



PPPTK BOE
M A L A N G

BUKU INFORMASI

Teknik Audio Video

**Membaca dan Mengidentifikasi Komponen
Elektronika (Aktif)**
ELM.UM01.012.01



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	2
BAB I PENDAHULUAN	5
A. Tujuan Umum.....	5
B. Tujuan Khusus.....	5
BAB II MENYIAPKAN PEKERJAAN	6
A. Pengetahuan yang diperlukan dalam menyiapkan pekerjaan.....	6
1.Konsep teori tentang komponen elektronika	6
2.Peralatan dan Instrumen Ukur Komponen elektronika aktif	9
B. Keterampilan yang diperlukan dalam menyiapkan pekerjaan	11
C. Sikap yang diperlukan dalam menyiapkan pekerjaan	11
BAB III MEMBACA DAN MENGIDENTIFIKASI KOMPONEN DIODA	12
A. Pengetahuan yang diperlukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen dioda	12
1.Komponen dioda	12
2.Kegunaan dan cara kerja dioda penyearah pada penyearahan tegangan bolak- balik.....	17
3.Komponen dioda Zener.....	21
4.Komponen dioda zener pada regulator tegangan searah.....	24
5.Komponen dioda <i>detector</i> dan kegunaannya.....	27
6.Komponen dioda varaktor	29
7.Kegunaan komponen dioda varaktor pada pengubah tegangan menjadi kapasitansi	31
B. Keterampilan yang diperlukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen dioda	32
C. Sikap Kerja yang diperlukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen dioda	33
BAB IV MEMBACA DAN MENGIDENTIFIKASI KOMPONEN TRANSISTOR.....	34
A. Pengetahuan yang diperlukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen Transistor	34
1.Transistor	34

Modul Diklat Berbasis Kompetensi Sub Sektor Industri Radio, Televisi, dan Peralatan Komunikasi serta Perlengkapannya Bidang Audio Video	Kode Modul ELM.UM01.012.01
2.Transistor UJT.....	52
3.FET	56
4.MOSFET	61
5.CMOS.....	66
6.Perbedaan komponen UJT, MOS, C-MOS dan FET	69
B. Keterampilan yang diperlukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen Transistor	70
C. Sikap Kerja yang diperlukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen Transistor	70
BAB V MEMBACA DAN MENGIDENTIFIKASI KOMPONEN THYRISTOR	71
A. Pengetahuan yang diperlukan dalam Membaca dan mengidentifikasi komponen thyristor.....	71
1.Thyristor.....	71
2.Kegunaan Thyristor	71
3.Komponen Diac, Triacs, dan SCR	72
B. Keterampilan yang diperlukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen thyristor.....	79
C. Sikap Kerja yang diperlukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen thyristor.....	79
BAB VI MEMBACA DAN MENGIDENTIFIKASI KOMPONEN OPTIK.....	80
A. Pengetahuan yang diperlukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen optic.....	80
1.LED.....	80
2.Kegunaan LED dalam Kehidupan sehari-hari	84
3.Komponen optik (solar cell)	85
4.Kegunaan Solar Sel	88
5.Komponen optik untuk photo resistor	91
6.Komponen optik untuk <i>photodiode</i>	94
7.Komponen optik untuk <i>phototransistor</i>	96
B. Keterampilan yang diperlukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen optik.....	100
Judul Modul: Membaca dan Mengidentifikasi Komponen Elektronika (aktif) Buku Informasi - Versi 2018	Halaman: 3 dari 122

C. Sikap Kerja yang diperlukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen optik.....	100
---	-----

BAB VII MEMBACA DAN MENGIDENTIFIKASI *INTEGRATED CIRCUIT (IC)*101

A. Pengetahuan yang diperlukan dalam membaca dan mengidentifikasi <i>Integrated Circuit (IC)</i>	101
1.IC Pewaktu (<i>Timer</i>).....	101
2.IC <i>Comparator</i> (Pembanding)	103
3.IC <i>Logic gates</i> (Gerbang Logika)	105
4.IC <i>Switching</i> (Pengendali).....	111
5.IC <i>Amplifier</i> (Penguat).....	112
B. Keterampilan yang diperlukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen IC.....	115
C. Sikap Kerja yang diperlukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen IC.....	115

DAFTAR PUSTAKA 116

A. Buku Referensi	116
B. Referensi Lainnya	116

DAFTAR ALAT DAN BAHAN 118

A. Daftar Peralatan / Mesin.....	118
B. Daftar Bahan	118

DAFTAR PENYUSUN 119

BAB I PENDAHULUAN

A. Tujuan Umum

Setelah mempelajari modul ini peserta diharapkan mampu membaca dan mengidentifikasi komponen elektronika (aktif). Kompetensi ini berkaitan dengan pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja yang dibutuhkan untuk membaca dan mengidentifikasi komponen aktif elektronika yang dilakukan di industri elektronika serta di maintenance dan repair elektronika.

B. Tujuan Khusus

Adapun tujuan mempelajari unit kompetensi melalui membaca dan mengidentifikasi komponen elektronika (aktif) ini guna memfasilitasi peserta sehingga pada akhir diklat diharapkan memiliki kemampuan sebagai berikut:

1. menyiapkan pekerjaan;
2. membaca dan mengidentifikasi komponen transistor;
3. membaca dan mengidentifikasi komponen thyristor;
4. membaca dan mengidentifikasi komponen dioda;
5. membaca dan mengidentifikasi komponen optic.

BAB II MENYIAPKAN PEKERJAAN

A. Pengetahuan yang diperlukan dalam menyiapkan pekerjaan

1. Konsep teori tentang komponen elektronika

Komponen Elektronika adalah elemen dasar yang digunakan untuk membentuk suatu rangkaian elektronika dan biasanya dikemas dalam bentuk diskrit dengan dua atau lebih terminal penghubung. Setiap komponen elektronika memiliki fungsinya masing-masing dalam suatu rangkaian elektronika, ada yang berfungsi sebagai penghambat, ada yang berfungsi sebagai penguat, ada yang berfungsi sebagai penghantar, ada juga yang berfungsi sebagai penyaring dan ada yang berfungsi sebagai pengendali. Komponen-komponen Elektronika tersebut juga memiliki nilai dan tipenya masing-masing sehingga dapat menjalankan fungsinya sesuai dengan keinginan para perancang rangkaian elektronika.

Berdasarkan karakteristiknya, Komponen Elektronika dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama, yaitu komponen elektronika aktif dan komponen elektronika pasif.

a. Komponen Elektronika Aktif (*Active Electronic Components*)

Komponen Elektronika Aktif adalah jenis komponen elektronika yang memerlukan arus eksternal untuk dapat beroperasi. Dengan kata lain, komponen elektronika aktif hanya dapat berfungsi apabila mendapatkan sumber arus listrik dari luar (eksternal).

Komponen-komponen elektronika yang digolongkan sebagai komponen Aktif adalah Dioda, Transistor dan IC (*Integrated Circuit*) yang terbuat dari bahan semikonduktor seperti silikon, germanium, selenium dan *metal oxides*.

1) Dioda

Dioda adalah Komponen Elektronika Aktif yang berfungsi untuk menghantarkan arus listrik ke satu arah dan menghambat arus listrik dari arah sebaliknya. Dioda terdiri dari dua Elektroda yaitu Anoda dan

Katoda. Yang termasuk dalam keluarga Dioda diantaranya seperti LED (*Light Emitting Dioda*), DIAC, Dioda Zener, Dioda Penyearah, Dioda Foto, dioda detector, dioda varaktor, Dioda Schottky, Dioda Tunnel dan Dioda Laser.

2) Transistor

Transistor adalah Komponen Elektronika Aktif yang berfungsi sebagai Penguat, Penyearah, Pengendali, Mixer dan Osilator. Komponen yang termasuk dalam keluarga Transistor diantaranya seperti Transistor Bipolar (NPN & PNP), Transistor Foto, TRIAC, MOSFET, JFET dan UJT.

3) IC (*Integrated Circuit*/Sirkuit Terpadu)

Integrated Circuit atau sering disingkat dengan IC adalah Komponen Elektronika Aktif yang terdiri dari gabungan ratusan bahkan jutaan Transistor, Resistor dan komponen lainnya yang diintegrasikan menjadi sebuah Rangkaian Elektronika dalam sebuah kemasan kecil. Berdasarkan fungsinya, IC dapat dikelompokkan lagi menjadi IC Pewaktu (*Timer*), IC *Comparator* (Pembanding), IC *Logic gates* (Gerbang Logika), IC *Switching* (Pengendali) dan IC *Amplifier* (Penguat).

4) Contoh Karakteristik Aktif yang dimaksud pada Komponen Elektronika Aktif

Contoh pada Komponen Dioda, seperti yang disebutkan sebelumnya bahwa Dioda merupakan komponen elektronika aktif sehingga memerlukan sumber arus listrik dari luar (eksternal) untuk mengoperasikannya. Sebuah Dioda yang dipasangkan pada suatu rangkaian elektronika yang telah diberikan arus listrik tidak akan bekerja (beroperasi) untuk menghantarkan arus listrik apabila tegangan yang diterimanya belum mencapai titik tegangan tertentu. Khusus untuk dioda yang terbuat dari bahan silikon memerlukan tegangan 0,7V sedangkan untuk dioda yang terbuat dari bahan

germanium memerlukan 0,3V untuk dapat bekerja sesuai dengan fungsinya.

b. Komponen Elektronika Pasif (*Passive Electronic Components*)

Komponen Elektronika Pasif adalah jenis Komponen elektronika yang tidak memerlukan sumber arus listrik eksternal untuk pengoperasiannya. Komponen-komponen elektronika yang digolongkan sebagai komponen pasif diantaranya seperti Resistor, Kapasitor dan Induktor.

1) Resistor

Resistor atau Hambatan adalah Komponen Elektronika Pasif yang berfungsi untuk menghambat dan mengatur arus listrik dalam suatu rangkaian Elektronika. Satuan Nilai Resistor atau Hambatan adalah Ohm (Ω). Komponen-komponen yang termasuk dalam keluarga Resistor diantaranya seperti Resistor bernilai tetap, resistor yang dapat diatur hambatannya (variable resistor atau potensiometer), LDR (*Light Dependent Resistor*) dan Thermistor (PTC dan NTC).

2) Kapasitor

Kapasitor (*Capacitor*) atau Kondensator (*Condensator*) adalah Komponen Elektronika Pasif yang dapat menyimpan muatan listrik dalam waktu sementara dengan satuan kapasitansinya adalah Farad. Komponen-komponen yang termasuk dalam keluarga Kapasitor tersebut diantaranya adalah Kapasitor nilai tetap (Keramik, kertas, mika, tantalum dan elektrolit), kapasitor yang nilai dapat diatur kapasitasnya (VARCO dan Trimmer).

3) Induktor

Induktor atau dikenal juga dengan Coil adalah Komponen Elektronika Pasif yang terdiri dari susunan lilitan Kawat yang membentuk sebuah Kumparan. Induktor akan menimbulkan medan magnet saat dialiri arus listrik. Satuan Induktansi pada Induktor adalah Henry (H).

Komponen-komponen yang termasuk dalam keluarga Induktor diantaranya seperti *air core inductor*, *iron core inductor*, *ferrite core inductor*, *torroidal core inductor*, *laminated core inductor* dan *variable inductor*.

4) Contoh Karakteristik Pasif yang dimaksud pada Komponen Elektronika Pasif

Contoh pada komponen Resistor. Tidak seperti Dioda, Resistor tidak memerlukan tegangan 0,3V atau 0,7V untuk bekerja. Begitu Resistor diberikan tegangan, resistor mulai bekerja secara otomatis tanpa harus menunggu hingga mencapai tegangan tertentu.



Gambar 2.1. Contoh Komponen Elektronika

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

2. Peralatan dan Instrumen Ukur Komponen elektronika aktif

a. Multitester Analog/Digital

Multimeter adalah alat untuk mengukur listrik yang sering dikenal sebagai VOAM (Volt, Ohm, Ampere meter) yang dapat mengukur tegangan (voltmeter), hambatan (ohm-meter), maupun arus (amper-meter). Ada dua kategori multimeter: multimeter digital atau DMM (digital multi-meter)(untuk yang baru dan lebih akurat hasil pengukurannya), dan multimeter analog. Masing-masing kategori dapat mengukur listrik AC, maupun listrik DC.



Gambar 2.2. Multitester Analog/Digital

Sumber: <http://www.dien-elcom.com/>

b. Oscilloscope

Oscilloscope/osiloskop adalah alat ukur elektronika yang berfungsi memproyeksikan bentuk sinyal listrik agar dapat dilihat dan dipelajari. Osiloskop dilengkapi dengan tabung sinar katode. Peranti pemancar elektron memproyeksikan sorotan elektron ke layar tabung sinar katode. Sorotan elektron membekas pada layar. Suatu rangkaian khusus dalam osiloskop menyebabkan sorotan bergerak berulang-ulang dari kiri ke kanan.



Gambar 2.3. Oscilloscope

Sumber: <http://www.dien-elcom.com/>

c. Generator fungsi

Generator fungsi adalah alat ukur yang digunakan sebagai sumber pemicu yang diperlukan, merupakan bagian dari peralatan (*software*) uji coba elektronik yang digunakan untuk menciptakan gelombang listrik. Gelombang ini bisa berulang-ulang atau satu kali.



Gambar 2.4. Generator fungsi

Sumber: <http://www.dien-elcom.com/>

Generator fungsi analog umumnya menghasilkan gelombang segitiga sebagai dasar dari semua outputnya. Segitiga ini dihasilkan oleh kapasitor yang dimuat dan dilepas secara berulang-ulang dari sumber arus konstan.

B. Keterampilan yang diperlukan dalam menyiapkan pekerjaan

1. Mengidentifikasi komponen elektronika aktif
2. Mengoperasikan peralatan dan instrumen ukur komponen elektronika aktif
3. Mengukur komponen elektronika aktif sesuai dengan kebutuhan

C. Sikap yang diperlukan dalam menyiapkan pekerjaan

Harus bersikap secara:

1. cermat dan teliti dalam mengidentifikasi komponen elektronika aktif;
2. taat asas dalam mengaplikasikan langkah-langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan dalam mengoperasikan peralatan dan instrumen ukur komponen elektronika aktif;
3. berpikir analitis serta evaluatif waktu melakukan pengukuran komponen elektronika aktif sesuai dengan kebutuhan.

BAB III MEMBACA DAN MENGIDENTIFIKASI KOMPONEN DIODA

A. Pengetahuan yang diperlukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen dioda

1. Komponen dioda

a. Fungsi dioda dan cara mengukurnya

Dioda adalah komponen elektronika aktif yang terbuat dari bahan semikonduktor dan mempunyai fungsi untuk menghantarkan arus listrik ke satu arah tetapi menghambat arus listrik dari arah sebaliknya. Oleh karena itu, dioda sering dipergunakan sebagai penyearah dalam rangkaian elektronika. Dioda pada umumnya mempunyai 2 elektroda (terminal) yaitu Anoda (+) dan Katoda (-) dan memiliki prinsip kerja yang berdasarkan teknologi pertemuan p-n semikonduktor yaitu dapat mengalirkan arus dari sisi tipe-p (Anoda) menuju ke sisi tipe-n (Katoda) tetapi tidak dapat mengalirkan arus ke arah sebaliknya.

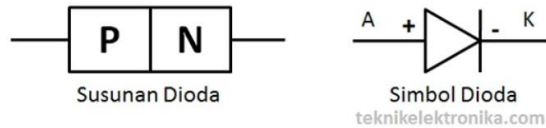
b. Fungsi dioda dan jenis-jenisnya

Berdasarkan fungsi dioda, dioda dapat dibagi menjadi beberapa jenis, diantaranya adalah :

- dioda penyearah (dioda biasa atau dioda bridge) yang berfungsi sebagai penyearah arus AC ke arus DC;
- dioda zener yang berfungsi sebagai pengaman rangkaian dan juga sebagai penstabil tegangan;
- dioda LED yang berfungsi sebagai lampu indikator ataupun lampu penerangan;
- dioda photo yang berfungsi sebagai sensor cahaya;
- dioda schottky yang berfungsi sebagai pengendali.

c. Simbol dioda

Gambar di bawah ini menunjukkan bahwa dioda merupakan komponen elektronika aktif yang terdiri dari 2 tipe bahan yaitu bahan tipe-p dan tipe-n :

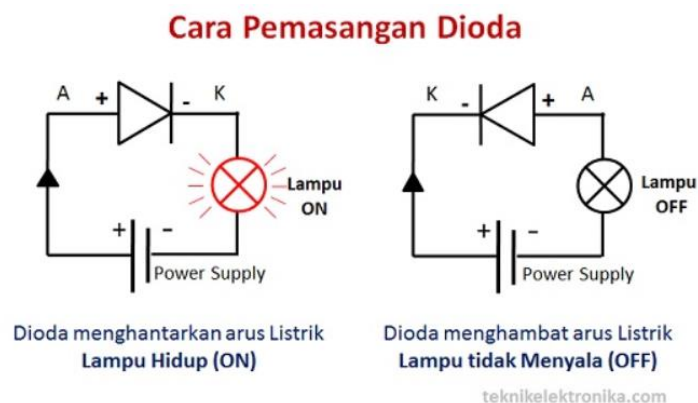


Gambar 3. 1. Susunan dan simbol dioda

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

d. Prinsip kerja dioda

Untuk dapat memperjelas prinsip kerja dioda dalam menghantarkan dan menghambat aliran arus listrik, di bawah ini adalah rangkaian dasar contoh pemasangan dan penggunaan dioda dalam sebuah rangkaian elektronika.



Gambar 3. 2. Prinsip kerja dioda

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

e. Cara mengukur dioda dengan Multimeter

Untuk mengetahui apakah sebuah dioda dapat bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya, maka diperlukan pengukuran terhadap dioda tersebut dengan menggunakan Multimeter (AVO Meter).

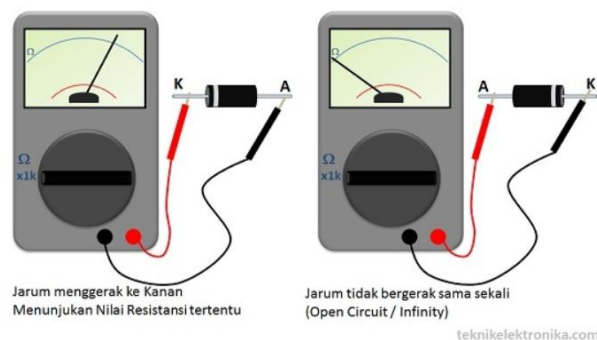
Cara mengukur dioda dengan Multimeter analog:

- 1) aturlah posisi saklar pada posisi Ohm (Ω) x1k atau x100;
- 2) hubungkan probe merah pada terminal katoda (tanda gelang);
- 3) hubungkan probe hitam pada terminal anoda;
- 4) baca hasil pengukuran di display Multimeter;
- 5) jarum pada display Multimeter harus bergerak ke kanan;
- 6) balikkan probe merah ke terminal Anoda dan probe hitam pada terminal Katoda (tanda gelang);
- 7) baca hasil pengukuran di display Multimeter.

Jarum harus tidak bergerak.

****Jika jarum bergerak, maka dioda tersebut berkemungkinan sudah rusak.**

Cara Mengukur Dioda dengan Multimeter Analog



Gambar 3. 3. Cara mengukur dioda dengan Multimeter analog

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

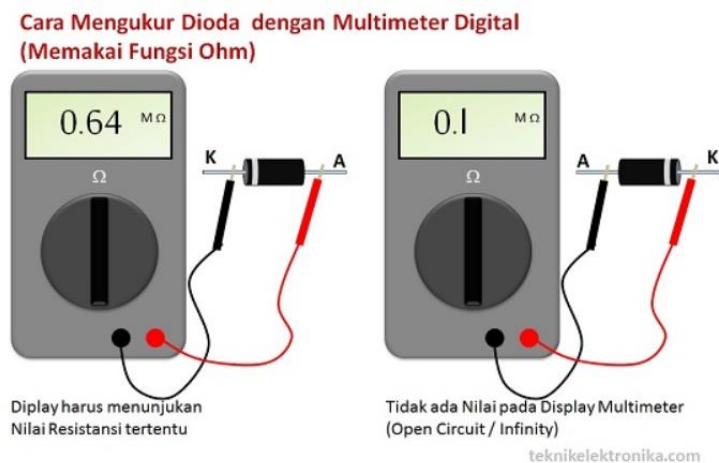
f. Cara mengukur dioda dengan Multimeter digital

Pada umumnya Multimeter digital menyediakan pengukuran untuk fungsi dioda, Jika tidak ada, maka kita juga dapat mengukur dioda dengan fungsi Ohm pada Multimeter digital.

Cara mengukur dioda dengan menggunakan Multimeter digital (fungsi Ohm / Ohmmeter):

- 1) aturlah posisi saklar pada posisi Ohm (Ω);
- 2) hubungkan probe hitam pada terminal katoda (tanda gelang);
- 3) hubungkan probe merah pada terminal anoda;
- 4) baca hasil pengukuran di display Multimeter;
- 5) display harus menunjukkan nilai tertentu (misalnya 0.64 MOhm);
- 6) balikkan probe hitam ke terminal anoda dan probe merah ke katoda;
- 7) baca hasil pengukuran di display Multimeter;
- 8) nilai resistansinya adalah *infinity* (tak terhingga) atau *open circuit*.

****Jika terdapat nilai tertentu, maka dioda tersebut berkemungkinan sudah rusak.**



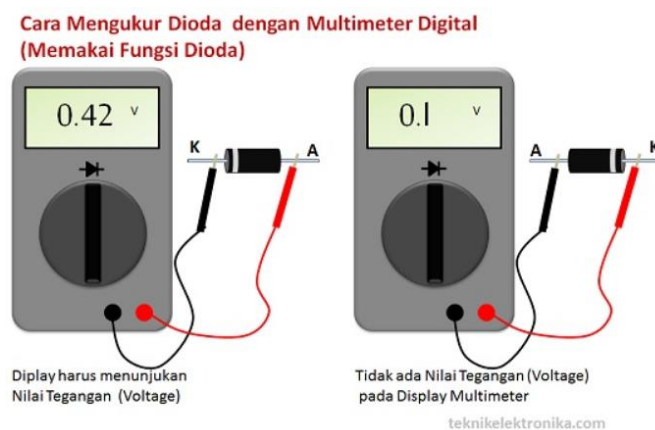
Gambar 3. 4. Cara mengukur dioda dengan Multimeter digital

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

Cara mengukur dioda dengan Multimeter digital (menggunakan fungsi dioda)

- 1) aturlah posisi saklar pada posisi dioda;
- 2) hubungkan probe hitam pada terminal katoda (tanda gelang);
- 3) hubungkan probe merah pada terminal anoda;
- 4) baca hasil pengukuran di display Multimeter;
- 5) display harus menunjukkan nilai tertentu (misalnya 0.42 V);
- 6) baliklah probe hitam ke terminal anoda dan probe merah ke katoda;
- 7) baca hasil pengukuran di display Multimeter;
- 8) tidak terdapat nilai tegangan pada display Multimeter.

****Jika terdapat Nilai tertentu, maka dioda tersebut berkemungkinan sudah rusak.**

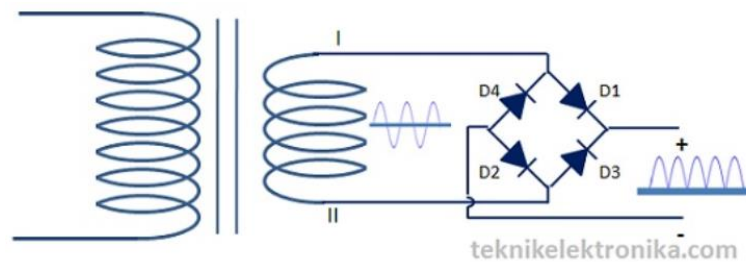


Gambar 3. 5. Cara mengukur dioda dengan Multimeter digital
(menggunakan fungsi dioda)

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

2. Kegunaan dan cara kerja dioda penyearah pada penyearahan tegangan bolak-balik

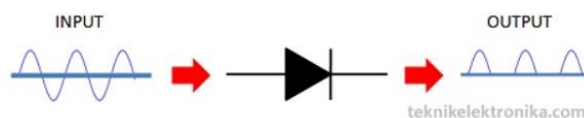
a. Pengertian *rectifier* (penyearah gelombang) dan jenis-jenisnya



Gambar 3. 6. Penyearah gelombang penuh

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

Rectifier atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan penyearah gelombang adalah suatu bagian dari rangkaian catu daya atau power supply yang berfungsi sebagai pengubah sinyal AC (*Alternating Current*) menjadi sinyal DC (*Direct Current*). Rangkaian *rectifier* atau penyearah gelombang ini pada umumnya menggunakan dioda sebagai komponen utamanya. Hal ini dikarenakan dioda memiliki karakteristik yang hanya melewatkan arus listrik ke satu arah dan menghambat arus listrik dari arah sebaliknya. Jika sebuah dioda dialiri arus bolak-balik (AC), maka dioda tersebut hanya akan melewatkan setengah gelombang, sedangkan setengah gelombangnya lagi diblokir. Untuk lebih jelas, silakan lihat gambar di bawah ini :



Gambar 3. 7. Prinsip penyearah setengah gelombang

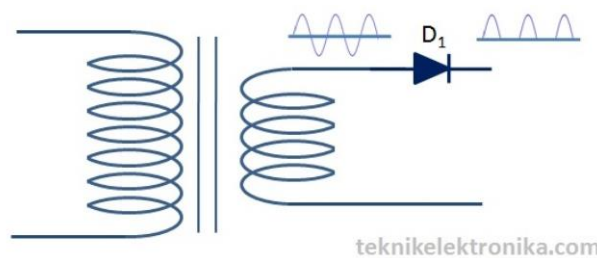
Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

b. Jenis-jenis *rectifier* (penyearah gelombang)

Pada dasarnya, *rectifier* atau penyearah gelombang dibagi menjadi dua jenis yaitu *half wave rectifier* (penyearah setengah gelombang) dan *full wave rectifier* (penyearah gelombang penuh).

1) *Half wave rectifier* (penyearah setengah gelombang)

Half wave rectifier atau penyearah setengah gelombang merupakan penyearah yang paling sederhana karena hanya menggunakan 1 buah dioda untuk menghambat sisi sinyal negatif dari gelombang AC dari power supply dan melewatkan sisi sinyal positif-nya.



Gambar 3. 8. Penyearah setengah gelombang

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

Pada prinsipnya, arus AC terdiri dari 2 sisi gelombang yakni sisi positif dan sisi negatif yang bolak-balik. Sisi Positif gelombang dari arus AC yang masuk ke dioda akan menyebabkan dioda menjadi bias maju (*forward bias*) sehingga melewatkannya, sedangkan sisi negatif gelombang arus AC yang masuk akan menjadikan dioda dalam posisi *reverse bias* (bias terbalik) sehingga menghambat sinyal negatif tersebut.

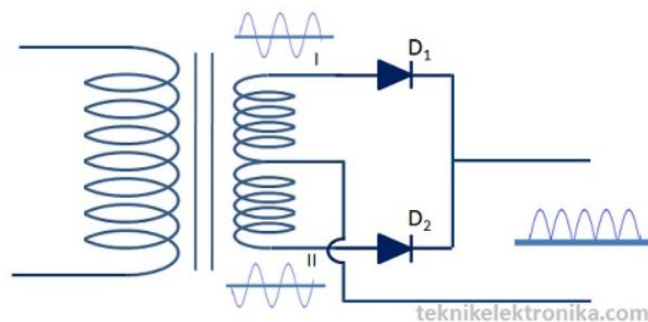
2) *Full wave rectifier* (penyearah gelombang penuh)

Terdapat 2 cara untuk membentuk *full wave rectifier* atau penyearah gelombang penuh. Kedua cara tersebut tetap menggunakan dioda sebagai penyearahnya namun dengan jumlah dioda yang berbeda

yaitu dengan menggunakan 2 dioda dan 4 dioda. Penyearah gelombang penuh dengan 2 dioda harus menggunakan transformer CT sedangkan penyearah 4 dioda tidak perlu menggunakan transformer CT, penyearah 4 dioda sering disebut juga dengan *full wave bridge rectifier*.

