahal tidak ada sesuatu komponen yang memiliki kelemahan. Kelemahan IC atau kategori IC itu dapat dikatakan rusak antara lain adalah keterbatasannya di dalam menghadapi kelebihan arus listrik yang besar, dimana arus listrik berlebihan dapat menimbulkan panas di dalam komponen, sehingga komponen yang kecil seperti IC akan mudah rusak jika timbul panas yang berlebihan. Demikian pula keterbatasan IC dalam menghadapi tegangan yang besar, dimana tegangan yang besar dapat merusak lapisan isolator antar komponen di dalam IC. Contoh kerusakan misalnya, terjadi hubungan singkat antara komponen satu

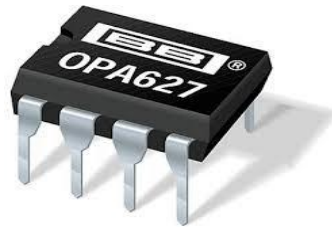
dengan lainnya di dalam IC, bila hal ini terjadi, maka IC dapat rusak dan menjadi tidak berguna.

1. Jenis IC (Integrated Circuit)

Berikut jenis IC dari segi bentuk dan fungsinya dalam peralatan elektronika :

a. IC Op - Amp

Amplifier operasional (*operational amplifier*) atau biasa disebut IC Op - Amp adalah contoh dari IC yang bisa diklasifikasi sebagai IC analog. Penguatan pada Op - Amp merupakan penguatan yang sangat tinggi, sehingga perubahan kecil pada input akan mengakibatkan perubahan yang besar pada output. Perubahan ini disebabkan adanya kepekaan terhadap imputan, sehingga diperlukan umpan balik untuk mengurangi level kepekaan. Ada dua jenis umpan balik, yaitu umpan balik positif dan umpan balik negatif. Umpan balik negatif berfungsi untuk mengurangi penguatan, sedangkan umpan balik positif difungsikan untuk meningkatkan penguatan. Bentuk dari IC Op - Amp dapat dilihat pada gambar 2.53.



Gambar 2.53 IC Op - Amp

(Sumber : <https://www.google.com/search?q=gambar+op-amp&ie=utf-8&oe=utf8&aq=t&rls=org.mozilla:id:official&client=firefox-a&channel=fflb>)

b. IC Power Adaptor (Regulator)

IC jenis ini digunakan sebagai komponen utama pada rangkaian power adaptor pada sub - rangkaian regulator. Fungsi dari IC jenis ini adalah untuk menstabilkan tegangan atau voltase. Bentuk dari Power Supply dapat dilihat pada gambar 2.54.



Gambar 2.54 Power Adaptor (Regulator)

(Sumber : <https://www.google.com/search?q=gambar+ic+power+adaptor+%28regulator%29&ie=utf8&oe=utf8&aq=t&rls=org.mozilla:id:official&client=firefox-a&channel=fflb>)

c. IC Silinder

Bentuk IC jenis ini adalah silinder dan banyak digunakan pada rangkaian penguat pesawat CB (*Citizen Band*) atau HT (*Held Transceived*). IC jenis ini mempunyai tingkat ketahanan dan keawetan lebih lama daripada jenis IC penguat yang lain. Bentuk dari IC Silinder dapat dilihat pada gambar 2.55.



Gambar 2.55 IC Silinder
(Sumber : <https://www.google.com/search?q=gambar+ic+silinder&ie=utf-8&oe=utf8&aq=t&rls=org.mozilla:id:official&client=firefox-a&channel=fflb>)

d. IC Timer / Linear 555

IC timer 555 adalah jenis IC yang difungsikan untuk penunda waktu dan sebagai osilator. Penerapan IC 555 sebagai osilator adalah dengan membangkitkan sinyal yang diperlukan untuk mengoperasikan rangkaian digital. Pada rangkaian IC yang difungsikan sebagai pewaktu, yaitu penentuan waktu oleh besarnya nilai tahanan dan kondensator, dihitung dengan rumus (Petruszella, 1996) :

$$\text{Waktu (detik)} = 1,1 \times R \text{ (ohm)} \times C \text{ (farad)}$$

Pada rangkaian IC 555 sebagai osilator, rangkaian tersebut akan menghasilkan pulsa yang terus menerus dan dalam beroperasikan tidak diperlukan sinyal input. Adapun bentuk sinyal yang dihasilkan berbentuk pulsa segi empat yang frekuensinya berkisar antara 1 Hz sampai 100 Hz. Bentuk dari IC Timer dapat dilihat dari gambar 2.56.



