BAB II

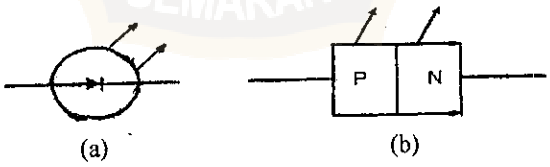
DASAR TEORI

2.1 Detektor Asap

Untuk mendeteksi adanya asap dibutuhkan detektor asap yang terdiri dari sumber cahaya sebagai pemancar cahaya dan sensor cahaya sebagai penerima berkas cahaya yang terhalang apabila asap tersebut melalui rangkaian detektor. Banyak sekali sensor cahaya yang dapat digunakan misalnya fotoresistor, fotodioda, sel surya, fototransistor, fotodarlington, fototiristor.

2.1.1 Sumber Cahaya

Sumber cahaya seperti lampu filamen *wolfram*, lampu *fluorescent* dan lampu *neon* biasanya dirancang unutk menghasilkan cahaya. Sumber cahaya semikonduktor adalah alat dengan sambungan p-n yang mengeluarkan cahaya kalau diberi prategangan maju. Alat ini disebut LED *(light emitting diodes)* (Woollard, 1993). Simbol sirkuitnya diperlihatkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 (a) Simbol LED (b) Susunan LED (Depari,1992)

Karena LED merupakan dioda dengan sambungan p-n, karakteristik elektrisnya sama dengan dioda normal yaitu mengkonduksi arus bila diberi

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

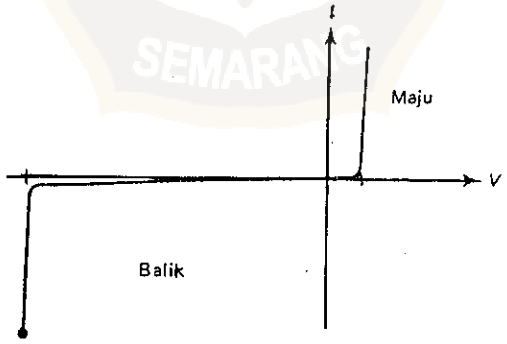
prategangan maju dan menyekat aliran arus jika diberi prategangan balik, tetapi juga menghasilkan energi cahaya (dalam bentuk foton) secara efisien kalau diberi prategangan maju (Woollard,1993).

Sumber cahaya semikonduktor dibuat dalam berbagai ukuran panjang gelombang sehingga secara teoretis dapat diberi berbagai tanda warna.

Tabel 2-1 Jenis-jenis bahan LED (Loveday, 1992)

Bahan	Warna	Panjang Gelombang
Galium arsenida fosfida (GaAsP)	Merah	0,65 μm
Galium fosfida (GaP)	Hijau (merah)	0,56 μm
Galium indium fosfida (GaInP)	Kuning	

Penggambaran kurva karakteristik LED seperti penggambaran kurva karakteristik dioda semikonduktor lainnya yaitu grafik antara tegangan LED dan arus yang melalui LED. Gambar kurva karakteristik LED terlihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Kurva karakteristik LED (Malvino, 1986)

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

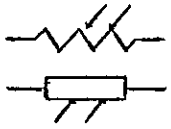
Dalam banyak aplikasi elektronik, LED juga mengeluarkan cahaya inframerah yang tidak dapat dilihat oleh mata. LED inframerah dapat digunakan dalam sistem tanda bahaya pencurian serta penerapan-penerapan lain yang memerlukan radiasi tidak tampak (Malvino, 1986).

2.1.2 Fotoresistor

Fotoresistor adalah detektor yang berguna untuk penerapan kecepatan tanggap rendah dan menengah. Kecepatan tanggap fotoresistor tidak tinggi dan memerlukan waktu beberapa puluh milidetik untuk mencapai tahanan yang baru bila intensitas cahaya diubah secara mendadak. Fotoresistor juga disebut LDR *(light dependent resistor)*.