3) Penyearah gelombang penuh 2 dioda

Seperti yang dikatakan diatas, penyearah gelombang penuh 2 dioda memerlukan transformer khusus yang dinamakan dengan transformer CT (*centre tapped*). Transformer CT memberikan output (keluaran) Tegangan yang berbeda fasa 180° melalui kedua terminal output sekundernya. Perbedaan fasa 180° tersebut dapat dilihat seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 3. 9. Penyearah gelombang penuh 2 dioda

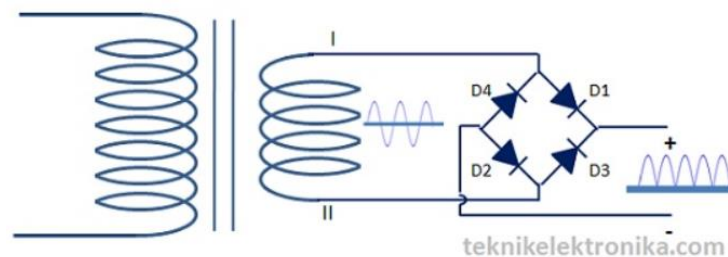
Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

Di saat output transformer CT pada terminal pertama memberikan sinyal positif pada D1, maka terminal kedua pada transformer CT akan memberikan sinyal negatif (-) yang berbeda fasa 180° dengan terminal pertama. D1 yang mendapatkan sinyal positif (+) akan berada dalam kondisi *forward bias* (bias maju) dan melewati sisi sinyal positif (+) tersebut sedangkan D2 yang mendapatkan sinyal negatif (-) akan berada dalam kondisi *reverse bias* (bias terbalik) sehingga menghambat sisi sinyal negatifnya.

Sebaliknya, pada saat gelombang AC pada terminal pertama berubah menjadi sinyal negatif maka D1 akan berada dalam kondisi *reverse bias* dan menghambatnya. Terminal kedua yang berbeda fasa 180° akan berubah menjadi sinyal positif sehingga D2 berubah menjadi kondisi *forward bias* yang melewatkan sisi sinyal positif tersebut.

4) Penyearah gelombang penuh 4 dioda (*bridge rectifier*)

Penyearah gelombang penuh dengan menggunakan 4 dioda adalah jenis *rectifier* yang paling sering digunakan dalam rangkaian power supply karena memberikan kinerja yang lebih baik dari jenis penyearah lainnya. Penyearah gelombang penuh 4 dioda ini juga sering disebut dengan *bridge rectifier* atau penyearah jembatan.



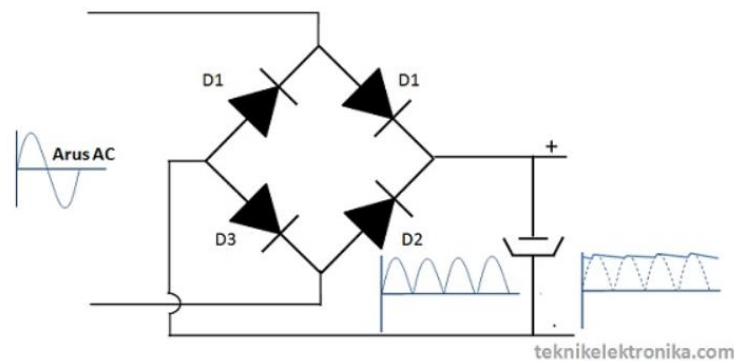
Gambar 3. 10. Penyearah gelombang penuh 4 dioda

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

Berdasarkan gambar diatas, jika transformer mengeluarkan output sisi sinyal positif (+) maka output maka D1 dan D2 akan berada dalam kondisi *forward bias* sehingga melewatkan sinyal positif tersebut sedangkan D3 dan D4 akan menghambat sinyal sisi negatifnya. Kemudian pada saat output transformer berubah menjadi sisi sinyal negatif (-) maka D3 dan D4 akan berada dalam kondisi *forward bias* sehingga melewatkan sinyal sisi positif (+) tersebut sedangkan D1 dan D2 akan menghambat sinyal negatifnya.

5) Penyearah gelombang yang dilengkapi dengan kapasitor

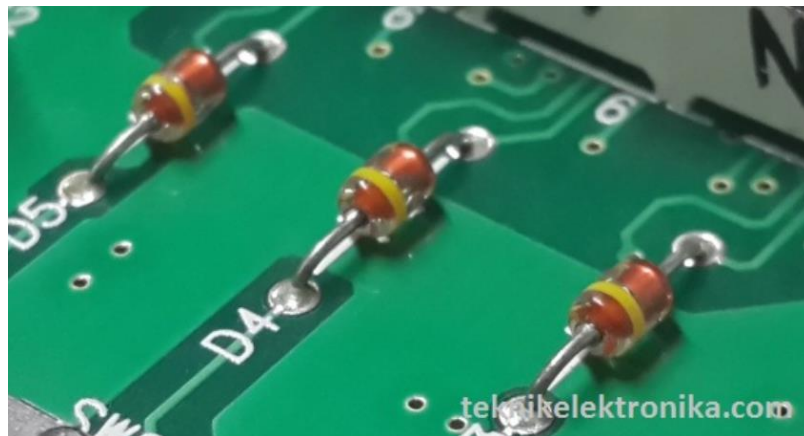
Tegangan yang dihasilkan oleh *rectifier* belum benar-benar rata seperti tegangan DC pada umumnya, oleh karena itu diperlukan Kapasitor yang berfungsi sebagai filter (penyaring) untuk menekan ripple yang terjadi pada proses penyearahan gelombang AC. Kapasitor yang umum dipakai adalah kapasitor jenis ELCO (*Electrolyte Capacitor*).



Gambar 3. 11. Penyearah gelombang yang dilengkapi dengan kapasitor

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

3. Komponen dioda Zener



Gambar 3. 12. Komponen Dioda Zener

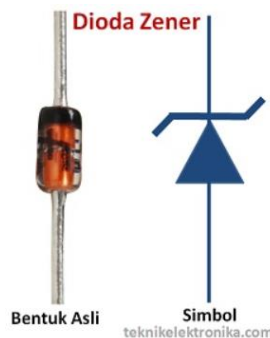
Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

a. Pengertian dan Fungsi Dioda Zener

Dioda zener (*zener diode*) adalah komponen elektronika yang terbuat dari semikonduktor dan merupakan jenis dioda yang dirancang khusus untuk dapat beroperasi di rangkaian *reverse bias* (bias balik). Pada saat dipasangkan pada rangkaian *forward bias* (bias maju), dioda zener akan memiliki karakteristik dan fungsi sebagaimana dioda normal pada umumnya. Efek dioda jenis ini ditemukan oleh seorang fisikawan Amerika yang bernama Clarence Melvin Zener pada tahun 1934 sehingga nama diodanya juga diambil dari nama penemunya yaitu Dioda Zener.

b. Bentuk dan simbol dioda zener

Di bawah ini adalah bentuk dan simbol dioda zener :



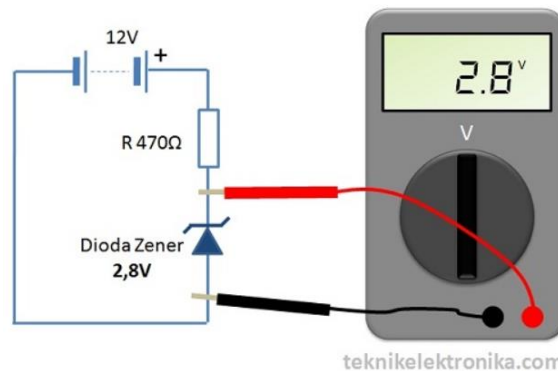
Gambar 3. 13. Bentuk dan Simbol Dioda Zener

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

c. Prinsip kerja dioda zener

Pada dasarnya, dioda zener akan menyalurkan arus listrik yang mengalir ke arah yang berlawanan jika tegangan yang diberikan melampaui batas "*breakdown voltage*" atau tegangan tembus dioda zenernya. Karakteristik ini berbeda dengan dioda biasa yang hanya dapat menyalurkan arus listrik ke satu arah. Tegangan tembus (*breakdown voltage*) ini disebut juga dengan tegangan zener.

Untuk lebih jelas mengenai dioda zener, mari kita lihat rangkaian dasar dioda zener di bawah ini :



Gambar 3. 14. Rangkaian dasar dioda zener

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

Dalam rangkaian di atas, dioda zener dipasang dengan prinsip bias balik (*reverse bias*), rangkaian tersebut merupakan cara umum dalam pemasangan dioda zener. Dalam rangkaian tersebut, tegangan input (masuk) yang diberikan adalah 12v tetapi multimeter menunjukkan tegangan yang melewati dioda zener adalah 2,8v. Ini artinya tegangan akan turun saat melewati dioda zener yang dipasang secara bias

Balik (*reverse bias*). Sedangkan fungsi resistor dalam rangkaian tersebut adalah untuk pembatas arus listrik. Untuk menghitung arus listrik (ampere) tersebut, kita dapat menggunakan hukum ohm seperti dibawah ini :

$$(V_{\text{input}} - V_{\text{zener}}) / R = I$$

$$(12 - 2,8) / 460 = 19,6\text{mA}$$

Jika menggunakan tegangan yang lebih tinggi, contohnya 24V. Maka arus listrik yang mengalir dalam rangkaian tersebut akan semakin besar :

$$(24 - 2,8) / 460 = 45\text{mA}$$

Akan tetapi, tegangan yang melewati dioda zener akan sama yaitu 2,8V. Oleh karena itu, dioda zener merupakan komponen elektronika yang cocok untuk digunakan sebagai *voltage regulator* (pengatur tegangan), dioda zener akan memberikan tegangan tetap dan sesuai dengan tegangan zenernya terhadap tegangan input yang diberikan.

Pada umumnya tegangan dioda zener yang tersedia di pasaran berkisar di antara 2V sampai 70V dengan daya (*power*) dari 500mW sampai dengan 5W. Untuk menghitung disipasi daya dioda zener, kita dapat menggunakan rumus:

$$P = V_z I$$

Contoh :

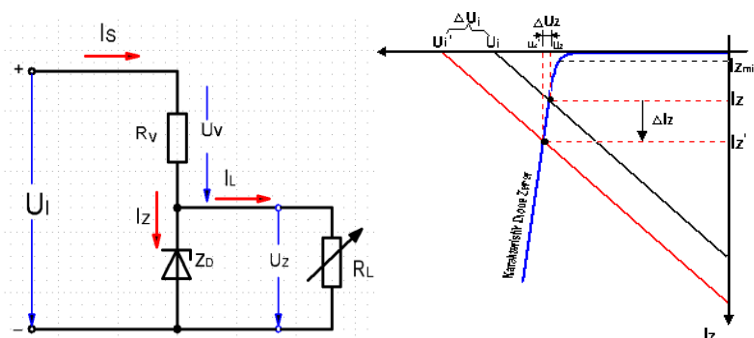
$$P = 2,8 \times 19,6$$

$$P = 54,9\text{mW}$$

Dioda zener biasanya diaplikasikan pada *voltage regulator* (pengatur tegangan) dan *over voltage protection* (perlindungan terhadap kelebihan tegangan). Fungsi dioda zener dalam rangkaian-rangkaian tersebut adalah untuk menstabilkan arus dan tegangan.

4. Komponen dioda zener pada regulator tegangan searah

Sesuai dengan sifat-sifat yang dimiliki, dioda zener dapat digunakan sebagai penstabil tegangan searah.



Gambar 3. 15. Rangkaian dasar regulator tegangan searah dengan Dioda Zener

Salah satu contoh adalah ditunjukkan pada gambar di atas. Penyelesaian rangkaian stabilitas tegangan dengan dioda zener adalah sebagai berikut:

$$\text{Arus pada } R_v : I_s = \frac{U_i - U_z}{R_s}$$

$$\rightarrow I_z = I_s - I_L$$

$$\text{Tegangan-beban : } U_L = U_z$$

$$\text{Arus-beban : } I_L = \frac{U_z}{R_L}$$

Bila beban R_L paralel terhadap dioda zener , maka akan didapatkan hubungan :

$$U_L = U_z$$

$$I_s = I_z + I_L$$

$$U_i = U_v + U_z$$

Arus zener maksimum akan terjadi , bila arus beban I_L dalam keadaan minimum dan tegangan input U_i maksimum, sehingga I_s dalam keadaan maksimum .

$$I_{z \max} = I_{s \max} - I_{L \min}$$

Sebaliknya arus zener akan minimum bila tegangan input U_i dalam keadaan minimum dan arus beban dalam keadaan maksimum pada waktu yang sama.

$$I_{z \min} = I_{s \min} - I_{L \max}$$

$$P_v = 1,45 \times U_z \times I_{L \max} \left[\frac{U_{i \max} - U_{z \min}}{U_{i \min} - U_{z \max}} - \frac{I_{L \min}}{I_{L \max}} \right]$$

PV = Disipasi daya atau hilang daya pada dioda zener

1,45 = Faktor toleransi yang diberikan akibat adanya minority carrier (pembawa minoritas) yang terdapat dalam zener

Jika tidak ada spesifikasi (tabel data) maka diambil harga :

$I_{Z \min} = 0,1$. $I_{Z \max} \rightarrow$ ($I_{Z \max}$ diambil dari luar tabel tanpa tambahan pendinginan permukaan)

Untuk menampung kelebihan drop tegangan akibat pemasangan dioda zener, maka harus dipasang sebuah tahanan depan R_V yang nilainya sebesar :

$$R_V = \frac{U_v}{I_s} = \frac{U_i - U_z}{I_z + I_L}$$

Nilai R_V yang diijinkan adalah nilai antara dua nilai ekstrim ($R_V \max$ dan $R_V \min$).

$$R_V \min = \frac{U_i \max - U_z \min}{I_z \min + I_L \max} \rightarrow \text{Untuk arus dioda maksimum}$$

$$R_V \max = \frac{U_i \min - U_z \max}{I_z \max + I_L \min} \rightarrow \text{Untuk arus dioda minimum}$$

Harga $R_V \min$ dan R_V dipilih standard E12, E24 atau E48, dan besarnya daya pada tahanan depan ditentukan oleh tegangan yang ada.

$$P_{RV} = \frac{(U_i \max - U_z \min)}{R_V}$$

Contoh Perhitungan :

Diketahui :

$U_L = 5,0$ Volt

$I_L = 40$ s/d 100 mA

$U_i = 20$ V $\pm 10\%$

Cara memilih type dioda zener :

$U_Z = U_L = 5,0$ V

($U_Z \max = 5,4$ V, $U_Z \min = 4,8$ V sesuai tabel data) .

$$PV = 1,45 \cdot U_Z \cdot I_L \max \left[\left\{ \frac{U_{E \max} - U_{Z \min}}{U_{E \min} - U_{Z \max}} \right\} - \left\{ \frac{I_{L \min}}{I_{L \max}} \right\} \right]$$

$$PV = 1,45 \times 5V \times 0,1A \left[\frac{22V - 4,8V}{18V - 5,4V} - \frac{40mA}{100mA} \right]$$

$$PV = 0,725 W (1,366 - 0,400)$$

$$PV = 0,725 W \times 0,966 = 0,7 W$$

Dipilih type dioda ZD 5,1V

$$IZ_{\max} = 170 \text{ mA}$$

$$IZ_{\min} = 0,1 \times IZ_{\max} = 17 \text{ mA.}$$

Cara memilih tahanan depan :

$$RV_{\min} = \frac{U_{i \max} - U_{Z \min}}{I_{L \min} + I_{Z \max}} = \frac{22V - 4,8V}{0,04A + 0,17A} = 82\Omega$$

$$RV_{\max} = \frac{U_{i \min} - U_{Z \max}}{I_{L \max} + I_Z} = \frac{18V - 4,8V}{0,1A + 0,017A} = 107,5\Omega$$

$$PRV = \frac{(U_{E \max} - U_{Z \min})^2}{R_V} = \frac{(22V - 4,8V)^2}{100\Omega} = 2,96 W$$

Dipilih tahanan R_V yang berada antara $Rv_{\min}$ dan $Rv_{\max} = 100 \Omega / 3 W$

5. Komponen dioda *detector* dan kegunaannya

Dioda *detector* biasa disebut juga dioda poin kontak.

Dioda ini umumnya dibuat dari bahan germanium. Dioda poin kontak (*point-contact diode*) biasa digunakan sebagai penyearah sinyal-sinyal kecil untuk frekwensi audio ataupun frekwensi radio.

Disebut poin kontak karena badan dioda ini terbuat dari kaca yang tembus pandang sehingga titik sambungan di dalamnya bisa terlihat.

Dioda poin kontak banyak digunakan pada bagian detektor di dalam rangkaian penerima AM.

Di dalam rangkaian-rangkaian penerima FM dioda ini juga digunakan pada bagian diskriminator fasa (detektor FM).

Di dalam rangkaian-rangkaian audio, dioda ini sering digunakan pada rangkaian kompresor dinamika.

Contoh dioda poin kontak : 1N60, AA119, AAY11, OA91 dan lain-lain.

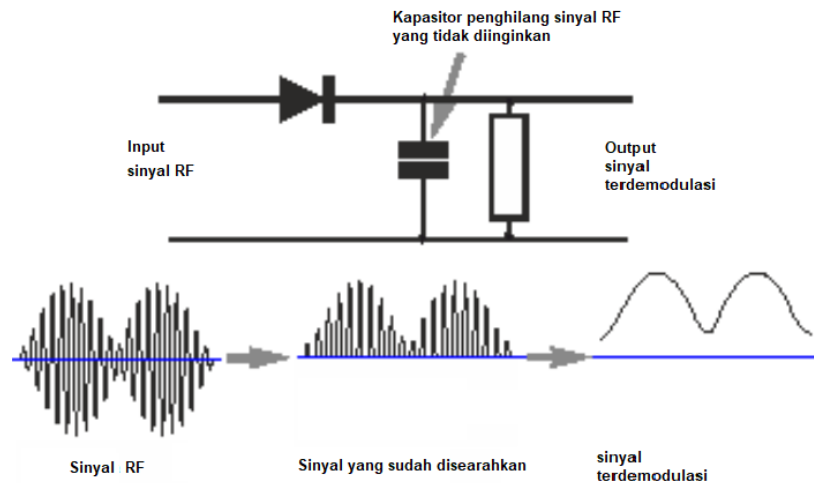
Salah satu kelebihan modulasi amplitudo adalah murah dan mudah untuk membangun rangkaian demodulator untuk penerima radio. Sedangkan kesederhanaan penerima radio AM adalah salah satu alasan mengapa AM tetap dalam pelayanan untuk penyiaran begitu lama. Salah satu faktor kunci dari hal ini adalah kesederhanaan receiver AM demodulator.

Sejumlah metode dapat digunakan untuk demodulasi AM, namun yang paling sederhana adalah dioda detektor.

Ini beroperasi dengan mendeteksi sinyal masuk yang dilakukan dengan memperbaiki sinyal. Arus diperbolehkan mengalir melalui dioda hanya dalam satu arah, memberikan setengah positif atau negatif dari pada keluaran.

Jika detektor hanya digunakan untuk pendeteksian audio, tidak masalah separuh dari yang digunakan, apakah detektor hanya untuk pendeteksian audio, baik yang setengahnya akan bekerja sama baiknya. Hanya bila detektor juga digunakan untuk memasok rangkaian kendali gain otomatis (AGC) akan polaritas dioda.

Detektor atau demodulator AM mencakup sebuah kapasitor pada output. Tujuannya adalah untuk menghilangkan komponen frekuensi radio dari sinyal pada output. Nilai dipilih sehingga tidak mempengaruhi sinyal *base-band* audio. Ada juga jalur kebocoran untuk memungkinkan kapasitor keluar, tapi ini mungkin disediakan oleh rangkaian dimana demodulator terhubung.



Gambar 3. 16. Rangkailah dioda detector pada pendeteksi sinyal modulasi

Sumber: <http://www.radio-electronics.com/info/rf-technology-design/am-reception/diode-detector-demodulator.php>

Jenis detektor atau demodulator ini disebut detektor linier karena proporsinya sebanding dengan masukan.

6. Komponen dioda varaktor

a. Pengertian dioda varactor (*varicap*) dan prinsip kerjanya

Dioda varactor adalah dioda yang mempunyai sifat kapasitas berubah-ubah sesuai dengan tegangan yang diberikannya. Sesuai dengan sifatnya ini, dioda varactor juga disebut dengan dioda kapasitas variabel atau *varicap diode* (*variable capacitance diode*). Dioda varactor pada umumnya digunakan pada rangkaian yang berkaitan dengan frekuensi seperti pada rangkaian vco (*voltage controlled oscillator*), vfo (*variable frequency oscillator*), rf filter (tapis frekuensi radio), pll oscillator (*phase-locked loop oscillator*), tuner radio dan tuner televisi. Rangkaian-rangkaian elektronika ini dapat ditemukan pada perangkat-perangkat elektronika seperti ponsel, radio penerima, radio pemancar dan televisi.

Dioda varactor pertama kali dikembangkan oleh *pacific semiconductor* yaitu sebuah anak perusahaan dari *Ramo Wooldridge Corporation* yang memperoleh hak paten dioda varaktor pada tahun 1961.

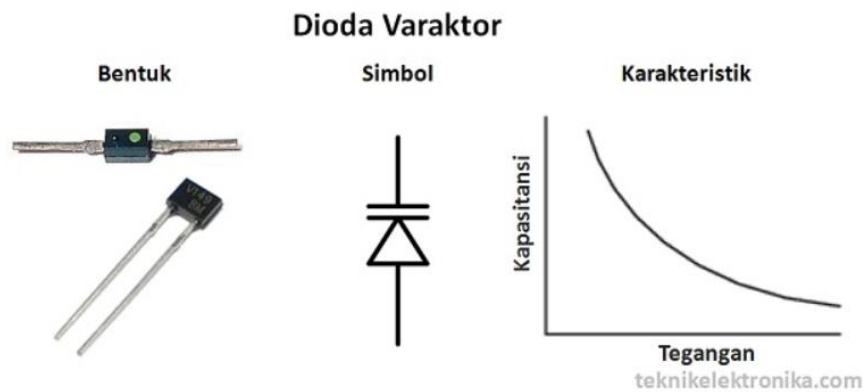
b. Prinsip kerja dioda varactor

Dioda varactor pada umumnya terbuat dari bahan semikonduktor silikon dengan sambungan pn yang dirancang khusus untuk memiliki sifat kapasitansi pada rangkaian bias balik (*reverse bias*) seperti dioda zener.

Dalam penggunaannya, terminal katoda dioda varactor akan dihubungkan ke tegangan positif (+) sedangkan terminal anoda-nya dihubungkan ke tegangan negatif (-). Jika terjadi perubahan beda potensial diantara terminal katoda dan anoda yang melebihi *breakdown* atau tegangan tembus dioda varactor, maka daerah deplesi pada sambungan semikonduktor tipe p dan tipe n dalam dioda varaktor tersebut akan terjadi perubahan lebar. Semakin tinggi tegangan terbalik (*reverse bias*) yang diberikan pada dioda varaktor, semakin lebar pula daerah deplesi pada sambungan semikonduktor tersebut yang mengakibatkan semakin rendahnya nilai kapasitansi. Sebaliknya, jika dioda varaktor menerima tegangan terbalik atau *reverse bias* yang rendah, maka deplesi akan menyempit sehingga nilai kapasitansi menjadi lebih tinggi.

c. Bentuk, simbol dan grafik karakteristik dioda varactor

Seperti fungsi dan karakteristiknya, simbol dioda varactor atau dioda varicap ini dilambangkan dengan sebuah dioda yang ujungnya ditambahkan simbol kapasitor. Di bawah ini adalah gambar bentuk, simbol dan grafik karakteristik dioda varactor (*varicap*).



Gambar 3. 17. Bentuk, simbol dan grafik karakteristik dioda varactor

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

d. Spesifikasi dioda varactor

Dalam memilih dioda varactor (*varicap*), beberapa spesifikasi dioda varactor yang harus diperhatikan adalah :

- *Minimum voltage breakdown* (contoh : 12V, 14V, 25V, 30V)
- *Power dissipation* (contoh : 225mW, 300mW, 330mW)
- Nominal kapasitansi dioda varactor (contoh : 2.8pF, 22pF, 33pF, 47pF, 100pF)
- *Maximum peak current* (contoh : 4mA, 300mA, 500mA, 1A)

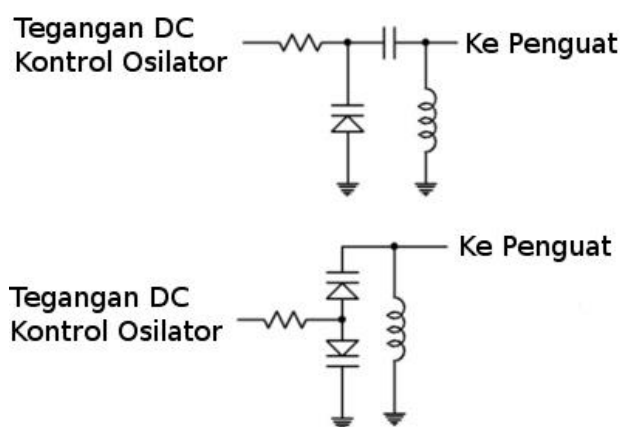
7. Kegunaan komponen dioda varaktor pada pengubah tegangan menjadi kapasitansi

Dioda varactor banyak dipakai pada perangkat elektronika yang menggunakan sistem komunikasi frekuensi tinggi seperti radio dan televisi. Dioda varactor digunakan pada rangkaian tuner, yaitu rangkaian penguat RF dan osilator. Dengan penggunaan dioda varactor maka frekuensi kerja dari penguat RF dan osilator dapat dikontrol dengan tegangan. Sistem ini disebut VCO (*Voltage Controlled Oscillator*). Sistem inilah yang membuat kita

bisa mengubah channel pada pesawat televisi dengan hanya menekan tombol pada *REMOTE CONTROL*.

Sebuah dioda varactor menggunakan PN-Junction dengan bias terbalik (*reverse*) dan memiliki struktur yang menjadi kapasitansi dari dioda dengan nilai yang bervariasi tergantung dari tegangan balik yang diberikan. Sebuah kapasitansi yang di kendalikan tegangan berguna untuk aplikasi tuning secara elektronik. Kapasitansi dikendalikan oleh metode doping dalam penipisan lapisan. Nilai kapasitansi dioda varactor yang umum adalah berkisar pada orde pF (picofarad).

Berikut ini contoh rangkaian osilator menggunakan dioda varactor :



Gambar 3. 18. Rangkaian osilator menggunakan dioda varactor

Sumber: <http://www.nulis-ilmu.com/>

B. Keterampilan yang diperlukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen dioda

1. Mengidentifikasi komponen dioda
2. Mengukur komponen dioda penyearah pada penyearahan tegangan bolak-balik
3. Mengukur kegunaan dioda zener pada regulator tegangan searah
4. Mengukur kegunaan dioda detektor pada pendeteksi sinyal modulasi

5. Mengukur kegunaan dioda Varactor pada pengubah tegangan menjadi kapasitansi

C. Sikap Kerja yang diperlukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen dioda

Harus bersikap secara:

1. Cermat dan teliti dalam membaca dan mengidentifikasi komponen dioda;
2. Taat asas dalam mengaplikasikan langkah-langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen dioda;
3. Berpikir analitis serta evaluatif waktu membaca dan mengidentifikasi komponen dioda.

BAB IV MEMBACA DAN MENGIDENTIFIKASI KOMPONEN TRANSISTOR

A. Pengetahuan yang diperlukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen Transistor

1. Transistor

a. Fungsi transistor

Transistor merupakan salah satu komponen elektronika aktif yang paling sering digunakan dalam rangkaian elektronika, baik rangkaian elektronika yang paling sederhana maupun rangkaian elektronika yang rumit dan kompleks. Transistor pada umumnya terbuat dari bahan semikonduktor seperti germanium, silikon, dan gallium arsenide. Secara umum, transistor dapat dibagi menjadi 2 kelompok jenis yaitu Transistor Bipolar (BJT) dan Field Effect Transistor (FET).