Gambar 2.56 IC Timer
(Sumber : <https://www.google.com/search?q=gambar+ic+timer&ie=utf8&oe=utf8&aq=t&rls=org.mozilla:id:official&client=firefox-a&channel=fflb>)

e. IC Digital

IC digital merupakan IC yang mulai banyak dipergunakan dalam elektronika. IC jenis ini memiliki suatu titik elektronis yang berupa kaki IC, IC jenis ini memiliki dua keadaan logika, yaitu logika '0' (rendah) atau logika '1' (tinggi). Suatu titik elektronis mewakili satu 'binary digit' atau biasa disingkat dengan sebutan 'bit'. Binary berarti sistem bilangan

yang hanya mengenal dua angka, 0 dan 1.¹³ Bentuk dari IC Digital dapat dilihat pada gambar 2.57.



Gambar 2.57 IC Digital

(Sumber : <https://www.google.com/search?q=gambar+ic+digital&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:id:official&client=firefox-a&channel=fflb>)

2.1.15.7.Efisiensi Lampu

Efisiensi lampu atau yang disebut juga efikasi luminus, menunjukkan efisiensi lampu dari pengalihan energi listrik ke cahaya dan dinyatakan dalam lumen per watt (lumen/watt). Banyaknya cahaya yang dihasilkan oleh suatu lampu disebut Fluks luminus dengan satuan lumen. Efikasi luminus lampu bertambah dengan bertambahnya daya lampu.¹⁴

1. Lampu Pijar

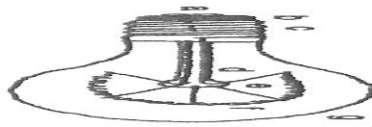
Lampu merupakan sumber cahaya buatan. Jenis lampu pijar ini dulu dikembangkan oleh Thomas Alva Edison (1847-1931). Pencipta kebangsaan Amerika. Tahun 1979 menghasilkan lampu pijar listrik yang praktis dan dapat

¹³ *Ibid*, hlm 22

¹⁴ SNI 03-6575-2001, *Op.cit.*, hlm 14

diperdagangkan.¹⁵ Dengan ditemukannya lampu tersebut banyak dari orang - orang menggunakannya sebagai penerangan.

Lampu pijar adalah lampu yang menghasilkan cahaya dengan memanaskan serabut pijar (filamen) sampai suhu (temperatur) panas. Putih serabut pijar ialah kawat logam halus yang mempunyai hambatan terhadap arus yang lewat. Di dalam serabut pijar (filamen) inilah tenaga listrik diubah menjadi panas dan cahaya.¹⁶ Bentuk dari lampu pijar dan bagian - bagianya dapat dilihat dari gambar 2.58.



- a. Pelat kontak kaki lampu
- b. Isolasi kaki lampu
- c. Kaki lampu berulir E 27
- d. Kaca Penahan
- e. Penunjang kawat pijar
- f. Kawat tungsten berspiral ganda
- g. Balon (bola) terisi gas

**Gambar 2.58 Lampu Pijar dan Bagian - Bagiannya
(Sumber: Ilmu Fisika Bangunan)**

¹⁵ Heinz Frick, et al., *Op.cit.*, hlm 23

¹⁶ John B. Robertson, *Keterampilan Teknik Listrik Praktis*, (Bandung: Yrama Widya, 1995), hlm 145

Serabut pijar merupakan suatu logam dengan titik leleh yang sangat tinggi, oleh karena itulah maka harus ditempatkan di dalam bola tertutup yang hampa udara. Keadaan seperti ini akan mencegah filamen terbakar habis.

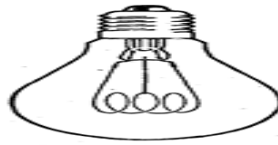
Jika bola lampu diisi dengan gas argon, maka gas argon itu akan mencegah filamen menguap. Filamen yang menyala di dalam tempat yang diisi gas argon suhunya menjadi lebih tinggi dengan demikian akan lebih banyak menghasilkan cahaya.

