

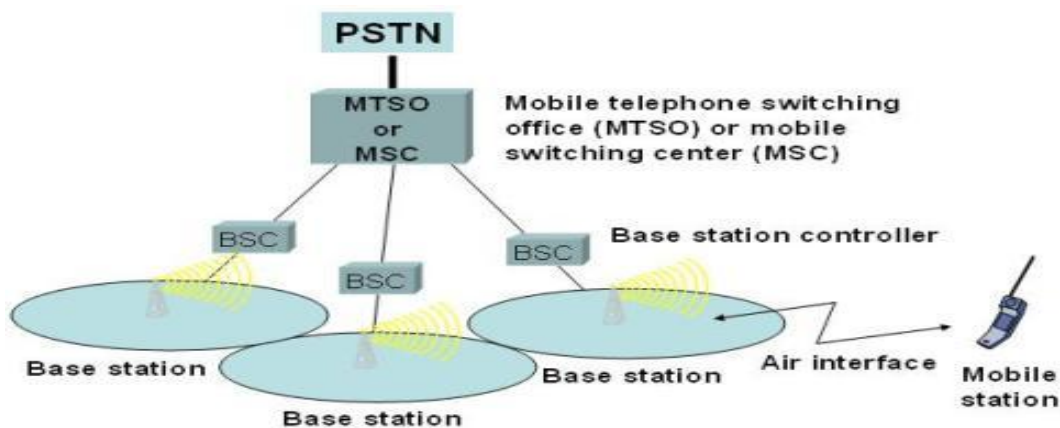
BAB II DASAR TEORI

2.1 SISTEM KOMUNIKASI BERGERAK^[1]

Keberadaan sistem radio seluler disebabkan karena adanya kebutuhan untuk menyediakan layanan telepon bergerak secara nasional. Sistem komunikasi bergerak adalah bentuk komunikasi *modern* yang ditunjukkan untuk menggantikan telepon rumah yang masih menggunakan kabel.

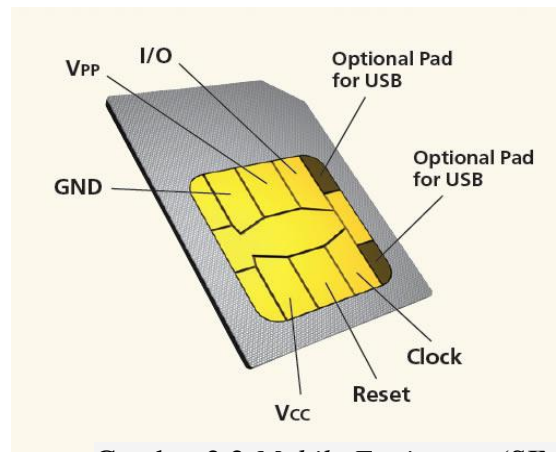
Telepon genggam atau sering disebut dengan *handphone* atau juga ponsel yang artinya perangkat telekomunikasi elektronik yang mempunyai kemampuan dasar seperti telepon rumah namun ponsel ini lebih praktis karna tidak memerlukan jaringan telepon dengan kabel selain itu ponsel itu sendiri umumnya juga berfungsi untuk mengirim dan menerima pesan singkat atau disebut *short message service* (SMS). Kemajuan teknologi yang begitu luar biasa membuat banyak perusahaan berlomba untuk menciptakan produk *handphone* dengan berbagai model dan begitu banyak fitur-fitur yang ditawarkan.

Pada sistem komunikasi ini memberikan jasa layanan dan memberikan mobilitas yang baik pada *user* atau MS. Disebut sistem komunikasi bergerak karena daerah layanannya dibagi-bagi menjadi daerah yang kecil-kecil yang disebut *cell*. Satu *cell* merupakan area cakupan atau *coverage area* dari satu *Base Station* (BS). Sifat dari sistem komunikasi ini yaitu pelanggan mampu bergerak secara bebas di dalam area layanan sambil berkomunikasi tanpa terputusnya dalam bertelekomunikasi.



Gambar 2.1 Arsitektur sistem seluler

Station (MS) adalah terminal yang dipakai oleh pelanggan untuk melakukan proses komunikasi. *Mobile Station* terdiri dari *Mobile Equipment* (ME) dan *Subscriber Identification Module* (SIM).

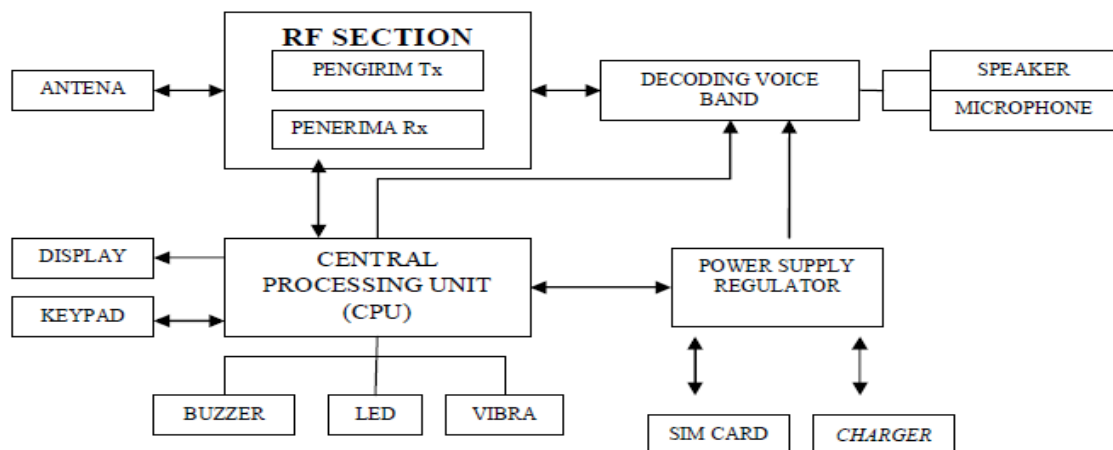
Gambar 2.2 *Mobile Equipment (SIM)*

Mobile Equipment merupakan terminal *tranceiver* dengan diidentifikasi MEI tertentu. SIM adalah sebuah *smart card* yang berisi *wichh storse* seluruh informasi *user* dan beberapa *featur* dan *Mobile Equipment*. Data SIM dilindungi oleh sebuah mekanisme PIN (*Personal Identity Number*) yang dimiliki oleh *user*. ME tidak akan terhubung tanpa SIM *card*, oleh karena itu apabila *Mobile Equipment* akan digunakan harus menggunakan SIM *card* agar dapat digunakan semestinya

2.2 PERANGKAT MOBILE STATION

Mobile Station merupakan perangkat pada pelanggan yang menggunakan sistem DTMF (*Dual Tone Multi Frekuensi*) yaitu pengiriman data dengan dua kombinasi frekuensi. MS memungkinkan pelanggan untuk menjelajah area layanan melalui *base station* dimana pelanggan berada.

Komponen yang terdapat pada perangkat MS berupa *handphone* dapat diklasifikasikan menjadi dua bagian yaitu komponen *internal* dan *eksternal*.

Gambar 2.3 Skema dasar *hardware handphone*

2.2.1 Bagian Internal handphone^[2]

a. Rangkaian *Transmitter* (Tx)

Rangkaian *transmitter* berfungsi untuk mentransmisikan atau mentransfer data melalui *infra red*. *Infra red* merupakan jembatan data yang menghubungkan *handphone* dengan komponen yang lain

b. Rangkaian *Receiver*

Rangkaian *receiver* berfungsi sebagai penyaring sinyal yang diterima ponsel dari *Base Transceiver System* (BTS) *operator*.

c. IC *power supply*

IC *Power supply* berfungsi sebagai pengatur tegangan (*regulator power supply*) dari baterai ke seluruh rangkaian komponen sesuai dengan kebutuhan masing-masing komponen yang dipasokan. *Power supply* juga berfungsi sebagai *charging* otomatis (*automatic charging*). Jika baterai terisi penuh, secara otomatis IC akan memutuskan tegangan yang diperoleh dari *charger* sehingga ponsel tidak kelebihan *power supply*.

d. ICPA (*Internal Circuit Power Amplifier*)

ICPA berfungsi sebagai penguat sinyal dan pengiriman data ke *operator* yang menandakan bahwa nomor *ringtone* telah aktif. Komponen ini merupakan kesatuan berupa IC (*integrated Circuit*) yang juga berfungsi sebagai *power transmit* yakni mengirim energi gelombang elektromagnetik ke *operator* sekaligus mengunci agar tetap tersambung ICPA bekerja pada saat menghidupkan ponsel dan melakukan panggilan

e. Antena

Antena berfungsi sebagai penerima sinyal gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh *operator*.