Fungsi-fungsi transistor diantaranya adalah :

- Penguat tegangan dan daya,
- Stabilisasi tegangan,
- Mixer,
- Osilator
- Switch (pemutus dan penyambung sakelar)

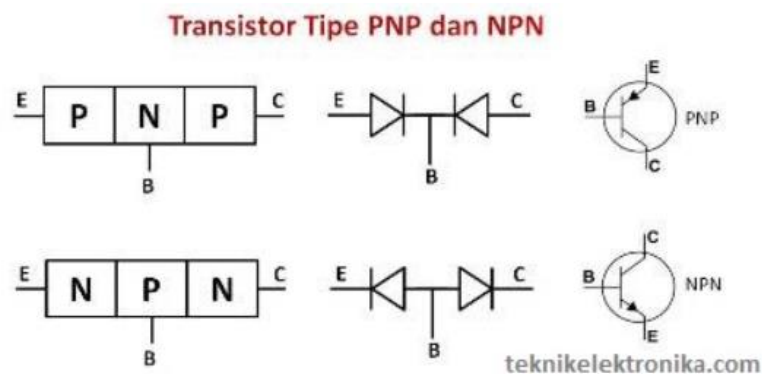
b. Struktur dasar transistor

Pada dasarnya, transistor adalah komponen elektronika yang terdiri dari 3 lapisan semikonduktor dan memiliki 3 terminal (kaki) yaitu terminal emitor yang disingkat dengan huruf "e", terminal base (basis) yang disingkat dengan huruf "b" serta terminal collector/kolektor yang disingkat dengan huruf "c". Berdasarkan strukturnya, transistor sebenarnya merupakan gabungan dari sambungan 2 dioda. Dari gabungan tersebut , transistor kemudian dibagi menjadi 2 tipe yaitu transistor tipe NPN dan transistor tipe PNP yang disebut juga dengan

transistor bipolar. Dikatakan bipolar karena memiliki 2 polaritas dalam membawa arus listrik.

NPN merupakan singkatan dari negatif-positif-negatif sedangkan pnp adalah singkatan dari positif-negatif-positif.

Berikut ini adalah gambar tipe transistor berdasarkan lapisan semikonduktor yang membentuknya beserta simbol transistor NPN dan PNP



Gambar 4. 1. Struktur dasar dan simbol transistor

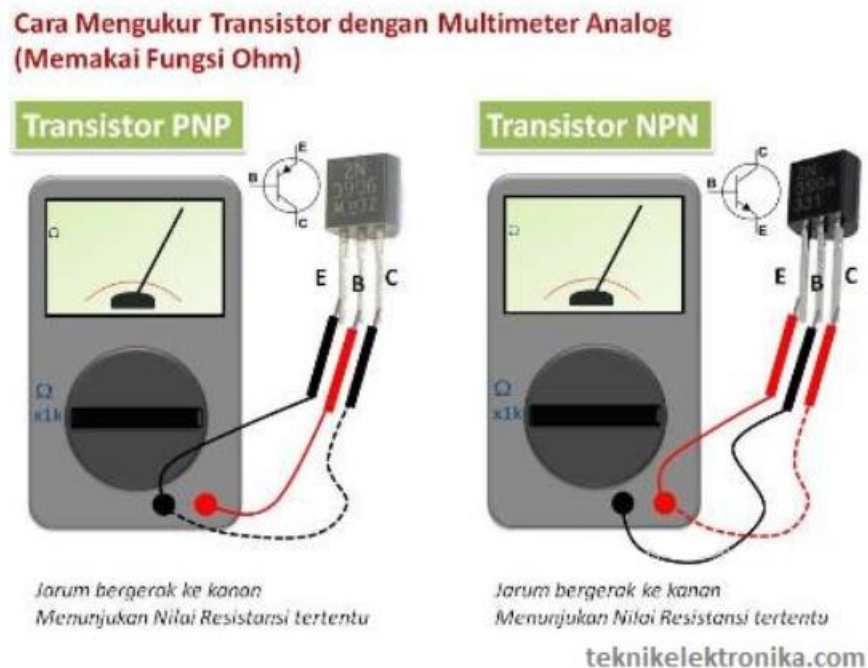
Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

c. Cara Mengukur Transistor

Kita dapat menggunakan multimeter analog maupun multimeter digital untuk mengukur ataupun menguji apakah sebuah transistor masih dalam kondisi yang baik. Perlu diingatkan bahwa terdapat perbedaan tata letak polaritas (merah dan hitam) probe multimeter analog dan multimeter digital dalam mengukur/menguji sebuah transistor.

Berikut ini adalah cara untuk menguji atau mengukur transistor dengan menggunakan multimeter analog dan multimeter digital.

1) Mengukur transistor dengan multimeter analog



Gambar 4. 2. Mengukur transistor dengan menggunakan multimeter analog

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

Cara mengukur transistor PNP dengan multimeter analog:

- atur posisi saklar pada posisi Ohm (Ω) x1k atau x10k;
- hubungkan probe merah pada terminal basis (B) dan probe hitam pada terminal emitor (E), jika jarum bergerak ke kanan menunjukkan nilai tertentu, berarti transistor tersebut dalam kondisi baik;
- pindahkan probe hitam pada terminal kolektor (C), jika jarum bergerak ke kanan menunjukkan nilai tertentu, berarti transistor tersebut dalam kondisi baik.

Cara mengukur transistor npn dengan multimeter analog:

- atur posisi saklar pada posisi Ohm (Ω) x1k atau x10k;

- hubungkan probe hitam pada terminal basis (B) dan probe merah pada terminal emitor (E), Jika jarum bergerak ke kanan menunjukkan nilai tertentu, berarti Transistor tersebut dalam kondisi baik;
- pindahkan probe merah pada terminal kolektor (C), jika jarum bergerak ke kanan menunjukkan nilai tertentu, berarti transistor tersebut dalam kondisi baik.

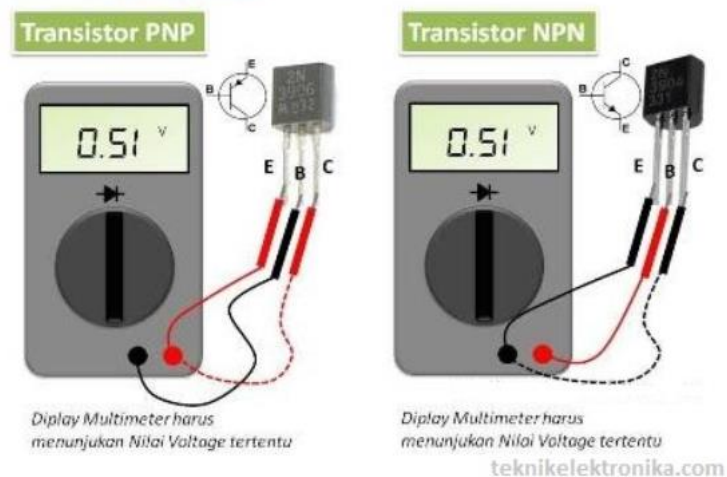
Catatan :

Jika tata letak probe dibalik dari cara yang disebutkan di atas, maka jarum pada multimeter analog harus tidak akan bergerak sama sekali atau "open".

2) Mengukur transistor dengan multimeter digital

Pada umumnya, multimeter digital memiliki fungsi mengukur dioda dan resistansi (ohm) dalam saklar yang sama. Maka untuk multimeter digital jenis ini, pengujian multimeter adalah terbalik dengan cara menguji transistor dengan menggunakan multimeter analog.

Cara Mengukur Transistor dengan Multimeter Digital
(Memakai Fungsi Dioda)



Gambar 4. 3. Mengukur transistor dengan multimeter digital

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

Cara mengukur transistor pnp dengan multimeter digital

- atur posisi saklar pada posisi diode;
- hubungkan probe hitam pada terminal basis (B) dan probe merah pada terminal emitor (E), jika display multimeter menunjukkan nilai voltage tertentu, berarti transistor tersebut dalam kondisi baik;
- pindahkan probe merah pada terminal kolektor (C), jika display multimeter nilai voltage tertentu, berarti transistor tersebut dalam kondisi baik.

Cara mengukur transistor npn dengan multimeter digital:

- atur posisi saklar pada posisi diode;
- hubungkan probe merah pada terminal basis (B) dan probe hitam pada terminal emitor (E), jika display multimeter menunjukkan nilai voltage tertentu, berarti transistor tersebut dalam kondisi baik;
- pindahkan probe hitam pada terminal kolektor (C), jika display multimeter menunjukkan nilai voltage tertentu, berarti transistor tersebut dalam kondisi baik.

catatan :

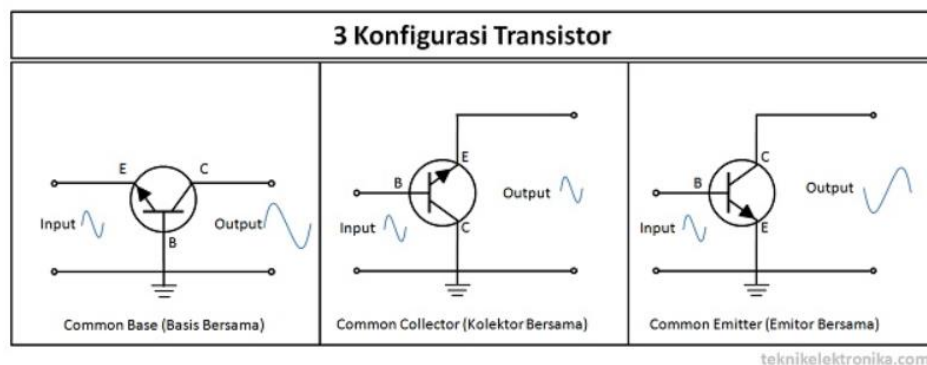
Jika tata letak probe dibalik dari cara yang disebutkan diatas, maka display multimeter digital harus tidak akan menunjukkan nilai voltage atau "open"

d. Konfigurasi transistor bipolar

Tiga jenis konfigurasi transistor bipolar – transistor merupakan salah satu komponen terpenting dalam sebuah produk elektronika, hampir semua produk elektronika menggunakannya sebagai penguat sinyal, saklar dan penggerak atau driver. Dalam merangkai sebuah transistor, terutama pada transistor bipolar yang memiliki 3 terminal kaki ini

terdapat 3 jenis rangkaian konfigurasi dasar yang digunakan. Ketiga jenis konfigurasi dasar tersebut diantaranya adalah *common base* (basis bersama), *common collector* (kolektor bersama) dan *common emitter* (emitor bersama). Nama "*commor*" atau "bersama" ini menunjukan kaki terminal yang dipakai bersama untuk input (masukan) atau output (keluaran). Setiap konfigurasi memiliki respon yang berbeda-beda terhadap sinyal input dalam rangkaiannya.

Berikut ini adalah ketiga konfigurasi transistor yang dimaksud:



Gambar 4. 4. 3 Konfigurasi transistor

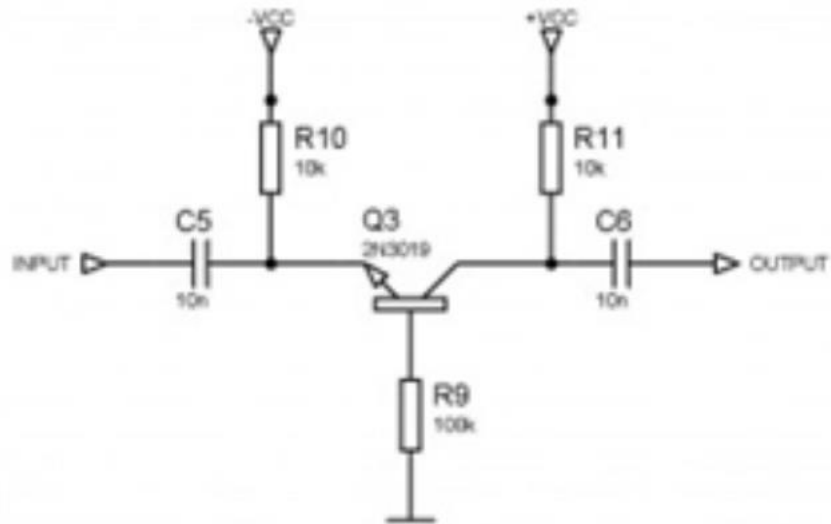
Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

1) Konfigurasi *common base* (basis bersama)

Seperti namanya, yang dimaksud dengan konfigurasi *common base* (cb) atau basis bersama adalah konfigurasi yang kaki basis-nya di-groundkan dan digunakan bersama untuk input maupun output. Pada konfigurasi *common base*, sinyal input dimasukan ke emitor dan sinyal output-nya diambil dari kolektor, sedangkan kaki basis-nya di-groundkan. Oleh karena itu, *common base* juga sering disebut dengan istilah "grounded base".

Konfigurasi *common base* ini menghasilkan penguatan tegangan antara sinyal input dan sinyal output namun tidak menghasilkan penguatan pada arus.

Penguat common base adalah penguat yang kaki basis transistor di groundkan, lalu input di masukkan ke emitor dan output diambil pada kaki kolektor. Penguat *common base* mempunyai karakter sebagai penguat tegangan.



Gambar 4. 5. Penguat *common base*

Sumber: <http://penunjangbelajar.blogspot.co.id/2012/07/transistor-sebagai-penguat-sinyal-kecil.html>

Penguat common base mempunyai karakter sebagai berikut :

- Adanya isolasi yang tinggi dari output ke input sehingga meminimalkan efek umpan balik;
- Mempunyai impedansi input yang relatif tinggi sehingga cocok untuk penguat sinyal kecil (pre amplifier);
- Sering dipakai pada penguat frekuensi tinggi pada jalur VHF dan UHF;
- Bisa juga dipakai sebagai buffer atau penyangga.

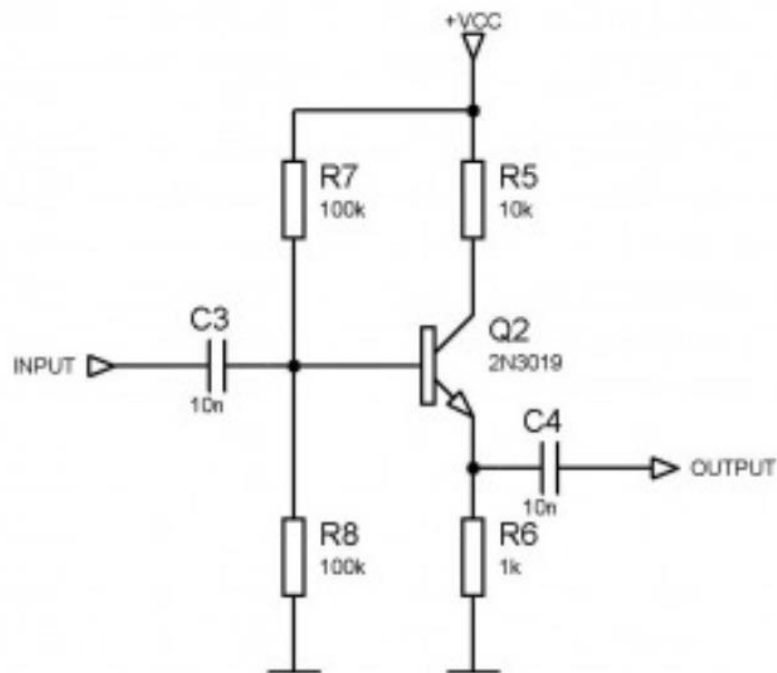
2) Konfigurasi *common collector* (kolektor bersama)

Konfigurasi *common collector* (CC) atau kolektor bersama memiliki sifat dan fungsi yang berlawanan dengan *common base* (basis bersama). Kalau pada *common base* menghasilkan penguatan tegangan tanpa memperkuat arus, maka *common collector* ini memiliki fungsi yang dapat menghasilkan penguatan arus namun tidak menghasilkan penguatan tegangan.

Pada konfigurasi *common collector*, input diumpankan ke basis transistor sedangkan outputnya diperoleh dari emitor transistor sedangkan kolektor-nya di-ground-kan dan digunakan bersama untuk input maupun output.

Konfigurasi kolektor bersama (*common collector*) ini sering disebut juga dengan pengikut emitor (*emitter follower*) karena tegangan sinyal output pada emitor hampir sama dengan tegangan input basis.

Penguat *common collector* adalah penguat yang kaki kolektor transistor di groundkan, lalu input di masukkan ke basis dan output diambil pada kaki emitor. Penguat *common collector* juga mempunyai karakter sebagai penguat arus .



Gambar 4. 6. Penguat *common collector*

Sumber: <http://penunjangbelajar.blogspot.co.id/2012/07/transistor-sebagai-penguat-sinyal-kecil.html>

Penguat *common collector* mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- sinyal outputnya sefasa dengan sinyal input (jadi tidak membalik fasa seperti common emitter);
- mempunyai penguatan tegangan sama dengan 1;
- mempunyai penguatan arus sama dengan HFE transistor;
- cocok dipakai untuk penguat penyangga (buffer) karena mempunyai impedansi input tinggi dan mempunyai impedansi output yang rendah.

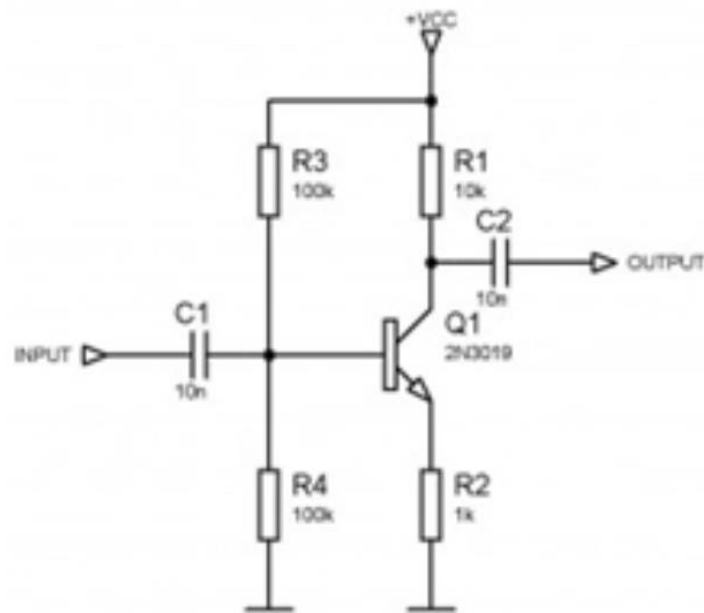
3) Konfigurasi *common emitter* (emitor bersama)

Konfigurasi *common emitter* (ce) atau emitor bersama merupakan konfigurasi transistor yang paling sering digunakan, terutama pada penguat yang membutuhkan penguatan tegangan dan arus secara

bersamaan. Hal ini dikarenakan konfigurasi transistor dengan *common emitter* ini menghasilkan penguatan tegangan dan arus antara sinyal input dan sinyal output.

Common emitter adalah konfigurasi transistor dimana kaki emitor transistor di-ground-kan dan dipergunakan bersama untuk input dan output. Pada konfigurasi *common emitter* ini, sinyal input dimasukan ke basis dan sinyal output-nya diperoleh dari kaki kolektor.

Penguat *common emitor* adalah penguat yang kaki emitor transistor di groundkan, lalu input di masukkan ke basis dan output diambil pada kaki kolektor. Penguat *common emitor* juga mempunyai karakter sebagai penguat tegangan.



Gambar 4. 7. Penguat *Common Emitter*

Sumber: <http://penunjangbelajar.blogspot.co.id/2012/07/transistor-sebagai-penguat-sinyal-kecil.html>

Penguat *Common Emitor* mempunyai karakteristik sebagai berikut :

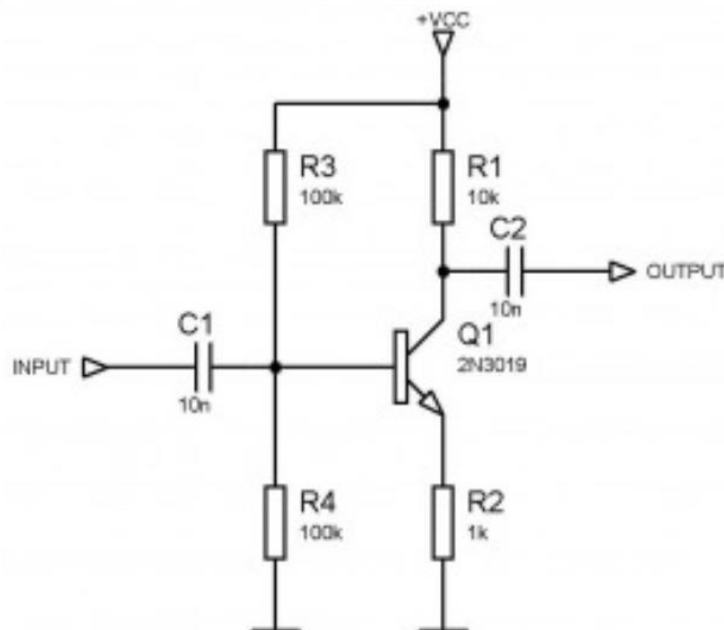
- sinyal outputnya berbalik fasa 180 derajat terhadap sinyal input;

- sangat mungkin terjadi osilasi karena adanya umpan balik positif, sehingga sering dipasang umpan balik negatif untuk mencegahnya;
- sering dipakai pada penguat frekuensi rendah (terutama pada sinyal audio);
- mempunyai stabilitas penguatan yang rendah karena bergantung pada kestabilan suhu dan bias transistor.

e. Jenis penguat transistor

1) Penguat kelas A

Penguat kelas A adalah penguat yang titik kerja efektifnya setengah dari tagangan VCC penguat. Untuk bekerja penguat kelas A memerlukan bias awal yang menyebabkan penguat dalam kondisi siap untuk menerima sinyal. Karena hal ini maka penguat kelas A menjadi penguat dengan efisiensi terendah namun dengan tingkat distorsi (cacat sinyal) terkecil.



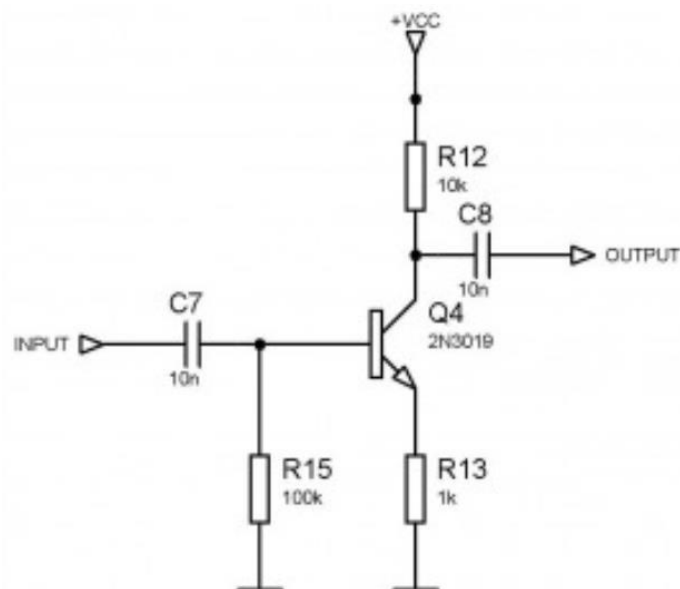
Gambar 4. 8. Transistor sebagai penguat kelas A

Sumber: <http://penunjangbelajar.blogspot.co.id/2012/07/transistor-sebagai-penguat-sinyal-kecil.html>

Sistem bias penguat kelas A yang populer adalah sistem bias pembagi tegangan dan sistem bias umpan balik kolektor. Melalui perhitungan tegangan bias yang tepat maka kita akan mendapatkan titik kerja transistor tepat pada setengah dari tegangan VCC penguat. Penguat kelas A cocok dipakai pada penguat awal (pre amplifier) karena mempunyai distorsi yang kecil.

2) Penguat kelas B

Penguat kelas B adalah penguat yang bekerja berdasarkan tegangan bias dari sinyal input yang masuk. Titik kerja penguat kelas B berada dititik cut-off transistor. Dalam kondisi tidak ada sinyal input maka penguat kelas B berada dalam kondisi OFF dan baru bekerja jika ada sinyal input dengan level diatas 0.6Volt (batas tegangan bias transistor).

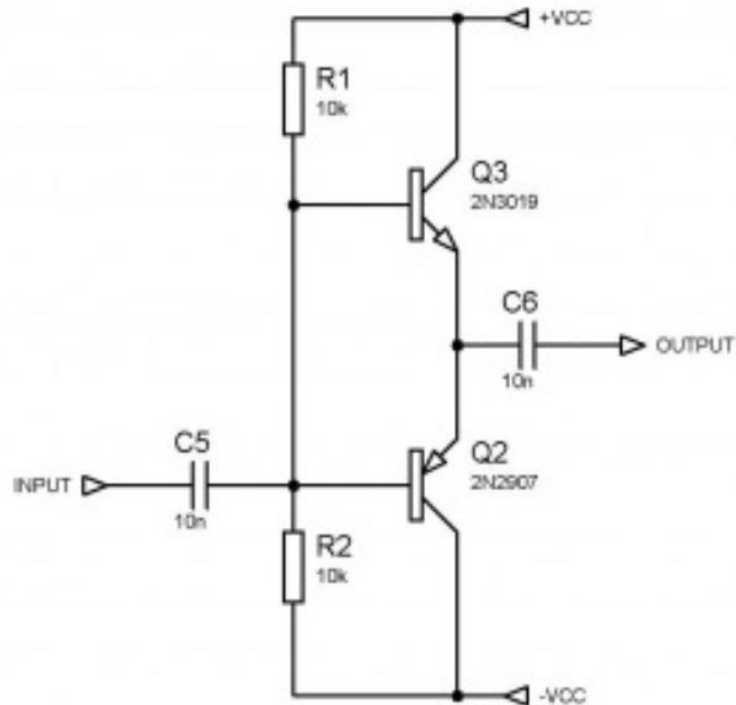


Gambar 4. 9. Transistor sebagai penguat kelas B

Sumber: <http://penunjangbelajar.blogspot.co.id/2012/07/transistor-sebagai-penguat-sinyal-kecil.html>

Penguat kelas B mempunyai efisiensi yang tinggi karena baru bekerja jika ada sinyal input. Namun karena ada batasan tegangan 0.6 Volt

maka penguat kelas B tidak bekerja jika level sinyal input dibawah 0.6Volt. Hal ini menyebabkan distorsi (cacat sinyal) yang disebut distorsi cross over, yaitu cacat pada persimpangan sinyal sinus bagian atas dan bagian bawah.



Gambar 4. 10. Transistor sebagai Penguat Kelas B Push-Pull

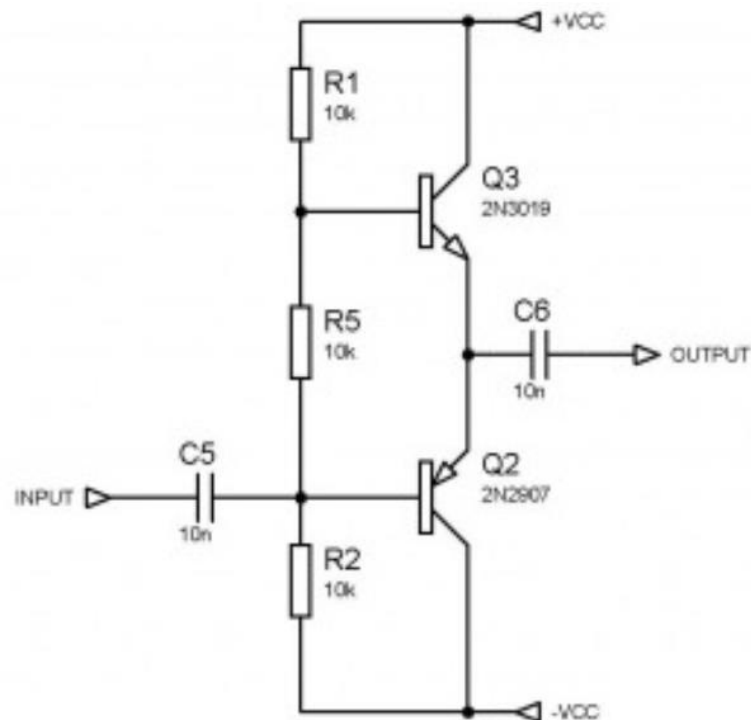
Sumber: <http://penunjangbelajar.blogspot.co.id/2012/07/transistor-sebagai-penguat-sinyal-kecil.html>

Penguat kelas B cocok dipakai pada penguat akhir sinyal audio karena bekerja pada level tegangan yang relatif tinggi (diatas 1 Volt). Dalam aplikasinya, penguat kelas B menggunakan sistem konfigurasi push-pull yang dibangun oleh dua transistor.