Untuk membaurkan cahaya yang kuat dan berpusat pada serabut pijar, banyak lampu - lampu yang dibuat dari kaca putih susu, kaca buram atau kaca berwarna. Jenis lampu ini biasanya dipilih dengan alasan untuk hiasan, misalnya untuk lampu lantai, lampu meja, lampu taman atau lampu dinding. Ada beberapa jenis lampu pijar dengan fluk cahaya dengan lumen yang berbeda - beda antara lain :

2. Lampu Benang Arang

Lampu benang arang adalah lampu pertama yang digunakan, sebagai kawat pijar suhunya mencapai 2000 derajat celcius. Cahaya yang dipancarkan kemerah - merahan dan fluk cahayanya 3 lumen/W.

Bentuk dari gambar lampu benang arang dapat dilihat dari gambar 2.59.



Gambar 2.59 Lampu Benang Arang
(Sumber: Instalasi Listrik Arus Kuat 2)

3. Lampu Vakum Kawat Wolfram

Suhu pada lampu ini mencapai 2200 derajat celcius, cahayanya sedikit lebih putih dari pada cahaya lampu benang arang dengan fluks cahayanya mencapai 8 lumen/w. Bentuk dari lampu vakum kawat wolfram dapat dilihat dari gambar 2.60.



Gambar 2.60 Lampu Vakum Kawat Wolfram
(Sumber : Instalasi Listrik Arus Kuat 2)

4. Lampu Berisi Gas

Lampu ini berisi gas dengan tekanan 1 atm. Gas dalam kawat ini juga akan mendinginkan kawat pijar, karena itu digunakan kawat spiral. Cahaya yang dihasilkan lebih putih dari lampu vakum kawat pijar

dan fluks cahayanya mencapai 12 lumen/w.¹⁷ Bentuk dari lampu berisi gas dapat dilihat pada gambar 2.61.



Gambar 2.61 Lampu Berisi Gas
(Sumber: Instalasi Listrik Arus Kuat 2)

Lampu yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis lampu pijar standard merek Philips. Pengaturan intensitas penerangan (*iluminasi*) hanya dapat menggunakan lampu pijar. Adapaun spesifikasi lampu terdapat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Spesifikasi Lampu Untuk Penelitian

No	Type	Daya (Watt)	Fluks Cahaya (Lumen)
1.	E27 220V P45 CL	5 Watt	235 lm
2.	E27 220V A55 CL	40 Watt	415 lm
3.	E27 220V A55 CL	60 Watt	715 lm
4.	E27 220V A55 CL	100 Watt	1340 lm

(Sumber : www.philips.com/lighting)

2.1.16. Sistem Pencahayaan

Cahaya merupakan suatu bentuk energi yang diradiasikan atau dipancarkan dari sebuah sumber dalam bentuk gelombang dan

¹⁷P. van Harten dan Ir. E. Setiawan, *Instalasi Listrik Arus Kuat 2*, (Bandung: Bina Cipta, 1985), hlm 56-58

merupakan bagian dari keseluruhan kelompok gelombang - gelombang elektromagnet.¹⁸

Suatu sumber cahaya memancarkan energi. Sebagian dari energi ini diubah menjadi cahaya tampak. Jadi, cahaya itu suatu gejala getaran. Gejala - gejala getaran yang sejenis dengan cahaya ialah gelombang - gelombang panas, radio, televisi, radar dan sebagainya. Gelombang - gelombang ini hanya berbeda frekuensinya saja.

Kecepatan rambat v gelombang - gelombang elektromagnetik di ruang bebas sama dengan $3 \cdot 10^8$ km per detik. Jika frekuensinya sama dengan f dan panjang gelombangnya λ (lambda), maka berlaku:

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad \dots\dots\dots (2.23)$$

Keterangan : λ = Panjang gelombang (m)

v = Kecepatan cahaya (m/s)

f = Frekuensi (Hz)

Pada Tabel 2.4 panjang gelombang cahaya tampak berkisar antara 380 - 780 nm. Ini dibagi lagi atas beberapa daerah panjang gelombang. Setiap daerah memiliki suatu warna tertentu.¹⁹

¹⁸ Michael Neidle, Teknologi Instalasi Listrik, terj. Ir. Sahat Pakpahan, (Jakarta : Erlangga, 1991), hlm 248

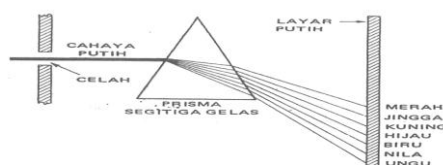
¹⁹ P. van Harten dan Ir. E. Setiawan, *Op.cit.*, hlm 1

