

elektronika pasis att 4

by Sabtuti Sabtuti

Submission date: 03-Apr-2020 09:17AM (UTC+0700)

Submission ID: 1288324940

File name: BUKU_DIKTAT_ATT_IV_REVISI_by_andi.pdf (688.8K)

Word count: 7941

Character count: 55129



BAB I

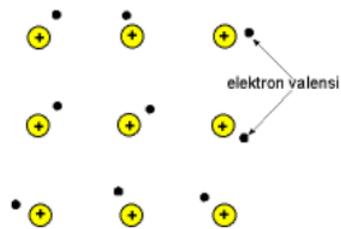
SEMIKONDUKTOR

A. Prinsip Dasar

Semikonduktor terdiri ¹ dari komponen elektronika seperti **Resistor, Kapasitor, Induktor, Dioda, Transistor** dan **IC** (*integrated circuit*). Komponen-komponen tersebut dikatakan semi atau setengah konduktor, karena bahan dari komponen ini bukan konduktor murni. Bahan-bahan logam antara lain besi, timah, tembaga disebut sebagai konduktor yang baik, karena logam memiliki susunan atom yang sedemikian rupa, sehingga elektronnya mudah atau dapat bergerak dengan bebas.

Sebenarnya atom tembaga dengan lambang kimia Cu memiliki inti 29 ion (+) dikelilingi oleh 29 elektron (-). Sebanyak 28 elektron menempati lintasan atau orbit yang berputar mengelilingi **Inti Atom** yang disebut **nucleus**. Dibutuhkan energi yang sangat besar untuk dapat melepaskan ikatan elektron-elektron ini. Satu buah elektron yaitu elektron yang ke-29, berada pada orbit paling luar.

Orbit terluar dari lintasan atau lapisan ¹ ini disebut **pita valensi** dan elektron yang berada pada pita atau lapisan ini dinamakan **elektron valensi**. Sehingga electron valensi adalah jumlah electron pada lintasan atau lapisan terluar. Karena hanya ada satu elektron dan jaraknya '*jauh*' dari inti atom atau nucleus, maka ikatannya tidak terlalu kuat. Hanya dengan energi yang sedikit saja elektron terluar ini mudah terlepas dari ikatannya.



Gambar 1.1. ikatan atom tembaga

Pada suhu kamar, elektron tersebut dapat bebas bergerak atau berpindah-pindah dari satu nucleus ke nucleus lainnya. Elektron-elektron tersebut dapat bergerak dengan mudah berpindah ke arah potensial yang sama, jika diberi tegangan potensial listrik. ¹ **Phenomena ini yang dinamakan sebagai arus listrik.**

Isolator adalah unsur atau atom yang memiliki 8 buah elektron valensi, dan memerlukan energi yang besar untuk dapat melepaskan elektron-elektron tersebut. **Konduktor** adalah unsur atau atom yang memiliki 1 sampai dengan 3 buah electron valensi. Sedangkan **semikonduktor** adalah unsur atau atom yang memiliki elektron valensi **antara 4 sampai dengan 6 buah**. Dan yang paling memiliki sifat "**semikonduktor**" ¹ adalah unsur yang atomnya memiliki **elektron valensi** sebanyak 4 buah.

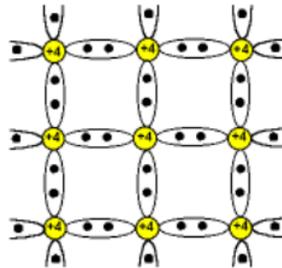
² **B. Susunan Atom Semikonduktor**

Bahan semikonduktor contohnya adalah *Silicon (Si)*, *Germanium (Ge)* dan *Galium Arsenida (GaAs)*. Dahulu, Germanium adalah bahan satu-satunya yang dikenal untuk membuat komponen semikonduktor. Namun saat ini, bahan silikon menjadi populer setelah ditemukan cara mengekstrak bahan ini dari alam. Silikon merupakan bahan terbanyak ke dua yang ada di bumi setelah oksigen (O_2). Pasir, kaca dan batuan-batuan lain adalah bahan alam yang banyak mengandung unsur



silikon. Sebagai contoh. dapatkah anda menghitung jumlah pasir dipantai ?