3) Penguat kelas AB

Penguat kelas AB merupakan penggabungan dari penguat kelas A dan penguat kelas B. Penguat kelas AB diperoleh dengan sedikit menggeser titik kerja transistor sehingga distorsi cross over dapat diminimalkan.

Titik kerja transistor tidak lagi di garis cut-off namun berada sedikit di atasnya.



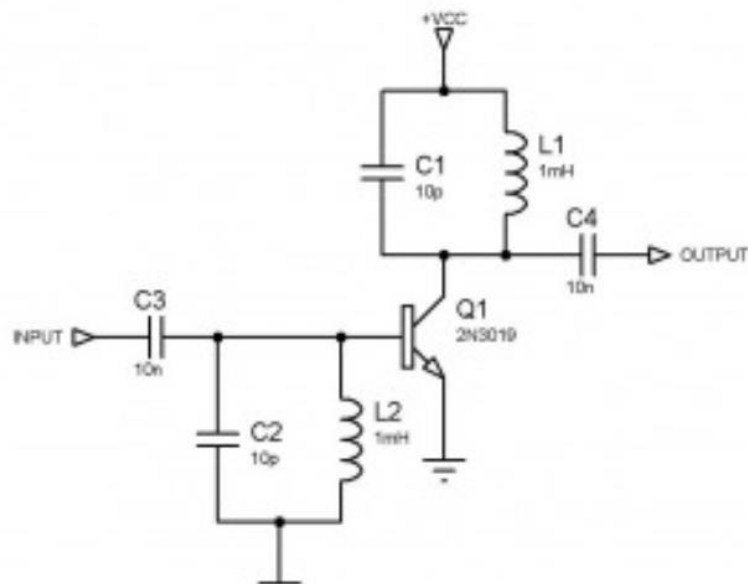
Gambar 4. 11. Transistor sebagai Penguat kelas AB

Sumber: <http://penunjangbelajar.blogspot.co.id/2012/07/transistor-sebagai-penguat-sinyal-kecil.html>

Penguat kelas AB merupakan kompromi antar efisiensi dan fidelitas penguat. Dalam aplikasinya penguat kelas AB banyak menjadi pilihan sebagai penguat audio.

4) Penguat kelas C

Penguat kelas C mirip dengan penguat kelas B, yaitu titik kerjanya berada di daerah cut-off transistor. Bedanya adalah penguat kelas C hanya perlu satu transistor untuk bekerja normal tidak seperti kelas B yang harus menggunakan dua transistor (sistem push-pull). Hal ini karena penguat kelas C khusus dipakai untuk menguatkan sinyal pada satu sisi atau bahkan hanya puncak-puncak sinyal saja.



Gambar 4. 12. Transistor sebagai Penguat kelas C

Sumber: <http://penunjangbelajar.blogspot.co.id/2012/07/transistor-sebagai-penguat-sinyal-kecil.html>

Penguat kelas C tidak memerlukan fidelitas, yang dibutuhkan adalah frekuensi kerja sinyal sehingga tidak memperhatikan bentuk sinyal. Penguat kelas C dipakai pada penguat frekuensi tinggi. Pada penguat kelas C sering ditambahkan sebuah rangkaian resonator LC untuk membantu kerja penguat. Penguat kelas C mempunyai efisiensi yang tinggi sampai 100 % namun dengan fidelitas yang rendah.

5) Penguat kelas D

Penguat daya kelas D ini menggunakan penguatan dalam bentuk pulsa atau biasanya disebut dengan teknik *Pulse Width Modulation* (PWM), dimana lebar pulsa ini proposional terhadap amplitudo sinyal input yang pada tingkat akhirnya sinyal PWM akan menggerakkan transistor switching ON dan OFF sesuai dengan lebar pulsanya. Secara teoritis, Penguat kelas D dapat mencapai efisiensi daya hingga 90% hingga 100% karena transistor yang menangani penguatan daya tersebut

bekerja sebagai Switch Binary yang sempurna sehingga tidak terjadi pemborosan waktu saat transisi sinyal dan juga tidak ada daya yang diborosan saat tidak ada sinyal input. Transistor yang digunakan untuk amplifier kelas D ini umumnya adalah transistor jenis MOSFET. Suatu Penguat Kelas D umumnya terdiri dari sebuah generator gelombang gigi gergaji, komparator, rangkaian switch dan sebuah *Low Pass Filter*.

Meskipun dapat menghasilkan efisiensi daya yang tinggi, penguat kelas D ini memerlukan sumber catu daya yang stabil dan respon frekuensi tingginya sangat tergantung pada impedansi speaker (pengeras suara).

Selain Kelas A, Kelas AB, Kelas C dan Kelas D yang dibahas diatas, terdapat pula kelas-kelas Penguat Daya lainnya seperti Kelas F, Kelas G, Kelas I, Kelas S dan Kelas T yang juga menggunakan teknik *Pulse Width Modulation* (PWM) dalam penguatan sinyal inputnya.

f. Transistor sebagai Saklar

Salah satu fungsi transistor adalah sebagai saklar yaitu bila berada pada dua daerah kerjanya yaitu daerah jenuh (saturasi) dan daerah mati (cut-off). Transistor akan mengalami perubahan kondisi dari menyumbat ke jenuh dan sebaliknya. Transistor dalam keadaan menyumbat dapat dianalogikan sebagai saklar dalam keadaan terbuka, sedangkan dalam keadaan jenuh seperti saklar yang menutup.

1) Titik kerja transistor

a) Daerah jenuh transistor

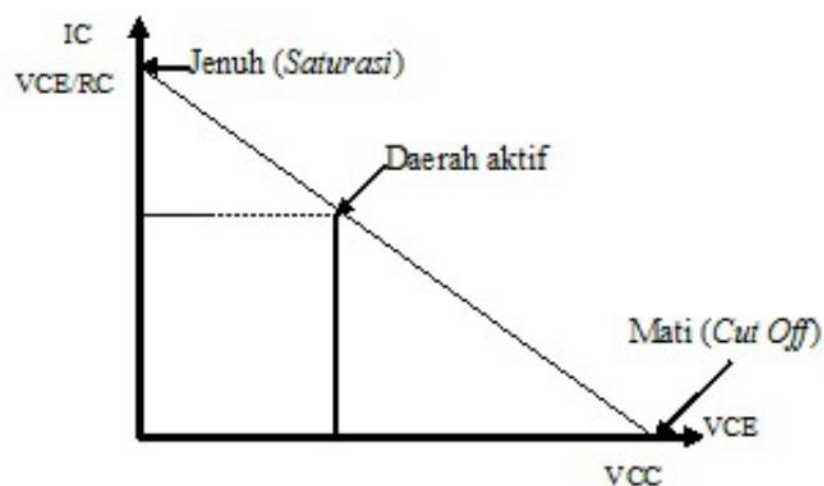
Daerah kerja transistor saat jenuh adalah keadaan dimana transistor mengalirkan arus secara maksimum dari kolektor ke emitor sehingga transistor tersebut seolah-olah short pada hubungan kolektor – emitor. Pada daerah ini transistor dikatakan menghantar maksimum (sambungan CE terhubung maksimum)

b) Daerah aktif transistor

Pada daerah kerja ini transistor biasanya digunakan sebagai penguat sinyal. Transistor dikatakan bekerja pada daerah aktif karena transistor selalu mengalirkan arus dari kolektor ke emitor walaupun tidak dalam proses penguatan sinyal, hal ini ditujukan untuk menghasilkan sinyal keluaran yang tidak cacat. Daerah aktif terletak antara daerah jenuh (saturasi) dan daerah mati (Cut off).

c) Daerah mati transistor

Daerah cut off merupakan daerah kerja transistor dimana keadaan transistor menyumbat pada hubungan kolektor – emitor. Daerah cut off sering dinamakan sebagai daerah mati karena pada daerah kerja ini transistor tidak dapat mengalirkan arus dari kolektor ke emitor. Pada daerah cut off transistor dapat di analogikan sebagai saklar terbuka pada hubungan kolektor – emitor.



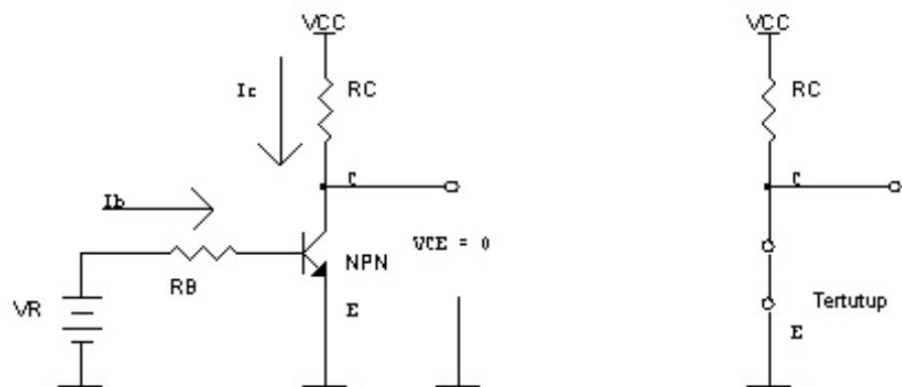
Gambar 4. 13. Grafik Kurva Karakteristik Transistor

Sumber: <http://elektronika-dasar.web.id/transistor-sebagai-saklar/>

d) Transistor kondisi hidup (saklar posisi ON)

Untuk membuat transistor menghantar, pada masukan basis perlu diberi tegangan. Besarnya tegangan harus lebih besar dari V_{be} (0,3 untuk germanium dan 0,7 untuk silicon).

Dengan mengatur $I_b > I_c / \beta$ kondisi transistor akan menjadi jenuh seakan kolektor dan emitor short circuit. Arus mengalir dari kolektor ke emitor tanpa hambatan dan $V_{ce} \approx 0$. Besar arus yang mengalir dari kolektor ke emitor sama dengan V_{cc} / R_c . Keadaan seperti ini menyerupai saklar dalam kondisi tertutup (ON).

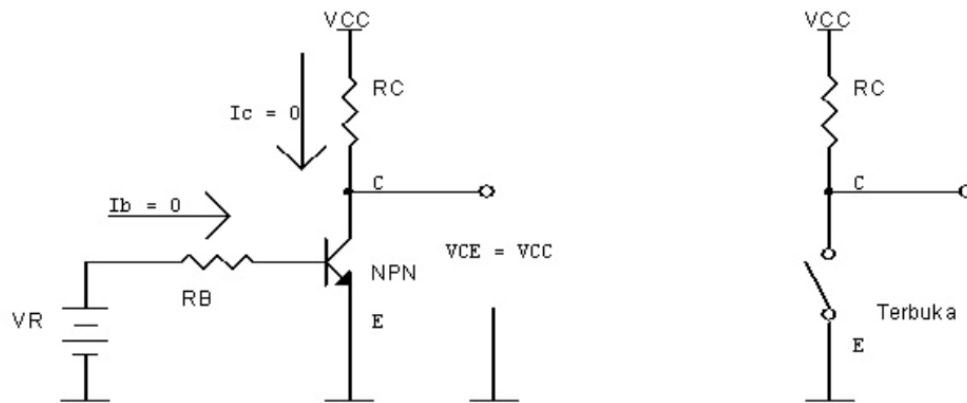


Gambar 4. 14. Transistor kondisi jenuh (saklar posisi ON)

Sumber: <http://elektronika-dasar.web.id/transistor-sebagai-saklar/>

e) Transistor kondisi mati (saklar posisi OFF)

Transistor sebagai saklar posisi cut off, saklar transistor off, transistor mati, transistor cut-off, saklar transistor off, teori transistor sebagai saklar, teori saklar transistor, daerah mati transistor, saklar transistor off.



Gambar 4. 15. Transistor kondisi mati (saklar posisi OFF)

Sumber: <http://elektronika-dasar.web.id/transistor-sebagai-saklar/>

Dengan mengatur $I_b = 0$ atau tidak memberi tegangan pada bias basis atau basis diberi tegangan mundur terhadap emitor maka transistor akan dalam kondisi mati (cut off), sehingga tak ada arus mengalir dari kolektor ke emitor ($I_c \approx 0$) dan $V_{ce} \approx V_{cc}$. Keadaan ini menyerupai saklar pada kondisi terbuka seperti ditunjukkan pada gambar di atas.

2. Transistor UJT

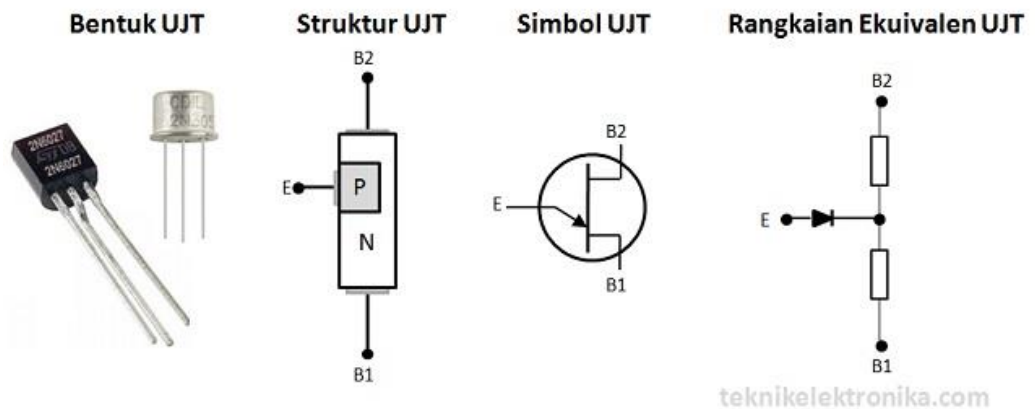
a. Pengertian *Uni Junction Transistor* (UJT) dan Cara Kerjanya

Uni Junction Transistor (UJT) atau dalam bahasa Indonesia sering disebut dengan transistor sambungan tunggal adalah komponen elektronika aktif yang terbuat dari bahan semikonduktor, UJT memiliki tiga terminal dan hanya memiliki satu sambungan. Pada umumnya UJT digunakan sebagai saklar elektronik dan penghasil isyarat pulsa. Seperti namanya, *Uni Junction Transistor* atau UJT juga digolongkan sebagai salah satu anggota dari keluarga Transistor, namun berbeda dengan Transistor Bipolar pada umumnya, *Uni Junction Transistor* atau UJT ini tidak memiliki Terminal/Elektroda Kolektor. UJT yang memiliki Tiga Terminal ini terdiri dari 1 Terminal Emitor (E) dan 2 Terminal Basis (B1 dan B2). Oleh karena itu, Transistor UJT ini sering disebut juga dengan Dioda Berbasis Ganda (*Double Base Dioda*).

b. Struktur dasar Uni Junction Transistor (UJT)

Struktur dasar *Uni Junction Transistor* atau UJT dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Pada dasarnya UJT terdiri dari semikonduktor jenis Silikon yang bertipe N yang didoping ringan dan sepotong Silikon bertipe P yang berukuran kecil dengan doping tinggi (berat) di satu sisinya untuk menghasilkan sambungan tunggal P-N (*P-N Junction*). Sambungan Tunggal inilah yang kemudian dijadikan terminologi UJT yaitu Uni Junction Transistor. Di kedua ujung batang silikon yang bertipe N, terdapat dua kontak Ohmik yang membentuk terminal B1 (Basis 1) dan (Basis 2). daerah semikonduktor yang bertipe P menjadi terminal Emitor (E) pada UJT tersebut.

Berikut ini adalah bentuk dan struktur dasar serta simbol *Uni Junction Transistor* (transistor sambungan tunggal).



Gambar 4. 16. Bentuk dan Struktur dasar serta Simbol *Uni Junction Transistor*

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

c. Cara kerja *Uni Junction Transistor* (UJT)

Saat tegangan diantara Emitor (E) dan Basis 1 (B1) adalah Nol, UJT tidak menghantarkan arus listrik, semikonduktor batang yang bertipe N

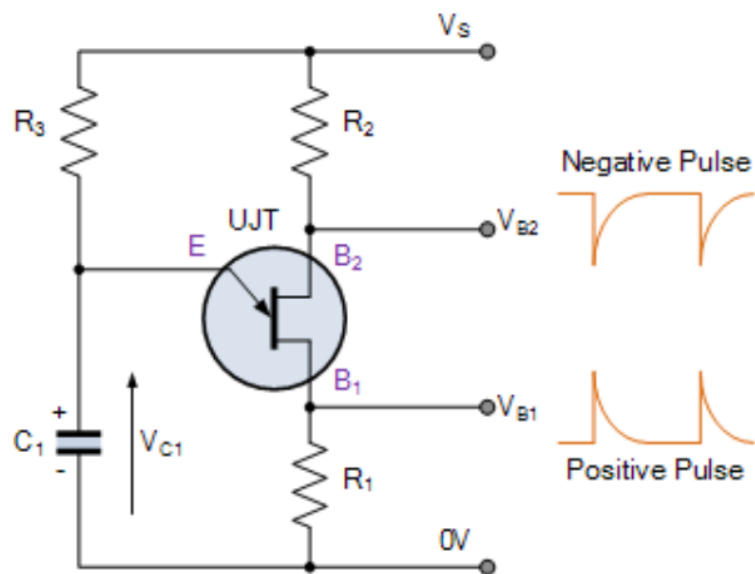
akan berfungsi sebagai penghambat (memiliki resistansi yang tinggi). Namun akan ada sedikit arus bocor yang mengalir karena bias terbalik (*reverse bias*).

Pada saat tegangan di Emitor (E) dan Basis 1 (B1) dinaikan secara bertahap, resistansi diantara Emitor dan Basis 1 akan berkurang dan arus terbalik (*reverse current*) juga akan berkurang. Ketika Tegangan Emitor dinaikan hingga ke level bias maju, arus listrik di Emitor akan mengalir. Hal ini dikarenakan Hole pada Semikonduktor yang di doping berat bertipe P mulai memasuki daerah semikonduktor tipe N dan bergabung kembali dengan Elektron yang di Batang Semikonduktor bertipe N (yang di doping ringan). Dengan demikian *Uni Junction Transistor* atau UJT ini kemudian mulai menghantarkan arus listrik dari B2 ke B1.

d. Aplikasi *Uni Junction Transistor* (UJT)

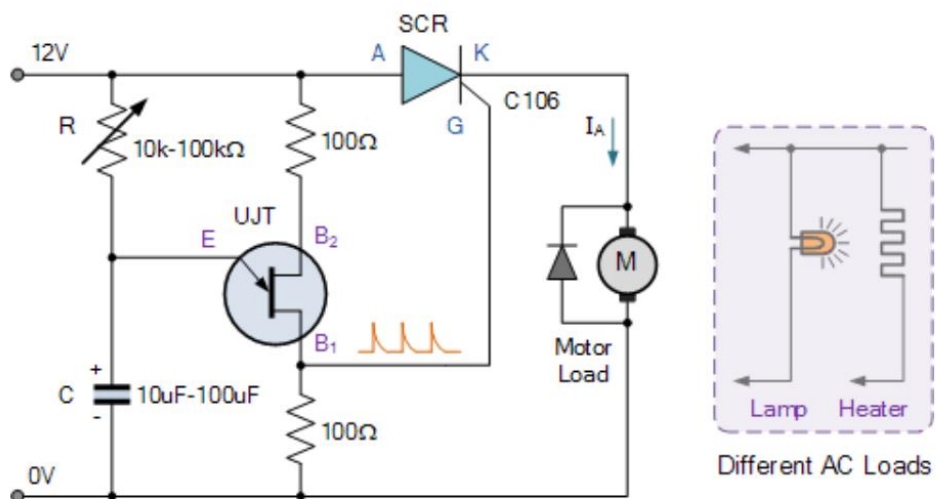
Pada umumnya *Uni Junction Transistor* atau UJT ini digunakan pada beberapa aplikasi rangkaian elektronika seperti berikut ini :

- 1) osilator relaksasi (*relaxation oscillator*);
- 2) rangkaian saklar elektronik;
- 3) sensor *magnetik flux*;
- 4) rangkaian pembatas tegangan dan arus listrik;
- 5) osilator bistabil (*bistable oscillators*);
- 6) rangkaian regulator tegangan dan arus listrik;
- 7) rangkaian pengendali fase (*phase control circuits*);
- 8) unijunction transistor speed control.



Gambar 4. 17. Osilator relaksasi (Relaxation Oscillator)

Sumber: <http://www.electronics-tutorials.ws/power/unijunction-transistor.html>



Gambar 4. 18. Unijunction Transistor Speed Control

Sumber: <http://www.electronics-tutorials.ws/power/unijunction-transistor.html>

3. FET

a. Pengertian *Field Effect Transistor* (FET) dan Jenis-jenisnya

Field Effect Transistor atau disingkat dengan FET adalah komponen elektronika aktif yang menggunakan medan listrik untuk mengendalikan konduktifitasnya. *Field Effect Transistor* (FET) dalam bahasa Indonesia disebut dengan transistor efek medan. Dikatakan *field effect* atau efek medan karena pengoperasian transistor jenis ini tergantung pada tegangan (medan listrik) yang terdapat pada input gerbangnya. FET merupakan komponen elektronika yang tergolong dalam keluarga transistor yang memiliki tiga terminal kaki yaitu *Gate (G)*, *Drain (D)* dan *Source (S)*.

Field Effect Transistor atau FET memiliki fungsi yang hampir sama dengan transistor bipolar pada umumnya. perbedaannya adalah pada pengendalian arus outputnya. Arus output (I_C) pada Transistor Bipolar dikendalikan oleh arus input (I_B) sedangkan arus output (I_D) pada FET dikendalikan oleh tegangan input (V_G) FET. Jadi perlu diperhatikan bahwa perbedaan yang paling utama antara transistor bipolar (NPN & PNP) dengan *Field Effect Transistor* (FET) adalah terletak pada pengendalinya (bipolar menggunakan arus sedangkan FET menggunakan tegangan).

Field Effect Transistor ini sering disebut juga dengan *Unipolar Transistor* atau transistor eka kutub, hal ini dikarena FET adalah transistor yang bekerja bergantung dari satu pembawa muatan saja, apakah itu elektron maupun hole. Sedangkan pada transistor bipolar (NPN & PNP) pada umumnya, terdapat dua pembawa muatan yaitu elektron yang membawa muatan negatif dan hole sebagai pembawa muatan Positif.

Field Effect Transistor (FET) atau Transistor Efek Medan ini diciptakan dan dipatenkan oleh *Julius Edgar Lilienfeld* pada tahun 1926 dan juga oleh *Oscar Hell* di tahun 1934.

Jenis-jenis *Field Effect Transistor* (FET) dan Cara Kerjanya

Pada dasarnya terdapat dua jenis klasifikasi utama pada *Field Effect Transistor* atau FET ini, kedua jenis tersebut diantaranya adalah JFET (*Junction Field Effect Transistor*) dan MOSFET (*Metal Oxide Semiconduction Field Effect Transistor*).

Junction FET (JFET)

Cara Kerja JFET pada prinsipnya seperti kran air yang mengatur aliran air pada pipa. Elektron atau Hole akan mengalir dari terminal *Source* (S) ke terminal *Drain* (D). Arus pada outputnya yaitu arus *Drain* (I_D) akan sama dengan arus Inputnya yaitu arus *Source* (I_S). Prinsip kerja tersebut sama dengan prinsip kerja sebuah pipa air di rumah kita dengan asumsi tidak ada kebocoran pada pipa air kita.

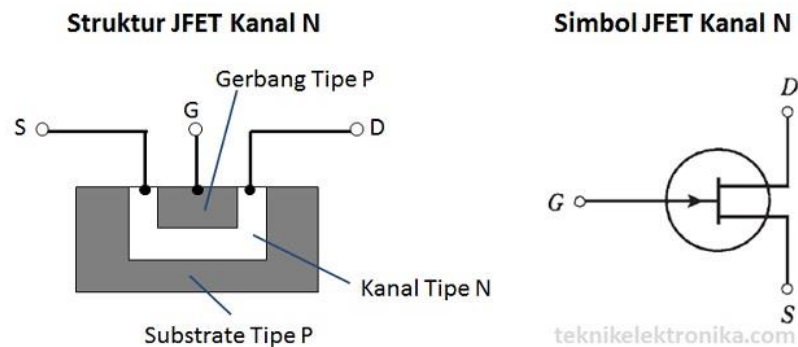
Besarnya arus listrik tergantung pada tinggi rendahnya Tegangan yang diberikan pada terminal Gerbangnya (*GATE* (G)). Fluktuasi tegangan pada terminal *Gate* (V_G) akan menyebabkan perubahan pada arus listrik yang melalui saluran I_S atau I_D . Fluktuasi yang kecil dapat menyebabkan variasi yang cukup besar pada arus aliran pembawa muatan yang melalui JFET tersebut. Dengan demikian terjadi penguatan Tegangan pada sebuah rangkaian elektronika.

b. Struktur dasar dan simbol FET

Junction FET atau sering disingkat dengan JFET memiliki 2 tipe berdasarkan tipe bahan semikonduktor yang digunakan pada saluran atau kanalnya. JFET tipe *N-Channel* (Kanal N) terbuat dari bahan Semikonduktor tipe N dan *P-Channel* (Kanal P) yang terbuat dari Semikonduktor tipe P.

JFET Kanal-N

Berikut di bawah ini adalah gambar struktur dasar JFET jenis Kanal-N.



Gambar 4. 19. Struktur dasar JFET jenis Kanal-N

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

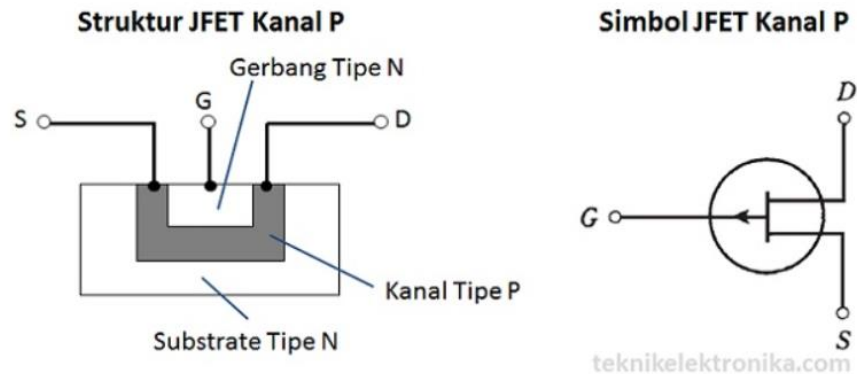
Saluran atau kanal pada jenis ini terbentuk dari bahan semikonduktor tipe N dengan satu ujungnya adalah *Source* (S) dan satunya lagi adalah *Drain* (D). Mayoritas pembawa muatan atau Carriers pada JFET jenis Kanal-N ini adalah Elektron.

Gate atau gerbang pada JFET jenis Kanal-N ini terdiri dari bahan semikonduktor tipe P. Bagian lain yang terbuat dari semikonduktor tipe P pada JFET Kanal-N ini adalah bagian yang disebut dengan *Substrate* yaitu bagian yang membentuk batas di sisi saluran berlawanan Gerbang (G).

Tegangan pada terminal Gerbang (G) menghasilkan medan listrik yang mempengaruhi aliran pada pembawa muatan yang melalui saluran tersebut. Semakin negatifnya V_G , semakin sempit pula salurannya yang akhirnya mengakibatkan semakin kecil arus pada outputnya (I_D).

JFET Kanal-P

Berikut di bawah ini adalah gambar struktur dasar JFET jenis Kanal-P.



Gambar 4. 20. Struktur dasar JFET jenis Kanal-P

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

Saluran pada JFET jenis Kanal-P terbuat dari Semikonduktor tipe P. Mayoritas pembawa muatannya adalah *Hole*. Bagian *Gate* atau Gerbang (G) dan *Substrate*-nya terbuat dari bahan Semikonduktor tipe N.

Di JFET Kanal-P, semakin positifnya V_G , semakin sempit pula salurannya yang akhirnya mengakibatkan semakin kecilnya arus pada Output JFET (I_D).