Bahan fotoresistor yang banyak digunakan adalah *cadmium sulfida* (CdS) sebab mempunyai tahanan jenis yang tinggi yang berarti hanya mempunyai konsentrasi elektron yang kecil sekali jika tidak kena cahaya. Akan tetapi, bila kena cahaya akan banyak sekali menurunkan tahanan jenisnya.

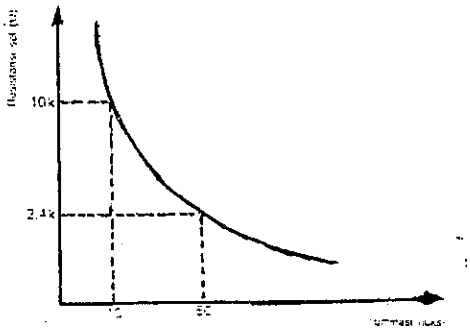
Kepekaan maksimum *cadmium sulfida* adalah sebesar λ = 507 nm yang sesuai dengan kepekaan mata manusia (Depari, 1992). Simbol sirkuit untuk fotoresistor diperlihatkan oleh gambar 2.3.



Gambar 2.3 Simbol fotoresistor (Woollard, 1993)

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Besar tahanan fotoresistor dalam keadaan gelap mencapai jutaan ohm dan turun sampai beberapa ratus ohm dalam keadaan terang. Fotoresistor dapat digunakan dalam suatu jaringan kerja pembagi potensial yang menyebabkan terjadinya perubahan tegangan kalau sinar yang datang berubah intensitasnya (Woollard, 1993). Karakteristik fotoresistor dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Karakteristik fotoresistor (Loveday, 1992)

2.1.3 Fotodioda

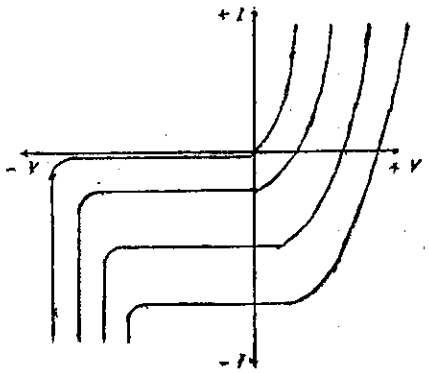
Fotodioda merupakan dioda dengan sambungan p-n yang dirancang untuk beroperasi bila diberi prategangan balik. Simbol fotodioda dapat dilihat pada gambar 2.5.

Gambar 2.5 Simbol fotodioda (Depari, 1992)

Ketika energi cahaya dengan panjang gelombang yang benar jatuh pada sambungan fotodioda, arus mengalir dalam sirkuit eksternal. Alat ini kemudian bekerja sebagai generator arus yang arusnya sebanding dengan intensitas

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

cahaya itu. Silikon merupakan bahan yang paling banyak digunakan untuk fotodioda dan memberikan waktu reaksi sebesar 1 ns (Woollard, 1993). Karakteristik fotodioda dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6. Karakteristik fotodioda (Woollard, 1993)

2.1.4 Sel Surya

Sel surya adalah penerapan khusus dioda silikon untuk mengubah energi cahaya menjadi energi listrik sehingga digunakan sebagai pembangkit listrik tenaga matahari. Simbol sel surya adalah seperti pada gambar 2.7.

Gambar 2.7. Simbol sel surya (Depari, 1992)