Tabel 2.4 Panjang Gelombang dan Warna

Panjang Gelombang	Warna
380 - 420 mμ	Ungu
420 - 495 mμ	Biru
495 - 566 mμ	Hijau
566 - 589 mμ	Kuning
589 - 627 mμ	Jingga
627 - 780 mμ	Merah

(Sumber : Instalasi Listrik Arus Kuat 2)

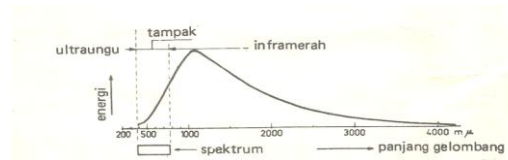
Cahaya alam dari matahari atau lampu wolfram sering disebut cahaya putih dan terdiri dari campuran spectrum dari semua cahaya pelangi. Bentuk dari spektrum cahaya dapat dilihat pada gambar 2.62.

**Gambar 2.62 Spektrum Cahaya**

(Sumber : Teknologi Instalasi Listrik 3)

Pada Gambar 2.64 menunjukkan bahwa sinar - sinar cahaya yang meninggalkan prisma adalah dibelokkan. Cahaya putih dapat diuraikan dengan menggunakan prisma sinar - sinar dibiaskan demikian rupa sehingga terjadi suatu spectrum. Warna - warna spektrum ini dinamakan cahaya satu warna atau cahaya *monokrom*. Warna - warna tersebut juga tampak pada pelangi, yang terjadi karena pembiasan cahaya oleh titik - titik air hujan. Bentuk

dari grafik energi - panjang gelombang sebuah lampu pijar 500 watt dapat dilihat pada gambar 2.63.



Gambar 2.63 Grafik Energi - Panjang Gelombang Sebuah Lampu Pijar 500 Watt

(Sumber : Instalasi Listrik Arus Kuat 2)

Grafik pada Gambar 2.62. memperlihatkan grafik energi - panjang gelombang sebuah lampu pijar. Grafik ini menyatakan energi yang dipancarkan oleh lampu sebagai fungsi dari panjang gelombangnya. Dapat dilihat bahwa daerah cahaya yang tampak dibatasi oleh sinar - sinar ultraungu dari inframerah.

2.1.17. Sumber Cahaya

Secara garis besar sumber cahaya dapat dibagi dalam dua macam :

1. Cahaya Alam (*Natural Lighting*)

Yang termasuk dalam cahaya alam adalah cahaya matahari yang merupakan sumber cahaya utama dan dominan. Adapun cahaya matahari tergantung kepada waktu siang hari, musim cuaca berawan atau tidak.

2. Cahaya Buatan (*Cahaya Artifisial*)

Cahaya buatan adalah sumber cahaya relatif yang dapat dikendalikan oleh manusia sesuai dengan waktu dan jumlah

yang diinginkan. Sumber - sumber cahaya buatan manusia ini meliputi cahaya yang berasal dari pembakaran kayu, pembakaran minyak, pembakaran gas, lampu listrik, dan cahaya yang berasal dari berbagai macam reaksi, seperti ledakan dan sebagainya. Cahaya buatan ini sebagai sarana pelengkap untuk penerangan dan sebagainya.²⁰

2.1.17.1. Persyaratan Umum Pencahayaan Buatan

Cahaya alami yang dapat dipergunakan oleh manusia untuk keperluan penerangan dalam ruangan (bangunan) pada waktu siang hari tergantung dari bentuk bangunan itu sendiri. Bangunan (ruangan) itu banyak mendapat cahaya dari luar apabila sisi - sisi bangunan banyak yang dapat dilewati atau tembus cahaya. Sebaliknya apabila bangunan tersebut sedikit mendapat cahaya dari luar maka bangunan (ruang) itu, akan memerlukan pencahayaan buatan sebagai pelengkap dari pencahayaan alami Menurut SNI 03-6575-2001, menjelaskan tentang tingkat pencahayaan minimum dan renderansi warna yang direkomendasikan.²¹ Tingkat pencahayaan minimum dapat dilihat pada tabel 2.5.