f. *Switch* antena

Switch antena berfungsi sebagai pengirim dan penerima gelombang elektromagnetik. Dengan teknologi *full duplexer* berupa *switch* antena pada *handphone* akan dapat melakukan komunikasi dua arah. *Duplexer* merupakan penyesuaian antara antena dan RF (*Radio Frekuensi*)/PA.

g. IF IC (*RF Processor*)

Merupakan komponen pengolah sinyal yang masuk maupun keluar dan memperkuat sinyal pada selisih frekuensi. Fungsi lainnya adalah sebagai *mixer* dan *detektor*. Sebagai *mixer* yaitu mencampurkan sinyal *operator* dengan sinyal

ponsel. Sebagai *detector* yaitu memangkas sinyal pembawa dan sinyal *audio* yang kemudian dialirkan ke IC *audio* sehingga terjadi selisih.

h. IC *Audio*

IC *audio* berfungsi memperbesar gelombang suara serta mengubah getaran dari digital ke analog atau sebaliknya. Fungsi IC *audio* adalah sebagai *pulse code modulation* (PCM). Kerusakan pada IC *audio* dapat menyebabkan suara menjadi kecil.

2.2.2 Bagian External handphone

1. *Keyboard/keypad*

Keyboard/keypad adalah alat perintah kepada sistem *baseband*, dimana perintah-perintah tersebut untuk meng-*input alfanumeric* dan grafis



Gambar 2.4 contoh dari *keypad handphone*

2. *Microphone*

Digunakan untuk *input* suara yang dihasilkan oleh suara manusia kemudian akan dirubah menjadi gelombang elektromagnetik untuk diteruskan kepada sistem *audio processor*.



Gambar 2.5 *Microphone*

3. Speaker

Output pada audio processor masih berbentuk gelombang elektromagnetik dan akan diteruskan *kepada earpiece / speaker* untuk diubah menjadi getaran suara yang akan merambat pada udara agar dapat didengar oleh telinga manusia



Gambar 2.6 *Speaker*

4. LCD

LCD merupakan alat media informasi yang berbentuk tampilan layar pada ponsel. LCD terdapat berbagai macam model, perkembangan saat ini banyak ponsel keluaran China menggunakan LCD model *Touch Screen* atau umumnya disebut *handphone* layar sentuh.



Gambar 2.7 LCD VENERA (TM 018FD16 FP-2)

5. *Buzzer*

Buzzer berfungsi untuk mengubah gelombang elektromagnetik yang diberikan oleh base band menjadi gelombang suara yang merambat pada udara dimana gelombang tersebut akan terdengar oleh manusia sebagai musik tanda telepon masuk atau SMS masuk.



Gambar 2.8 bentuk *Buzzer*

6. Konektor baterai

Konektor baterai berfungsi untuk menghubungkan mesin ponsel dengan baterai.



Gambar 2.9 Konektor baterai

7. Sim reader

Sim *card reader* berfungsi untuk mengkoneksikan mesin ponsel dengan kartu sim.



Gambar 2.10 Sim *card reader*

8. Plugin

Plugin berfungsi untuk mengkoneksikan mesin ponsel dengan trafo *charge, handsfree*.



Gambar 2.11 *Plugin*

9. Infra red

Infra red dapat difungsikan sebagai media pengiriman data ataupun penerimaan data, prosesnya yaitu dengan menggunakan signal *infra* merah ponsel dapat di koneksikan dengan komputer ataupun kepada ponsel lain.



Gambar 2.12 *Infra red*

10. Kamera

Kamera fungsinya untuk mengambil gambar, baik gambar diam maupun gambar bergerak.



Gambar 2.13 Kamera

11. Vibrator

Vibrator merupakan motor listrik (dinamo) yang mempunyai bandul yang tidak seimbang. Disaat bandul tersebut berputar dengan cepat, maka akan menghasilkan getaran lembut yang akan terasa oleh manusia



Gambar 2.14 *Vibrator*

12. LED (*Light Emitting Diode*)

Berfungsi sebagai penerangan pada layar tampilan (LCD) juga pada *keypad*. LED merupakan dioda yang akan menghasilkan cahaya jika diberi muatan listrik oleh *baseband*.



Gambar 2.15 LED

13. Baterai *handphone*

Sebagai alat penyuplai arus ke rangkaian elektronika yang ada di *handphone*. Tegangan yang terdapat dalam baterai biasanya berkisar 3,8 V. Adapun jenis jenis baterai tersebut ialah :

1. NiCD (*Nickel Cadmium*)^[3]

Baterai jenis ini merupakan baterai yang pertama beredar. karna kapasitasnya yang besar, baterai ini cocok untuk ponsel layang bertenaga besar. Sesuai dengan ukuran ukuran dan kapasitasnya proses pengisian ulanganya juga cukup merepotkan. Untuk baterai baru, *charger* selama 12 jam non stop. Selanjutnya, pengisian ulang bisa dilakukan saat daya benar-benar habis. Karena baterai NiCD memiliki permanent *memory effect*, semakin lam kapasitasnya akan menurun jika pengisian belum kosong benar. Singkatan dari NiCD adalah merk dagang terdaftar dari *SAFT Corporation*, singkatan NiCD berasal dari simbol kimia dari nikel (Ni) dan kadmium CD.

a) Kelebihan

- Kelebihan baterai NiCD dibandingkan dengan jenis lainnya adalah kemampuannya dalam menangani beban tinggi.
- Baterai NiCD 5 kali lebih cepat di *charge* di bandingkan dengan baterai NiMH atau 20 kali lebih cepat di bandingkan dengan baterai Lithium

b) Kelemahan

- Kelemahan baterai ini dibanding dengan baterai *Lithium* adalah kapasitas simpan yang rendah, ratio daya atau berat yang lebih rendah. Selain itu baterai NiCD yang telah di *charge* dapat kosong sendiri (*Self discharging*) walaupun tidak dipakai. Sekitar 22% energinya hilang dalam 24 jam.
- Baterai NiCD yang sudah lemah tidak boleh langsung di *charge*.baterai harus dikosongkan dulu sampai benar-benar habis. Jika diisi lebih dari 10 jam dengan arus yang rendah akan cepat lemah baterai tidak bisa bekerja walaupun terisi penuh, hal ini terjadi karena pengendapan kristal logam pada elektroda negatif sehingga kapasitas baterai berkurang. Tahanan dalam meningkat sehingga terjadi *drop* tegangan pada saat di beban baterai hanya berfungsi sebentar.



Gambar 2.16 Baterai NiCd

2. NiMh (*Nickel Metal Hydride*)

Generasi kedua baterai isi ulang ini memiliki *memory effect* bersifat *temporary* jadi lebih *fleksibel* ketimbang jenis NiCD. Untuk pertama kali, bisa pengisian baterai paling tidak 12 jam tanpa perlu *discharge*, layaknya baterai NiCD. Untuk pengisian ulang tak perlu menunggu benar-benar habis, namun dengan konsekuensi akan terasa cepat habis. Namun hal ini hanya berlangsung sementara, saat habis isi kembali dan kemampuannya akan kembali normal lagi.

a) Kelebihan

- Baterai NiMH dapat menyimpan energi dua kali lebih banyak di bandingkan dengan baterai NiCD

b) kelemahan

- *self discharging* lebih kecil di bandingkan baterai NiCD, tergantung dari type sekitar 16% energi akan hilang dalam 24 jam
- cara *charging* yang salah akan mengakibatkan baterai tidak bekerja normal, meskipun baterai terisi penuh tetapi akan menyatakan habis walaupun digunakan sebentar.(tegangan terukur normal tapi langsung *drop* ketika di bebani). Keadaan ini disebut *lazy* baterai.



