

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Umum

Perubahan iklim global yang terjadi pada saat ini menyebabkan kondisi cuaca yang susah ditebak, hal ini menyebabkan perubahan cuaca yang secara tiba-tiba dari panas ke hujan ataupun sebaliknya. Akibatnya banyak aktifitas yang bisa terganggu akibat hal tersebut, diantaranya adalah kegiatan menjemur pakaian. Menjemur pakaian adalah salah satu kegiatan yang sering dilakukan didalam kehidupan rumah tangga dan biasa pada saat menjemur pakaian sering ditinggal bepergian. sehingga tidak sempat lagi untuk mengangkat jemuran pada waktu akan turun hujan. Untuk mengatasi masalah tersebut perlu adanya sistem kontrol kendali otomatis, dengan cara membuat sistem jemuran otomatis.

Dalam perancangansimulasi kendali jemuran otomatis ini, masalah yang dipecahkan adalah meliputi sistem pengendali jemuran. Perancangan sistem kendali jemuran pakaian otomatis ini akan sangat membantu aktifitas rumah tangga, terutama pada saat menjemur pakaian. Karena dengan menggunakan alat ini tidak perlu repot untuk mengangkat jemuran pada saat turun hujan, karena alat ini akan mendeteksi adanya indikasi apabila turun hujan dan hari mulai gelap (malam).

2.2 Sensor

Sensor adalah transduser yang berfungsi untuk mengolah variasi gerak, panas, cahaya atau sinar, magnetis, dan kimia menjadi tegangan serta arus listrik. Sensor sendiri adalah komponen penting pada berbagai peralatan. Sensor juga berfungsi sebagai alat untuk mendeteksi dan juga untuk mengetahui magnitude. Transduser sendiri memiliki arti mengubah, resapan dari bahasa latin traducere. Bentuk perubahan yang dimaksud adalah kemampuan merubah suatu energi kedalam bentuk energi lain. Sensor sendiri sering digunakan dalam proses pendeteksi untuk proses pengukuran. Sensor yang sering digunakan dalam berbagai rangkaian elektronik antara lain sensor cahaya atau sinar, sensor suhu, sensor basah, serta sensor tekanan.

2.3 Jenis-Jenis Sensor

Pada dasarnya sensor terbagi menjadi 8 jenis yaitu:

1. Sensor Suhu.
2. Sensor Kecepatan dan Tekanan.
3. Sensor Ultrasonik.
4. Sensor Sinar atau Cahaya.
5. Sensor Magnet
6. Sensor Penyandi.
7. Sensor Proximity.
8. Sensor Gerak (PIR)

Dari jenis-jenis sensor tersebut terdapat berbagai keuntungan yang dapat dimanfaatkan untuk diaplikasikan kedalam berbagai peralatan. Selain itu, dengan mengetahui seluk beluk beberapa sensor yang ada diatas dapat lebih mudah untuk memilih jenis sensor yang tepat untuk aplikasi yang ingin dibuat. Kerusakan pada sensor pun dapat ditanggulangi dan juga diantisipasi mengingat telah mengetahui beberapa hal yang harus dihindari ketika menggunakan sensor-sensor tersebut.

Pengaplikasian yang tepat guna, juga bermanfaat untuk mengantisipasi berbagai hal yang mungkin terjadi. Pada perancangan simulasi jemuran otomatis ini digunakan jenis sensor cahaya dan sensor hujan.

2.4 Sensor Cahaya

Sensor cahaya adalah komponen elektronika yang dapat memberikan perubahan besaran elektrik pada saat terjadi perubahan intensitas cahaya yang diterima oleh sensor cahaya tersebut. Sensor cahaya dalam kehidupan sehari-hari dapat ditemui pada penerima remote televisi dan pada lampu penerangan jalan otomatis. Sensor cahaya yang digunakan dalam simulasi ini adalah sensor cahaya jenis *LDR (Light Dependent Resistor)*

2.4.1 Light Dependent Resistor (LDR)

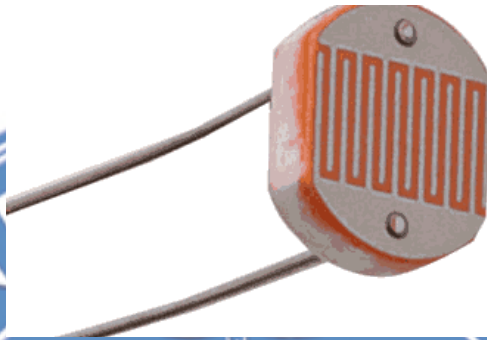
Light dependent resistor (LDR) adalah jenis resistor yang berubah nilai hambatannya atau resistansinya, karena pengaruh cahaya. Bila cahaya gelap, nilai tahanannya semakin besar, sedangkan bila cahayanya terang nilai tahanannya menjadi semakin kecil. *Light dependent resistor* (LDR) terdiri dari sebuah piringan bahan semikonduktor dengan dua buah elektroda pada permukaannya. Dalam gelap atau dibawah cahaya yang redup, bahan piringan hanya mengandung elektron bebas dalam jumlah yang relative sangat kecil. Hanya tersedia sedikit elektron bebas untuk mengalirkan muatan listrik, hal ini berarti bahwa bahan bersifat sebagai konduktor yang buruk untuk arus listrik. Dengan kata lain nilai tahanan bahan sangat tinggi. Dibawah cahaya yang cukup terang, lebih banyak elektron dapat melepaskan diri dari atom-atom bahan semikonduktor ini. Terdapat lebih banyak elektron bebas yang dapat mengalirkan muatan listrik. Dalam keadaan ini, bahan bersifat sebagai konduktor yang baik. Tahanan listrik bahan rendah. Semakin terang cahaya yang mengenai bahan, semakin banyak elektron bebas yang tersedia, dan semakin rendah pula tahanan listrik bahan. Sensor cahaya *light dependent resistors (LDR)* merupakan komponen elektronik yang peka terhadap pencahayaan.

Resistansi *light dependent resistor* berubah seiring dengan perubahan intensitas cahaya yang mengenainya. Dalam keadaan gelap resistansi LDR $10\text{M}\Omega$ dan dalam keadaan terang sebesar $1\text{k}\Omega$ atau kurang. *Light dependent resistor* terbuat dari bahan semikonduktor seperti cadmium sulfide. Dengan bahan ini energi dari cahaya yang jatuh menyebabkan lebih banyak muatan yang dilepas atau arus listrik meningkat, artinya resistansi bahan telah mengalami penurunan.