²⁰J. F. Gabriel, *Fisika Kedokteran*, (Jakarta: Erlangga, 1996), hlm 169

²¹ SNI 03-6575-2001, *Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan Pada Bangunan Gedung*, hlm 5

Tabel 2.5 Tabel Tingkat Pencahayaan Minimum

Fungsi ruangan	Tingkat Pencahayaan (lux)	Kelompok renderasi warna	Keterangan
Rumah Tinggal :			
Teras	60	1 atau 2	
Ruang tamu	120~250	1 atau 2	
Ruang makan	120~250	1 atau 2	
Ruang kerja	120~250	1	
Kamar tidur	120~250	1 atau 2	
Kamar mandi	250	1 atau 2	
Dapur	250	1 atau 2	
Garasi	60	3 atau 4	
Perkantoran :			
Ruang Direktur	350	1 atau 2	
Ruang kerja	350	1 atau 2	
Ruang computer	350	1 atau 2	
Ruang rapat	300	1 atau 2	
Ruang gambar	750	1 atau 2	Gunakan pencahayaan setempat pada meja gambar.
Gudang arsip	150	3 atau 4	
Ruang arsip aktif.	300	1 atau 2	
Lembaga Pendidikan :			
Ruang kelas	250	1 atau 2	
Perpustakaan	300	1 atau 2	
Laboratorium	500	1	
Ruang gambar	750	1 atau 2	Gunakan pencahayaan setempat pada meja gambar.
Kantin	200	1	

(Sumber : SNI 03-6575-2001, Tata cara perancangan sistema pencahayaan buatan pada bangunan gedung)

2.1.17.2. Distribusi Cahaya Buatan (Lampu)

Secara rinci distribusi cahaya dapat dilihat pada tabel

2.6.

Tabel 2.6 Tabel Distribusi Cahaya

No	Distribusi Cahaya	Gambar	Keterangan
1.	Langsung (<i>direct</i>)		90-100% sinar ke bawah 0-10% Sinar ke atas
2.	Semi langsung (<i>semi direct</i>)		60-90% Sinar ke bawah 10-40% Sinar ke atas
3.	Tidak langsung (<i>indirect</i>)		90-100% Sinar ke atas 0-10% Sinar ke bawah
4.	Semi tidak langsung (<i>semi-indirect</i>)		60-90% Sinar ke atas 10-40% Sinar ke bawah

(Sumber : Heinz Frinck, et al., Ilmu fisika bangunan)

Distribusi cahaya atau penyebaran cahaya pada suatu ruangan dikenal beberapa istilah antara lain pencahayaan langsung, pencahayaan tidak langsung, pencahayaan semi langsung, pencahayaan semi tidak langsung. Distribusi ini

ditentukan oleh arah pencahayaan dan efek dari tempat lampu (*armature / luminer*) lampu.²²

2.1.18. Alat Ukur Listrik

Alat ukur listrik adalah alat yang digunakan untuk mengukur besaran - besaran listrik seperti kuat arus listrik (I), beda potensial listrik (V), hambatan listrik (R), daya listrik (P), dan lain - lain. Alat ukur listrik ini ada yang berupa alat ukur analog dan ada juga yang berupa alat ukur digital.

Berikut adalah alat - alat ukur listrik yang digunakan dalam penelitian , yang dibedakan berdasarkan fungsinya :

a. Amperemeter atau miliAmperemeter adalah alat pengukuran untuk mengukur arus listrik, baik untuk listrik DC maupun AC. Alat amperemeter dapat berupa alat ukur analog (jarum, untuk model lama) maupun alat ukur digital (untuk yang baru dan yang lebih akurat). Untuk jenis analog, amperemeter ini menggunakan kekuatan magnet yang biasanya tidak bisa mengukur secara tepat. Amperemeter terdiri dari galvanometer yang dihubungkan paralel dengan resistor yang mempunyai hambatan rendah. Tujuannya untuk menaikkan batas ukur amperemeter. Hasil pengukuran dapat terbaca pada skala yang ada pada amperemeter.