Gambar 2.17 Baterai NiMh

3. Li-Ion (Lithium ion)

Type baterai ini tanpa disertai *memory effect* seperti pada type baterai NiMH. Type baterai Li-Ion bisa mengisi ulang tanpa menunggu baterai habis. Namun dengan ukuran yang lebih kecil dan ringan, perlu dilakukan perawatan khusus. Untuk pengisian awal, lakukan sesuai petunjuk manual atau sampai lampu indikator baterai ponsel menandakan *full* atau penuh.

a) Kelebihan

- Kerapatan energi baterai Li-Ion mampu menyimpan energi tiga kali lebih banyak di dibandingkan dengan baterai NiCD.
- Baterai Li-Ion tidak memiliki *effect memory* maupun *lazy* baterai sehingga tidak perlu di kosongkan sebelum *charging*.
- *Self discharging* juga lebih kecil yaitu sekitar 10% dalam 24 jam.

b) Kelemahan

- Tahanan dalam baterai Li-Ion lebih tinggi dibandingkan dengan jenis baterai lainnya yaitu sekitar 200-250 mili Ohm. Akibatnya baterai cepat menjadi panas dan tegangannya *drop* jika di bebani terlalu berat.
- Elektrolit dalam baterai Li-Ion sangat reaktif, bocornya dapat mengakibatkan karat pada peralatan.
- *Lithium* sangat *reaktif*, bahan kimia di dalam baterai akan terurai dengan sendirinya dan setelah 2 tahun baterai menjadi tidak dapat digunakan lagi walaupun baterai tersebut di simpan saja.

4. LI-po (*Lithium Polymer*)

Baterai Li-po ini adalah jenis baterai generasi paling baru. Selain ramah lingkungan, keunggulan di atas baterai. Untuk perawatan jenis baterai ini tidak jauh beda dengan *Lithium Ion*. Namun, penanganannya harus ekstra hati-hati karena tekanan yang cukup keras bisa menyebabkan bentuk baterai berubah.

a) Kelebihan

- Elektrolit dalam baterai *Li Polymer* berbentuk padat dan tidak reaktif sehingga menyederhanakan *cassing* baterai.

- Baterai *Li Polymer* dapat dibuat dalam ukuran yang sangat tipis dan *fleksibel* sehingga cocok digunakan dalam peralatan berukuran mini.
- Dibandingkan dengan baterai *Li-Ion* dengan kapasitas yang sama, baterai *Li Polymer* bobotnya lebih ringan 10-15%.
- Sifat baterai *Lithium Polymer* yang *liquid* dengan tekanan yang cukup keras bisa menyebabkan baterai berubah.



Gambar 2.18 Baterai Li-Po

14. Charger

Sebagai pengisi arus pada baterai, merupakan hal yang tak terpisahkan dari *handphone*. perkembangannya kini Khusus untuk ponsel keluaran China *charger* satu ponsel bisa digunakan untuk *handphone* jenis lain.



Gambar 2.19 Charger

2.3 KOMPONEN DALAM RANGKAIAN

2.3.1 Resistor^[4]

Resistor Resistor adalah komponen elektronik dua kutub yang didesain untuk menahan arus listrik dengan memproduksi tegangan listrik di antara kedua kutubnya, nilai tegangan terhadap resistansi berbanding dengan arus yang mengalir.



Gambar 2.20 resistor dan lambang resistor

Resistor digunakan sebagai bagian dari jejaring elektronik dan sirkuit elektronik, dan merupakan salah satu komponen yang paling sering digunakan. Resistor dapat dibuat dari bermacam-macam kompon dan film, bahkan kawat resistansi.

Karakteristik utama dari resistor adalah resistansinya dan daya listrik yang dapat dihantarkan. Karakteristik lain termasuk koefisien suhu, desah listrik, dan induktansi.

Resistor dapat diintegrasikan kedalam sirkuit hibrida dan papan sirkuit cetak, bahkan sirkuit terpadu. Ukuran dan letak kaki bergantung pada desain sirkuit, kebutuhan daya resistor harus cukup dan disesuaikan dengan kebutuhan arus rangkaian agar tidak terbakar.

Resistor aksial biasanya menggunakan pola pita warna untuk menunjukkan resistansi. Resistor pasang-permukaan ditandas secara numerik jika cukup besar untuk dapat ditandai, biasanya resistor ukuran kecil yang sekarang digunakan terlalu kecil untuk dapat ditandai. Kemasan biasanya cokelat muda, cokelat, biru, atau hijau, walaupun begitu warna lain juga mungkin, seperti merah tua atau abu-abu.

Resistor awal abad ke-20 biasanya tidak diisolasi, dan dicelupkan ke cat untuk menutupi seluruh badan untuk pengkodean warna. Warna kedua diberikan pada salah satu ujung, dan sebuah titik (atau pita) warna di tengah memberikan digit ketiga. Aturannya adalah "badan, ujung, titik" memberikan urutan dua digit resistansi dan pengali desimal. Toleransi dasarnya adalah $\pm 20\%$. Resistor dengan toleransi yang lebih rapat menggunakan warna perak ($\pm 10\%$) atau emas ($\pm 5\%$) pada ujung lainnya.

Identifikasi empat pita adalah skema kode warna yang paling sering digunakan. Ini terdiri dari empat pita warna yang dicetak mengelilingi badan resistor. Dua pita pertama merupakan informasi dua digit harga resistansi, pita ketiga merupakan faktor pengali (jumlah nol yang ditambahkan setelah dua digit resistansi) dan pita keempat merupakan toleransi harga resistansi. Kadang-kadang terdapat pita kelima yang menunjukkan koefisien suhu, tetapi ini harus dibedakan dengan sistem lima warna sejati yang menggunakan tiga digit resistansi.

Tabel 2.1 Tabel nilai warna pada resistor

Warna	Pita pertama	Pita kedua	Pita ketiga (pengali)	Pita keempat (toleransi)	Pita kelima (koefisien suhu)
Hitam	0	0	$\times 10^0$		
Cokelat	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$ (F)	100 ppm
Merah	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$ (G)	50 ppm
Orange	3	3	$\times 10^3$		15 ppm
Kuning	4	4	$\times 10^4$		25 ppm
Hijau	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$ (D)	
Biru	6	6	$\times 10^6$	$\pm 0.25\%$ (C)	
Ungu	7	7	$\times 10^7$	$\pm 0.1\%$ (B)	
Abu-abu	8	8	$\times 10^8$	$\pm 0.05\%$ (A)	
Putih	9	9	$\times 10^9$		
Emas			$\times 10^{-2}$	$\pm 5\%$	
Perak			$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$	
kosong				$\pm 20\%$	

2.3.2 Kapasitor^[5]

Kapasitor adalah komponen elektronika yang dapat menyimpan muatan listrik. Struktur sebuah kapasitor terbuat dari 2 buah plat metal yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Bahan-bahan dielektrik yang umum dikenal misalnya udara vakum, keramik, gelas dan lain-lain. Jika kedua ujung plat metal diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan mengumpul pada salah satu kaki (elektroda) metalnya dan pada saat yang sama muatan-muatan negatif terkumpul pada ujung metal yang satu lagi. Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutup negatif dan sebaliknya muatan negatif tidak bisa menuju ke ujung kutup positif, karena terpisah oleh bahan dielektrik yang non-konduktif. Muatan elektrik ini "tersimpan" selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakinya. Di alam bebas, fenomena kapasitor ini terjadi pada saat terkumpulnya muatan-muatan positif dan negatif di awan.

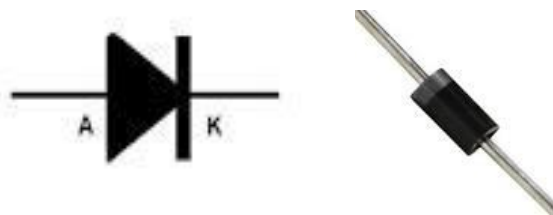


Gambar 2.21 bentuk fisik kapasitor

2.3.3 Dioda^[6]

Transistor Dioda adalah suatu bahan semikonduktor yang dibuat dari bahan yang disebut PN *Junction* yaitu suatu bahan campuran yang terdiri dari bahan positif (N *type*) dan bahan negatif (P *Type*) adalah bahan campuran yang terdiri dari germanium atau silikon dengan aluminium yang mempunyai sifat kekurangan elektron dan bersifat positif . bahan negatif adalah campuran yang terdiri dari germanium atau silikon dengan fosfor yang mempunyai kelebihan elektron dan bersifat negatif.^[3]

Apabila kedua bahan tersebut dipertemukan maka akan menjadi komponen aktif yang disebut Dioda. Komponen ini mempunyai dua buah kaki yaitu kaki Anoda dan Katoda



Gambar 2.22 Lambang dan Bentuk dioda

Pada dioda arus listrik hanya dapat mengalir dari kutub anoda ke kutub katoda sedangkan arus yang mengalir dari katoda akan ditahan oleh bahan katoda. Dengan prinsip kerja tersebut dioda mempunyai fungsi :