2.4.2 Prinsip Kerja Light Dependent Resistor (LDR)

Prinsip kerja dari suatu LDR adalah apabila *Light Dependent Resistor (LDR)* terkena cahaya dengan frekuensi yang besar maka energi photon yang dipancarkan akan diserap oleh semikonduktor memberikan energi yang cukup untuk elektron pindah ke pita konduksi. Elektron bebas dan hole yang ditinggalkan akan mengkonduksi listrik yang mengurangi nilai resistansi.

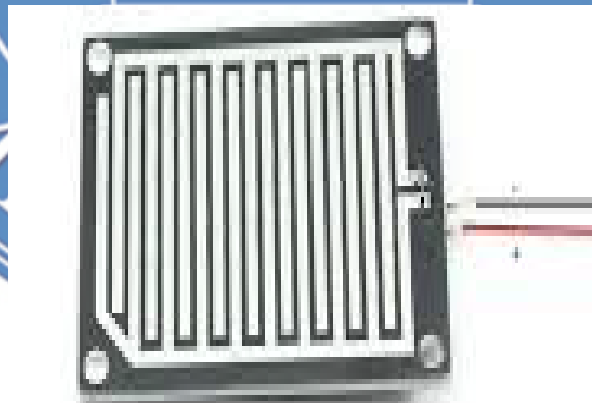
Normalnya hambatan pada *LightDependent Resistor (LDR)* mencapai 1 Mega Ohm, namun ketika terkena cahaya maka akan menurun secara drastis. Ketika level cahaya mencapai 1000 lux maka resistensi hanya 400 ohm. ketika level cahaya hanya 10 lux maka resistensi bertambah pesat menjadi sekitar 10,43 Mega Ohm.



Gambar 2.1 Light Dependent Resistor (LDR)(<http://teknikelektronika.com>)

2.5 Sensor Hujan

Sensor hujan merupakan jenis sensor yang akan aktif jika sensor terkena air. Pada saat sensor terkena air maka jalur antara port akan terhubung, sehingga nilai tegangan di port akan bernilai cukup besar dan akan mengaktifkan komponen lainnya.



Gambar 2.2 Sensor Hujan (<http://teknikelektronika.com>)

Papan panel sensor hujan ini dipasang di area terbuka, dimana air hujan akan mengenai papan panel sensor tersebut. Prinsip kerja dari alat ini adalah dimana pada saat air mengenai panel sensor, maka air akan mengenai dan mengisi sela-sela dari jalur sensor tersebut dan akan terjadi proses elektrolisis oleh air hujan tersebut karena air hujan termaksud ke dalam cairan elektrolit atau cairan

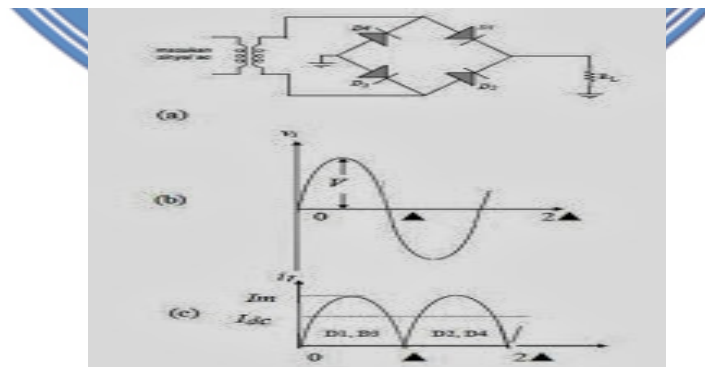
yang dapat menghantarkan arus listrik. Hal inilah yang akan dimanfaatkan untuk mengaktifkan relay ataupun komponen lainnya dalam sistem kendali jemuran otomatis. Pada saat hujan berhenti, maka proses elektrolisis juga berhenti seiring mengeringnya air yang ada disela-sela port panel sensor.

Posisi panel sensor harus diatur dengan kemiringan tertentu sehingga air yang berada di papan panel sensor dapat langsung mengalir turun dari panel sensor, sehingga mempercepat proses pengeringan papan panel sensor tersebut.

2.6 Penyearah (Rectifier)

Rectifier adalah alat yang digunakan untuk mengubah sumber arus bolak-balik (AC) menjadi sinyal sumber arus searah (DC). Rangkaian rectifier menggunakan transformator step down yang digunakan untuk menurunkan tegangan sesuai dengan perbandingan transformasi transformator yang digunakan. Penyearah dibedakan menjadi 2 jenis yaitu, penyearah setengah gelombang dan penyearah gelombang penuh, sedangkan untuk penyearah gelombang penuh dibedakan menjadi penyearah gelombang penuh dengan center tap (CT), dan penyearah gelombang penuh dengan menggunakan 4 buah dioda (bridge rectifier). pada perancangan simulasi kendali jemuran otomatis ini digunakan penyearah gelombang penuh dengan menggunakan 4 buah diode dilengkapi dengan kapasitor filter.

2.6.1 Penyearah Gelombang Penuh Dengan Capacitor Filter (Bridge Rectifier)



Gambar 2.3rangkaian penyearah gelombang penuh (<http://teknikelektronika.com>)

Prinsip kerja rangkaian penyearah gelombang penuh sistem jembatan dapat dijelaskan melalui gambar 2.4 Pada saat rangkaian jembatan mendapatkan siklus positif dari sinyal AC, maka :

- ☐ D1 dan D3 hidup (ON), karena mendapat bias maju,
- ☐ D2 dan D4 mati (OFF), karena mendapat bias mundur sehingga arus i_1 mengalir melalui D1, RL, dan D3.

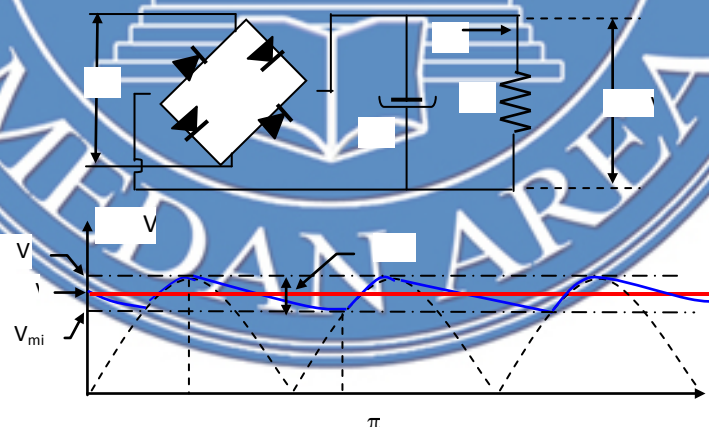
Apabila jembatan memperoleh siklus negatif, maka :

- ☐ D2 dan D4 hidup (ON), karena mendapat bias maju
- ☐ D1 dan D3 mati (OFF), karena mendapat bias mundur sehingga arus i_2 mengalir melalui D2, RL, dan D4.