Hati - hati saat membaca skala yang digunakan, karena harus memperhatikan batas ukur yang digunakan. Misalnya, anda

²² Heinz Frick, et al., *Ilmu fisika bangunan*, (Yogyakarta: Kanisius, 2008), hlm 28

menggunakan batas ukur 1 A pada skala tertulis angka dari 0 sampai dengan 10. Ini berarti saat jarum jam ampermeter menunjuk angka 10 kuat arus yang mengalir hanya 1 A. Jika menunjukkan angka 5, berarti kuat arus yang mengalir adalah 0,5 A. Secara umum hasil pengamatan pada pembacaan ampermeter dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\mathbf{H. pengamatan} = \frac{\mathbf{S. hasil pembacaan ampermeter}}{\mathbf{S. maksimal}} \times \mathbf{batas ukur}$$

Jika anda mengukur kuat arus jarum menyimpang melewati batas ukur, berarti kuat arus yang anda ukur lebih besar daripada batas ukur alat. Anda harus memperbesar batas ukur dengan menggeser batas ukur jika masih memungkinkan. Jika tidak, anda harus memasang hambatan shunt secara paralel pada ampermeter.²³

Besar hambatan shunt yang dipasang pada ampermeter tersebut adalah:

$$\mathbf{R_{sh} = \frac{1}{(n-1)} R_a (2.24)}$$

Keterangan : R_{sh} = Hambatan shunt (Ω)

N = Kelipatan batas ukur

I = Batas ukur sesudah dipasang hambatan shunt(A)

²³ Prihono, S.T, M.T, dkk, *Op. Cit.*, hlm 8

I_A = Batas ukur sebelum dipasang hambatan shunt (A)

R_A = Hambatan dalam ampermeter (Ω)

Bentuk alat dari avometer analog dan digital dapat dilihat pada gambar 2.64.



Gambar 2.64 miliAmperemeter (Alat Ukur Avometer)

(Sumber : Dokumentasi foto)

b. Voltmeter adalah alat untuk mengukur tegangan listrik atau beda potensial antara dua titik. Voltmeter juga menggunakan galvanometer yang dihubungkan seri dengan resistor. Beda antara voltmeter dengan ampermeter sebagai berikut.

1. Ampermeter merupakan galvanometer yang dirangkai dengan hambatan shunt secara seri, sedangkan voltmeter secara paralel.

2. Hambatan shunt yang dipasang pada ampermeter nilainya kecil, sedangkan pada voltmeter nilainya besar.

Mengukur menggunakan voltmeter berbeda dengan menggunakan ampermeter. Jika menggunakan voltmeter, pemasangan dilakukan secara paralel pada kedua ujung yang akan dicari beda tegangannya. Jika akan mengukur beda tegangan antara ujung - ujung lampu.

$$\text{H. pengamatan} = \frac{\text{S. hasil pembacaan voltmeter}}{\text{S. maksimal}} \times \text{batas ukur}$$

Pada saat menggunakan ampermeter, jika jarum pada voltmeter melewati batas skala maksimal, berarti beda potensial yang diukur lebih besar daripada kemampuan alat ukur. Anda harus harus memperbesar batas ukur dengan cara memasang resistor (hambatan muka) secara seri pada voltmeter.²⁴

Besar hambatan muka yang dipasang pada voltmeter adalah:

$$R_m = (n - 1 R_v) \dots\dots\dots (2.25)$$

Keterangan : R_m = Hambatan muka (Ω)

$$n = \text{Kelipatan batas ukur voltmeter, } n = \frac{V}{V_v}$$

V_v = Batas ukur voltmeter sebelum dipasang hambatan muka (volt)

V = Batas ukur voltmeter setelah dipasang hambatan muka (volt)

R_v = Hambatan dalam voltmeter (Ω)

²⁴Prihono, S.T, M.T, dkk, *Op. Cit.*, hlm 9

Bentuk alat voltmeter dapat dilihat dari gambar 2.65.



Gambar 2.65 Voltmeter

(Sumber : Dokumentasi foto)

c. **Wattmeter** adalah instrumen pengukur daya listrik yang pembacaannya dalam satuan watt di mana merupakan kombinasi voltmeter dan amperemeter. Dalam pengoperasiannya harus memperhatikan petunjuk yang ada pada manual book atau tabel yang tertera pada wattmeter. Demikian juga dalam hal pembacaannya harus mengacu pada manual book yang ada. Pengukuran daya listrik secara langsung adalah dengan menggunakan wattmeter, ada beberapa jenis wattmeter, antara lain wattmeter elektrodinamik, wattmeter induksi, wattmeter elektrostatik dan sebagainya. Yang paling banyak digunakan adalah wattmeter elektrodinamik, karena sesuai dengan karakteristiknya.



(Sumber : Pengukuran-avometer.blogspot.com/2012/09/wattmeter.html)

2.1.19. Luxmeter

Luxmeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur intensitas penerangan yang satuannya LUX.²⁵ Luxmeter berfungsi sebagai instrumen pengukur *iluminasi* (kuat cahaya).