1. Penyearah arus dan tegangan listrik
2. Pengaman arus dan tegangan listrik
3. Pemblokir arus dan tegangan listrik

Berikut ini dijelaskan beberapa hal yang berkaitan dengan dioda:

a. Sifat dioda

Sebagai pendekatan pertama bisa dikatakan bahwa dioda mengijinkan arus untuk mengalir ke satu arah saja. Ketika anoda mendapatkan tegangan yang lebih

positif daripada katoda, maka arus bisa mengalir dengan bebas. Dalam situasi ini dikatakan dioda dibias maju. Kalau tegangan dibalikkan, berarti katoda positif terhadap anoda, arus tidak bisa mengalir kecuali suatu arus yang sangat kecil. Dalam situasi ini dikatakan dioda dibias balik atau dibias mundur. Arus yang mengalir ketika dioda dibias balik disebut arus balik atau arus bocor dari dioda dan arus itu begitu kecil sehingga dalam kebanyakan rangkaian bisa diabaikan. Arus bisa mengalir ke arah segitiga dalam lambang skema rangkaian. Supaya arus bisa mengalir ke arah maju, tegangan harus sebesar $= 0.7 \text{ V}$ pada dioda silikon (disingkat dengan Si) dan $= 0.3 \text{ V}$ pada dioda germanium (disingkat dengan Ge) dan tegangan yang lebih besar lagi untuk LED. Kalau tegangan lebih kecil daripada batas-batas tersebut sebenarnya juga terdapat arus, tetapi arus itu kecil.

Tetapi perlu diperhatikan bahwa sifat yang dibicarakan dalam pembahasan ini merupakan suatu pendekatan, walaupun pendekatan ini cukup baik untuk dipakai dalam banyak situasi, yang berarti sifat dari banyak rangkaian bisa dimengerti dengan pendekatan ini. Kalau memakai pendekatan ini, sifat dioda bisa dimengerti juga dengan memakai satu rangkaian pengganti, yaitu satu sakelar yang terbuka ketika dioda dibias balik dan tertutup ketika dioda dibias maju. Untuk mendapatkan tegangan yang dibutuhkan supaya arus mengalir, sakelar tersebut dirangkai seri dengan satu sumber tegangan

Jadi sifat dari dioda berbeda jika arah tegangan pada sambungannya berbeda. Sifat yang mengijinkan arus mengalir hanya ke satu arah bisa dipakai untuk mengubah arus bolak balik menjadi arus searah

b. Bias maju pada dioda

Jika sumber DC melintasi sebuah dioda. Pusat sumber negatif dihubungkan dengan bahan tipe N dan pusat positif dihubungkan dengan bahan tipe P. Hubungan tersebut menghasilkan bias maju. Pada gambar tersebut, baterai mendorong lubang-lubang dan elektron-elektron bebas menuju sambungan. Jika tegangan baterai lebih kecil dibandingkan hambatan potensial, elektron bebas tidak mempunyai cukup energi untuk melintasi lapisan deplesi. Ketika masuk lapisan deplesi, ion-ion tersebut akan mendorongnya kembali menuju daerah N. Oleh karena itu, tidak ada arus yang melintasi dioda.

Ketika sumber tegangan DC lebih besar dibandingkan dengan hambatan potensial, baterai mendorong kembali lubang-lubang dan elektron-elektron bebas menuju ke sambungan. Pada saat tersebut elektron bebas mempunyai cukup energi untuk melintasi lapisan deplesi dan bergabung dengan lubang-lubang. Jika digambarkan seluruh elektron lubang pada daerah P bergerak ke sekitar sambungan, maka muatan akan bergabung dengan muatan yang berlawanan. Karena elektron-elektron bebas secara terus menerus memasuki ujung kanan dioda dan lubang-lubang menciptakan lubang baru di ujung kiri maka terdapat arus yang secara terus menerus melalui dioda

Setelah elektron bebas meninggalkan pusat negatif pada baterai, akan masuk ke ujung kanan dioda. Ia berjalan melalui daerah N sampai ke sambungan. Ketika tegangan baterai lebih besar daripada 0,7 V, elektron bebas telah mempunyai cukup energi untuk melintasi lapisan deplesi. Segera setelah itu elektron bebas masuk pada daerah P, ia bergabung dengan lubang.

Dengan kata lain elektron bebas menjadi sebuah elektron valensi. Sebagai elektron *valensi*, akan terus berjalan ke kiri melalui satu lubang selanjutnya ia sampai ke ujung kiri dioda. Ketika meninggalkan ujung kiri dioda, lubang baru muncul dan proses tersebut berulang kembali. Karena terdapat miliaran elektron yang mengalami perjalanan yang sama, dapat diperoleh arus yang secara terus-menerus melintasi dioda.

Arus yang mengalir dengan mudah dalam bias maju dioda. Sepanjang penerapan tegangan lebih besar dibandingkan hambatan potensial, maka akan terjadi arus kuat yang secara terus-menerus dalam sirkuit. Dengan kata lain, jika sumber tegangan lebih besar dari 0,7 V, maka sebuah silikon dioda membiarkan arus terus menerus mengalir ke depan

c. Bias mundur pada dioda

Reverse bias adalah hubungan yang terjadi saat pusat negatif baterai dihubungkan pada sisi-N dan pusat positif baterai dihubungkan dengan sisi-p. Pusat negatif baterai menarik lubang-lubang dan pusat positif baterai menarik elektron-elektron bebas. Oleh karena itu, lubang-lubang dan elektron-elektron bebas mengalir keluar sambungan sehingga lapisan deplesi menjadi bertambah lebar. Ketika lubang-lubang dan elektron-elektron bergerak keluar dari sambungan, ion-ion yang baru menambah perbedaan potensial melalui lapisan deplesi. Lapisan deplesi yang lebih lebar merupakan perbedaan potensial yang

paling besar. Lapisan deplesi berhenti berkembang ketika perbedaan potensial sama dengan penerapan tegangan *reverse*. Ketika hal ini terjadi, elektron-elektron dan lubang-lubang berhenti bergerak keluar dari sambungan. Karena tegangan *reverse* meningkat, lapisan deplesi bertambah lebar.

Energi panas secara terus menerus menciptakan sepasang elektron-elektron dan lubang-lubang. Hal ini berarti bahwa sedikit pembawa minoritas berada pada kedua sisi sambungan. Sebagian besar bergabung dengan pembawa mayoritas. Tetapi yang berada di dalam lapisan deplesi berada lebih lama untuk melintasi sambungan. Ketika hal ini terjadi, sebuah arus yang kecil mengalir dalam rangkaian luar.

Asumsikan bahwa energi panas menciptakan sebuah elektron bebas dan lubang di dekat sambungan. Lapisan deplesi mendorong elektron bebas ke kanan dan memaksa satu elektron meninggalkan ujung kanan kristal. Lubang pada lapisan deplesi didorong ke kiri. Lubang *extra* pada sisi p membiarkan satu elektron memasuki ujung kiri kristal dan jatuh ke dalam lubang. Karena energi panas terus menerus menghasilkan sepasang elektron-lubang di dalam lapisan deplesi, sebuah arus kecil secara terus-menerus mengalir dalam rangkaian luar.

Arus *Reverse* disebabkan oleh panas yang menghasilkan minoritas disebut juga sebagai arus jenuh. *Saturation* berarti tidak mendapatkan arus pembawa minoritas lebih banyak daripada diproduksi oleh energi panas. Dengan kata lain, kenaikan tegangan *Reverse* tidak akan menaikkan jumlah sifat panas yang menciptakan pembawa minoritas. Disamping sifat *thermal* memproduksi arus pembawa minoritas, juga menghasilkan arus kecil yang mengalir pada permukaan kristal yang dikenal dengan arus permukaan-bocor. Hal ini disebabkan karena permukaan yang tidak murni dan tidak sempurna dalam struktur kristal.

Arus balik dalam sebuah dioda meliputi arus pembawa minoritas dan arus permukaan bocor. Dalam penerapannya, arus balik dalam sebuah dioda silikon sangat kecil yang tidak diperhatikan. Gagasan utama mengingatnya adalah arus mendekati nol pada dioda silikon balik bias.

d. *Breakdown* Tegangan

Dioda-dioda mempunyai tingkat tegangan maksimum. Terdapat batasan sampai berapa banyak tegangan balik sebuah dioda dapat ada sebelum dihancurkan. Jika terus menaikkan tegangan balik, pada akhirnya akan sampai

pada tegangan *breakdown* dari dioda. Untuk beberapa dioda, tegangan *breakdown* ditunjukkan pada *datasheet* untuk dioda.