Dengan demikian, arus yang mengalir ke beban (I_L) merupakan penjumlahan dari dua arus I_1 dan I_2 . Besarnya arus rata-rata pada beban adalah sama seperti penyearah gelombang penuh dengan trafo CT, yaitu:

$$I_{dc} = 2I_m/p = 0.636 I_m$$

Agar tegangan penyearahan gelombang AC lebih rata dan menjadi tegangan DC, maka dipasang filter kapasitor pada bagian output rangkaian penyearah seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.4 rangkaian penyearah dengan kapasitor (<http://teknikelektronika.com>)

Kapasitor diisi sampai mencapai tegangan maksimum (V_{maks}) hingga $\pi/2$. Setelah $\pi/2$ tegangan yang mengisi kapasitor semakin kecil sedangkan kapasitor

telah bermuatan, sehingga terjadi proses pengosongan kapasitor sampai waktu $\pi + \alpha$ ke beban R_L tidak ke diode karena diode dalam keadaan reverse bias (Katoda lebih positif dari Anoda). Setelah $\pi + \alpha$ terjadi proses pengisian kembali. Dari kurva diperoleh:

Bila:

$$V_r = V_{mak} - V_{min} \quad (2.1)$$

Maka :

$$V_{dc} = V_{mak} - \frac{1}{2}V_r \quad (2.2)$$

(V_{DC} berada ditengah-tengah antara V_{mak} dan V_{min})

Dimana:

V_r = Tegangan ripple

V_{dc} = Tegangan DC yang dihasilkan

Besar muatan (Q) kapasitor yang dikosongkan

$$Q = C \cdot V \quad (2.3)$$

atau :

$$V = \frac{Q}{C} \quad (2.4)$$

Dimana:

Q = Muatan yang dikosongkan (coulomb)

C = Kapasitas kapasitor (farad)

V = Beda potensial selama pengosongan kapasitor = V_r

Sehingga:

$$V_r = \frac{Q}{C} \quad (2.5)$$

$$Q = I \times t \quad (2.6)$$

dimana:

Q = muatan

I = arus

t = waktu

Waktu pengosongan kapasitor dianggap 1/2 dari periode pengosongan pada penyearah setengah gelombang. Bila arus pengosongan kapasitor = arus beban (I_L), maka:

$$Q = \frac{i_l}{2f} \quad (2.7)$$

dimana

$$T = \frac{1}{2f} \quad (2.8)$$

$$V_r = \frac{I_L}{2fC} \quad (2.9)$$

dan bila

$$I_L = \frac{V_{dc}}{R_L} \quad (2.10)$$

maka:

$$V_r = \frac{V_{dc}}{2f R_L C} \quad (2.11)$$

$$V_{dc} = V_{mak} - \frac{V_{dc}}{4f R_L C} \quad (2.12)$$

atau

$$V_{mak} = V_{dc} + \frac{V_{dc}}{4f R_L C} \quad (2.13)$$

$$V_{mak} = V_{dc} + \left(1 + \frac{1}{4f R_L C}\right) \quad (2.14)$$

$$V_{dc} = \frac{V_{mak}}{\left(1 + \frac{1}{4f R_L C}\right)} \quad (2.15)$$

karena :

$$V_{mak} = \sqrt{2}V_{in} \quad (2.16)$$

maka:

$$V_{dc} = \frac{\sqrt{2}V_{in}}{\left(1 + \frac{1}{4f R_L C}\right)} \quad (2.17)$$

dimana:

V_{dc} = Tegangan DC yang dihasilkan [Volt]

f = Frekuensi [Hz]

R_L = Resistansi [ohm]

C = Kapasitas kapasitor [farad]

Tegangan ripple pada penyearah gelombang penuh dengan C filter adalah $\frac{1}{2}$ dari penyearah setengah gelombang (lihat rumus untuk tegangan ripple), sehingga penyearah gelombang penuh dengan C filter mempunyai faktor ripple yang lebih kecil sehingga tegangan DC yang dihasilkan lebih besar bila dibandingkan dengan penyearah setengah gelombang. Penyearah yang baik mempunyai faktor ripple yang kecil (5 – 10%). Untuk memperkecil faktor ripple dapat dilakukan dengan menambah kapasitas kapasitor.

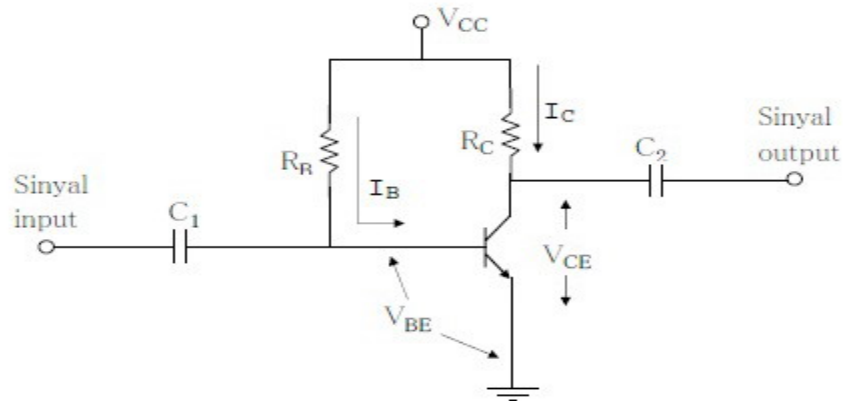
2.7 Transistor

Transistor yaitu komponen elektronik yang terbuat dari bahan semikonduktor yang mempunyai tiga kaki atau tiga elektroda (triode), kaki tersebut yaitu basis (B), kolektor (C) dan Emitor (E). Transistor berasal dari dua kata yaitu kata transfer dan resistor yang mengkhianati arti pemindahan atau peralihan bahan (semi konduktor) setengah penghantar menjadi penghantar pada suhu tertentu. Transistor pertama kali ditemukan oleh William Shockley, John Barden, dan W. H Brattain. Dalam sebuah rangkaian elektronika transistor disimbolkan dengan huruf **Q**.