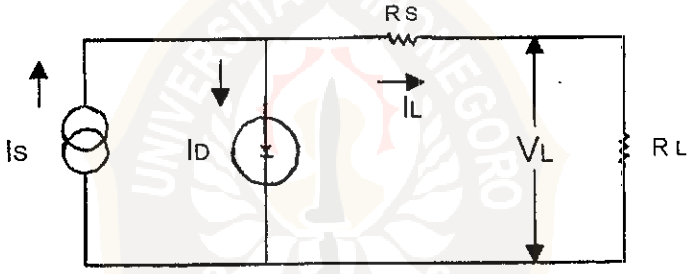
Biasanya sel surya adalah dioda silikon dengan material tipe p yang dibuat tipis agar bila terkena cahaya matahari dapat mencapai lapisan pengosongan. Bila prategangan pada dioda sama dengan 0 maka akan terjadi medan listrik pada lapisan pengosongannya yang arahnya dari material tipe n ke material tipe p sehingga mencegah terjadinya difusi.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Pada material tipe p yang tipis pada dioda tersebut bila disinari cahaya maka mengakibatkan terjadinya foto generasi pasangan lubang elektron. Apabila intensitas cahaya yang menyinari dioda cukup kuat, maka pasangan lubang elektron cukup banyak sehingga seperti diberi prategangan maju.

Dalam hal ini dioda bekerja sebagai pembangkit listrik tenaga cahaya dan disebut sel surya *(solar cell)* karena tenaga cahaya itu berasal dari matahari. Kepekaan maksimum sel surya terjadi pada $\lambda = 764$ nm.

Model sebuah sel surya adalah seperti pada gambar 2.8 dimana besarnya sumber arus I_s berbanding lurus dengan intensitas cahaya dan R_s adalah tahanan semikonduktor.

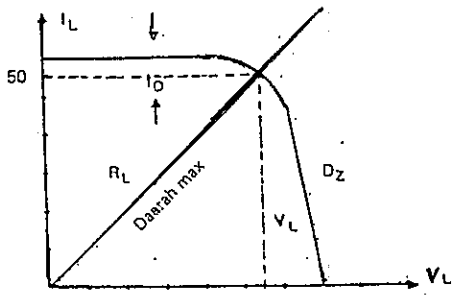


Gambar 2.8. Model sel surya (Depari, 1992)

Pada gambar 2.8, jika $R_S = 0$ dan $R_L = 0$, maka $I_L = I_S$. Akan tetapi, jika $R_L =$ tak terhingga dan R_S tetap nol maka $V_L = V_D$.

Pada intensitas yang tetap besarnya dan I_L serta V_L diukur dengan menggunakan alat ukur dengan berbagai harga R_L, maka karakteristiknya adalah seperti pada gambar 2.9, yaitu kurva V_L *versus* I_L (Depari, 1992).

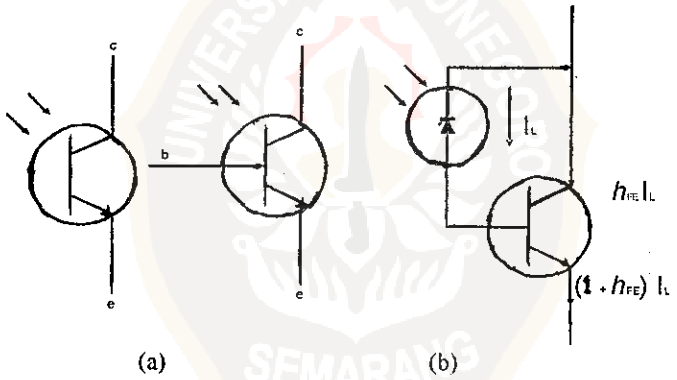
This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar 2.9 Karakteristik sel surya (Depari, 1992)

2.1.5 Fototransistor

Fototransistor tidak mensuplai arus basis eksternal untuk menjalankan transistor melainkan fotodioda yang ada diantara basis dan kolektor dipergunakan sebagai sumber arus. Simbol sirkuit dan sirkuit untuk fototransistor tampak pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 (a) Simbol sirkuit fototransistor (b) Sirkuit fototransistor (Woollard, 1993)