Saat tegangan *breakdown* sampai, sebagian besar pembawa minoritas tiba-tiba muncul dalam lapisan deplesi dan dioda memimpin secara berat. Pembawa tersebut diproduksi oleh efek yang bertubi-tubi (gambar 2.16), dimana terjadi tegangan balik yang lebih tinggi sehingga terdapat arus balik penghantar minoritas. Ketika tegangan balik bertambah, ia memaksa pembawa minoritas untuk bergerak lebih cepat. Pembawa-pembawa minoritas tersebut bertubrukan dengan atom-atomnya kristal. Ketika pembawa minoritas mempunyai cukup energi, maka ia akan memukul elektron-elektron *valensi* yang hilang, dan memproduksi elektron-elektron bebas. Pembawa-pembawa minoritas baru kemudian bergabung dengan pembawa-pembawa minoritas untuk bertubrukan dengan atom-atom lain. Proses tersebut adalah geometrik, sebab satu elektron bebas membebaskan satu *elektron valensi* untuk mendapatkan elektron-elektron bebas. Proses tersebut berlanjut sampai arus balik menjadi sangat besar.

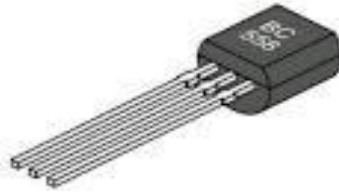
Dari ketiga kondisi dioda yaitu bias maju, bias mundur dan *breakdown* tegangan dapat dilihat perbandingannya dari grafik dibawah. Saat dioda diberi bias maju, tidak ada arus yang signifikan sampai tegangan dioda melampaui potensial penghalang. Sebaliknya, saat dioda diberi catu balik, hampir tidak ada arus balik sampai tegangan dioda mencapai tegangan putus (*breakdown*). Kemudian dari proses ini akan menghasilkan arus balik yang besar, yang merusak dioda.

2.3.4 Transistor^[7]

Relay Transistor berasal dari kata transfer resistor yang dikembangkan oleh Berdeen, Schokley dan Brittam pada tahun 1947 di perusahaan elektronik *Bell Telephone Laboratories*. Penamaan tersebut berdasarkan prinsip kerjanya yaitu mentransfer atau memindahkan arus. dalam dunia elektronika, transistor disimbolkan sebagai berikut :



Gambar 2.23 simbol Transistor PNP dan NPN



Gambar 2.24 Bentuk fisik transistor BC558

Transistor mempunyai tiga buah kaki, yaitu basis (B), Kolektor (C), dan Emitor (E). Untuk menentukan kaki-kaki tersebut perlu melihat *sheet* book transistor karena tipenya ribuan dan bentuknyaraturan. Kaki kolektor pada transistor NPN selalu berada pada kutub positif, sedangkan kaki kolektor pada transistor PNP selalu pada kutub negatif. Pada tubuh transistor akan tertera huruf dan kode yang menunjukkan bahan dan nilai dari transistor tersebut. Berikut ini adalah huruf-huruf pengkodean pada komponen transistor buatan eropa:

- a. Huruf pertama menyatakan bahan semikonduktor yang digunakan:
 - A = Germanium
 - B = Silikon
 - C = Arsenida Galium
 - D = Antimonida Indium
 - R = Sulfida Cadium
- b. Huruf kedua menyatakan fungsi penerapan pada rangkaian elektronika
 - A = Dioda *detector*, dioda pencampur dioda keepatan tinggi
 - B = Dioda kapasitas rendah
 - C = Transistor frekuensi rendah
 - D = Dioda terobosan
 - E = Transistor daya frekuensi radio
 - F = Transistor frkuensi radio (bukan daya)
 - G = Macam ragam keperluan
 - L = Transistor daya frekuensi radio
 - N = *kopling* foto
 - P = *Detector* radiasi seperti dioda foto, transistor foto dan lainnya
 - Q = Generator radiasi seperti LED dan sebagainya
 - R = Piranti kemudi dan *switching*, seperti triac
 - S = Transistor saklar daya tinggi
 - T = Dioda pengganda
 - U = Transistor saklar daya tinggi

X = Dioda pengganda

Y = Penyearah, dioda efisiensi atau penyondol (*booster*)

Z = Dioda zener, pengatur (*regulator*)

- c. Huruf-huruf atau angka yang lain menyatakan nomor seri. Berikut ini salah satu contoh penulisan kode pada transistor:



Gambar 2.25 pemberian kode transistor

Transistor merupakan jenis komponen semikonduktor yang banyak digunakan di berbagai rangkaian elektronika, seperti *amplifier, switching* dan banyak lainnya. Adapun kegunaan transistor adalah seperti penguatan, penyearah, pencampur, oscilator, saklar elektronika dan lain-lain.

Sebagai penguat transistor digunakan untuk menguatkan tegangan arus atau daya, bolak balik maupun searah, sebagai penyearah, transistor digunakan untuk mengubah tegangan bolak-balik menjadi tegangan searah. Sebagai pencampur, digunakan untuk mencampur tegangan bolak-balik atau lebih yang mempunyai frekuensi berbeda. Sebagai oscilator transistor digunakan untuk membangkitkan getaran-getaran listrik. Sedangkan sebagai saklar elektronik, transistor digunakan untuk menghidup dan mematikan rangkaian secara elektronik.

Sebagai salah satu jenis komponen aktif, transistor dibuat menggunakan bahan semikonduktor seperti jenis silikon atau germanium. Untuk dapat mengoperasikan transistor memerlukan tegangan pemicu dan dibantu oleh komponen pasif seperti resistor dan kapasitor.

a. Sifat Transistor

1) Sifat *Input* (sambungan antara basis dan emitor)

Antara basis dan emitor terdapat satu sambungan pn. Maka jelas, sifat pada sambungan ini sama dengan sifat dioda. Biasanya dalam rangkaian transistor dipakai sambungan pn dalam keadaan dibias maju sehingga antara arus dan tegangan basis-emitor terdapat hubungan seperti pada dioda

2) Sifat *Output*

Hubungan antara arus kolektor, I_c , dengan tegangan kolektor-emitor, V_{ce} , disebut grafik *Output* dari transistor. sebagai contoh ketika tegangan kolektor-emitor naik dari nol, arus kolektor mula-mula naik dengan cepat, grafik hampir tegak lurus ke atas. Pada arus kolektor mula-mula naik dengan cepat, grafik hampir tegak lurus ke atas. Pada arus kolektor tertentu, grafik membelok dan menjadi hampir mendatar, yang berarti pada arus kolektor tertentu, arus kolektor hampir tidak naik lagi walaupun tegangan kolektor-emitor terus naik. Arus kolektor hampir tidak tergantung dari tegangan kolektor-emitor. Dalam gambar tersebut terdapat berbagai grafik untuk hubungan antara arus kolektor dan tegangan kolektor-emitor dengan nilai arus kolektor yang berbeda-beda untuk tegangan kolektor-emitor yang sama. Yang membedakan berbagai garis grafik adalah besarnya arus basis. Jadi kalau besarnya tegangan kolektor-emitor sudah di atas 0,2 Volt atau 0,3 Volt arus kolektor hampir tidak tergantung dari tegangan kolektor-emitor, tetapi tergantung dari arus basis.

Dalam situasi dimana tegangan kolektor-emitor sudah mencapai nilai maksimal, arus akan naik dengan sangat cepat. Tegangan ini disebut sebagai tegangan *breakthrough*. Transistor akan rusak kalau *breakthrough* terjadi sehingga tegangan ini harus dihindari. *Breakthrough* pada transistor sama dengan *breakthrough* pada dioda yang dibias balik. Besar dari tegangan *breakthrough* bisa didapatkan dari buku data transistor. Daerah di mana grafik arus kolektor terhadap tegangan kolektor hampir mendatar disebut daerah aktif dari transistor. Dalam daerah ini transistor bisa dikendalikan dengan mengatur besar dari tegangan/arus basis.