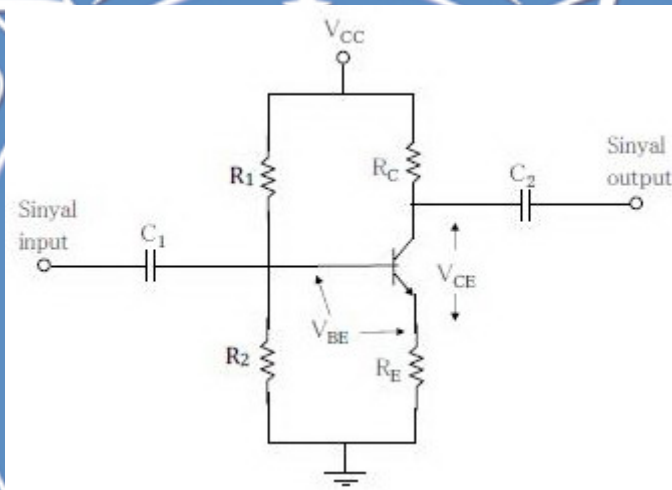
Dalam dunia elektronika transistor dapat digunakan layaknya tabung vakum yaitu antara lain sebagai :

1. Sebagai penguat amplifier.
2. Sebagai pemutus dan penyambung (switching).
3. Sebagai pengatur stabilitas tegangan.
4. Sebagai peratas arus.
5. Dapat menahan sebagian arus yang mengalir.
6. Memperkuat arus dalam rangkaian.
7. Sebagai pembangkit frekuensi rendah ataupun tinggi.

Contoh rangkaian transistor dapat dilihat pada gambar 2.5 dan gambar 2.6



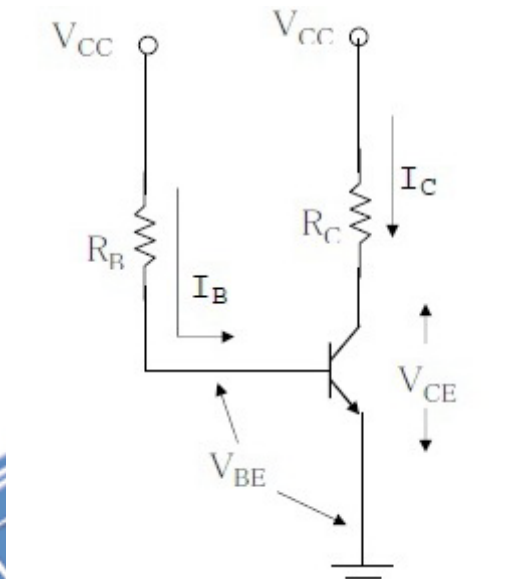
Gambar 2.5 rangkaian dasar bias tetap (fix bias)(<http://teknikelektronika.com>)



Gambar 2.6 rangkaian bias pembagi tegangan (self bias)

Pemakaian transistor pada simulasi ini adalah sebagai saklar otomatis. Syarat untuk menjadikan transistor sebagai saklar adalah daerah kerja transistor, harus pada daerah jenuh (saturasi) dan daerah sumbat (cut off). Transistor sebagai saklar mempunyai kondisi bergantian, yaitu kondisi tertutup pada saat saturasi dan kondisi terbuka pada saat cut off.

Rangkaian Fix bias dapat diubah menjadi rangkaian seperti yang tampak pada gambar 2.7



Gambar 2.7 rangkaian fix bias transistor (<http://teknikelektronika.com>)

Dimana:

$$V_{bb} = I_b \times R_b + V_{be} \quad (2.18)$$

Agar transistor dapat aktif V_{bb} harus lebih besar dari 0,6 volt.

Untuk mencari arus basis (I_b):

$$I_b = \frac{V_{bb} - V_{be}}{R_b} \quad (2.19)$$

Dimana:

I_b = arus basis

R_b = hambatan basis

V_b = tegangan basis

V_{be} = tegangan basis emitter

bila factor penguatan pada transistor adalah β maka arus kolektor yang dihasilkan

$$I_c = \beta \times I_b \quad (2.20)$$

Pada rangkaian kolektor

$$V_{cc} = I_c \times R_c + V_{ce} \quad (2.21)$$

Dimana R_c merupakan beban pada transistor, dalam simulasi ini beban merupakan relay 12 volt.

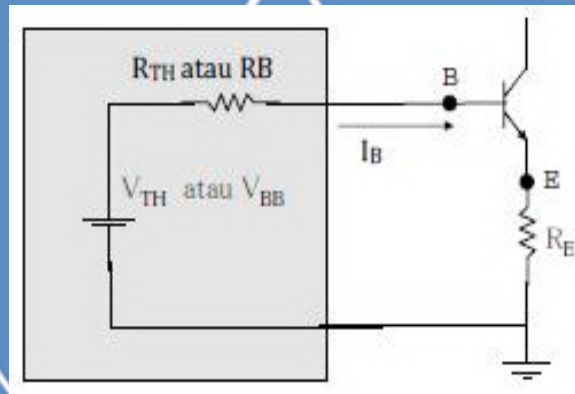
$$V_{ce} = V_{cc} - I_c \times R_c \quad (2.22)$$

Untuk mencari arus kolektor (I_c):

$$I_{csat} = \frac{V_{cc}}{R_c} \dots\dots\dots(2.23)$$

I_{csat} dapat di peroleh bila $V_{ce} = 0$. Pada saat $I_{csat} = 0$ (transistor tidak aktif), sehingga $V_{cc} = V_{ce}$ kondisi ini disebut dengan kondisi cut off.

Pada rangkaian self bias seperti pada gambar 2.7, dapat dirubah menjadi rangkaian equivalen self bias transistor seperti gambar 2.9 dibawah ini.