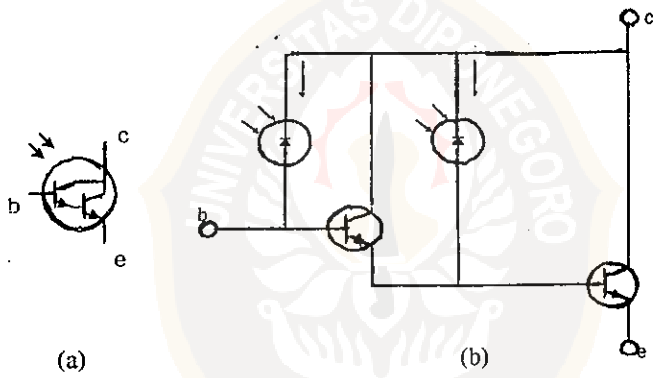
Secara efektif transistor mengamplifikasi arus fotodioda dengan arus yang dicapainya (h_{FE}). Arus fotodioda dalam keadaan gelap juga diamplifikasi oleh h_{FE}, yang berarti bahwa kebocoran arus fototransistor lebih besar dari pada kebocoran arus transistor silikon konvensional.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Kalau fototransistor dipakai untuk mendeteksi tingkatan cahaya berintensitas amat rendah, pengaruh arus dalam keadaan gelap dapat dikurangi denga cara mempertahankan prategangan maju yang ringan pada sambungan kolektor–basis.

2.1.6 Fotodarlington

Pada dasarnya fotodarlington sama dengan fototransistor, akan tetapi kemampuanya jauh lebih tinggi (biasanya h_{FE1} x h_{FE2} = 10.000). Hal ini disebabkan oleh hubungan transistor yang menurun seperti air terjun (Woollard, 1993). Simbol sirkuitnya dan sirkuitnya diperlihatkan oleh gambar 2.11.

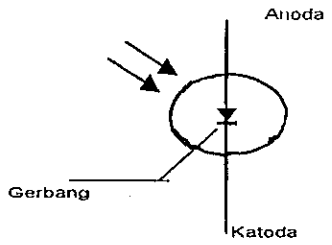


Gambar 2.11 (a) Simbol sirkuit fotodarlington (b) Sirkuit fotodarlington (Woollard, 1993)

2.1.7 Fototiristor

Fototiristor mirip dengan tiristor silikon p-n-p-n biasa, akan tetapi daerah sebuah sambungan kolektornya diperluas untuk memungkinkan terpacunya alat itu oleh energi cahaya (Woollard, 1993). Simbol sirkuit fototiristor tampak pada gambar 2.12.

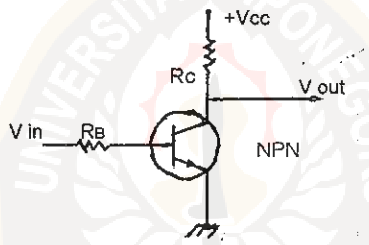
This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar 2.12 Simbol sirkuit fototiristor (Woollard, 1993)

2.2 Transistor sebagai Saklar

Transistor dapat difungsikan sebagai saklar dengan mengoperasikan pada dua keadaan yang dimiliki yaitu keadaan saturasi (jenuh) dan keadaan putus *(cut-off)*. Keadaan saturasi dianggap sebagai saklar yang tertutup dan keadaan putus dianggap sebagai saklar yang terbuka (Malvino,1994).



Gambar 2.13 Transistor sebagai Saklar (Malvino,1994)

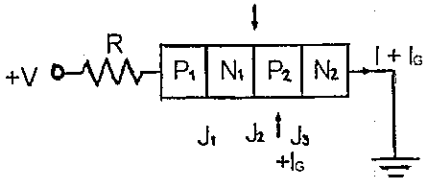
Jika tegangan masukan V_{in} pada basis sama dengan nol maka transistor berada pada keadaan putus *(cut-off)*, sehingga tegangan keluaran transistor pada kolektor mendekati V_{cc}. Dalam keadaan ini transistor dianggap sebagai saklar terbuka.