Dari Simbolnya, kita dapat mengetahui mana yang JFET Kanal-N dan JFET Kanal-P. Anak panah pada simbol JFET Kanal-N adalah menghadap ke dalam sedangkan anak panah pada simbol JFET Kanal-P menghadap keluar.

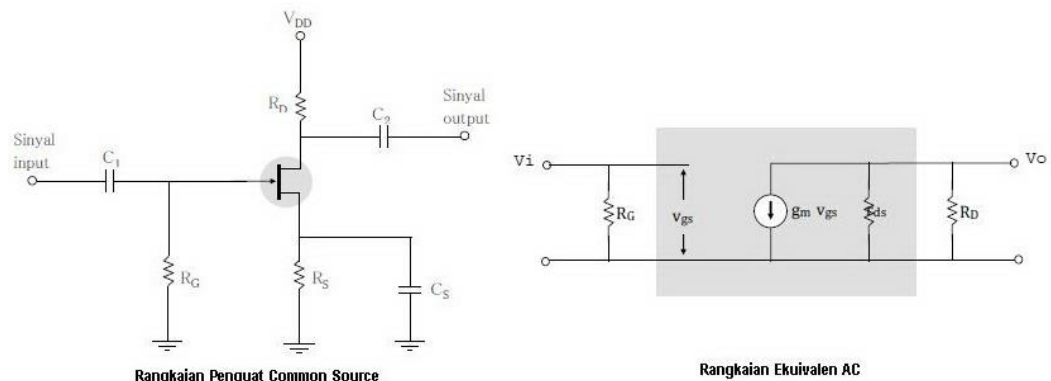
c. Aplikasi dan cara kerja FET Sebagai penguat sinyal lemah

Penguat sinyal menggunakan FET memiliki keuntungan impedansi input yang sangat tinggi sehingga dapat digunakan untuk menguatkan sinyal yang sangat lemah (kecil). Untuk membuat penguat sinyal menggunakan FET dapat dilakukan dengan pemberian tegangan bias pada FET, pada dasarnya pemberian tegangan bias pada FET adalah

antara *Gate* dan *Source* harus mendapat tegangan bias mundur. Tegangan bias untuk FET dapat diberikan dengan berbagai cara. Diantara yang paling banyak digunakan untuk rangkaian penguat FET adalah *self-bias*. Pemberian tegangan bias yang tepat akan menjamin FET dapat bekerja pada daerah yang aktif.

Penguat Sinyal FET Mode Self Bias Common Source

Seperti halnya pada penguat transistor bipolar, penguat FET juga dapat dirangkai dalam beberapa konfigurasi. Konfigurasi penguat JFET dengan source sebagai terminal bersama disebut dengan penguat Common Source (CS). Rangkaian penguat CS dapat dilihat pada gambar berikut. Untuk menganalisa parameter penguat seperti A_v , Z_i , dan Z_o , rangkaian penguat tersebut perlu diubah menjadi rangkaian ekuivalen ac.



Gambar 4. 21. Rangkaian Penguat Sinyal dengan FET Mode Self bias
Common Source

Sumber: <http://elektronika-dasar.web.id/fet-sebagai-penguat-sinyal-lemah/>

Pembuatan rangkaian ekuivalen ac tersebut didasarkan atas asumsi bahwa pada kondisi ac semua kapasitor termasuk kapasitor kopling (C_1 dan C_2) dan by-pass (C_S) dianggap hubung singkat. Dengan demikian

RS seolah-olah tidak ada karena telah dihubung singkat oleh CS. Pada rangkaian ekivalen ac terminal source langsung terhubung ke ground. Sumber tegangan VDD juga dianggap hubung singkat ke ground. Analisis pertama adalah menentukan penguatan tegangan (A_v).

Sebenarnya impedansi rangkaian penguat tersebut (Z_i) adalah paralel antara R_G dengan impedansi input FET. Akan tetapi karena impedansi input FET sangat tinggi ($\approx 10^9 \Omega$ harga tipikal untuk JFET dan 10^{12} hingga $10^{15} \Omega$ harga tipikal untuk MOSFET), maka praktis yang menentukan impedansi input rangkaian adalah R_G .

Impedansi output (Z_o) dari JFET adalah $Z_o (\text{FET}) = r_{ds}$. Sedangkan impedansi input dari rangkaian adalah paralel antara r_{ds} dengan R_D adalah $Z_o = r_{ds} || R_D$. Sedangkan impedansi input dari rangkaian adalah paralel antara r_{ds} dengan R_D adalah $Z_o = R_D$.

4. MOSFET

a. Pengertian MOSFET

Seperti halnya JFET, saluran pada MOSFET juga dapat berupa semikonduktor tipe-N ataupun tipe-P. Terminal atau elektroda gerbangnya adalah sepotong logam yang permukaannya dioksidasi. Lapisan oksidasi ini berfungsi untuk menghambat hubungan listrik antara terminal gerbang dengan salurannya. Oleh karena itu, MOSFET sering juga disebut dengan nama *Insulated-Gate FET (IGFET)*. Karena lapisan Oksidasi ini bertindak sebagai dielektrik, maka pada dasarnya tidak akan terjadi aliran arus antara gerbang dan saluran. Dengan demikian, impedansi input pada MOSFET menjadi sangat tinggi dan jauh melebihi Impedansi Input pada JFET. Pada beberapa jenis MOSFET Impedansi dapat mencapai Triliunan Ohm (10^{12} Ohm). Dalam bahasa Indonesia, MOSFET disebut juga dengan Transistor Efek Medan Semikonduktor Logam-Oksida.

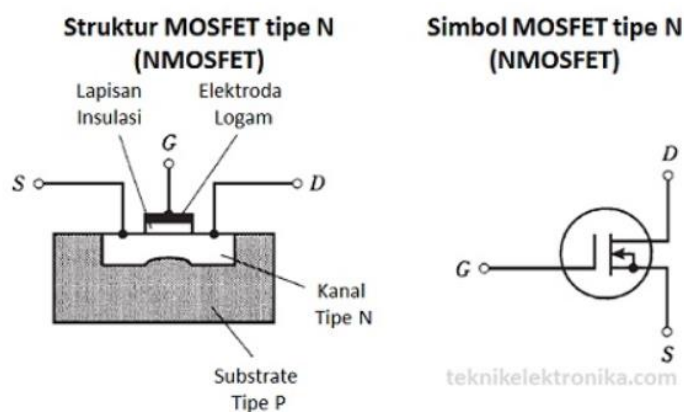
Salah kelemahan pada MOSFET adalah tipisnya lapisan oksidasi sehingga sangat rentan rusak karena adanya pembuangan elektrostatik (*Electrostatic Discharge*).

b. Struktur dasar dan simbol MOSFET

Seperti yang disebut sebelumnya, bahwa MOSFET pada dasarnya terdiri dari 2 tipe yaitu MOSFET tipe N dan MOSFET tipe P.

1) MOSFET tipe N

MOSFET tipe N biasanya disebut dengan NMOSFET atau nMOS. Berikut di bawah ini adalah bentuk struktur dan Simbol MOSFET tipe N.

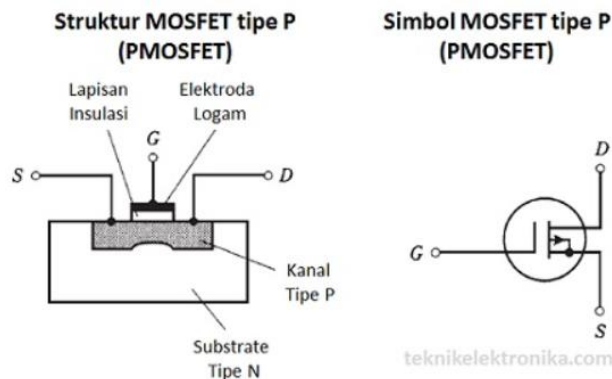


Gambar 4. 22. Struktur dan Simbol MOSFET tipe N

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

2) MOSFET tipe P

MOSFET tipe P biasanya disebut dengan PMOSFET atau pMOS. Di bawah ini adalah bentuk struktur dan Simbol MOSFET tipe P.



Gambar 4. 23. Struktur dan Simbol MOSFET tipe P

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

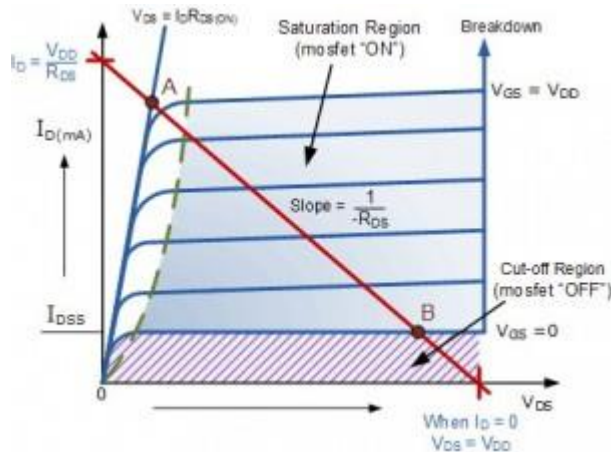
3) Kelebihan dan Kelemahan FET

Jika dibandingkan dengan Transistor Bipolar, FET memiliki beberapa kelebihan dan kelemahan. Salah satu kelebihan FET adalah dapat bekerja dengan baik di rangkaian elektronika yang bersinyal rendah seperti pada perangkat komunikasi dan alat-alat penerima (*receiver*). FET juga sering digunakan pada rangkaian-rangkaian elektronika yang memerlukan Impedansi yang tinggi. Namun pada umumnya, FET tidak dapat digunakan pada perangkat atau rangkaian Elektronika yang bekerja untuk penguatan daya tinggi seperti pada perangkat Komunikasi berdaya tinggi dan alat-alat Pemancar (*Transmitter*).

c. Aplikasi MOSFET sebagai sakelar

MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) merupakan salah satu jenis transistor yang memiliki impedansi masukan (gate) sangat tinggi (Hampir tak berhingga) sehingga dengan menggunakan MOSFET sebagai saklar elektronik, memungkinkan untuk

menghubungkannya dengan semua jenis gerbang logika. Dengan menjadikan MOSFET sebagai saklar, maka dapat digunakan untuk mengendalikan beban dengan arus yang tinggi dan biaya yang lebih murah daripada menggunakan transistor bipolar. Untuk membuat MOSFET sebagai saklar maka hanya menggunakan MOSFET pada kondisi saturasi (ON) dan kondisi cut-off (OFF).



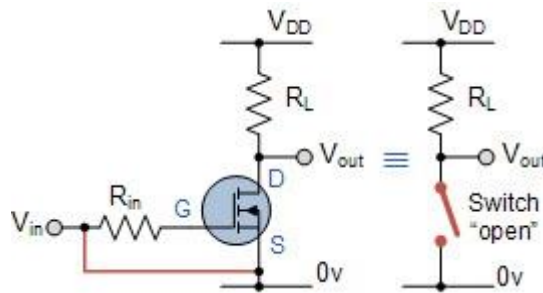
Gambar 4. 24. Kurva Karakteristik MOSFET

Sumber: <http://elektronika-dasar.web.id/mosfet-sebagai-saklar/>

1) Wilayah Cut-Off (MOSFET OFF)

Pada daerah Cut-Off MOSFET tidak mendapatkan tegangan input ($V_{in} = 0V$) sehingga tidak ada arus drain I_D yang mengalir. Kondisi ini akan membuat tegangan $V_{DS} = V_{DD}$. Dengan beberapa kondisi diatas maka pada daerah cut-off ini MOSFET dikatakan OFF (Full-Off).

Kondisi cut-off ini dapat diperoleh dengan menghubungkan jalur input (gate) ke ground, sehingga tidak ada tegangan input yang masuk ke rangkaian saklar MOSFET. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4. 25. Rangkaian MOSFET Sebagai Saklar Pada Kondisi Cut-Off

Sumber: <http://elektronika-dasar.web.id/mosfet-sebagai-saklar/>

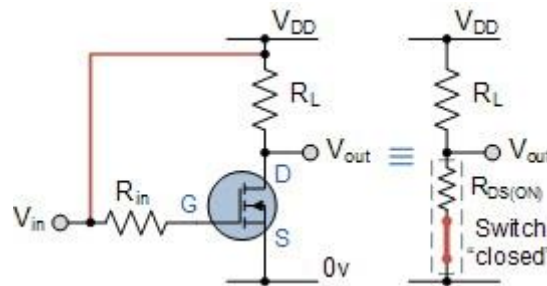
Karakteristik MOSFET pada daerah Cut-Off antara lain sebagai berikut:

- input gate tidak mendapat tegangan bias karena terhubung ke ground (0V);
- tegangan gate lebih rendah dari tegangan *threshold* ($V_{gs} < V_{th}$);
- MOSFET OFF (*Fully-Off*) pada daerah *cut-off* ini;
- tidak ada arus drain yang mengalir pada MOSFET;
- tegangan output $V_{out} = V_{ds} = V_{dd}$;
- pada daerah *cut-off* MOSFET dalam kondisi open circuit.

Dengan beberapa karakteristik di atas maka dapat dikatakan bahwa MOSFET pada daerah Cut-Off merupakan saklar terbuka dengan arus drain $I_d = 0$ Ampere. Untuk mendapatkan kondisi MOSFET dalam keadaan open maka tegangan gate V_{gs} harus lebih rendah dari tegangan *threshold* V_{th} dengan cara menghubungkan terminal input (*gate*) ke ground.

2) Wilayah saturasi (MOSFET ON)

Pada daerah saturasi MOSFET mendapatkan bias input (V_{gs}) secara maksimum sehingga arus drain pada MOSFET juga akan maksimum dan membuat tegangan $V_{ds} = 0V$. Pada kondisi saturasi ini MOSFET dapat dikatakan dalam kondisi ON secara penuh (*Fully-ON*).



Gambar 4. 26. Rangkaian MOSFET sebagai saklar pada kondisi saturasi

Sumber: <http://elektronika-dasar.web.id/mosfet-sebagai-saklar/>

Karakteristik MOSFET pada kondisi saturasi antar lain adalah :

- tegangan input gate (V_{gs}) tinggi;
- tegangan *input gate* (V_{gs}) lebih tinggi dari tegangan *threshold* ($V_{gs} > V_{th}$);
- MOSFET ON (Fully-ON) pada daerah saturasi;
- tegangan drain dan source ideal (V_{ds}) pada daerah saturasi adalah 0V ($V_{ds} = 0V$);
- resistansi drain dan source sangat rendah ($R_{ds} < 0,1 \text{ Ohm}$);
- tegangan output $V_{out} = V_{ds} = 0,2V (R_{ds}.I_d)$;
- MOSFET dianalogikan sebagai saklar kondisi tertutup.

Kondisi saturasi MOSFET dapat diperoleh dengan memberikan tegangan input gate yang lebih tinggi dari tegangan thresholdnya dengan cara menghubungkan terminal input ke V_{dd} . Sehingga MOSFET menjadi saturasi dan dapat dianalogikan sebagai saklar pada kondisi tertutup.

5. CMOS

a. Pengertian CMOS

Complementary metal-oxide-semiconductor (CMOS) atau semikonduktor-oksida-logam komplementer, adalah sebuah jenis utama dari rangkaian terintegrasi. Teknologi CMOS digunakan di mikroprosesor,

pengontrol mikro, RAM statis, dan sirkuit logika digital lainnya. Teknologi CMOS juga digunakan dalam banyak sirkuit analog, seperti sensor gambar, pengubah data, dan trimancar terintegrasi untuk berbagai jenis komunikasi. Frank Wanlass berhasil mematenkan CMOS pada tahun 1967 (US Patent 3,356,858).

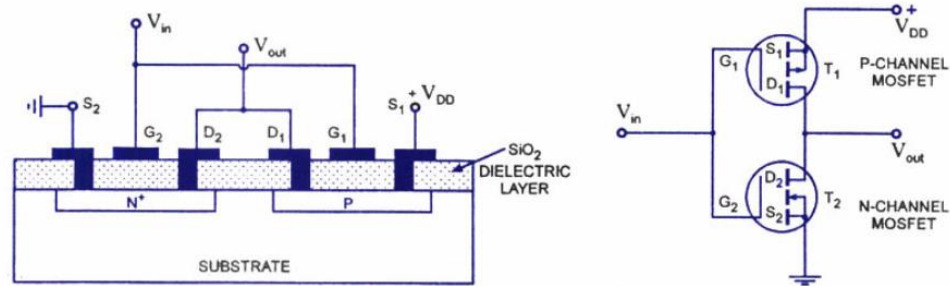
CMOS juga sering disebut *complementary-symmetry metal-oxide-semiconductor* or *COSMOS* (semikonduktor-logam-oksida komplementer-simetris). Kata komplementer-simetris merujuk pada kenyataan bahwa biasanya desain digital berbasis CMOS menggunakan pasangan komplementer dan simetris dari MOSFET semikonduktor tipe-p dan semikonduktor tipe-n untuk fungsi logika.

Dua karakter penting dari CMOS adalah kekebalan desahnya yang tinggi dan penggunaan daya statis yang rendah. Daya hanya diambil saat transistor dalam CMOS berpindah di antara kondisi hidup dan mati. Akibatnya, peranti CMOS tidak menimbulkan bahang sebanyak rangkaian logika lainnya, seperti logika transistor-transistor (TTL) atau logika NMOS, yang hanya menggunakan peranti tipe-n tanpa tipe-p. CMOS juga memungkinkan chip logika dengan kepadatan tinggi dibuat.

Kalimat "*metal-oxide-semiconductor*" atau semikonduktor-logam-oksida adalah sebuah sebutan pada struktur fisik beberapa transistor efek medan, memiliki gerbang elektrode logam yang terletak di atas isolator oksida logam, yang juga berada di atas bahan semikonduktor. Aluminium digunakan pertama kali, tetapi sekarang digunakan bahan polisilikon. Gerbang logam lain dibuat seiring kedatangan material dielektrik permitivitas tinggi di dalam proses pembuatan CMOS, seperti yang diumumkan oleh IBM dan Intel untuk node 45 nanometer dan lebih kecil.

b. Struktur Dasar dan cara kerja CMOS

CMOS adalah chip di mana *P-channel* and *N-channel enhancement MOSFETs* dihubungkan dalam pengaturan push-pull. Koneksi dasar untuk CMOS ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4. 27. Struktur Dasar CMOS

Sumber: <http://www.circuitstoday.com/cmos-complimentary-mosfet>

Dalam rangkaian ini, dua MOSFET (P-channel MOSFET dan N-channel-MOSFET) dihubungkan secara seri sehingga sumber perangkat P-channel dihubungkan ke suplai tegangan positif + Vdd dan sumber perangkat N-channel terhubung ke tanah. *Gates* dari kedua perangkat dihubungkan sebagai terminal input dan terminal drain dari kedua perangkat yang dihubungkan bersama sebagai output bersama.

Bila input dijaga tetap rendah yaitu pada 0 volt, maka gerbang MOSFET T₁ berada pada potensial negatif berkenaan dengan sumber S₁. Jadi MOSFET T₁ akan ON dengan resistansi R_{ON} = 1 kilo Ohm, sedangkan gate MOSFET T₂ akan berada pada 0 Volt relatif terhadap sumbernya. Jadi T₂ akan OFF dengan resistansi R_{Soff} = 10¹⁰ Ohms. Kedua resistensi ini bertindak seperti pembagi potensial dan keluaran dari ini akan mendekati tegangan V_{DD}.

Dalam kasus lain ketika input dijaga pada tingkat tinggi yaitu tegangan V_{DD} maka gerbang MOSFET T₁ berada pada potensial nol relatif terhadap sumbernya, jadi T₁ akan OFF dengan resistansi R_{OFF} = 10¹⁰ Ohm saat gate of MOSFET T₂ akan berpotensi positif relatif terhadap sumbernya sehingga MOSFET T₂ akan ON dengan resistansi R_{ON} = 1 Kilo Ohm. Dalam hal ini output akan menjadi sekitar 0 volt.

c. Aplikasi CMOS

CMOS diimplementasikan secara luas dan secara fundamental menggantikan proses NMOS dan bipolar untuk hampir semua aplikasi logika digital. Teknologi C-MOS telah digunakan untuk desain IC digital berikut:

- *Computer memories, CPUs;*
- *Microprocessor designs;*
- *Flash memory chip designing;*
- Digunakan untuk merancang *application specific integrated circuits (ASICs).*

6. Perbedaan komponen UJT, MOS, C-MOS dan FET

UJT, FET, MOSFET dan CMOS adalah semua perangkat semikonduktor aktif, yang juga dikenal sebagai transistor. UJT adalah akronim untuk *Unipolar Junction Transistor*, FET adalah singkatan dari *Field Effect Transistor* dan MOSFET adalah *Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*, CMOS adalah *Complementary metal-oxide-semiconductor*. Keempatnya memiliki beberapa sub tipe, dan tidak seperti perangkat semikonduktor pasif seperti dioda, perangkat semikonduktor aktif memungkinkan kontrol yang lebih besar terhadap fungsinya.

Konstruksi FET tidak memiliki sambungan PN di jalur pengangkut arus utamanya, yang dapat dibuat dari bahan semikonduktor tipe-N atau bahan semikonduktor tipe-P dengan resistivitas tinggi. Sebuah persimpangan PN terbentuk pada jalur pembawa arus utama, yang juga disebut saluran, dan ini dapat dibuat dari bahan tipe-P atau bahan tipe-N. Tiga kaki dari FET adalah Source (S), Drain (D) dan Gate (G), dengan Source and Drain membentuk ujung saluran dan Gate yang mengendalikan konduktivitas saluran. Berbeda dengan UJT, FET adalah perangkat unipolar karena berfungsi dengan konduksi elektron saja untuk tipe saluran N atau pada lubang sendiri untuk tipe saluran P.

Sedangkan MOSFET adalah tipe khusus FET yang Gerbangnya terisolasi dari arus utama yang membawa saluran. Ini juga disebut IGFET atau *Insulated Gate Field Effect Transistor*. Lapisan silikon dioksida yang sangat tipis atau yang serupa memisahkan elektroda Gerbang dan ini bisa dianggap sebagai kapasitor. Isolasi membuat impedansi masukan dari MOSFET bahkan lebih tinggi dari pada FET. Kerja MOSFET sangat mirip dengan FET.

Sedangkan CMOS adalah chip di mana P-channel and N-channel enhancement MOSFETs dihubungkan dalam pengaturan push-pull.

B. Keterampilan yang diperlukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen Transistor

1. Mengidentifikasi tipe Transistor UJT;
2. Mengidentifikasi perbedaan pemakaian masing-masing komponen UJT, MOS, C-MOS dan FET .

C. Sikap Kerja yang diperlukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen Transistor

Harus bersikap secara:

1. cermat dan teliti dalam membaca dan mengidentifikasi komponen Transistor;
2. taat asas dalam mengaplikasikan langkah-langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen Transistor;
3. berpikir analitis serta evaluatif waktu melakukan membaca dan mengidentifikasi komponen Transistor.

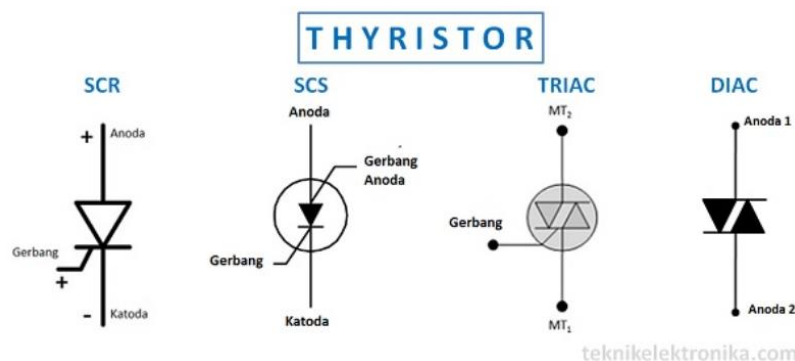
BAB V MEMBACA DAN MENGIDENTIFIKASI KOMPONEN THYRISTOR

A. Pengetahuan yang diperlukan dalam Membaca dan mengidentifikasi komponen thyristor

1. Thyristor

Pengertian Thyristor dan Jenis-jenisnya

Thyristor adalah komponen elektronika yang berfungsi sebagai saklar (*switch*) atau pengendali yang terbuat dari bahan semikonduktor. Thyristor yang secara eksklusif bertindak sebagai saklar ini pada umumnya memiliki dua hingga empat kaki terminal. Meskipun terbuat dari semikonduktor, Thyristor tidak digunakan sebagai Penguat sinyal seperti Transistor. Istilah "Thyristor" berasal dari bahasa Yunani yang artinya adalah "Pintu".



Gambar 5. 1. Jenis-jenis Thyristor

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

2. Kegunaan Thyristor

Thyristor terutama digunakan di mana arus dan tegangan tinggi dilibatkan, dan sering digunakan untuk mengendalikan arus bolak-balik, di mana perubahan polaritas arus menyebabkan perangkat dimatikan secara otomatis, disebut operasi "*zero cross*". Perangkat dapat dikatakan beroperasi serentak / *synchronously*; Karena begitu, setelah perangkat dipicu, ia melakukan arus pada fase dengan tegangan yang diterapkan di atas katoda ke persimpangan anoda tanpa modulasi gerbang lebih lanjut

yang diperlukan, yaitu, perangkat bias sepenuhnya menyala. Ini tidak menjadi bingung dengan operasi asimetris, karena outputnya searah, hanya mengalir dari katoda ke anoda, dan begitu juga asimetris.

Thyristor dapat digunakan sebagai elemen kontrol untuk pengendali sudut fase yang dipicu, yang juga dikenal sebagai pengendali pemacu fase.

Mereka juga dapat ditemukan di power supplies untuk rangkaian digital, di mana mereka digunakan sebagai semacam "pemutus rangkaian yang disempurnakan" untuk mencegah kegagalan dalam catu daya dari komponen yang rusak. Thyristor digunakan bersamaan dengan dioda Zener yang terpasang di gerbangnya, dan jika tegangan output dari suplai naik di atas tegangan Zener, thyristor akan melakukan dan menghubungkan arus keluaran catu daya ke ground (pada umumnya juga berfungsi seperti sekering). Rangkaian proteksi semacam ini dikenal sebagai *crowbar* / linggis, dan memiliki keunggulan dibandingkan pemutus rangkaian standar atau sekering karena menciptakan jalur konduktansi tinggi ke ground untuk tegangan suplai yang rusak dan berpotensi untuk energi tersimpan dalam sistem yang dinyalakan.

3. Komponen Diac, Triacs, dan SCR

a. DIAC

1) Pengertian DIAC dan Cara Kerjanya

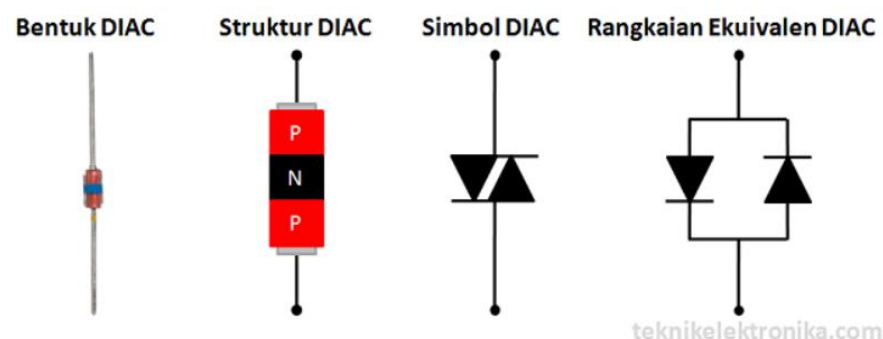
Diode Alternating Current atau sering disingkat dengan DIAC adalah komponen aktif Elektronika yang memiliki dua terminal dan dapat menghantarkan arus listrik dari kedua arah jika tegangan melampaui batas *breakover*-nya. DIAC merupakan anggota dari keluarga Thyristor, namun berbeda dengan Thyristor pada umumnya yang hanya menghantarkan arus listrik dari satu arah, DIAC memiliki fungsi yang dapat menghantarkan arus listrik dari kedua arahnya atau biasanya disebut juga dengan "*Bidirectional Thyristor*".