Gambar 2.8 Rangkaian equivalen self bias transistor (<http://teknikelektronika.com>)

Dimana:

$$V_{bb} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{cc} \quad (2.24)$$

$$R_b = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \quad (2.25)$$

Dimana:

V_{bb} = tegangan basis bias
 R_b = tahanan basis

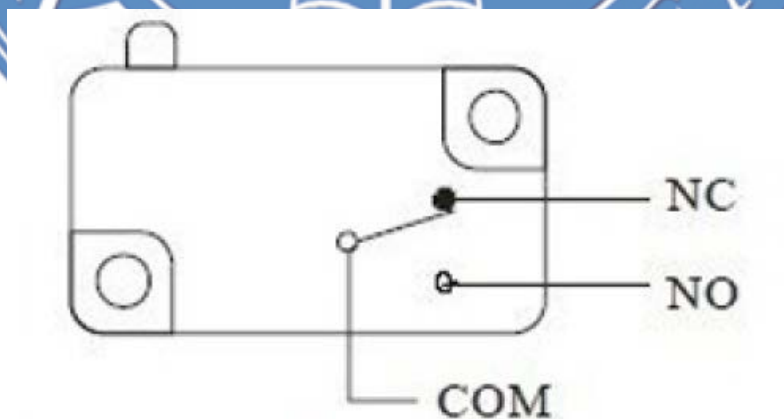
2.8 Limit switch

Limit switch (saklar pembatas) adalah saklar atau perangkat elektromekanis yang mempunyai tuas aktuator sebagai pengubah posisi kontak terminal (dari Normally Open/NO ke Normally Close/NC atau sebaliknya dari Normally Close/NC ke Normally Open/NO). Posisi kontak akan berubah ketika tuas aktuator tersebut terdorong atau tertekan oleh suatu objek. Sama halnya dengan saklar pada umumnya, limit switch juga hanya mempunyai 2 kondisi, yaitu menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik. Dengan kata lain limit switch hanya mempunyai kondisi ON atau Off.

2.8.1 Prinsip Kerja Limit Switch

Prinsip kerja limit switch (sensor batas) diaktifkan dengan adanya penekanan pada tombol limit switch, pada batas/daerah yang telah ditentukan sebelumnya sehingga terjadi pemutusan atau penghubungan rangkaian dari rangkaian kerja limit switch tersebut. Limit switch memiliki 2 kontak yaitu NO (Normally Open) dan kontak NC (Normally Close) dimana salah satu kontak akan aktif jika tombolnya tertekan.

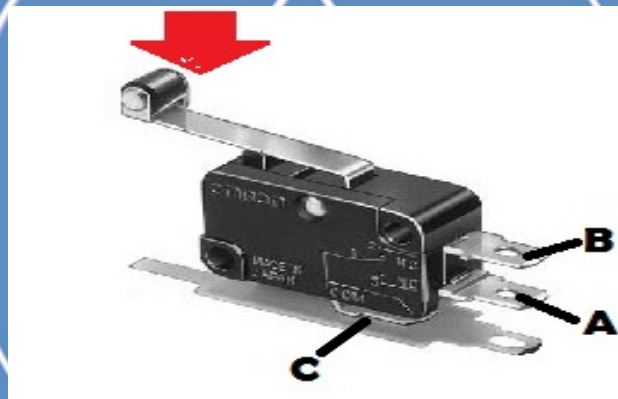
Limit switch umumnya digunakan untuk memutuskan dan menghubungkan rangkaian menggunakan objek atau benda lain, menghidupkan daya yang besar dengan sarana yang kecil dan sebagai sensor posisi dari suatu objek



Gambar 2.9 Simbol Limit Switch (single pool double true) (<http://teknikelektronika.com>)

Limit switch biasa digunakan pada aplikasi seperti:

- Pintu gerbang otomatis, dimana limit switch berguna untuk mematikan motor listrik, saat gerbang menekan tuas saklar pembatas.
- Pada pintu panel listrik sebagai saklar otomatis apabila pintu panel dibuka maka lampu akan nyala untuk penerangan.
- Pada hoist sebagai pembatas pengangkatan barang.
- Pada tutup/cover mesin sebagai safety apabila cover dibuka maka mesin akan mati.
- Pada sistem transfer seperti pada trolley dan conveyor sebagai pembatas maju dan mundurnya (forward reverse).
- Pada sistem kontrol mesin sebagai sensor untuk mengetahui posisi up/down.



Gambar 2.10 Limit Switch (<http://teknikelektronika.com>)

2.9 Motor DC

Motor DC adalah jenis motor listrik yang bekerja menggunakan sumber tegangan DC. Motor ini memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor disebut stator atau bagian yang tidak berputar dan kumparan jangkar disebut rotor atau bagian yang berputar. Motor DC atau motor arus searah sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung dan tidak langsung/direct-unidirectional. *Motor DC* digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalan torque yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas.

Salah satu jenis motor dc adalah motor dc magnet permanen, motor dc tipe ini banyak dijumpai penggunaannya baik di industri maupun di rumah tangga, pada umumnya penggunaan motor dc jenis ini adalah untuk sumber tenaga yang kecil.

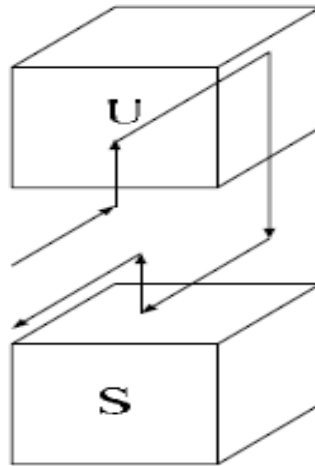


Gambar 2.11 Motor DC (<http://teknikelektronika.com>)

2.9.1 Prinsip Kerja Motor DC

Daerah kumparan medan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu.

Konversi dari energi listrik menjadi energi mekanik (motor) maupun sebaliknya berlangsung melalui medan magnet, dengan demikian medan magnet disini selain berfungsi sebagai tempat untuk menyimpan energi, sekaligus berfungsi sebagai tempat berlangsungnya proses perubahan energi dan daerah tersebut dapat dilihat pada Gambar dibawah ini :



Gambar 2.12 Prinsip Kerja Motor dc (<http://teknikelektronika.com>)

Dengan mengacu pada hukum kekekalan energi :

Proses energi listrik = energi mekanik + energi panas + energi didalam medan magnet.

Maka dalam medan magnet akan dihasilkan kumparan medan dengan kerapatan fluks sebesar B dengan arus adalah I serta panjang konduktor sama dengan L maka diperoleh gaya sebesar F, dengan persamaan sebagai berikut :

$$F = B \cdot I \cdot L \quad (2.26)$$

Dimana;

F = gaya

B = kerapatan flux

I = arus

L = panjang konduktor

kecepatan motor dc dapat dikontrol langsung dengan mengatur nilai tegangan terminal jangkar V_t , dapat juga diatur melalui besarnya fluks (Φ) pada kumparan medan dengan cara menambah arus medan (I_f), dari kedua metode ini dapat dikombinasikan untuk mendapatkan range pengaturan kecepatan yang lebih baik.