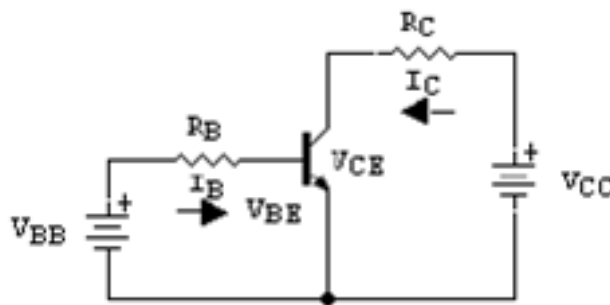
Dalam daerah aktif perbandingan antara arus basis dan arus kolektor hampir tetap. Kalau dalam suatu rangkaian perbandingan tersebut dibutuhkan dengan teliti sekali maka ketergantungan dari arus basis/kolektor dalam perbandingan tersebut perlu diperhatikan. Namun untuk kebanyakan rangkaian, hasilnya cukup teliti jika perbandingan ini dianggap tetap. Perbandingan antara arus kolektor I_c dan arus basis I_b disebut penguatan arus searah (DC *amplification*) dari transistor dan biasanya dinyatakan dengan "B" atau dengan " h_{FE} ":

$$B = h_{FE} = \frac{I_C}{I_B} \dots\dots\dots (2.1)$$

Untuk perubahan arus basis ΔI_B dan perubahan arus kolektor ΔI_C yang kecil terdapat kemiringan dari grafi I_C terhadap I_B . Kemiringan itu disebut penguatan arus AC dan biasanya ditulis sebagai β atau h_{fe} .

$$\beta = h_{FE} = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} \dots\dots\dots (2.2)$$

b. Bias Transistor

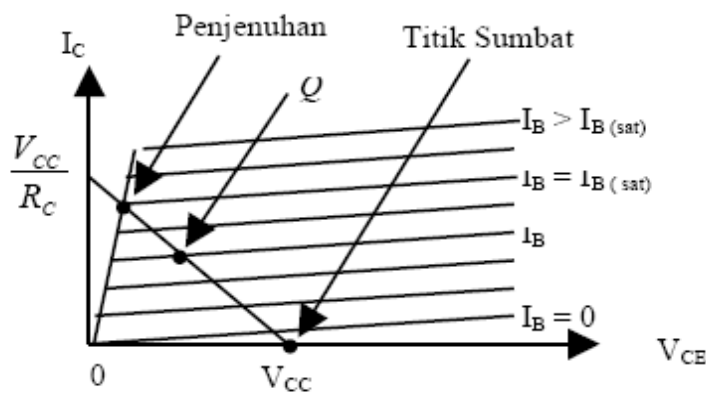


Gambar 2.26 Bias basis transistor

Gambar di atas adalah contoh bias basis. Sebuah sumber V_{BB} me-forward bias dioda emiter melalui resistor yang membatasi arus R_B . Hukum tegangan *Kirchhoff* menyatakan tegangan pada R_B adalah $V_{BB} - V_{BE}$. Hukum ohm memberikan arus basis :

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana $V_{BE} = 0,7$ V untuk transistor silikon dan 0,3 V untuk germanium



Gambar 2.27 Garis beban DC

Dalam rangkaian kolektor, sumber tegangan V_{CC} me-*Reverse* bias dioda kolektor melalui R_C . Dengan hukum tegangan *Kirchhoff* :

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C \dots\dots\dots (2.4)$$

Dalam rangkaian yang diberikan, V_{CC} dan R_C adalah tetap, V_{CE} dan I_C adalah peubah. Maka dapat disusun kembali persamaan di atas untuk mendapatkan

$$I_C = \frac{V_{CE}}{R_C} + \frac{V_{CC}}{R_C} \dots\dots\dots (2.5)$$

Gambar diatas menunjukkan grafik dari persamaan memotong kurva-kurva dari kolektor. Perpotongan vertikal adalah pada V_{CC} / I_C . Perpotongan horisontal adalah pada V_{CC} dan kemiringannya adalah $-1/R_C$. Garis ini disebut garis beban DC karena garis ini menyatakan semua titik operasi yang mungkin. Perpotongan dari garis beban DC dengan arus basis adalah titik operasi dari pada transistor.

Titik dimana garis beban memotong kurva $I_B = 0$ disebut titik sumbat (*cutoff*). Pada titik ini arus basis adalah 0 dan arus kolektor kecil sehingga dapat diabaikan (hanya arus bocor I_{CEQ} yang ada). Pada titik sumbat, dioda emiter kehilangan *forward* bias, dan kerja transistor normal terhenti. Untuk perkiraan yang aproksimasi tegangan kolektor-emiter adalah:

$$V_{CE(cutoff)} = V_{CC} \dots\dots\dots (2.6)$$

Perpotongan dari garis beban dan kurva $I_B = I_{B(sat)}$ disebut penjenuhan (*Saturation*). Pada titik ini arus basis sama dengan $I_{B(sat)}$ dan arus kolektor adalah maksimum. Pada penjenuhan, dioda kolektor kehilangan *Reverse* bias dan kerja transistor yang normal terhenti. Untuk perkiraan yang aproksimasi, arus kolektor pada penjenuhan adalah:

$$I_C(sat) \cong \frac{V_{CC}}{R_C} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dan arus basis yang tepat menimbulkan penjenuhan adalah :

$$I_{B(sat)} \cong \frac{I_C(sat)}{\beta_{dc}} \dots\dots\dots (2.8)$$

Tegangan kolektor-emitor pada penjenuhan adalah:

$$V_{CE} = V_{CE(sat)} \dots\dots\dots (2.9)$$

Jika arus basis lebih besar daripada $I_{B(sat)}$, arus kolektor tak dapat bertambah karena dioda tidak lagi di-Reverse bias. Dengan perkataan lain, perpotongan dari garis beban dan kurva yang lebih tinggi masih menghasilkan titik penjumlahan yang sama

2.3.5 Saklar^[8]

Saklar adalah komponen listrik yang berfungsi sebagai pemutus dan penyambung arus listrik dari sumber arus ke beban listrik pada rangkaian listrik tertutup. Berbagai jenis saklar tersedia sesuai dengan fungsi, jenis dan cara pemasangannya.



Gambar 2.28 Saklar

a. Saklar tunggal

Adalah saklar yang digunakan untuk menghidupkan dan mematikan satu buah atau satu kelompok beban listrik. Dalam hal ini adalah beban penerangan atau lampu listrik.

b. Saklar Majemuk

Adalah Saklar yang digunakan untuk menghidupkan dan mematikan lebih dari satu buah atau satu kelompok beban listrik.

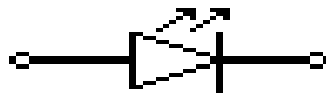
c. Saklar tukar

Adalah saklar yang yang dapat digunakan untuk menghidupkan dan mematikan lampu dari tempat yang berbeda. Instalasi saklar tukar adalah penggunaan dua buah saklar untuk meyalakan dan menghidupkan satu buah lampu dengan cara bergantian. Rangkaian instalasi penerangan yang menggunakan saklar tukar banyak dijumpai di hotel-hotel atau di rumah penginapan maupun di lorong-lorong yang panjang. Sehingga saklar tukar ini dikenal juga sebagai saklar hotel maupun saklar lorong. Tujuan dari penggunaan

ini ialah untuk efisiensi waktu dan tenaga karena penggunaan saklar ini sangat praktis.

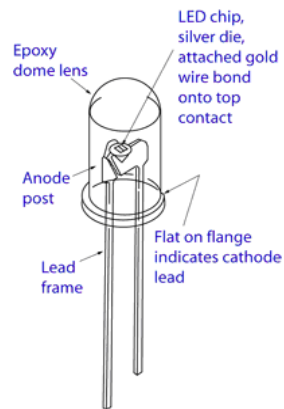
2.3.6 LED (*Light Emitting Diode*)

LED LED adalah komponen aktif bipolar semikonduktor, karena itu hanya mampu mengalirkan arus dalam satu arah saja. Untuk menyalakan LED, cukup dengan mengalirkan arus dari anoda ke katoda (*forward bias*) dengan beda potensial minimum berkisar antara 1,5 hingga 2 volt dan arus berkisar di 20mA. Perlu diperhatikan juga bahwa LED juga memiliki tegangan nyala maksimum, jika tegangan tersebut terlewat maka LED akan rusak.



Gambar 2.29 Simbol LED

LED banyak digunakan untuk indikator dan transmisi sinyal atau bahkan untuk penerangan. LED banyak digunakan karena hemat daya, tahan lama, ekonomis dan bermacam-macam warna nyala.