Jika tegangan masukan V_{in} pada basis dinaikkan maka transistor menuju keadaan jenuh (saturasi), sehingga tegangan pada kolektor mendekati nol. Dalam keadaan ini transistor dianggap sebagai saklar yang tertutup.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

2.3 Tiristor

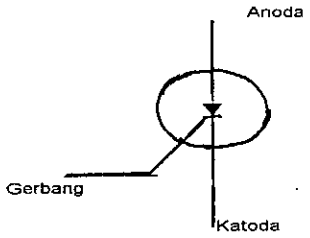
Tiristor adalah penyearah yang tersusun dari material silikon dengan terminal ke tiga yang digunakan untuk tujuan pengontrolan. Tiristor dipakai dalam rangkaian pengendalian daya. Skema tiristor daya menengah diperlihatkan pada gambar 2.14.



Gambar 2.14 Diagram skema tiristor (Depari. 1992)

Sebuah tiristor pada dasarnya terbuat dari tiga elektroda dari jenis semikonduktor empat lapis p-n-p-n. Nama dari ketiga elektroda tersebut adalah anoda (A), *gate* (G) dan katoda (K). Sambungan gerbang ke daerah p_2 mengalihkan dari keadaan tidak menghantar ke keadaan menghantar.

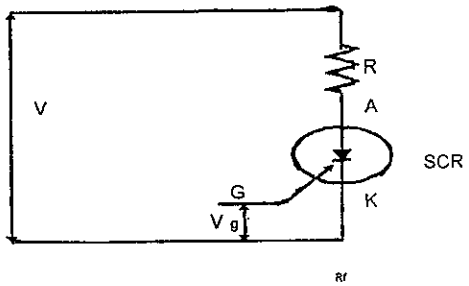
Sekali disulut maka tiristor akan terus hidup, kecuali kalau arus yang mengalirinya diturunkan sampai di bawah harga arus penahan atau tiristor dipanjar terbalik (Loveday, 1992). Simbol sirkuit tiristor diperlihatkan oleh gambar 2.15.



Gambar 2.15 Simbol sirkuit tiristor (Woollard, 1993)

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Simbol itu mirip dengan dioda, tetapi memiliki terminal tambahan yang disebut gerbang. Tiristor dapat dikontrol ketika berkonduksi. Inilah yang membuat tiristor menjadi silikon pengkoreksi yang dapat dikontrol atau *Silicon Controlled Rectifier* (SCR) (Woollard, 1993).



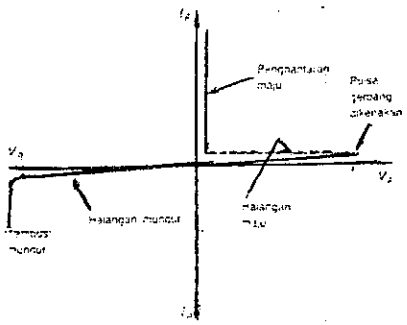
Gambar 2.16 Kerja tiristor (Depari, 1992)

Jika tegangan V di bawah tegangan penghalang maju maka hanya arus bocor kecil yang mengalir. Di bawah tegangan penghalang maju, tiristor memberikan tahanan yang sangat tinggi terhadap arus yang mengalir. Apabila tegangan V sampai jauh melebihi tegangan penghalang maju maka tiristor berubah dari keadaan tidak menghantar menjadi keadaan menghantar.

Pada keadaan menghantarkan arus, tiristor menunjukkan tahanan dinamis yang rendah sehingga arus mengalir dari anoda ke katoda.

Di bawah tegangan penghalang maju, jika gerbang dibuat positif terhadap katoda, maka arus mengalir melalui peralatan sehingga arus anoda mengalir semakin besar, bergantung pada tegangan V dan tahanan R dari rangkaian anoda (Depari, 1992). Karakteristik V-I dari tiristor dapat diperlihatkan pada gambar 2.17.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar 2.17 Karakteristik V-I tiristor (Loveday, 1992)