Hubungan antara kecepatan, flux medan dan tegangan kumparan motor DC ditunjukkan dalam persamaan berikut :

Gaya elektromagnetik :

$$E = K \cdot \Phi \cdot N \quad (2.27)$$

Torque :

$$T = K \cdot \Phi \cdot I_a \quad (2.28)$$

Dimana:

E = Gaya elektromagnetik yang dikembangkan pada terminal kumparan motor DC (volt)

Φ = Flux medan yang berbanding lurus dengan arus medan (weber)

N = Kecepatan dalam RPM (putaran per menit)

T = Torque elektromagnetik (newton meter)

I_a = Arus kumparan motor DC (Amp)

K = Konstanta persamaan

2.9.2 Komponen Utama Motor DC

Gambar diatas memperlihatkan sebuah motor DC yang memiliki tiga komponen utama :

1. Kutub medan magnet

Secara sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan kumparan motor DC yang menggerakkan bearing pada ruang diantara kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi bukaan diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet. Elektromagnet menerima listrik dari sumber daya dari luar sebagai penyedia struktur medan.

2. Kumparan motor DC

Bila arus masuk menuju kumparan motor DC, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. kumparan motor DC yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, kumparan motor DC berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-

kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan kumparan motor DC.

3. Commutator Motor DC

Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikan arah arus listrik dalam kumparan motor DC. Commutator juga membantu dalam transmisi arus antara kumparan motor DC dan sumber daya.

2.9.3 Mengubah Arah Putaran Motor DC

Perubahan arah putaran pada motor DC dapat dilakukan dengan mengubah polaritas sumber tegangan yang masuk pada jangkar ataupun yang masuk pada belitan eksitasi motor dc tersebut.

2.9.4 Jenis-Jenis Motor DC

Jenis-jenis motor DC diantaranya:

1. Motor DC penguatan terpisah
2. Motor shunt
3. Motor seri
4. Motor compon

Pada simulasi ini jenis motor DC yang digunakan adalah jenis motor DC dengan penguatan terpisah.

2.9.5 Motor DC Penguat Terpisah

Motor dc penguat terpisah merupakan salah satu dari jenis motor dc yang dapat menambah kemampuan daya dan kecepatan karena memiliki fluks medan (Φ) yang dihasilkan oleh kumparan medan, yang terletak secara terpisah dan mempunyai sumber pembangkit tersendiri berupa tegangan dc.

Sehingga dengan demikian, jenis motor dc penguat terpisah ini sangat memungkinkan untuk dapat membangkitkan fluks medan (Φ) bila dibandingkan dengan menggunakan motor dc magnet permanen.

Pada kenyataannya terdapat dua hal yang dapat mempengaruhi nilai torsi dan kecepatan dari motor dc jenis penguat terpisah, yaitu tegangan dan fluks medan. Hal ini dapat kita amati dari persamaan dasar motor dc, sebagai berikut :

$$V = E_a + I_a \cdot R_a \quad (2.29)$$

jika;

$$E = c \cdot n \cdot \Phi \quad (2.30)$$

$$\Phi \approx I_f$$

maka ;

$$V_t = c \cdot n \cdot \Phi + I_a \cdot R_a \quad (2.31)$$

$$n = \frac{V_t - I_a R_a}{c \Phi} \quad (2.32)$$

Dimana:

n = Kecepatan

c = Konstanta

R_a = Tahanan Jangkar

V_t = Tegangan jepit motor

I_a = Arus jangkar

Φ = Fluks magnet

Aplikasi secara umum, fluks medan diusahakan tetap dalam kondisi yang konstan, sedangkan untuk tegangan suplai motor dc ditambah secara linear, hingga diperoleh kecepatan nominal dari motor.

Ketika kecepatan yang diinginkan tersebut telah diperoleh, langkah kedua adalah menjaga agar kondisi tersebut tetap stabil tidak melebihi kecepatan nominal, maka tegangan suplai dibiarkan dalam kondisi konstan dan fluks pada kumparan medan diperkecil dengan mengurangi arus medan (I_f) yang diberikan. Pada keadaan ini terjadi pelemahan kerja pada sisi kumparan medan (field

Weaking) dan kecepatan motor dc tersebut dapat mencapai 50% s/d 100% dari kecepatan nominal motor.

2.10 Relay

Relay adalah suatu peranti yang bekerja berdasarkan sifat elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah kontaktor yang tersusun atau sebuah saklar elektronis yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber energinya. Kontaktor akan tertutup (menyala) atau terbuka (mati) karena efek induksi magnet yang dihasilkan kumparan (induktor) ketika dialiri arus listrik. Berbeda dengan saklar, pergerakan kontaktor (on atau off) dilakukan manual tanpa perlu arus listrik.

Penemu relay pertama kali adalah **Joseph Henry** pada tahun 1835. Dalam pemakaiannya biasanya relay yang digerakkan dengan arus DC dilengkapi dengan sebuah dioda yang diparalel dengan lilitannya dan dipasang terbalik yaitu anoda pada tegangan (-) dan katoda pada tegangan (+). Ini bertujuan untuk mengantisipasi sentakan listrik yang terjadi pada saat relay berganti posisi dari on ke off agar tidak merusak komponen di sekitarnya.

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

- Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup atau membuka kontak saklar.
- Saklar yang digerakkan secara mekanis oleh daya atau energi listrik.

Sebagai komponen elektronika, relay mempunyai peran penting dalam sebuah sistem rangkaian elektronika dan rangkaian listrik untuk menggerakkan sebuah perangkat yang memerlukan arus besar tanpa terhubung langsung dengan perangkat pengendali yang mempunyai arus kecil.

Relay terdiri dari 3 bagian utama, yaitu:

1. Common, merupakan bagian yang tersambung dengan Normally Close (dalam keadaan normal).
2. Koil (kumparan), merupakan komponen utama relay yang digunakan untuk menciptakan medan magnet.
3. Kontak, yang terdiri dari Normally Close dan Normally Open.