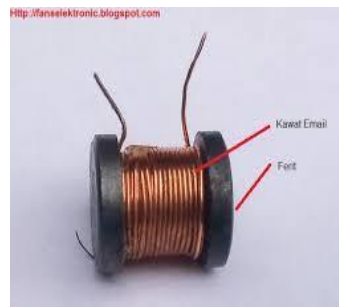


Gambar 2.30 skema dasar LED

2.3.7 Induktor (Lilitan)^[9]

Induktor atau kumparan adalah salah satu komponen pasif elektronika yang tersusun dari lilitan kawat dan bisa menghasilkan medan magnet bila dialiri arus listrik dan sebaliknya bisa menghasilkan listrik bila diberi medan magnet. Induktor termasuk komponen elektronika yang bisa menyimpan muatan listrik. Pada umumnya induktor dibuat dari kawat penghantar tembaga yang berbentuk kumparan

atau lilitan. Induktor bersama kapasitor dapat berfungsi sebagai rangkaian resonator yang dapat beresonansi pada frekuensi tertentu.



Gambar 2.31 induktor (lilitan)

Ada beberapa fungsi dari induktor tersebut yaitu :

1. Penyimpan arus listrik dalam bentuk medan magnet
 2. Menahan arus bolak-balik (AC)
 3. Meneruskan/meloloskan arus searah (DC)
 4. Sebagai penapis (filter) Sebagai penalaan (tuning)
 5. Kumparan/coil ada yang memiliki inti udara, inti besi, atau inti ferit
 6. Tempat terjadinya gaya magnet
 7. Pelipat ganda tegangan
- Pembangkit getaran

2.4 TEGANGAN DC EKSTERNAL

2.4.1 Baterai

Baterai merupakan alat yang merubah energi kimia menjadi energi listrik. Baterai terdiri dari satu atau lebih voltaic cell. Masing-masing voltaic cell terdiri dari dua half cells yang dihubungkan secara seri oleh penghantar elektrolit. Satu half cells mempunyai elektroda positif (katoda) yang satunya elektroda negatif (anoda). Daya baterai di dapat dari reaksi reduksi dan oksidasi. Reduksi terjadi pada di katoda dan oksidasi terjadi di katoda. Elektroda tersebut tidak bersentuhan dan arus listrik dihubungkan dengan elektrolit. Elektrolit dapat berupa cairan atau padat.

Baterai terdiri dari tiga komponen penting, yaitu:

1. batang karbon sebagai anoda (kutub positif baterai)
2. seng (Zn) sebagai katoda (kutub negatif baterai)
3. pasta sebagai elektrolit (penghantar)



Gambar 2.32 Baterai

2.4.2 Akumulator (*Accu*)

Istilah akumulator berasal dari istilah asing “Accumuleren” yang mempunyai arti mengumpulkan atau menyimpan. Akumulator adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi (umumnya energi listrik) dalam bentuk energi kimia. Pada umumnya, khususnya di Indonesia, akumulator dimengerti sebagai “baterai atau akku atau aki” yang biasa digunakan pada kendaraan bermotor. Walaupun berkaitan dengan suatu benda yang dapat menyimpan muatan listrik dan dapat dilakukan pengisian ulang setelah muatan listrik tersebut habis setelah pemakaian.

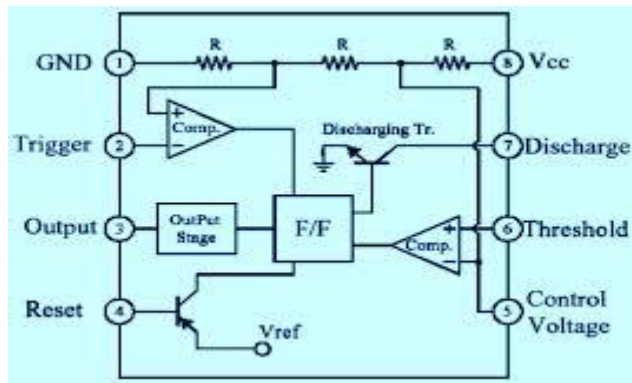


Gambar 2.33 Accumulator

2.5 RANGKAIAN DASAR ALAT

2.5.1 *Timer*^[10]

IC perwaktuan 555 merupakan IC linear yang banyak digunakan dalam sistem digital. Perwaktuan 555 mempunyai dua cara kerja, yaitu sebagai *multivibrator astabil* dan *multivibrator monostabil*. Cara kerja perwaktuan ini ditentukan oleh jaringan resistor dan kapasitor yang dihubungkan dari luar ke IC tersebut. Ada delapan terminal pada perwaktuan 555, yaitu :



Gambar 2.34 Diagram Blok dan bentuk fisik IC *Timer 555*

a. Terminal Catu daya

Pasak 1 adalah *ground* dan pasak 8 adalah *Vcc*. *Vcc* pada pewaktuan antara +5 V sampai +18 V, juga dapat dicatu dengan tegangan digital +5, penyerapan daya maksimumnya 600 mW. Terminal Picu dan Ambang Terminal picu pada pasak 2 dan terminal ambang pada pasak 6. Kedua pasak ini merupakan terminal yang menentukan dua tingkat operasi yang

mungkin ada dua tingkat ingatan yang mungkin. Dalam gambar bila terminal picu pasak 2 diberi masukan, maka pembanding B akan membandingkan dengan tegangan V_1 atau tegangan ambang bawah (V_{AB}) yang besarnya $V_{CC}/3$. Keluaran pembanding B akan bernilai tinggi jika pemicu lebih rendah dari V_{AB} dan akan bernilai rendah jika lebih besar dari V_{AB} .

b. Terminal Picu dan Ambang

Terminal picu pada pasak 2 dan terminal ambang pada pasak 6. Kedua pasak ini merupakan terminal yang menentukan dua tingkat operasi yang mungkin ada dua tingkat ingatan yang mungkin. Dalam gambar bila terminal picu pasak 2 diberi masukan, maka pembanding B akan membandingkan dengan tegangan V_1 atau tegangan ambang bawah (V_{AB}) yang besarnya $V_{CC}/3$. Keluaran pembanding B akan bernilai tinggi jika pemicu lebih rendah dari V_{AB} dan akan bernilai rendah jika lebih besar dari V_{AB} .

Pada terminal ambang, bila diberi masukan maka pembanding A akan membandingkan dengan tegangan V_2 , atau tegangan ambang atas (V_{AA}) yang besarnya $2V_{CC}/3$. Keluaran pembanding A akan bernilai tinggi jika masukan ambang lebih tinggi dari V_{AA} dan akan bernilai rendah jika tegangan ambang lebih kecil dari V_{AA} . Kedua keluaran pembanding A dan B masuk ke flip-flop yaitu pasak 3 dan

pasak 7 yang saling berkomplementer merupakan terminal keluaran dan terminal pengosongan. Keluaran pasak 3 akan bernilai tinggi jika keluaran pembanding B lebih tinggi dari keluaran pembanding A dan keluaran pasak 3 akan bernilai rendah jika keluaran pembanding B lebih rendah dari keluaran pembanding A. Bila kedua keluaran pembanding A dan B bernilai rendah/tinggi, maka keluaran pasak 3 akan sama dengan nilai sebelumnya (mengingat).

c. Terminal Keluaran

Terminal keluaran IC 555 pada pasak 3. terminal keluaran ini dapat berfungsi ganda, yaitu sebagai sumber arus atau sebagai penerima arus. Sumber arus atau penerima arus maksimum secara umum dan realistis sebesar 40 mA. Sedangkan tegangan keluaran yang tinggi sekitar 0,5 V di bawah Vcc, dan tegangan keluaran yang rendah sekitar 0,1 V di atas *ground*.

d. Terminal Reset

Terminal reset pada pasak 4, yang berguna untuk mengabaikan isyarat-isyarat pada masukan pemicu dan masukan ambang. Jika terminal reset diberi tegangan *ground* atau di bawah 0,4 V, maka terminal keluaran dan pengosongan dipaksa bertegangan *ground*. Bila tidak digunakan, terminal reset harus dihubungkan ke +Vcc.

e. Terminal Tegangan Pengendalian

Terminal tegangan pengendalian pada pasak 5 biasanya digunakan sebuah kapasitas 0.01 uf ke *ground* yang berfungsi melewatkan gangguan akan tegangan riak dari *catridge* pada tegangan ambang. Terminal ini dapat digunakan untuk mengubah tegangan luar ke pasak 5 atau menghubungkan sebuah resistor dari pasak 5 ke Vcc.