DIAC biasanya digunakan sebagai Pembantu untuk memicu TRIAC dalam rangkaian AC Switch, DIAC juga sering digunakan dalam berbagai rangkaian seperti rangkaian lampu *dimmer* (peredup) dan rangkaian *starter* untuk lampu neon (*florescent lamps*).

2) Struktur Dasar dan Simbol DIAC

Ditinjau dari segi strukturnya, DIAC terdiri dari 3 lapis semikonduktor yang hampir mirip dengan sebuah Transistor PNP. Berbeda dengan Transistor PNP yang lapisan N-nya dibuat dengan tipis agar elektron mudah melewati lapisan N ini, Lapisan N pada DIAC dibuat cukup tebal agar elektron lebih sulit untuk menembusnya terkecuali tegangan yang diberikan ke DIAC tersebut melebihi batas *Breakover* (V_{BO}) yang ditentukannya. Dengan memberikan tegangan yang melebihi batas *Breakover*-nya, DIAC akan dapat dengan mudah menghantarkan arus listrik dari arah yang bersangkutan. Kedua Terminal DIAC biasanya dilambangkan dengan A1 (Anoda 1) dan A2 (Anoda 2) atau MT1 (*Main Terminal 1*) dan MT2 (*Main Terminal 2*).

Gambar dan Struktur dasar DIAC serta simbolnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 5. 2. Struktur dasar dan Simbol DIAC

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

3) Cara Kerja DIAC

Seperti yang disebutkan, DIAC merupakan komponen yang dapat menghantarkan arus listrik dari dua arah jika diberikan tegangan yang melebihi batas *Breakover*-nya. Pada prinsipnya, DIAC memiliki cara kerja yang mirip dengan dua Dioda yang dipasang paralel berlawanan seperti gambar Rangkaian Ekuivalen di atas.

Apabila tegangan yang memiliki polaritas diberikan ke DIAC, dioda yang disebelah kiri akan menghantarkan arus listrik jika tegangan positif yang diberikan melebihi tegangan breakover DIAC. Sebaliknya, apabila DIAC diberikan tegangan positif yang melebihi tegangan *breakover* DIAC dari arah yang berlawanan, maka dioda sebelah kanan akan menghantarkan arus listrik.

Setelah DIAC dijadikan ke kondisi "ON" dengan menggunakan tegangan positif ataupun negatif, DIAC akan terus menghantarkan arus listrik sampai tegangannya dikurangi hingga 0 (Nol) atau hubungan pemberian listrik diputuskan.

b. SCR

1) Pengertian SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) dan Prinsip Kerjanya

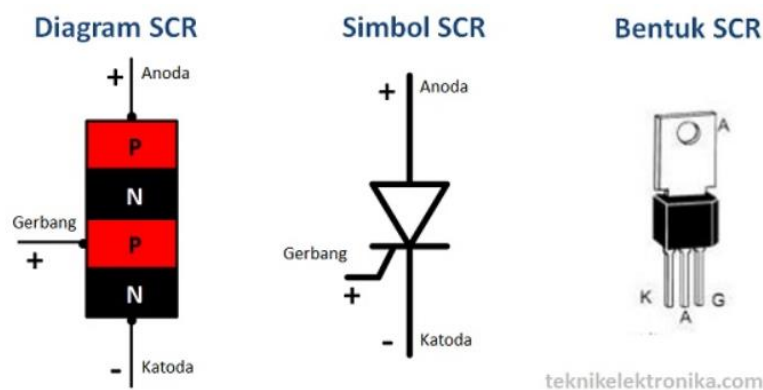
Silicon Controlled Rectifier atau sering disingkat dengan SCR adalah Dioda yang memiliki fungsi sebagai pengendali. Berbeda dengan Dioda pada umumnya yang hanya mempunyai 2 kaki terminal, SCR adalah dioda yang memiliki 3 kaki Terminal. Kaki Terminal ke-3 pada SCR tersebut dinamai dengan Terminal "*Gate*" atau "Gerbang" yang berfungsi sebagai pengendali (*Control*), sedangkan kaki lainnya sama seperti Dioda pada umumnya yaitu Terminal "Anoda" dan Terminal "Katoda". *Silicon Controlled Rectifier* (SCR) merupakan salah satu dari anggota kelompok komponen Thyristor.

Silicon Controlled Rectifier (SCR) atau Thyristor pertama kali diperkenalkan secara komersial pada tahun 1956. SCR memiliki kemampuan untuk mengendalikan tegangan dan daya yang relatif tinggi dalam suatu perangkat kecil. Oleh karena itu SCR atau Thyristor sering difungsikan sebagai saklar (*Switch*) ataupun pengendali (*Controller*) dalam rangkaian elektronika yang menggunakan tegangan / arus menengah-tinggi (*Medium-High Power*). Beberapa aplikasi SCR di rangkaian elektronika diantaranya seperti rangkaian Lampu Dimmer, rangkaian logika, rangkaian osilator, rangkaian chopper, rangkaian pengendali kecepatan motor, rangkaian inverter, rangkaian timer dan lain sebagainya.

Pada dasarnya SCR atau Thyristor terdiri dari 4 lapis Semikonduktor yaitu PNPN (*Positif Negatif Positif Negatif*) atau sering disebut dengan PNPN Trioda. Terminal "*Gate*" yang berfungsi sebagai pengendali terletak di lapisan bahan tipe-P yang berdekatan dengan Kaki Terminal "*Katoda*". Cara kerja sebuah SCR hampir sama dengan sambungan dua buah bipolar transistor (*bipolar junction transistor*).

2) Bentuk dan Simbol SCR

Berikut ini adalah diagram fisik dan Simbol dari SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) :



Gambar 5. 3. Struktur dasar dan simbol SCR

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

3) Prinsip kerja SCR

Pada prinsipnya, cara kerja SCR sama seperti dioda normal, namun SCR memerlukan tegangan positif pada kaki "*Gate* (Gerbang)" untuk dapat mengaktifkannya. Pada saat kaki *Gate* diberikan tegangan positif sebagai pemicu (*trigger*), SCR akan menghantarkan arus listrik dari Anoda (A) ke Katoda (K). Sekali SCR mencapai keadaan "ON" maka selamanya akan ON meskipun tegangan positif yang berfungsi sebagai pemicu (*trigger*) tersebut dilepaskan. Untuk membuat SCR menjadi kondisi "OFF", arus maju Anoda-Katoda harus diturunkan hingga berada pada titik I_h (*Holding Current*) SCR. Besarnya arus *Holding* atau I_h sebuah SCR dapat dilihat dari datasheet SCR itu sendiri. Karena masing-masing jenis SCR memiliki arus *Holding* yang berbeda-beda. Namun, pada dasarnya untuk mengembalikan SCR ke kondisi "OFF", kita hanya perlu menurunkan tegangan maju Anoda-Katoda ke titik Nol.

c. TRIAC

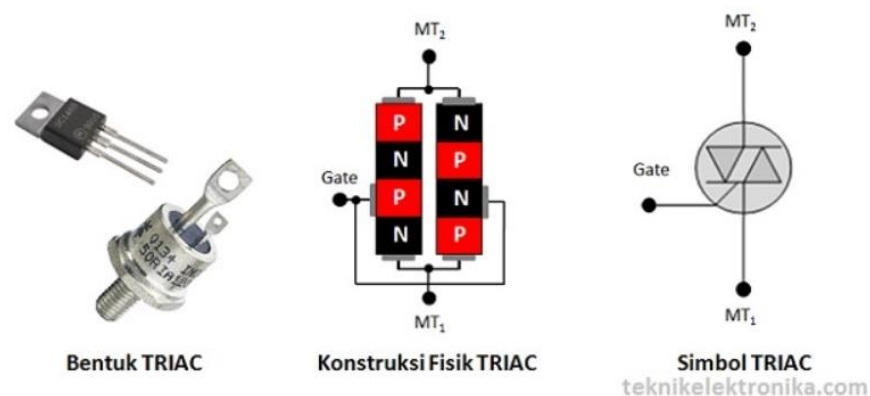
1) Pengertian TRIAC dan aplikasinya

TRIAC adalah perangkat semikonduktor berterminal tiga yang berfungsi sebagai pengendali arus listrik. Nama TRIAC ini merupakan singkatan dari *TRIode for Alternating Current* (Trioda untuk arus bolak balik). Sama seperti SCR, TRIAC juga tergolong sebagai Thyristor yang berfungsi sebagai pengendali atau *Switching*. Namun, berbeda dengan SCR yang hanya dapat dilewati arus listrik dari satu arah (*unidirectional*), TRIAC memiliki kemampuan yang dapat mengalirkan arus listrik ke kedua arah (*bidirectional*) ketika dipicu. Terminal *Gate* TRIAC hanya memerlukan arus yang relatif rendah untuk dapat mengendalikan aliran arus listrik AC yang tinggi dari dua arah terminalnya. TRIAC sering juga disebut dengan *Bidirectional Triode Thyristor*. Pada dasarnya, sebuah TRIAC sama dengan dua buah SCR yang disusun dan disambungkan secara antiparalel (paralel

yang berlawanan arah) dengan Terminal Gerbang atau *Gate*-nya dihubungkan bersama menjadi satu. Jika dilihat dari strukturnya, TRIAC merupakan komponen elektronika yang terdiri dari 4 lapis semikonduktor dan 3 Terminal, Ketiga Terminal tersebut diantaranya adalah MT_1 , MT_2 dan *Gate*. MT adalah singkatan dari Main Terminal.

2) Bentuk dan simbol TRIAC

Berikut ini adalah gambar dan struktur serta simbol TRIAC.



Gambar 5. 4. Struktur dasar dan simbol TRIAC

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

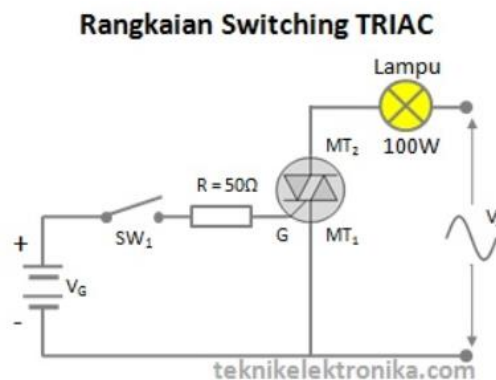
3) Aplikasi TRIAC

TRIAC merupakan komponen yang sangat cocok untuk digunakan sebagai AC *Switching* (Saklar AC) karena dapat mengendalikan aliran arus listrik pada dua arah siklus gelombang bolak-balik AC. Kemampuan inilah yang menjadi kelebihan dari TRIAC jika dibandingkan dengan SCR. Namun TRIAC pada umumnya tidak digunakan pada rangkaian switching yang melibatkan daya yang sangat tinggi. Salah satu alasannya adalah karena karakteristik *Switching* TRIAC yang non-simetris dan juga gangguan elektromagnetik yang diciptakan oleh listrik yang berdaya tinggi itu sendiri.

Beberapa aplikasi TRIAC pada peralatan-peralatan Elektronika maupun listrik diantaranya adalah sebagai berikut :

- pengatur pada lampu dimmer;
- pengatur kecepatan pada kipas angin;
- pengatur motor kecil;
- pengatur pada peralatan-peralatan rumah tangga yang berarus listrik ac.

4) Rangkaian *Switching* TRIAC



Gambar 5. 5. Rangkaian switching TRIAC

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

Gambar di atas adalah Rangkaian dasar dari aplikasi TRIAC yang digunakan sebagai *Switching* (Saklar). Pada saat SW_1 terbuka, tidak ada arus listrik yang mengalir ke terminal *Gate* TRIAC dan Lampu dalam kondisi OFF (mati). Saat SW_1 tertutup/dihubungkan, Terminal *Gate* pada TRIAC akan dialiri oleh arus listrik melalui Resistor (R) dari sumber daya DC atau Baterai (V_G). Hal ini akan menggerakkan TRIAC menjadi Konduktor yang menghubungkan Lampu dengan sumber arus listrik AC. Lampu akan berubah menjadi ON (Nyala).

B. Keterampilan yang diperlukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen thyristor

1. Mengidentifikasi komponen Thyristor dan kegunaannya.
2. Mengidentifikasi Komponen Diac, Triacs, dan SCR serta kegunaannya.

C. Sikap Kerja yang diperlukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen thyristor

Harus bersikap secara:

1. cermat dan teliti dalam membaca dan mengidentifikasi komponen thyristor;
2. taat asas dalam mengaplikasikan langkah-langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen thyristor;
3. berpikir analitis serta evaluatif waktu membaca dan mengidentifikasi komponen thyristor.

BAB VI MEMBACA DAN MENGIDENTIFIKASI KOMPONEN OPTIK

A. Pengetahuan yang diperlukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen optic

1. LED

a. Pengertian LED (*Light Emitting Diode*) dan cara kerjanya



Gambar 6. 1. Bentuk fisik LED

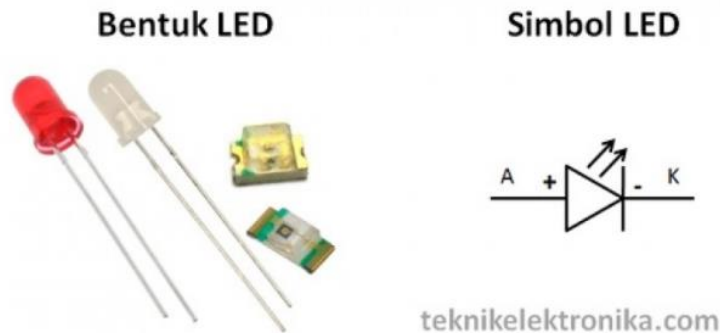
Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

Light Emitting Diode atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna-warna Cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya. LED juga dapat memancarkan sinar inframerah yang tidak tampak oleh mata seperti yang sering kita jumpai pada *Remote Control* TV ataupun *Remote Control* perangkat elektronik lainnya.

Bentuk LED mirip dengan sebuah bohlam (bola lampu) yang kecil dan dapat dipasangkan dengan mudah ke dalam berbagai perangkat elektronika. Berbeda dengan Lampu Pijar, LED tidak memerlukan pembakaran filamen sehingga tidak menimbulkan panas dalam

menghasilkan cahaya. Oleh karena itu, saat ini LED (*Light Emitting Diode*) yang bentuknya kecil telah banyak digunakan sebagai lampu penerang dalam LCD TV yang mengganti lampu *tube*.

b. Simbol dan bentuk LED (*Light Emitting Diode*)



Gambar 6. 2. Bentuk dan Simbol LED

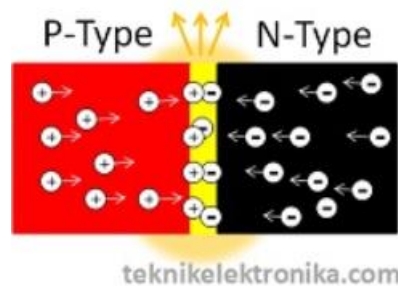
Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

c. Cara kerja LED (*Light Emitting Diode*)

Seperti dikatakan sebelumnya, LED merupakan keluarga dari Dioda yang terbuat dari semikonduktor. Cara kerjanya pun hampir sama dengan Dioda yang memiliki dua kutub yaitu kutub Positif (P) dan Kutub Negatif (N). LED hanya akan memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan maju (*bias forward*) dari Anoda menuju ke Katoda.

LED terdiri dari sebuah chip semikonduktor yang di doping sehingga menciptakan junction P dan N. Yang dimaksud dengan proses doping dalam semikonduktor adalah proses untuk menambahkan ketidakmurnian (*impurity*) pada semikonduktor yang murni sehingga menghasilkan karakteristik kelistrikan yang diinginkan. Ketika LED dialiri tegangan maju atau *bias forward* yaitu dari Anoda (P) menuju ke Katoda (K), Kelebihan Elektron pada N-Type material akan berpindah ke wilayah yang kelebihan *Hole* (lubang) yaitu wilayah yang bermuatan positif (*P*-

Type material). Saat Elektron berjumpa dengan *Hole* akan melepaskan photon dan memancarkan cahaya monokromatik (satu warna).

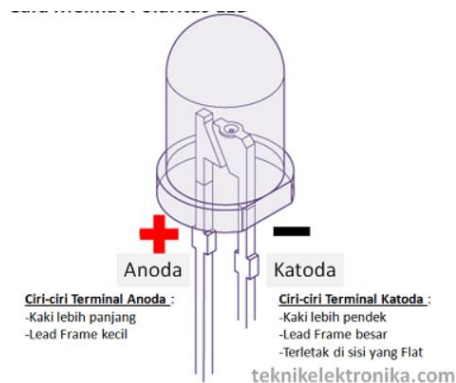


Gambar 6. 3. Cara Kerja LED

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

LED atau *Light Emitting Diode* yang memancarkan cahaya ketika dialiri tegangan maju ini juga dapat digolongkan sebagai Transduser yang dapat mengubah Energi Listrik menjadi Energi Cahaya.

d. Cara mengetahui polaritas LED



Gambar 6. 4. Cara mengetahui polarisasi LED

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

Untuk mengetahui polaritas terminal Anoda (+) dan Katoda (-) pada LED. Kita dapat melihatnya secara fisik berdasarkan gambar di atas. Ciri-ciri Terminal Anoda pada LED adalah kaki yang lebih panjang dan juga

Lead Frame yang lebih kecil. Sedangkan ciri-ciri Terminal Katoda adalah Kaki yang lebih pendek dengan *Lead Frame* yang besar serta terletak di sisi yang Flat.

e. Warna-warna LED (*Light Emitting Diode*)

Saat ini, LED telah memiliki beranekaragam warna, diantaranya seperti warna merah, kuning, biru, putih, hijau, jingga dan infra merah. Keanekaragaman Warna pada LED tersebut tergantung pada *wavelength* (panjang gelombang) dan senyawa semikonduktor yang dipergunakannya. Berikut ini adalah Tabel Senyawa Semikonduktor yang digunakan untuk menghasilkan variasi warna pada LED :

Tabel 6. 1. Warna-warna LED

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

Bahan Semikonduktor	Wavelength	Warna
<i>Gallium Arsenide (GaAs)</i>	850-940nm	Infra Merah
<i>Gallium Arsenide Phosphide (GaAsP)</i>	630-660nm	Merah
<i>Gallium Arsenide Phosphide (GaAsP)</i>	605-620nm	Jingga
<i>Gallium Arsenide Phosphide Nitride (GaAsP:N)</i>	585-595nm	Kuning
<i>Aluminium Gallium Phosphide (AlGaP)</i>	550-570nm	Hijau
<i>Silicon Carbide (SiC)</i>	430-505nm	Biru
<i>Gallium Indium Nitride (GaInN)</i>	450nm	Putih

f. Tegangan Maju (*Forward Bias*) LED

Masing-masing Warna LED (*Light Emitting Diode*) memerlukan tegangan maju (*Forward Bias*) untuk dapat menyalakannya. Tegangan Maju untuk LED tersebut tergolong rendah sehingga memerlukan sebuah Resistor untuk membatasi Arus dan Tegangannya agar tidak merusak LED yang bersangkutan. Tegangan Maju biasanya dilambangkan dengan tanda V_F .

Tabel 6. 2. Tegangan maju LED

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

Warna	Tegangan Maju @20mA
Infra Merah	1,2V
Merah	1,8V
Jingga	2,0V
Kuning	2,2V
Hijau	3,5V
Biru	3,6V
Putih	4,0V

2. Kegunaan LED dalam Kehidupan sehari-hari

Teknologi LED memiliki berbagai kelebihan seperti tidak menimbulkan panas, tahan lama, tidak mengandung bahan berbahaya seperti merkuri, dan hemat listrik serta bentuknya yang kecil ini semakin populer dalam bidang teknologi pencahayaan. Berbagai produk yang memerlukan cahaya pun mengadopsi teknologi *Light Emitting Diode* (LED) ini.

Berikut ini beberapa pengaplikasiannya LED dalam kehidupan sehari-hari:

- a. lampu penerangan rumah;
- b. lampu penerangan jalan;
- c. papan iklan (advertising);
- d. backlight LCD (TV, Display Handphone, Monitor);
- e. lampu dekorasi interior maupun exterior;
- f. lampu indicator;
- g. pemancar infra merah pada remote control (TV, AC, AV Player).

3. Komponen optik (solar cell)

a. Pengertian Sel Surya (*Solar Cell*) dan Prinsip Kerjanya

Sel Surya atau *Solar Cell* adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek *Photovoltaic*. Yang dimaksud dengan Efek *Photovoltaic* adalah suatu fenomena dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya. Oleh karena itu, Sel Surya atau *Solar Cell* sering disebut juga dengan Sel *Photovoltaic* (PV). Efek *Photovoltaic* ini ditemukan oleh *Henri Becquerel* pada tahun 1839.

Arus listrik timbul karena adanya energi foton cahaya matahari yang diterimanya berhasil membebaskan elektron-elektron dalam sambungan semikonduktor tipe N dan tipe P untuk mengalir. Sama seperti Dioda Foto (*Photodiode*), Sel Surya atau *Solar Cell* ini juga memiliki kaki Positif dan kaki Negatif yang terhubung ke rangkaian atau perangkat yang memerlukan sumber listrik.

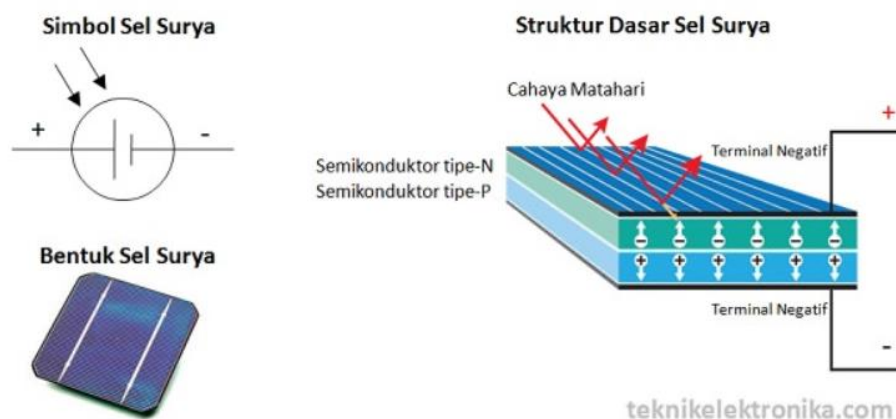
Pada dasarnya, Sel Surya merupakan Dioda Foto (*Photodiode*) yang memiliki permukaan yang sangat besar. Permukaan luas Sel Surya tersebut menjadikan perangkat Sel Surya ini lebih sensitif terhadap

cahaya yang masuk dan menghasilkan tegangan dan arus yang lebih kuat dari Dioda Foto pada umumnya. Contohnya, sebuah Sel Surya yang terbuat dari bahan semikonduktor silikon mampu menghasilkan tegangan setinggi 0,5V dan Arus setinggi 0,1A saat terkena (*expose*) cahaya matahari.

Saat ini, telah banyak yang mengaplikasikan perangkat Sel Surya ini ke berbagai macam penggunaan. Mulai dari sumber listrik untuk Kalkulator, Mainan, pengisi baterai hingga ke pembangkit listrik dan bahkan sebagai sumber listrik untuk menggerakkan Satelit yang mengorbit Bumi kita.

b. Struktur Dasar dan Simbol Sel Surya (*Solar Cell*)

Berikut ini adalah struktur dasar, bentuk dan simbol Sel Surya (*Solar Cell*).



Gambar 6. 5. Struktur dasar, bentuk dan simbol Sel Surya

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

c. Prinsip kerja Sel Surya (*Solar Cell*)

Sinar Matahari terdiri dari partikel sangat kecil yang disebut dengan Foton. Ketika terkena sinar matahari, Foton yang merupakan partikel sinar Matahari tersebut menghantam atom semikonduktor silikon Sel Surya sehingga menimbulkan energi yang cukup besar untuk

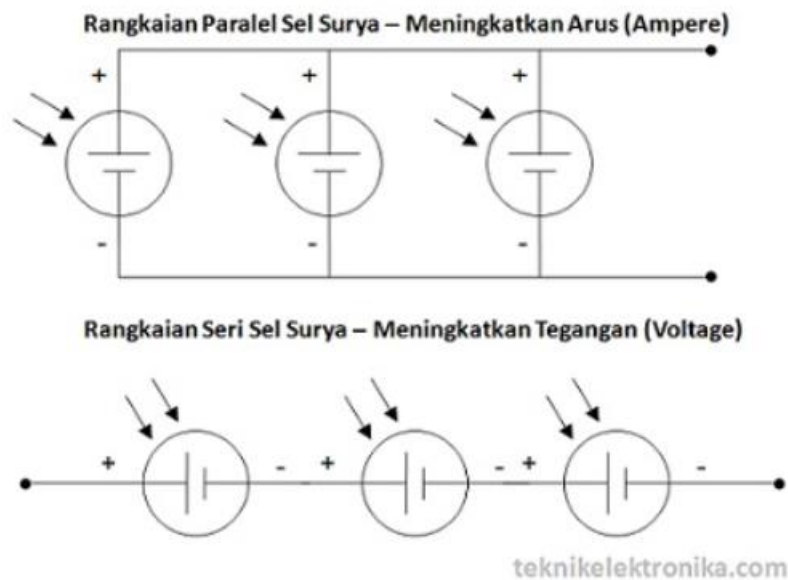
memisahkan elektron dari struktur atomnya. Elektron yang terpisah dan bermuatan Negatif (-) tersebut akan bebas bergerak pada daerah pita konduksi dari material semikonduktor. Atom yang kehilangan Elektron tersebut akan terjadi kekosongan pada strukturnya, kekosongan tersebut dinamakan dengan "*hole*" dengan muatan Positif (+).

Daerah Semikonduktor dengan elektron bebas ini bersifat negatif dan bertindak sebagai Pendonor elektron, daerah semikonduktor ini disebut dengan Semikonduktor tipe N (N-type). Sedangkan daerah semikonduktor dengan *Hole* bersifat positif dan bertindak sebagai Penerima (*Acceptor*) elektron yang dinamakan dengan semikonduktor tipe P (P-type).

Di persimpangan daerah positif dan negatif (*PN Junction*), akan menimbulkan energi yang mendorong elektron dan *hole* untuk bergerak ke arah yang berlawanan. Elektron akan bergerak menjauhi daerah Negatif sedangkan *Hole* akan bergerak menjauhi daerah Positif. Ketika diberikan sebuah beban berupa lampu maupun perangkat listrik lainnya di persimpangan positif dan negatif (*PN Junction*) ini, maka akan menimbulkan Arus Listrik.

d. Rangkaian Seri dan Paralel Sel Surya (*Solar Cell*)

Seperti Baterai, Sel Surya juga dapat dirangkai secara Seri maupun Paralel. Pada umumnya, setiap Sel Surya menghasilkan Tegangan sebesar $0,45 \sim 0,5V$ dan arus listrik sebesar $0,1A$ pada saat menerima sinar cahaya yang terang. Sama halnya dengan Baterai, Sel Surya yang dirangkai secara Seri akan meningkatkan Tegangan (*Voltage*) sedangkan Sel Surya yang dirangkai secara Paralel akan meningkatkan Arus (*Current*).



Gambar 6. 6. Rangkaian seri dan paralel Sel Surya

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

4. Kegunaan Solar Sel

Sebuah sel surya (juga disebut sel fotovoltaik atau sel fotolistrik) adalah solid state perangkat listrik yang mengubah energi dari cahaya langsung menjadi listrik oleh efek fotovoltaik .

Sedang sel digunakan untuk membuat modul surya yang digunakan untuk menangkap energi dari sinar matahari , yang dikenal sebagai panel surya. Energi yang dihasilkan dari modul surya, disebut sebagai tenaga surya , adalah contoh dari energi surya .

Photovoltaics adalah bidang teknologi dan penelitian yang berkaitan dengan aplikasi praktis dari sel fotovoltaik dalam menghasilkan listrik dari cahaya, walaupun sering digunakan secara khusus untuk merujuk kepada generasi listrik dari sinar matahari.

Sel digambarkan sebagai sel surya saat sumber cahaya belum tentu sinar matahari. Ini digunakan untuk mendeteksi cahaya atau radiasi elektromagnetik di dekat kisaran terlihat, misalnya detektor inframerah , atau pengukuran intensitas cahaya.