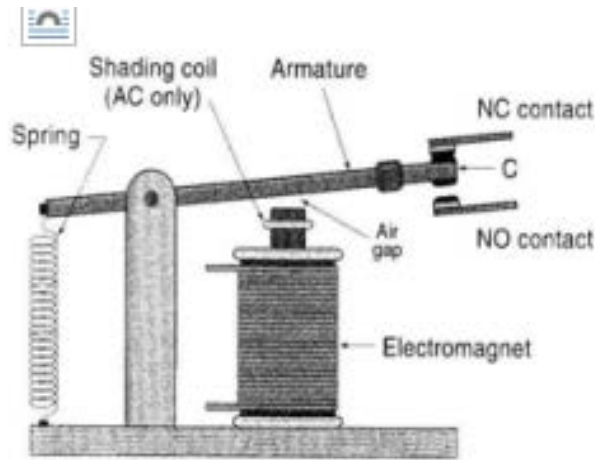
Gambar 2.13 Relay (<http://teknikelektronika.com>)

2.10.1 Prinsip Kerja Relay

Relay merupakan komponen listrik yang memiliki prinsip kerja magnet dengan induksi listrik. Relay terdiri atas bagian-bagian utama sebagai berikut.

1. Coil atau Kumparan, merupakan gulungan kawat yang mendapat arus listrik. adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di coil.
2. Contact atau Penghubung, adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di coil. Contact ada 2 jenis : NormallyOpen (kondisi awal sebelum diaktifkan open), dan NormallyClosed (kondisi awal sebelum diaktifkan close).

Cara kerja relay adalah sebagai berikut :



Gambar 2.14 Cara kerja relay (<http://teknikelektronika.com>)

1. Saat Coil mendapatkan energi listrik (energized) akan menimbulkan gaya elektromagnetik
2. Gaya magnet yang ditimbulkan akan menarik plat/lengan kontak (armature) berpegas (bersifat berlawanan), sehingga menghubungkan 2 titik contact

2.10.2 Jenis-Jenis dan Simbol Relay

Ada beberapa jenis relay berdasarkan cara kerjanya yaitu:

1. Normaly On

Kondisi awal kontaktor tertutup (On) dan akan terbuka (Off) jika relay diaktifkan dengan cara memberi arus yang sesuai pada kumparan atau koil relay. Istilah lain kondisi ini adalah Normaly Close (NC).

2. Normaly Off

Kondisi awal kontaktor terbuka (Off) dan akan tertutup jika relay diaktifkan dengan cara memberi arus yang sesuai pada kumparan atau koil relay. Istilah lain kondisi ini adalah Normaly Open (NO).

3. Change-Over (CO) atau Double-Throw (DT)

Relay jenis ini memiliki dua pasang terminal dengan dua kondisi yaitu Normaly Open (NO) dan Normaly Close (NC).

2.10.3 Keuntungan Penggunaan Relay

Beberapa keuntungan penggunaan relay dalam sistem elektronika antara lain :

1. Menggunakan arus yang relatif kecil untuk mengendalikan peralatan dengan arus yang besar.
2. Dengan sebuah sinyal kontrol dapat mengendalikan lebih dari satu kontak.
3. Dapat menghidupkan atau mematikan peralatan yang sulit dijangkau.
4. Mengisolasi bahaya tegangan tinggi dari manusia, karena rangkaian dengan tegangan tinggi dapat dikendalikan melalui tegangan rendah.

2.10.4 Pemilihan Jenis Relay

Untuk aplikasi tertentu, pemilihan jenis relay yang akan digunakan sangat diperlukan. Berikut ini beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam memilih jenis relay yang akan digunakan untuk menjalankan fungsi tertentu diantaranya:

- Jumlah dan jenis kontak (NO, NC, Chang-over).
- Rating kontak (kemampuan arus kontak).
- Rating tegangan dari kontak.
- Tegangan coil.
- Jenis kemasan.
- Cara pemasangan (soket, rel dll).
- Waktu switching (jika kecepatan diperlukan).
- Proteksi kontak dan coil.
- Isolasi antara kontak dengan coil dan sebagainya.

2.11 Komponen-komponen Pendukung

Dalam perancangan simulasi sistem kendali jemuran otomatis ini, menggunakan beberapa komponen elektronika sebagai pendukung untuk komponen-komponen lainnya, maka untuk memahami fungsi dan karakteristik komponen, penulis akan memaparkan jenis dan fungsi komponen tersebut.

2.12 Power Suplay DC

Semua peralatan elektronika menggunakan sumber tenaga untuk beroperasi, sumber tenaga tersebut bermacam-macam ada yang dari baterai, Accu, ada juga yang langsung menggunakan tegangan listrik jala-jala PLN. Untuk konsumsi tegangan yang berasal dari tegangan listrik untuk alat-alat elektronika tertentu tidak bisa langsung dikonsumsi akan tetapi harus disesuaikan dengan tegangan yang diperlukan oleh peralatan tersebut. Penyesuaian tegangan ini dilakukan oleh sebuah alat yang dinamakan Power Supply atau adaptor.

Power Supply adalah sebuah piranti yang berguna sebagai sumber listrik untuk piranti lain. Pada dasarnya Catu Daya bukanlah sebuah alat yang menghasilkan energi listrik saja, namun ada beberapa Catu Daya yang menghasilkan energi mekanik, dan energi yang lain. Daya untuk menjalankan peralatan elektronik dapat diperoleh dari berbagai sumber, diantaranya Baterai, dimana baterai dapat menghasilkan suatu ggl dc dengan reaksi kimia. Foton dari panas atau cahaya yang berasal dari matahari dapat diubah menjadi energi listrik dc oleh sel-foto (photocell). Sel bahan bakar menggabungkan gas hidrogen dan oksigen dalam suatu elektrolit untuk menghasilkan ggl dc.

Power supply atau catu daya merupakan peralatan penyedia tegangan atau sumber daya untuk peralatan elektronika dengan prinsip mengubah tegangan listrik yang tersedia dari jaringan distribusi transmisi listrik ke level yang diinginkan sehingga berimplikasi pada perubahan daya listrik. Istilah inisering diterapkan pada perangkat yang mengkonversi salah satu bentuk energi listrik yang lain, meskipun mungkin juga merujuk ke perangkat yang mengkonversi energi bentuk lain (misalnya, mekanis, kimia, surya) menjadi energi listrik.