IC 555 ini akan dirangkai dengan rangkaian astabil dikarenakan untuk dapat digunakan sebagai pembangkit frekuensi *carrier*. Pembuatan rangkaian *astabil* tersebut yaitu dengan mengubah susunan resistor dan kapasitor luar pada IC 555. Terdapat dua buah resistor Ra dan Rb dan satu kapasitor *eksternal* C yang digunakan. Prinsipnya rangkaian *astabil* dibuat agar memicu dirinya sendiri berulang-ulang sehingga rangkaian ini dapat menghasilkan sinyal osilasi pada keluarannya.

Rangkaian *multivibrator astabil* berikut ini menggunakan *timer* 555 sebagai pembangkit gelombang pulsa. Saat digunakan pada mode ini, *timer* 555 tidak mempunyai keadaan *stabil*, yang artinya bahwa keadaan tetap untuk jangka waktu yang tidak tentu. Atau dengan kata lain, mode ini akan berisolasi ketika beroperasi pada mode *astabil* dan akan menghasilkan sinyal keluaran.

Untuk mencari periode dari rangkaian *multivibrator astabil* dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$T = \frac{1}{f} \dots\dots\dots (2.10)$$

$$T = 0,693 (Ra + Rb) \dots\dots\dots (2.11)$$

Untuk mencari frekuensi sinyal keluaran adalah sebagai berikut :

$$f = \frac{1}{T} \dots\dots\dots (2.12)$$

$$f = \frac{1,44}{(Ra+2Rb)C} \dots\dots\dots (2.13)$$

Mencari DC (*Duty Cycle*)

$$DC = \frac{Ra+Rb}{Ra+2Rb} \dots\dots\dots (2.14)$$

Mencari *Time High* (TH)

$$DC = \frac{TH}{T} \times 100\% \dots\dots\dots (2.15)$$

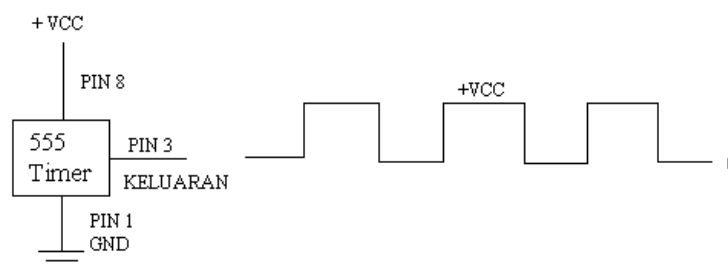
$$TH = DC \times T \times 100\% \dots\dots\dots (2.16)$$

Mencari *Time Low* (TL)

$$T = TH + TL \dots\dots\dots (2.17)$$

$$TL = T - TH \dots\dots\dots (2.18)$$

Dapat dilihat Gambar di bawah ini menunjukkan *timer 555* yang digunakan pada mode *astabil*, keluaran dari *timer 555* adalah deretan pulsa



Gambar 2.35 Sinyal output timer 555

Gambar di atas menunjukkan *timer 555* yang digunakan pada mode *astabil*. Seperti dilihat, keluaran adalah deretan pulsa *rectangular* . Karena tidak ada masukan *trigger*

yang digunakan untuk memperoleh keluaran, operasi *timer 555* pada mode *astabil* sering disebut dengan *multivibrator free-running*

2.5.2 Pengali tegangan

Pengali tegangan (Tegangan *multiplier*) adalah dua (atau lebih) penyearah puncak (*peak rectifier*) yang menjangkitkan tegangan searah setinggi kelipatan harga puncak tegangan bolak-balik yang dimasukkan ($2.V_p$, $3.V_p$, $4.V_p$, dsb). Adapun penjelasan beberapa jenis pengali tegangan yaitu:

a. *Voltage Doubler*^[9]

Konfigurasinya adalah sama dengan *detector* puncak ke puncak, kecuali menggunakan dioda *rectifier* dan beroperasi pada 60 Hz. Bagian clamper menambahkan sebuah komponen DC ke tegangan sekunder. *Detector* puncak kemudian menghasilkan sebuah tegangan DC yang 2 kali tegangan sekunder

b. *Voltage tripler*

Pada gambar di atas terlihat bahwa dua bagian pertama berbuat seperti *voltage doubler*. Pada puncak putaran setengah negatif, D_3 adalah *forward-bias*. Keluaran *trippler* muncul melalui C_1 dan C_3 . Resistansi beban dapat dihubungkan melalui keluaran *trippler*. Sepanjang waktu tetap yang panjang, keluaran sama mendekati $3 V_p$.

c. Tegangan *quadrupler*

sebuah tegangan *quadrupler*. Tiga bagian pertama adalah sebuah *trippler* dan keempat membuat seluruh rangkaian *quadrupler*. Kapasitor yang pertama *charge* ke V_p semua lainnya *charge* ke $2 V_p$. Keluaran *quadrupler* melalui hubungan seri dari C_2 dan C_4 . Resistor beban dapat dihubungkan melalui keluaran *quadrupler* untuk memperoleh $4 V_{pp}$. Secara teoritis, dapat ditambah secara tidak terbatas, tetapi *ripple* yang diperoleh lebih jelek dengan bagian yang baru

2.5.3 Penyearah

Ada 2 jenis penyearah yang dikenal dalam bidang elektronika yaitu:

a. Penyearah setengah gelombang

Pada penyearah setengah gelombang, dioda berlaku sebagai penghantar selama putaran setengah positif, tetapi tidak berlaku sebagai penghantar selama putaran setengah negatif. Oleh karena itu, rangkaian memotong putaran setengah

negatif seperti diperlihatkan pada gambar di atas. Tegangan setengah gelombang menghasilkan arus beban yang satu arah. Hal ini berarti bahwa ia mengalir hanya pada satu arah.

Nilai tegangan input transformator

$$V_{RMS} = \frac{V_P}{\sqrt{2}} \dots\dots\dots (2.19)$$

Tegangan rata-rata DC pada penyearah setengah gelombang adalah:

$$V_{DC} = \frac{V_P}{\pi} = 0,318 \times V_P \dots\dots\dots (2.20)$$

Frekuensi output

$$F_{OUT} = F_{IN} \dots\dots\dots (2.21)$$

b. Penyearah gelombang penuh

Ada dua jenis penyearah gelombang penuh yaitu :

1. *Center trap*

Penyearah gelombang penuh dengan *Center Tap* setara dengan dua kali penyearah setengah gelombang. Sebab pusat *tap*, masing-masing *rectifier* mempunyai sebuah tegangan masukan yang sama dengan dengan setengah tegangan sekunder. Sebagai hasilnya, arus beban *rectifier* mengalir selama setengah putaran bersama-sama. *Rectifier* gelombang penuh berbuat sama dengan dua kaki bolak balik pada *rectifier* setengah gelombang.

Nilai tegangan input transformator

$$V_{RMS} = \frac{V_P}{\sqrt{2}} \dots\dots\dots (2.22)$$

Tegangan rata-rata DC pada penyearah setengah gelombang adalah

$$V_{DC} = \frac{2V_P}{\pi} \dots\dots\dots (2.23)$$

Frekuensi output

$$F_{OUT} = F_{IN} \dots\dots\dots (2.24)$$

2. Jembatan

Penyearah jembatan menyerupai penyearah gelombang penuh sebab ia memproduksi tegangan keluaran gelombang penuh.

2.5.4 Regulator

Rangkaian penyearah sudah cukup bagus jika tegangan *ripple* -nya kecil, namun ada masalah stabilitas. Jika tegangan PLN naik/turun, maka tegangan *outputnya* juga akan naik/turun. Seperti rangkaian penyearah di atas, jika arus semakin besar ternyata tegangan DC keluaranya juga ikut turun. Untuk beberapa aplikasi perubahan tegangan ini cukup mengganggu, sehingga diperlukan komponen aktif yang dapat meregulasi tegangan keluaran ini menjadi stabil.

Induktor atau kumparan adalah salah satu komponen pasif elektronika yang tersusun dari lilitan kawat dan bisa menghasilkan medan magnet bila dialiri arus listrik dan sebaliknya bisa menghasilkan listrik bila diberi medan magnet. Induktor termasuk komponen elektronika yang bisa menyimpan muatan listrik. Pada umumnya induktor dibuat dari kawat penghantar tembaga yang berbentuk kumparan atau lilitan. Induktor bersama kapasitor dapat berfungsi sebagai rangkaian resonator yang dapat beresonansi pada frekuensi tertentu.