Bahan :

- a. Kristal silicon;
- b. silikon monocrystalline;
- c. Poli-atau silikon multicrystalline;
- d. silikon Ribbon;
- e. film tipis;
- f. Cadmium telluride solar sel;
- g. Tembaga-Indium selenide;
- h. Gallium arsenide multijunction;
- i. Cahaya-menyerap pewarna (DSSC);
- j. Organik / sel surya polimer;
- k. film tipis Silicon;
- l. Silikon amorf;
- m. Protocrystalline;
- n. silikon Nanokristalin.

Manfaat :

- a. hemat, karena tidak perlu memerlukan bahan bakar;
- b. dapat dipasang dimana saja dan dapat dipindahkan sesuai dengan yang dibutuhkan;
- c. dapat diterapkan secara sentralisasi (PLTS ditetapkan di suatu area dan listrik yang dihasilkan disalurkan melalui jaringan distribusi ketempat-tempat yang membutuhkan) maupun desentralisasi (setiap system berdiri sendiri/individual, tidak memerlukan jaringan distribusi);
- d. bersifat moduler. Kapasitas listrik yang dihasilkan dapat disesuaikan dengan cara merangkai modul secara seri dan parallel;

- e. dapat dioperasikan secara otomatis maupun menggunakan operasi;
- f. tanpa suara dan tidak menimbulkan operasi lingkungan.

a. Kelebihan dari *Solar cell* (menggunakan Panel Surya)

Energy matahari, energy natural yang tidak akan habis dan kita dapat memakainya dimanapun kita berada. Di saat hari yang cerah, energy matahari yang menyinari bumi menghasilkan rata-rata 1 kw/m^2 area bumi, berarti dalam 1 jam energi yang dibutuhkan di seluruh dunia untuk 1 tahun.

Jika energy matahari dapat diserap diatas 1% dari luas permukaan bumi, maka akan menutupi konsumsi energy listrik yang dibutuhkan untuk seluruh dunia. Permukaan bumi disinari matahari dengan jumlah volume yang sangat besar. Teknologi panel surya telah dikembangkan secara luas dan potensial. Setelah dikembangkan dimensi ketebalan dari panel surya jadi semakin tipis dan tanpa menghilangkan fungsinya untuk mendapatkan energy matahari yang efisien. Selain itu, tidak menyebabkan polusi ataupun emisi rumah kaca sehingga dapat mengurangi pemanasan global.

Dapat dibangun di daerah terpencil karena tidak memerlukan transmisi energi maupun transportasi sumber energy. Indonesia merupakan negara yang memiliki banyak sekali daerah terpencilnya. Hal ini terjadi karena Indonesia terlalu besar, maka pengembangan Solar cell untuk desa sangat bermanfaat.

b. Kelemahan dari *Solar cell*

- 1) Pengembangan *Solar cell* masih butuh invensi besar. Beberapa komponen mulai dari panel surya, aki, hingga lampu LED masih harus didatangkan dari luar negeri;
- 2) Sekedar pembandingan, struktur biaya PLTS hingga saat ini di dominasi oleh harga panel surya yang masih mahal. Makin besar ukuran dan

kapasitas panel surya maka makin mahal juga harga system PLTS tersebut;

- 3) Tidak efisien bila dikembangkan di daerah yang berpolusi. Polusi juga menjadi faktor yang menghambat pengembangan teknologi ini, karena dapat mengurangi intensitas cahaya yang dapat diterima oleh panel/cell surya. Jadi dengan kata lain energi yang dihasilkan relatif kecil.

5. Komponen optik untuk photo resistor

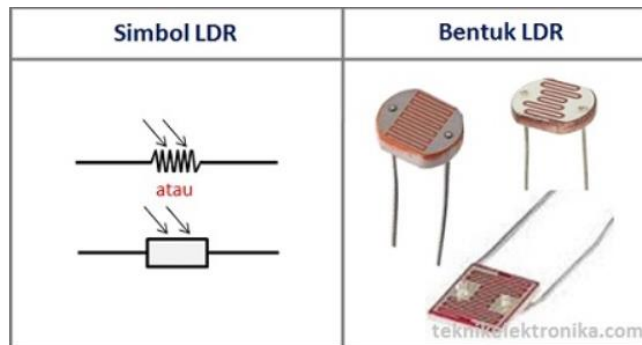
a. Pengertian LDR (*Light Dependent Resistor*) dan Cara Mengukurnya

Light Dependent Resistor atau disingkat dengan LDR adalah jenis Resistor yang nilai hambatan atau nilai resistansinya tergantung pada intensitas cahaya yang diterimanya. Nilai hambatan LDR akan menurun pada saat cahaya terang dan nilai Hambatannya akan menjadi tinggi jika dalam kondisi gelap. Dengan kata lain, fungsi LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah untuk menghantarkan arus listrik jika menerima sejumlah intensitas cahaya (Kondisi Terang) dan menghambat arus listrik dalam kondisi gelap.

Naik turunnya nilai Hambatan akan sebanding dengan jumlah cahaya yang diterimanya. Pada umumnya, nilai hambatan LDR akan mencapai 200 Kilo Ohm ($k\Omega$) pada kondisi gelap dan menurun menjadi 500 Ohm (Ω) pada Kondisi Cahaya Terang.

LDR (*Light Dependent Resistor*) yang merupakan komponen elektronika peka cahaya ini sering digunakan atau diaplikasikan dalam rangkaian elektronika sebagai sensor pada lampu penerang jalan, lampu kamar tidur, rangkaian anti maling, shutter kamera, alarm dan lain sebagainya.

b. Bentuk dan simbol LDR



Gambar 6. 7. Bentuk dan simbol LDR

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

c. Cara mengukur LDR (*Light Dependent Resistor*) dengan Multimeter

Alat Ukur yang digunakan untuk mengukur nilai hambatan LDR adalah Multimeter dengan fungsi pengukuran Ohm (Ω). Agar Pengukuran LDR akurat, kita perlu membuat 2 kondisi pencahayaan yaitu pengukuran pada saat kondisi gelap dan kondisi terang. Dengan demikian kita dapat mengetahui apakah Komponen LDR tersebut masih dapat berfungsi dengan baik atau tidak.

d. Mengukur LDR pada Kondisi Terang

- 1) atur posisi skala selektor Multimeter pada posisi Ohm;
- 2) hubungkan Probe Merah dan Probe Hitam Multimeter pada kedua kaki LDR (tidak ada polaritas);
- 3) berikan cahaya terang pada LDR;
- 4) baca nilai resistansi pada Display Multimeter. Nilai Resistansi LDR pada kondisi terang akan berkisar sekitar 500 Ohm.



Gambar 6. 8. Mengukur LDR pada Kondisi Terang

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

e. Mengukur LDR pada Kondisi Gelap

- 1) atur posisi skala selektor Multimeter pada posisi Ohm;
- 2) hubungkan Probe Merah dan Probe Hitam Multimeter pada kedua kaki LDR (tidak ada polaritas);
- 3) tutup bagian permukaan LDR atau pastikan LDR tidak mendapatkan cahaya;
- 4) baca nilai resistansi pada Display Multimeter. Nilai Resistansi LDR di kondisi gelap akan berkisar sekitar 200 KOhm.



Gambar 6. 9. Mengukur LDR pada Kondisi gelap

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

Catatan :

- Hasil Pengukuran akan berubah tergantung pada tingkat intensitas cahaya yang diterima oleh LDR itu sendiri.
- Satuan terang cahaya atau Iluminasi (*Illumination*) adalah lux
- Sebutan lain untuk LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah *Photo Resistor*, *Photo Conduction* ataupun *Photocell*.

6. Komponen optik untuk *photodiode*

a. Pengertian *Photodiode* (Dioda Foto) dan Prinsip kerjanya

Photodiode atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Dioda Foto adalah komponen Elektronika yang dapat mengubah cahaya menjadi arus listrik. Dioda Foto merupakan komponen aktif yang terbuat dari bahan semikonduktor dan tergolong dalam keluarga Dioda. Seperti Dioda pada umumnya, *Photodiode* atau Dioda Foto ini memiliki dua kaki terminal yaitu kaki terminal Katoda dan kaki terminal Anoda, namun Dioda Foto memiliki Lensa dan Filter Optik yang terpasang dipermukaannya sebagai pendeteksi cahaya.

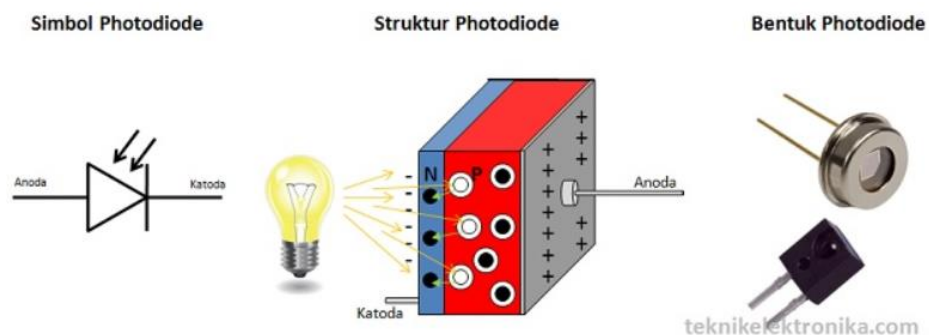
Cahaya yang dapat dideteksi oleh Dioda Foto diantaranya seperti Cahaya Matahari, Cahaya Tampak, Sinar Inframerah, Sinar Ultra-violet hingga sinar X. Oleh karena itu, *Photodiode* atau Dioda Foto yang dapat mendeteksi berbagai Cahaya ini telah banyak diaplikasikan ke berbagai perangkat Elektronika dan listrik seperti Penghitung Kendaraan, Sensor Cahaya Kamera, Alat-alat medis, *Scanner Barcode* dan peralatan keamanan.

b. Bahan-bahan Semikonduktor untuk *Photodiode* (Dioda Foto)

Bahan Semikonduktor yang biasanya digunakan sebagai bahan dasar Photodiode adalah *Silicon* (Si), *Germanium* (Ge), *Indium gallium arsenide phosphide* (InGaAsP), *Indium gallium arsenide* (InGaAs).

- *Silicon* (Si) : Arus Gelap rendah, berkecepatan tinggi, kepekaan (sensitivitas) baik di jarak sekitar 400nm hingga 1000nm (terbaik di jarak 800nm – 900nm);
- *Germanium* (Ge) : Arus Gelap lebih tinggi, berkecepatan rendah, kepekaan (sensitivitas) baik di jarak sekitar 900nm – 1600nm (terbaik di jarak 1400nm – 1500nm);
- *Indium gallium arsenide phosphide* (InGaAsP) : Mahal, arus gelap rendah, berkecepatan tinggi, kepekaan (sensitivitas) baik di jarak sekitar 1000nm – 1350nm (terbaik di jarak 1100nm – 1300nm);
- *Indium gallium arsenide* (InGaAs) : Mahal, arus gelap rendah, berkecepatan tinggi, kepekaan (sensitivitas) baik di jarak sekitar 900nm – 1700nm (terbaik di jarak 1300nm – 1600nm).

c. Bentuk dan simbol *Photodiode* (Dioda Foto)



Gambar 6. 10. Bentuk dan Simbol *Photodiode*

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

d. Prinsip kerja *Photodiode* (Dioda Foto)

Photodiode terdiri dari satu lapisan tipis semikonduktor tipe-N yang memiliki kebanyakan elektron dan satu lapisan tebal semikonduktor tipe-P yang memiliki kebanyakan *hole*. Lapisan semikonduktor tipe-N adalah Katoda sedangkan lapisan semikonduktor tipe-P adalah Anoda.

Saat *Photodiode* terkena cahaya, Foton yang merupakan partikel terkecil cahaya akan menembus lapisan semikonduktor tipe-N dan memasuki lapisan semikonduktor tipe-P. Foton-foton tersebut kemudian akan bertabrakan dengan elektron-elektron yang terikat sehingga elektron tersebut terpisah dari intinya dan menyebabkan terjadinya *hole*. Elektron terpisah akibat tabrakan dan berada dekat persimpangan PN (*PN junction*) akan menyeberangi persimpangan tersebut ke wilayah semikonduktor tipe-N. Hasilnya, Elektron akan bertambah di sisi semikonduktor N sedangkan sisi semikonduktor P akan kelebihan Hole. Pemisahan muatan positif dan negatif ini menyebabkan perbedaan potensial pada persimpangan PN. Ketika kita hubungkan sebuah beban ataupun kabel ke Katoda (sisi semikonduktor N) dan Anoda (sisi semikonduktor P), Elektron akan mengalir melalui beban atau kabel tersebut dari Katoda ke Anoda atau biasanya kita sebut sebagai aliran arus listrik.

7. Komponen optik untuk *phototransistor*

a. Pengertian *Photo Transistor* dan Prinsip kerjanya

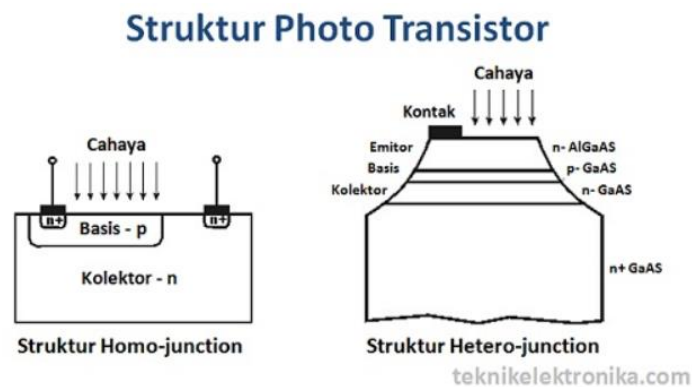
Photo Transistor adalah transistor yang dapat mengubah energi cahaya menjadi listrik dan memiliki penguat (*gain*) internal. Penguat internal yang terintegrasi ini menjadikan sensitivitas atau kepekaan *Photo Transistor* terhadap cahaya jauh lebih baik dari komponen pendeteksi cahaya lainnya seperti *Photo Diode* ataupun *Photo Resistor*. Cahaya yang diterima oleh *Photo Transistor* akan menimbulkan arus pada daerah basis-nya dan menghasilkan penguatan arus hingga ratusan kali

bahkan beberapa ribu kali. *Photo Transistor* juga merupakan komponen elektronika yang digolongkan sebagai Transduser.

b. Struktur *Photo Transistor*

Photo Transistor dirancang khusus untuk aplikasi pendeteksian cahaya sehingga memiliki wilayah Basis dan Kolektor yang lebih besar dibanding dengan transistor normal umumnya. Bahan dasar *Photo Transistor* pada awalnya terbuat dari bahan semikonduktor seperti Silikon dan Germanium yang membentuk struktur *Homo-junction*.

Namun seiring dengan perkembangannya, *Photo Transistor* saat ini lebih banyak menggunakan bahan semikonduktor seperti *Galium Arsenide* yang tergolong dalam kelompok Semikonduktor III-V sehingga membentuk struktur *Hetero-junction* yang memberikan efisiensi konversi lebih tinggi. Yang dimaksud dengan *Hetero-junction* atau *Heterostructure* adalah Struktur yang menggunakan bahan yang berbeda pada kedua sisi persimpangan PN.



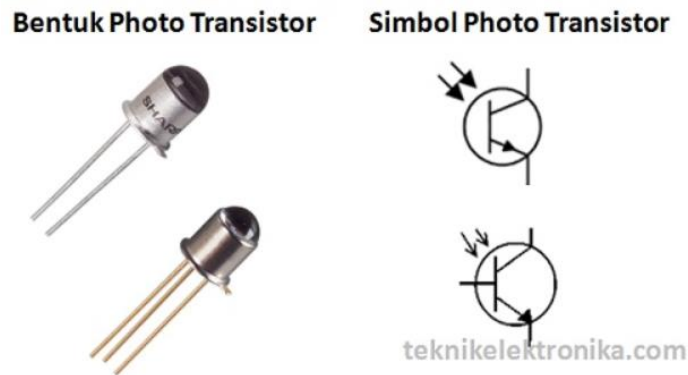
Gambar 6. 11. Struktur *Phototransistor*

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

Photo Transistor pada umumnya dikemas dalam bentuk transparan pada area dimana *Photo Transistor* tersebut menerima cahaya.

c. Bentuk dan Simbol *Photo Transistor*

Photo Transistor pada umumnya dikemas dalam bentuk transparan pada area dimana *Photo Transistor* tersebut menerima cahaya. Berikut ini adalah bentuk dan simbol *Photo Transistor* (Transistor Foto).



Gambar 6. 12. Bentuk dan Simbol *Phototransistor*

Sumber: <http://teknikelektronika.com/>

d. Prinsip Kerja *Photo Transistor*

Cara kerja *Photo Transistor* atau Transistor Foto hampir sama dengan Transistor normal pada umumnya, dimana arus pada Basis Transistor dikalikan untuk memberikan arus pada Kolektor. Namun khusus untuk *Photo Transistor*, arus Basis dikendalikan oleh jumlah cahaya atau inframerah yang diterimanya. Oleh karena itu, pada umumnya secara fisik *Photo Transistor* hanya memiliki dua kaki yaitu Kolektor dan Emitor sedangkan terminal Basisnya berbentuk lensa yang berfungsi sebagai sensor pendeteksi cahaya.

Pada prinsipnya, apabila Terminal Basis pada *Photo Transistor* menerima intensitas cahaya yang tinggi, maka arus yang mengalir dari Kolektor ke Emitor akan semakin besar.

e. Kelebihan dan Kelemahan *Phototransistor*

Meskipun *Phototransistor* memiliki berbagai kelebihan, namun bukan juga tanpa kelemahan. Berikut ini adalah beberapa kelebihan dan kelemahan *Phototransistor* :

f. Kelebihan *Photo Transistor*:

- *Photo Transistor* menghasilkan arus yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan *Photo Diode*;
- *Photo Transistor* relatif lebih murah, lebih sederhana dan lebih kecil sehingga mudah untuk diintegrasikan ke berbagai rangkaian elektronika;
- *Photo Transistor* memiliki respon yang cepat dan mampu menghasilkan Output yang hampir mendekati instan;
- *Photo Transistor* dapat menghasilkan Tegangan, sedangkan *Photoresistor* tidak bisa.

g. Kelemahan *Photo Transistor*:

- *Photo Transistor* yang terbuat dari Silikon tidak dapat menangani tegangan yang melebihi 1000Volt;
- *Photo Transistor* sangat rentan terhadap lonjakan listrik yang mendadak (*electric surge*);
- *Photo Transistor* tidak memungkinkan elektron bergerak secepat perangkat lainnya (contoh: Tabung Elektron).

B. Keterampilan yang diperlukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen optik

1. Mengukur kegunaan komponen optik (LED, LCD);
2. Mengukur kegunaan komponen optik (solar sel);
3. Mengukur kegunaan Komponen optik untuk photo resistor, *photodiode*, *phototransistor*.

C. Sikap Kerja yang diperlukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen optik

Harus bersikap secara:

1. cermat dan teliti dalam membaca dan mengidentifikasi komponen optik;
2. taat asas dalam mengaplikasikan langkah-langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen optik;
3. berpikir analitis serta evaluatif waktu membaca dan mengidentifikasi komponen optik.

BAB VII MEMBACA DAN MENGIDENTIFIKASI *INTEGRATED CIRCUIT (IC)*

A. Pengetahuan yang diperlukan dalam membaca dan mengidentifikasi *Integrated Circuit (IC)*

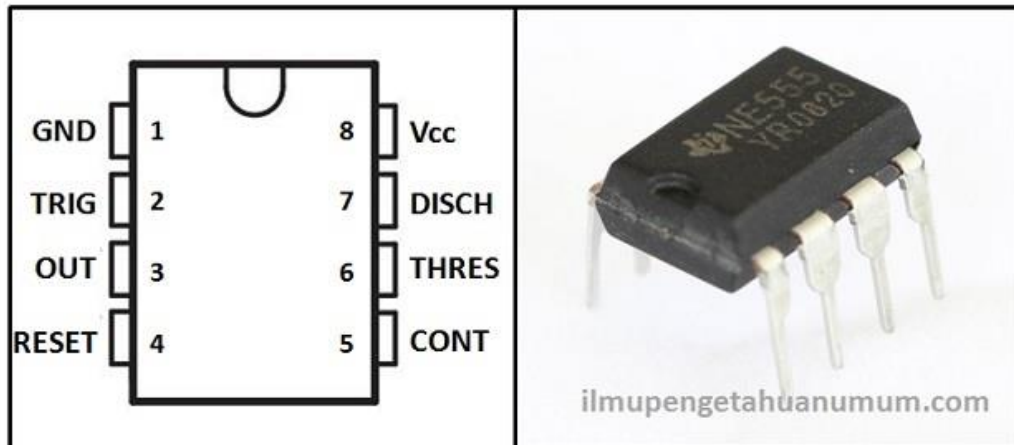
1. IC Pewaktu (*Timer*)

IC Timer atau IC Pewaktu adalah jenis IC yang digunakan untuk berbagai rangkaian elektronika yang memerlukan fungsi pewaktu dan multivibrator didalamnya. Beberapa rangkaian yang memerlukan IC *Timer* diantaranya seperti *Waveform Generator*, *Frequency Meter*, Jam Digital, *Counter* dan lain sebagainya. IC *Timer* atau IC Pewaktu yang paling populer saat ini adalah IC 555 yang dikembangkan oleh Hans R. Camenzind yang bekerja untuk *Sigmetic Corporation* pada tahun 1970-an. Pada dasarnya, *IC Timer* 555 merupakan IC Monolitik pewaktu yang menghasilkan Osilasi (*Oscillation*) dan Waktu Penundaan (*Delay Time*) dengan keakuratan dan kestabilan tinggi.

IC Timer 555 yang umum digunakan adalah IC Timer 555 yang berbentuk DIP (*Dual Inline Package*) dengan 8 kaki terminalnya. Namun seiring dengan perkembangannya, saat ini kita dapat menemui beberapa versi IC 555, diantaranya seperti IC 556 yang menggabungkan 2 buah IC 555 dalam satu kemasan (14 kaki), IC 558 yang menggabungkan 4 buah IC555 dalam satu kemasan (16 kaki) serta IC 555 yang mengkonsumsi daya rendah seperti 7555 dan TLC 555. Harga sebuah IC 555 yang berbentuk DIP 8 kaki cukup murah, yaitu sekitar Rp. 2.000 hingga Rp. 5.000 tergantung merk dan tipenya.

Nama IC 555 diambil dari 3 buah resistor yang terdapat dalam kemasan IC dengan nilai masing-masingnya 5k Ω .

Susunan dan Konfigurasi Kaki IC 555



Gambar 7. 1. Susunan dan Konfigurasi Kaki IC 555

Sumber: <http://teknikelektronika.com/pengertian-mengenal-ic-555-ic-timer-konfigurasi-kaki-ic555/>

Berikut ini adalah susunan dan konfigurasi Kaki IC 555 yang berbentuk DIP 8 kaki.

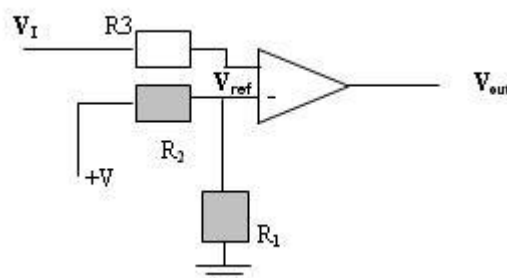
- Kaki 1 (GND) : Terminal *Ground* atau Terminal Negatif sumber tegangan DC.
- Kaki 2 (TRIG) : Terminal *Trigger* (Pemicu), digunakan untuk memicu Output menjadi "*High*", kondisi *High* akan terjadi apabila level tegangan pada kaki *Trigger* ini berubah dari High menuju ke $<1/3V_{cc}$ (Lebih kecil dari $1/3V_{cc}$).
- Kaki 3 (OUT) : Terminal Output (Keluaran) yang memiliki 2 keadaan yaitu "*Tinggi/High*" dan "*Rendah/Low*".
- Kaki 4 (RESET) : Terminal Reset. Apabila kaki 4 digroundkan, Output IC akan menjadi rendah dan menyebabkan perangkat ini menjadi OFF. Oleh karena itu, untuk memastikan IC dalam kondisi ON, Kaki 4 biasanya diberikan sinyal "*High*".
- Kaki 5 (CONT) : Terminal *Control Voltage* (Pengatur Tegangan), memberikan akses terhadap pembagi tegangan internal. Secara *default*, tegangan yang ditentukan adalah $2/3 V_{cc}$.
- Kaki 6 (THRES) : Terminal *Threshold*, digunakan untuk membuat Output menjadi "*Low*". Kondisi "*Low*" pada Output ini akan terjadi apabila Kaki 6

atau Kaki *Threshold* ini berubah dari *Low* menuju $> 1/3V_{cc}$ (lebih besar dari $1/3V_{cc}$).

- Kaki 7 (*DISCH*) : Terminal Discharge. Pada saat Output "*Low*", Impedansi kaki 7 adalah "*Low*". Sedangkan pada saat Output "*High*", Impedansi kaki 7 adalah "*High*".
- Kaki *Discharge* ini biasanya dihubungkan dengan Kapasitor yang berfungsi sebagai penentu interval pewaktuan. Kapasitor akan mengisi dan membuang muatan seiring dengan impedansi pada kaki 7. Waktu pembuangan muatan inilah yang menentukan Interval Pewaktuan dari IC 555.
- Kaki 8 (V_{cc}) : Terminal Positif sumber tegangan DC (sekitar 4,5V atau 16V).

2. IC *Comparator* (Pembanding)

Rangkaian *comparator* merupakan salah satu penerapan dari fungsi op-amp. Salah satu ciri dari rangkaian *comparator* adalah tidak adanya umpan balik dari output ke input. Ciri lainnya yaitu adanya V_{ref} pada salah satu inputan dan ground.



Gambar 7. 2. Rangkaian comparator

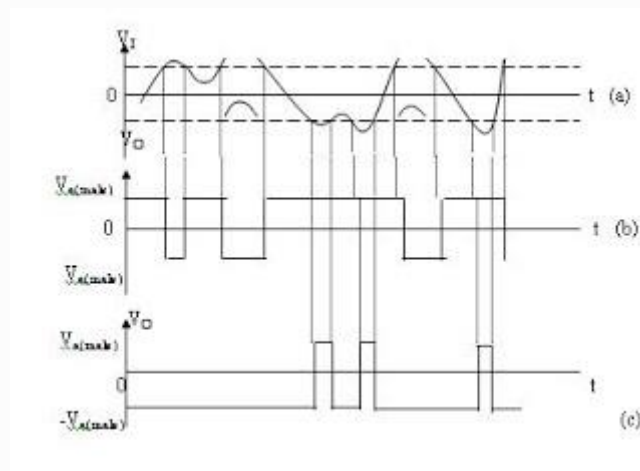
Sumber: <http://doktertech.blogspot.co.id/2010/10/pembanding-op-amp-comparator.html>

Dari gambar diatas dapat diketahui persamaan sebagai berikut:

$$V_{ref} = \left(\frac{R1}{R1 + R2} \right) V \dots \dots \dots (1)$$

Prinsip kerja dari comparator adalah op-amp IC LM 311 akan membandingkan tegangan input (V_I) dengan tegangan V_{ref} . V_{ref} dapat berupa tegangan positif maupun negatif.

- Apabila pada V_{ref} diberi tegangan positif, maka pada saat gelombang input berada di daerah 0 sampai $-V_{ref}$ atau gelombang input pada siklus negatif, maka tegangan output (V_o) akan dibuat mencapai V_o maks positif dan pada saat gelombang input berada di daerah 0 sampai $+V_{ref}$ atau gelombang input pada siklus positif, maka tegangan output akan dibuat mencapai V_o maks negatif.
- Apabila pada V_{ref} diberi tegangan negatif, maka pada saat gelombang input melebihi batas negatif tegangan ($-V_{ref}$) maka tegangan output (V_o) akan dibuat tinggi (mencapai tegangan batas maksimum tegangan output positif. Pada gambar dibawah ini diperlihatkan respon gelombang output terhadap gelombang input dibandingkan dengan tegangan referensi (V_{ref}).



Gambar 7. 3. Prinsip kerja dari comparator

Sumber: <http://doktertech.blogspot.co.id/2010/10/pembandingan-op-amp-comparator.html>

Gambar Bentuk Gelombang Masukan di Comparator (a) dan bentuk keluarannya : (b) dengan V_{ref} positif (c) dengan V_{ref} negative.