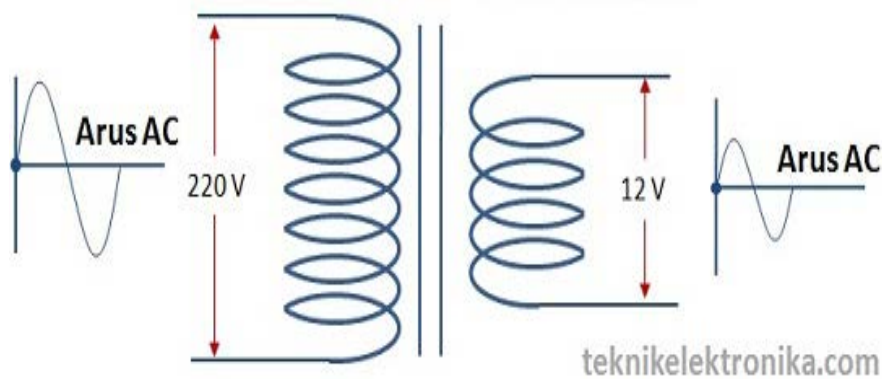
Secara garis besar Power Supply elektrik dibagi menjadi dua macam, yaitu Power Supply Linier (AC-DC) dan Switching Power Supply.

1. Konversi AC ke DC

Untuk konversi listrik AC ke DC, ada dua metode yang mungkin digunakan. Pertama dengan linear power supply. Ini adalah rangkaian AC ke DC yang sangat sederhana. Setelah Listrik AC dari line input di-step-down oleh transformer, kemudian dijadikan DC secara sederhana dengan rangkaian empat diode penyearah. Komponen tambahan lain adalah kapasitor untuk meratakan tegangan. Tambahan komponen yang mungkin disertakan adalah linear regulation, yang bertugas menjaga tegangan sesuai yang diinginkan, meski daya output yang dibutuhkan bertambah. Linear supply dapat ditemukan pada DC power adapter sederhana yang memungkinkan untuk diproduksi dengan ongkos yang minimum. Kelemahan utamanya pada tingkat power conversion dengan efisiensi yang rendah.

2.13 Tranformator

Transformator (Transformer) atau disingkat dengan Trafo yang digunakan untuk DC Power supply adalah Transformer jenis Step-down. Trafo step-down berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik sesuai dengan kebutuhan komponen elektronika yang terdapat pada rangkaian adaptor (DC Power Supply). Transformator bekerja berdasarkan prinsip Induksi elektromagnetik yang terdiri dari 2 bagian utama yang berbentuk lilitan yaitu lilitan Primer dan lilitan Sekunder. Lilitan Primer merupakan Input dari pada Transformator sedangkan Output-nya adalah pada lilitan sekunder. Meskipun tegangan telah diturunkan namun output dari transformator masih berbentuk arus bolak-balik (arus AC) yang harus diproses selanjutnya agar dapat menghasilkan arus searah (arus DC).

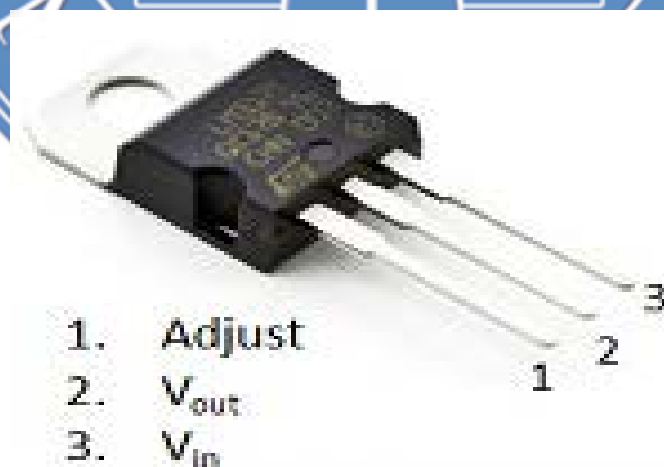


Gambar 2.15 lilitan trafo step down (220V – 12V) (<http://teknikelektronika.com>)

2.14 IC Voltage Regulator

Untuk menghasilkan Tegangan dan Arus DC (arus searah) yang tetap dan stabil, diperlukan Voltage Regulator yang berfungsi untuk mengatur tegangan sehingga tegangan Output tidak dipengaruhi oleh suhu, arus beban dan juga tegangan input yang berasal Output Filter. Voltage Regulator pada umumnya terdiri dari Dioda Zener, Transistor atau IC (*Integrated Circuit*).

Pada DC Power Supply yang canggih, biasanya Voltage Regulator juga dilengkapi dengan *Short Circuit Protection* (perlindungan atas hubung singkat), *Current Limiting* (Pembatas Arus) ataupun *Over Voltage Protection* (perlindungan atas kelebihan tegangan).



Gambar 2.16 IC voltage regulator (<http://teknikelektronika.com>)

2.14.1 Jenis-jenis IC Voltage Regulator

Terdapat beberapa cara pengelompokan Pengatur Tegangan yang berbentuk IC (Integrated Circuit), diantaranya adalah berdasarkan Jumlah Terminal (3 Terminal dan 5 Terminal), berdasarkan Linear Voltage Regular dan Switching Voltage Regulator. Sedangkan cara pengelompokan yang ketiga adalah dengan menggolongkannya menjadi 3 jenis yakni *Fixed Voltage Regulator*, *Adjustable Voltage Regulator* dan *Switching Voltage Regulator*.

Jenis IC voltage regulator yang digunakan dalam simulasi ini adalah jenis fixed voltage regulator (pengatus tegangan tetap).

1. **FIXED VOLTAGE REGULATOR (Pengatur Tegangan Tetap)**

IC jenis Pengatur Tegangan Tetap (Fixed Voltage Regulator) ini memiliki nilai yang tetap, yang tidak dapat disetel (di-adjust) sesuai dengan keinginan Rangkaianannya. Tegangannya telah ditetapkan oleh produsen IC sehingga Tegangan DC yang diatur juga Tetap sesuai dengan spesifikasi IC-nya. Misalnya IC Voltage Regulator 7805, maka Output Tegangan DC-nya juga hanya 5 Volt DC. Terdapat 2 jenis Pengatur Tegangan Tetap yaitu Positive Voltage Regulator dan Negative Voltage Regulator.

Jenis IC Voltage Regulator yang paling sering ditemukan di Pasaran adalah tipe 78XX. Tanda XX dibelakangnya adalah Kode Angka yang menunjukan Tegangan Output DC pada IC Voltage Regulator tersebut. Contohnya 7805, 7809, 7812.