2.4 Multivibrator

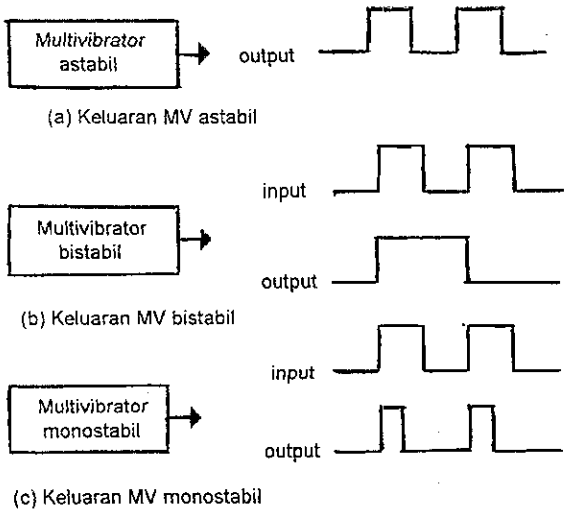
Multivibrator (MV) adalah rangkaian pembangkit pulsa yang menghasilkan keluaran gelombang siku-siku. Multivibrator diklasifikasikan menjadi multivibrator *astabil*, *bistabil* dan *monostabil*.

Multivibrator *astabil* disebut juga dengan multivibrator bergerak bebas. MV *astabil* tidak memerlukan sinyal *input* tersendiri dan memproduksi deretan gelombang siku-siku yang kontinu pada *output*-nya.

Multivibrator *bistabil* disebut juga *flip flop*. MV *bistabil* selalu mempunyai dua keadaan operasi yang stabil. Kalau diberikan suatu sinyal *input*, *output* berubah dari satu keadaan operasi stabil ke keadaan yang lain.

Multivibrator *monostabil* disebut juga multivibrator satu pulsa. Pemberian sinyal *input* menyebabkan *output* berubah ke suatu keadaan lain yang pada hakikatnya stabil. *Output* tetap berada dalam keadaan seperti itu selama beberapa waktu, setelah itu *output* kembali ke keadaan semula (Woollard,1993).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar 2.18 Keluaran multivibrator (Tokheim, 1994)

Multivibrator *astabil* adalah multivibrator yang mengeluarkan pulsa kontinu. Karakteristik dari multivibrator *astabil* adalah frekuensi, waktu putaran, stabilitas frekuensi dan bentuk gelombang yang mantap.

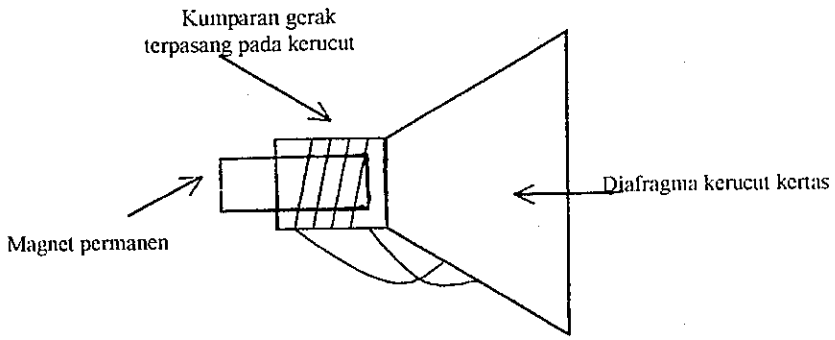
2.5 Pengeras Suara

Pengeras suara yang paling umum digunakan adalah pengeras suara kumparan bergerak jenis kerucut. Ketika arus mengalir melalui kumparan, akan timbul gaya di antara kumparan dan magnet permanen sehingga kumparan akan tertarik ke dalam atau ke luar oleh magnet, tergantung pada arah arus dalam kumparan dan polaritas magnetnya.

Karena ujung kumparan dipasang pada dua buah titik pada diafragma kertas maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma bolak-balik bersamanya, sehingga menimbulkan getaran udara yang diperlukan untuk

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

menghasilkan suara. Kawat lentur pada kedua titik membawa arus sinyal AC *(Alternating Current)* ke kumparan. Impedansi ini berkisar dari 3 Ω sampai 100 Ω atau lebih (Weems,1988).



Gambar 2.19 Kontruksi pengeras suara (Weems,1988)

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)