Gambar 2.72 luxmeter terdiri dari dua bagian utama yang terpisah satusama lain, yaitu sensor cahaya dan *photo cell* yang terbuat dari *photo cell selenium*, dan instrumen pengukur yang merupakan tipe kumparan putar.²⁶ Bentuk alat dari luxmeter dapat dilihat pada gambar 2.67.



Gambar 2.67 Luxmeter

(Sumber : Dokumentasi foto)

Luxmeter sebenarnya bukan untuk mengukur nilai besaran kelistrikan, tetapi untuk mengukur kuat pencahayaan suatu sinar. Namun alat ini sangat erat kaitannya dengan instalasi pencahayaan,

²⁵ SNI 16-7062-2004, *Op.cit.*, hlm 1

²⁶ Brayan Munthe, *Prinsip dan Pengoperasian Alat Ukur Listrik Untuk SMK* (Bandung: YramaWidya, 2012), hlm. 97

yang merupakan salah satu ruang lingkup pekerjaan dalam kerja listrik. Apabila *photo cell* menerima cahaya, akan membangkitkan tegangan DC, dimana besaran nilai cahaya berbanding lurus dengan tegangan yang dibangkitkan. Oleh sebab itu, apabila kuat cahaya meningkat, maka nilai tegangan yang dibangkitkan oleh *photo cell* akan bertambah besar. Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh *photo cell* di ukur besarnya dengan alat ukur kumparan putar.

2.2. Kerangka Berpikir

Pengaturan pada lampu pijar dengan rangkaian sakelar sentuh (*Touch Switch*) dilakukan untuk mendapatkan pencahayaan buatan yang baik sesuai kondisi yang diperlukan. Rangkaian sakelar sentuh dapat mengatur kondisi lampu dari off, redup, menyala normal, terang sekali dan off sendiri bila disentuh. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Instalasi Listrik, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Pengukuran ini menggunakan lampu merk Philips dengan daya 5 watt, 40 watt, 60 watt, dan 100 watt. Percobaan dilakukan tiga kali sesuai dari bedanya daya lampu mulai dari.

Pada pembatasan masalah yang telah dijabarkan pada bab 1 tentang pemanfaatan lampu pijar sebagai lampu penerangan. Dalam menganalisis sistem pengaturan pada lampu dengan menggunakan rangkaian sakelar sentuh dalam laboratorium instalasi listrik maka perlu kiranya lebih dulu mengetahui cara kerja sakelar sentuh tersebut. Rangkaian sakelar sentuh ini berfungsi sebagai pengatur nyala lampu. Dengan menggunakan rangkaian sakelar sentuh, nyala lampu bisa diatur sesuai kondisi yang diperlukan.

Mulai dari yang off, redup, menyala normal, terang sekali hingga off sendiri bila disentuh.

Rangkaian sakelar sentuh ini cukup sederhana dan menggunakan komponen utama berupa Resistor, Kapasitor, Dioda, Dioda Zener, TRIAC, IC TT6061A, Lampu dan, daya output rangkaian sakelar sentuh ini dapat digunakan untuk mengendalikan intensitas penerangan. Untuk mengatur terang redupnya intensitas pancaran cahaya lampu dapat dilakukan dengan mengatur tuas potensiometer pada rangkaian sakelar sentuh. Pada prinsipnya rangkaian sakelar sentuh ini mengatur tegangan yang diberikan untuk menyalakan lampu menggunakan TRIAC sebagai komponen utama. Semakin besar tegangan gate TRIAC maka semakin kuat intensitas cahaya yang dihasilkan.

Dari penelitian ini diharapkan dapat mengetahui pengaturan pada lampu pijar dengan baik dengan menggunakan rangkaian sakelar sentuh (*Touch Switch*). Dengan kondisi lampu diatur sesuai kebutuhan sebagai penerangan buatan pada suatu sudut ruangan.

2.3. Perumusan Hipotesis

Berdasarkan kerangka teoretik dan kerangka berpikir di atas dapat dirumuskan bahwa pada sistem pengaturan pada lampu pijar menggunakan rangkaian sakelar sentuh (*Touch Switch*) di duga dipengaruhi oleh ukuran daya lampu, maka terang atau tidaknya lampu pijar sesuai dari ukuran daya watt lampu pijar tersebut.