3. IC *Logic gates* (Gerbang Logika)

Gerbang Logika atau dalam bahasa Inggris disebut dengan *Logic Gate* adalah dasar pembentuk sistem elektronika digital yang berfungsi untuk mengubah satu atau beberapa input (masukan) menjadi sebuah sinyal output (keluaran) Logis. Gerbang Logika beroperasi berdasarkan sistem bilangan biner yaitu bilangan yang hanya memiliki 2 kode simbol yakni 0 dan 1 dengan menggunakan Teori Aljabar Boolean.

Gerbang Logika yang diterapkan dalam Sistem Elektronika Digital pada dasarnya menggunakan Komponen-komponen Elektronika seperti *Integrated Circuit* (IC), Dioda, Transistor, Relay, Optik maupun Elemen Mekanikal.

Terdapat 7 jenis Gerbang Logika Dasar yang membentuk sebuah Sistem Elektronika Digital, yaitu :

- Gerbang AND;
- Gerbang OR;
- Gerbang NOT;
- Gerbang NAND;
- Gerbang NOR;
- Gerbang X-OR (Exclusive OR);
- Gerbang X-NOR (Exclusive NOR);

Tabel yang berisikan kombinasi-kombinasi Variabel Input (Masukan) yang menghasilkan Output (Keluaran) Logis disebut dengan "Tabel Kebenaran" atau "*Truth Table*".

Input dan Output pada Gerbang Logika hanya memiliki 2 level. Kedua Level tersebut pada umumnya dapat dilambangkan dengan :

- *HIGH* (tinggi) dan *LOW* (rendah)
- *TRUE* (benar) dan *FALSE* (salah)
- *ON* (Hidup) dan *OFF* (Mati)
- 1 dan 0

Contoh penerapannya ke dalam rangkaian elektronika yang memakai transistor TTL (*Transistor-transistor Logic*), maka 0V dalam Rangkaian akan

diasumsikan sebagai "*LOW*" atau "0" sedangkan 5V akan diasumsikan sebagai "*HIGH*" atau "1".

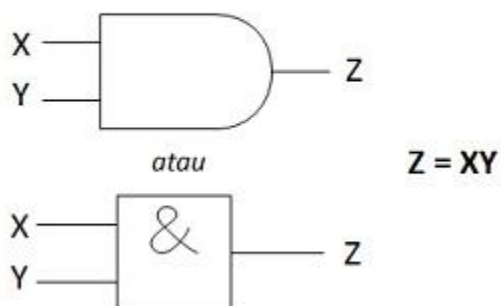
Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai 7 jenis Gerbang Logika Dasar beserta simbol dan tabel kebenarannya.

a. Gerbang AND (AND Gate)

Gerbang AND memerlukan 2 atau lebih Masukan (Input) untuk menghasilkan hanya 1 Keluaran (Output). Gerbang AND akan menghasilkan Keluaran (Output) Logika 1 jika semua masukan (Input) bernilai Logika 1 dan akan menghasilkan Keluaran (*Output*) Logika 0 jika salah satu dari masukan (*Input*) bernilai Logika 0. Simbol yang menandakan Operasi Gerbang Logika *AND* adalah tanda titik (".") atau tidak memakai tanda sama sekali. Contohnya : $Z = X.Y$ atau $Z = XY$.

Simbol dan Tabel Kebenaran Gerbang *AND* (*AND Gate*) Simbol Gerbang Logika *AND* dan Tabel Kebenaran Gerbang *AND*

Simbol Gerbang AND



Tabel Kebenaran Gerbang AND

X	Y	Z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

teknikelektronika.com

Gambar 7. 4. Simbol dan Tabel Kebenaran Gerbang AND

Sumber: <http://teknikelektronika.com/pengertian-gerbang-logika-dasar-simbol/>

b. Gerbang OR (OR Gate)

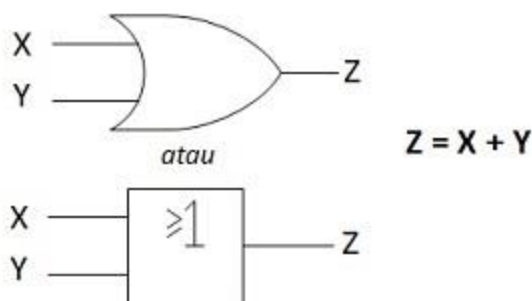
Gerbang OR memerlukan 2 atau lebih Masukan (Input) untuk menghasilkan hanya 1 Keluaran (Output). Gerbang OR akan menghasilkan Keluaran (Output) 1 jika salah satu dari Masukan (Input) bernilai Logika 1 dan jika ingin menghasilkan Keluaran (Output) Logika 0, maka semua Masukan (Input) harus bernilai Logika 0.

Simbol yang menandakan Operasi Logika OR adalah tanda Plus ("+").

Contohnya : $Z = X + Y$.

Simbol dan Tabel Kebenaran Gerbang OR (OR Gate) Simbol Gerbang Logika OR dan Tabel Kebenaran Gerbang OR

Simbol Gerbang OR



Tabel Kebenaran Gerbang OR

X	Y	Z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

teknikelektronika.com

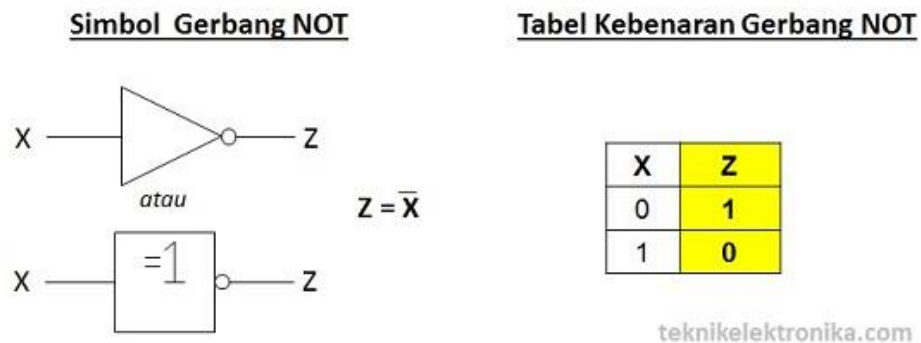
Gambar 7. 5. Simbol dan Tabel Kebenaran Gerbang OR

Sumber: <http://teknikelektronika.com/pengertian-gerbang-logika-dasar-simbol/>

c. Gerbang NOT (NOT Gate)

Gerbang NOT hanya memerlukan sebuah Masukan (Input) untuk menghasilkan hanya 1 Keluaran (Output). Gerbang NOT disebut juga dengan *Inverter* (Pembalik) karena menghasilkan Keluaran (Output) yang berlawanan (kebalikan) dengan Masukan atau Inputnya. Berarti jika kita ingin mendapatkan Keluaran (Output) dengan nilai Logika 0 maka Input atau Masukannya harus bernilai Logika 1. Gerbang NOT biasanya dilambangkan dengan simbol minus ("-") di atas Variabel Inputnya.

Simbol dan Tabel Kebenaran Gerbang *NOT* (*NOT Gate*) Simbol Gerbang Logika *NOT* dan Tabel Kebenaran Gerbang *NOT*.



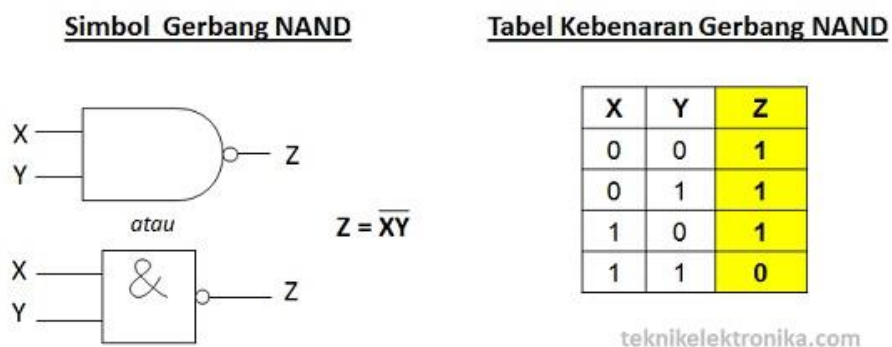
Gambar 7. 6. Simbol dan Tabel Kebenaran Gerbang NOT

Sumber: <http://teknikelektronika.com/pengertian-gerbang-logika-dasar-simbol/>

d. Gerbang *NAND* (*NAND Gate*)

Arti *NAND* adalah *NOT AND* atau BUKAN *AND*, Gerbang *NAND* merupakan kombinasi dari Gerbang *AND* dan Gerbang *NOT* yang menghasilkan kebalikan dari Keluaran (*Output*) Gerbang *AND*. Gerbang *NAND* akan menghasilkan Keluaran Logika 0 apabila semua Masukan (*Input*) pada Logika 1 dan jika terdapat sebuah Input yang bernilai Logika 0 maka akan menghasilkan Keluaran (*Output*) Logika 1.

Simbol dan Tabel Kebenaran Gerbang *NAND* (*NAND Gate*) Simbol Gerbang *NAND* dan Tabel Kebenaran Gerbang *NAND*.



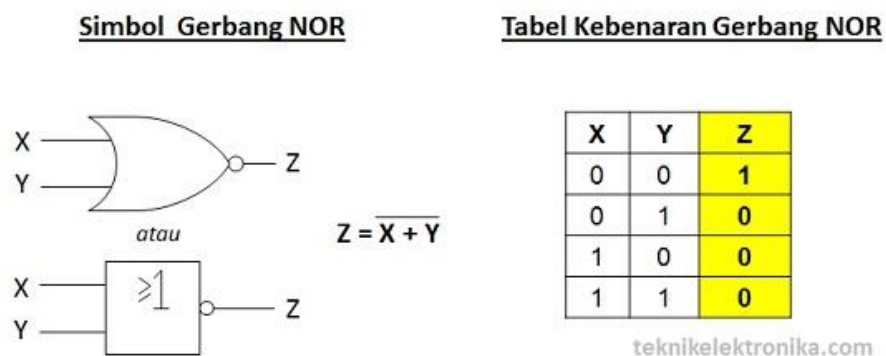
Gambar 7. 7. Simbol dan Tabel Kebenaran Gerbang NAND

Sumber: <http://teknikelektronika.com/pengertian-gerbang-logika-dasar-simbol/>

e. Gerbang **NOR** (**NOR Gate**)

Arti **NOR** adalah **NOT OR** atau **BUKAN OR**, Gerbang **NOR** merupakan kombinasi dari Gerbang **OR** dan Gerbang **NOT** yang menghasilkan kebalikan dari Keluaran (*Output*) Gerbang **OR**. Gerbang **NOR** akan menghasilkan Keluaran Logika 0 jika salah satu dari Masukan (*Input*) bernilai Logika 1 dan jika ingin mendapatkan Keluaran Logika 1, maka semua Masukan (*Input*) harus bernilai Logika 0.

Simbol dan Tabel Kebenaran Gerbang **NOR** (**NOR Gate**) Simbol Gerbang Logika **NOR** dan Tabel Kebenaran Gerbang **NOR**.

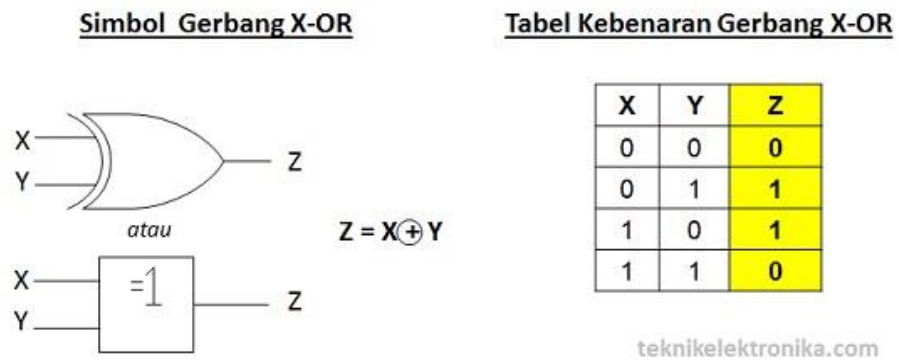


Gambar 7. 8. Simbol dan Tabel Kebenaran Gerbang NOR

Sumber: <http://teknikelektronika.com/pengertian-gerbang-logika-dasar-simbol/>

f. Gerbang **X-OR** (**X-OR Gate**)

X-OR adalah singkatan dari *Exclusive OR* yang terdiri dari 2 Masukan (*Input*) dan 1 Keluaran (*Output*) Logika. Gerbang **X-OR** akan menghasilkan Keluaran (*Output*) Logika 1 jika semua Masukan-masukannya (*Input*) mempunyai nilai Logika yang berbeda. Jika nilai Logika Inputnya sama, maka akan memberikan hasil Keluaran Logika 0. Simbol dan Tabel Kebenaran Gerbang **X-OR** (**X-OR Gate**) Simbol Gerbang Logika **X-OR** dan Tabel Kebenaran Gerbang **X-OR**



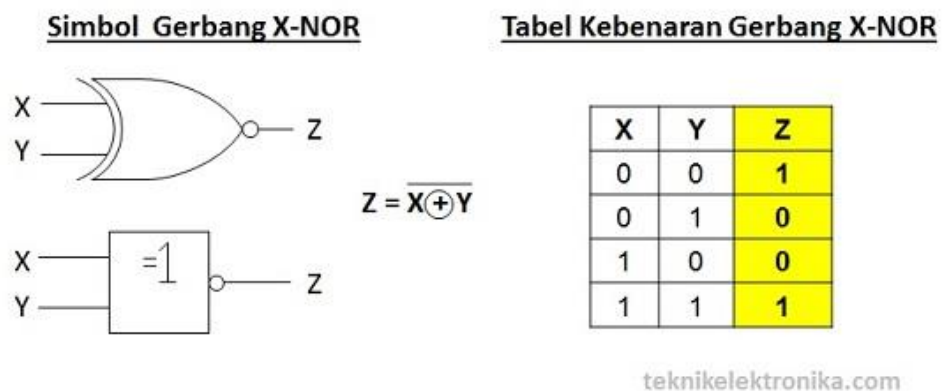
Gambar 7. 9. Simbol dan Tabel Kebenaran Gerbang X-OR

Sumber: <http://teknikelektronika.com/pengertian-gerbang-logika-dasar-simbol/>

g. Gerbang *X-NOR* (*X-NOR Gate*)

Seperti Gerbang *X-OR*, Gerbang *X-NOR* juga terdiri dari 2 Masukan (*Input*) dan 1 Keluaran (*Output*). *X-NOR* adalah singkatan dari *Exclusive NOR* dan merupakan kombinasi dari Gerbang *X-OR* dan Gerbang *NOT*. Gerbang *X-NOR* akan menghasilkan Keluaran (*Output*) Logika 1 jika semua Masukan atau Inputnya bernilai Logika yang sama dan akan menghasilkan Keluaran (*Output*) Logika 0 jika semua Masukan atau Inputnya bernilai Logika yang berbeda. Hal ini merupakan kebalikan dari Gerbang *X-OR* (*Exclusive OR*).

Simbol dan Tabel Kebenaran Gerbang *X-NOR* (*X-NOR Gate*) Simbol Gerbang Logika *X-NOR* dan Tabel Kebenaran Gerbang *X-NOR*.



Gambar 7. 10. Simbol dan Tabel Kebenaran Gerbang X-NOR

Sumber: <http://teknikelektronika.com/pengertian-gerbang-logika-dasar-simbol/>

4. IC *Switching* (Pengendali)

Dalam materi *IC Switching* (Pengendali) ini akan difokuskan pada *IC switching voltage regulators*. *IC switching voltage regulators* adalah rangkaian terpadu (IC) yang menyimpan energi dalam induktor, transformator, atau kapasitor dan kemudian menggunakan perangkat penyimpanan ini untuk mentransfer energi dari input ke output dalam paket diskrit di atas saklar dengan daya rendah.

a. Tipe *Voltage Regulators*

Berikut ini ada beberapa tipe *IC switching voltage regulators*:

- *Buck or step-down converters* mengkonversi tegangan input DC yang tinggi ke tegangan output DC yang rendah dengan polaritas yang sama.
- *Boost or step-up converters* mengkonversi tegangan input DC yang rendah ke tegangan output DC yang tinggi dengan polaritas yang sama.
- *Buck-boost converters* bisa digunakan untuk *step-up* atau *step-down conversions*, dan *to reverse* atau *invert* polaritas tegangan.

IC switching voltage regulators adalah lebih efisien daripada *IC linear voltage regulators*, namun menghasilkan noise yang lebih banyak.

b. Spesifikasi *IC Switching Voltage Regulators*

Spesifikasi penting untuk *IC switching voltage regulators* termasuk *regulated output voltage, input voltage, output current, switching frequency, efficiency, duty cycle and operating temperature*:

- Tegangan output yang diatur (Volt) dan tegangan masukan (VIN) adalah jumlah minimum dan maksimum dalam mode kontinyu (DC). Tegangan output dapat diperbaiki, atau disesuaikan dengan nilai dalam kisaran yang ditentukan.
- Arus keluaran (I_{OUT}) diukur dalam kondisi tertentu.
- Efisiensi, rasio daya keluaran terhadap daya masukan, mengukur kemampuan *IC switching voltage regulators* untuk mengubah energi

masukannya menjadi energi keluaran. Misalnya, efisiensi 100% berarti semua energi masukan ditransfer ke output.

- *Duty cycle* adalah rasio antara waktu dan waktu output transistor output.
- Suhu operasi adalah kisaran penuh yang dibutuhkan.

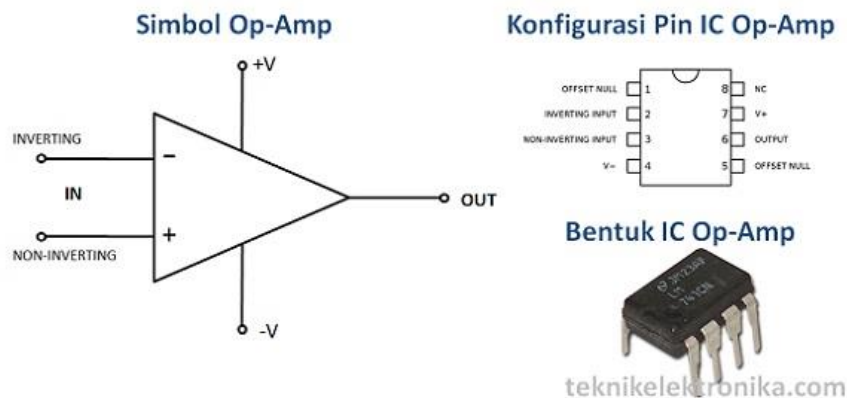
5. IC *Amplifier* (Penguat).

Operational Amplifier atau lebih dikenal dengan istilah *Op-Amp* adalah salah satu dari bentuk IC Linear yang berfungsi sebagai Penguat Sinyal listrik. Sebuah *Op-Amp* terdiri dari beberapa Transistor, Dioda, Resistor dan Kapasitor yang terinterkoneksi dan terintegrasi sehingga memungkinkannya untuk menghasilkan *Gain* (penguatan) yang tinggi pada rentang frekuensi yang luas. Dalam bahasa Indonesia, *Op-Amp* atau *Operational Amplifier* sering disebut juga dengan Penguat Operasional.

Op-Amp umumnya dikemas dalam bentuk IC, sebuah IC *Op-Amp* dapat terdiri dari hanya 1 (satu) rangkaian *Op-Amp* atau bisa juga terdiri dari beberapa rangkaian *Op-Amp*. Jumlah rangkaian *Op-Amp* dalam satu kemasan IC dapat dibedakan menjadi *Single Op-Amp*, *dual Op-Amp* dan *Quad Op-Amp*. Ada juga IC yang didalamnya terdapat rangkaian *Op-Amp* disamping rangkaian utama lainnya.

Sebuah rangkaian *Op-Amp* memiliki dua input (masukan) yaitu satu *Input Inverting* dan satu *Input Non-inverting* serta memiliki satu *Output* (keluaran). Sebuah *Op-Amp* juga memiliki dua koneksi catu daya yaitu satu untuk catu daya positif dan satu lagi untuk catu daya negatif. Bentuk Simbol *Op-Amp* adalah Segitiga dengan garis-garis Input, Output dan Catu dayanya seperti pada gambar dibawah ini. Salah satu tipe IC *Op-Amp* yang populer adalah IC741.

a. Bentuk dan Simbol IC Op-Amp



Gambar 7. 11. Bentuk dan Simbol IC Op-Amp

Sumber: <http://teknikelektronika.com/pengertian-op-amp-operational-amplifier/>

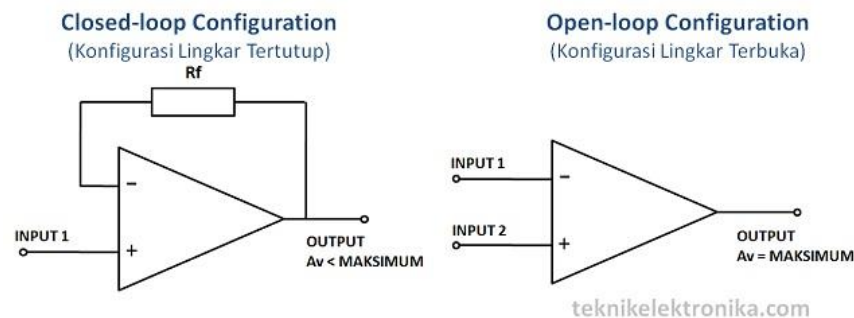
Terminal yang terdapat pada Simbol Op-Amp (Operational Amplifier/penguat operasional) diantaranya adalah :

- Masukan non-pembalik (Non-Inverting) +;
- Masukan pembalik (Inverting) -;
- Keluaran Vout;
- Catu daya positif +V;
- Catu daya negatif -V;

b. Karakteristik *Op-Amp* (Operational Amplifier)

Karakteristik Faktor Penguat atau *Gain* pada Op-Amp pada umumnya ditentukan oleh Resistor Eksternal yang terhubung diantara Output dan Input pembalik (*Inverting Input*). Konfigurasi dengan umpan balik negatif (*Negative Feedback*) ini biasanya disebut dengan *Closed-Loop configuration* atau Konfigurasi Lingkaran Tertutup. Umpan balik negatif ini akan menyebabkan penguatan atau gain menjadi berkurang dan menghasilkan penguatan yang dapat diukur serta dapat dikendalikan. Tujuan pengurangan *Gain* dari *Op-Amp* ini adalah untuk menghindari terjadinya *Noise* yang berlebihan dan juga untuk menghindari respon yang tidak diinginkan. Sedangkan pada Konfigurasi Lingkaran Terbuka atau *Open-Loop Configuration*, besar penguatannya adalah tak terhingga (∞)

sehingga besarnya tegangan output hampir atau mendekati tegangan V_{cc} .



Gambar 7. 12. Konfigurasi *Op-Amp* (*Closed loop and Open Loop*)

Sumber: <http://teknikelektronika.com/pengertian-op-amp-operational-amplifier/>

Secara umum, *Operational Amplifier (Op-Amp)* yang ideal memiliki karakteristik sebagai berikut :

- Penguatan Tegangan *Open-loop* atau $A_v = \infty$ (tak terhingga);
- Tegangan Offset Keluaran (*Output Offset Voltage*) atau $V_{oo} = 0$ (nol);
- Impedansi Masukan (*Input Impedance*) atau $Z_{in} = \infty$ (tak terhingga);
- Impedansi Output (*Output Impedance*) atau $Z_{out} = 0$ (nol);
- Lebar Pita (*Bandwidth*) atau $BW = \infty$ (tak terhingga);
- Karakteristik tidak berubah dengan suhu.

Pada dasarnya, kondisi *Op-Amp* ideal hanya merupakan teoritis dan hampir tidak mungkin dicapai dalam kondisi praktis. Namun produsen perangkat *Op-Amp* selalu berusaha untuk memproduksi *Op-Amp* yang mendekati kondisi idealnya ini. Oleh karena itu, sebuah *Op-Amp* yang baik adalah *Op-Amp* yang memiliki karakteristik yang hampir mendekati kondisi *Op-Amp* Ideal.

B. Keterampilan yang diperlukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen IC

1. Mengidentifikasi IC Pewaktu (Timer);
2. Mengidentifikasi IC Comparator (pembanding);
3. Mengidentifikasi *IC Logic gates* (Gerbang Logika);
4. Mengidentifikasi *IC Switching Voltage Regulators* ;
5. Mengidentifikasi *IC Amplifier* (Penguat);

C. Sikap Kerja yang diperlukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen IC

Harus bersikap secara:

1. cermat dan teliti dalam membaca dan mengidentifikasi komponen IC;
2. taat asas dalam mengaplikasikan langkah-langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan dalam membaca dan mengidentifikasi komponen IC;
3. berpikir analitis serta evaluatif waktu membaca dan mengidentifikasi komponen IC.

DAFTAR PUSTAKA

A. Buku Referensi

1., 1984. Analogtechnik – Lehrermappe, Bremen: verbesserte Auflage
2. Gene McWhorter & Alvis J. Evans, 2004. Basic Electronics
3. J.Jenkins & W.H. 1971. Jarvis Basic Principles of Electronics - Vol 2 Semiconductors Pergamon
4. KEPUTUSAN MENTERI TENAGA KERJA DAN TRANSMIGRASI REPUBLIK INDONESIA, NOMOR : KEP. 249 / MEN / IX / 2009, TENTANG PENETAPAN SKKNI SEKTOR INDUSTRI PENGOLAHAN SUB SEKTOR INDUSTRI RADIO, TELEVISI, DAN PERALATAN KOMUNIKASI SERTA PERLENGKAPANNYA BIDANG AUDIO VIDEO
5. Manfred Frohn, 1985. Elektronik II Bauelemente Lehrbuch. Muenchen: Richard Pflaum Verlag KG
6. Safa Kasap, 2005. Principles of Electronic Materials and Devices

B. Referensi Lainnya

1. <http://www.nulis-ilmu.com/2015/09/prinsip-kerja-dioda-varactor.html>
2. <http://teknikelektronika.com/prinsip-kerja-pengertian-dioda-varactor-varicap/>
3. <http://www.circuitstoday.com/cmos-complimentary-mosfet>
4. <http://elektronika-dasar.web.id/fet-sebagai-penguat-sinyal-lemah/>
5. <https://www.elprocus.com/cmos-working-principle-and-applications/>
6. <https://www.westfloridacomponents.com/blog/transistors-what-is-the-difference-between-bjt-fet-and-mosfet/>
7. <http://www.radio-electronics.com/info/rf-technology-design/am-reception/diode-detector-demodulator.php>
8. <http://www.electronics-tutorials.ws/power/thyristor-circuit.html>

9. <https://www.quora.com/Why-is-TRIAC-used-in-power-electronics>
10. <http://teknikelektronika.com/pengertian-mengenal-ic-555-ic-timer-konfigurasi-kaki-ic555/>
11. <http://doktertech.blogspot.co.id/2010/10/pembanding-op-amp-comparator.html>
12. <http://teknikelektronika.com/pengertian-op-amp-operational-amplifier/>
13. http://www.globalspec.com/learnmore/semiconductors/power_management_chips/ic_switching_voltage_regulators

DAFTAR ALAT DAN BAHAN

A. Daftar Peralatan / Mesin

No.	Nama Peralatan/Mesin	Keterangan
1.	LCD Projector	Untuk di ruang teori
2.	Laptop	
3.	Multimeter	
4.	Oscilloscope	
5.	Audio Function Generator	
6.	Powersupply DC	
7.		

B. Daftar Bahan

No.	Nama Bahan	Keterangan
1.	Komponen elektronika aktif	
2.	Modul aplikasi komponen elektronika aktif	
3.	Project board dan pendukungnya	
4.		
5.		

DAFTAR PENYUSUN

No.	Nama	Profesi
1.	Rugianto, SPd., MT.	Widyaiswara Teknik Elektronika

**PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
BIDANG OTOMOTIF DAN ELEKTRONIKA**

Jl. Teluk Mandar, Arjosari Tromol Pos 5 Malang 65102

Telp. (0341) 491239, 495849 Fax. (0341) 491342

e-mail : pppptk.boe@kemdikbud.go.id

website : www.vedcmalang.com