Struktur atom kristal silicon dapat kita lihat pada gambar 1.2, satu inti atom (*nucleus*) masing-masing memiliki 4 elektron valensi. Ikatan inti atom atau nucleus yang stabil adalah bila dikelilingi oleh 8 elektron, sehingga 4 buah elektron atom kristal tersebut membentuk ikatan kovalen dengan ion-ion atom disampingnya. Pada kondisi suhu yang sangat rendah (0°K), struktur atom silikon dapat dilihat seperti pada gambar berikut :



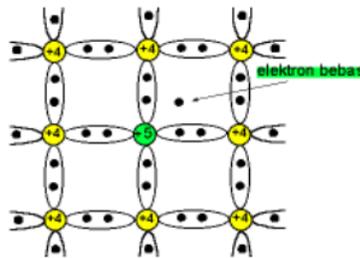
Gambar 1.2. Struktur dua dimensi kristal Silikon

Ikatan kovalen menyebabkan elektron tidak dapat berpindah dari satu nucleus ke nucleus yang lain. Pada kondisi ini, bahan semikonduktor akan berubah memiliki sifat isolator karena pada kondisi tersebut tidak ada elektron yang dapat berpindah atau bergerak untuk menghantarkan listrik. Pada suhu kamar, hanya ada beberapa ikatan kovalen yang lepas karena efek dari energi panas yang dihasilkan, sehingga memungkinkan elektron terlepas dari ikatannya. Namun hanya ada beberapa dalam jumlah kecil electron yang dapat terlepas, sehingga tidak memungkinkan untuk menjadi konduktor yang baik.



Tipe-N

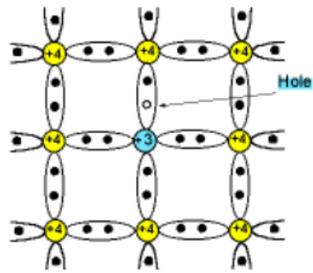
Pada bahan silikon jika diberikan doping *phosphorus* atau *arsenic* yang memiliki ikatan pentavalen yaitu bahan kristal dengan inti atom yang mempunyai 5 elektron valensi. Dengan doping, bahan silikon yang sudah tidak murni lagi (*impurity semiconductor*) akan mengakibatkan kelebihan elektron. Bahan silikon yang mengandung elektron lebih banyak akan membentuk semikonduktor tipe-n. Semikonduktor tipe-n disebut juga **donor** yang siap melepaskan elektron.



Gambar 1.3. Doping atom pentavalen

Tipe-P

Bahan silikon jika diberikan doping *Boron*, *Gallium* atau *Indium*, maka akan menghasilkan bahan semikonduktor tipe-p. Untuk dapat menghasilkan silikon tipe-p, bahan dopingnya adalah trivalen yaitu unsur dengan ion yang memiliki 3 elektron pada pita valensi. Karena ion silikon memiliki 4 elektron, dengan demikian ada ikatan kovalen yang lubang atau kosong (*hole*). Hole ini digambarkan sebagai **akseptor** yang siap menerima elektron. Dengan demikian, kekurangan elektron menyebabkan semikonduktor ini menjadi tipe-p.



Gambar 1.4. Doping atom trivalent



BAB II

RESISTOR

Semua bahan yang ada di sekitar kita pada dasarnya memiliki sifat resistif namun beberapa bahan seperti tembaga, perak, emas dan bahan metal umumnya memiliki resistansi yang sangat kecil. Bahan-bahan tersebut merupakan jenis logam yang dapat menghantarkan arus listrik dengan baik, sehingga dinamakan konduktor. Sebaliknya, bahan material seperti karet, gelas, karbon memiliki nilai resistansi atau hambatan yang cukup besar untuk menahan aliran elektron dan disebut sebagai isolator. Bagaimana prinsip konduksi, dijelaskan pada artikel tentang semikonduktor.

Resistor adalah komponen dasar elektronika yang berfungsi untuk membatasi atau menahan jumlah arus listrik yang mengalir pada suatu rangkaian. Sesuai dengan namanya resistor, berasal dari kata **to resist**, yang artinya **penahan**. Resistor bersifat resistif dan pada umumnya terbuat dari bahan karbon. Dari hukum Ohms diketahui, resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Satuan Resistor adalah Ohm atau dilambangkan dengan simbol Ω (**Omega**).

Resistor pada umumnya berbentuk tabung dengan dua kaki tembaga di kiri dan kanan. Pada bodinya terdapat gelang atau cincin dengan kode warna tertentu untuk menunjukkan nilai atau besar resistansi atau hambatan tanpa melakukan pengukuran dengan menggunakan Ohmmeter. Kode warna tersebut merupakan standar manufaktur yang dikeluarkan oleh EIA (*Electronic Industries Association*) seperti yang ditunjukkan pada table 2.1 dibawah.



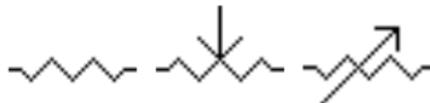
6

A. Berdasarkan penggunaannya, resistor dapat dibagi:

1. **Resistor Tetap** (tetap nilainya), ialah sebuah resistor penghambat gerak arus, yang nilainya tidak dapat berubah, jadi selalu tetap (konstan). Resistor ini biasanya dibuat dari *nikelin* atau *karbon*.
2. **Resistor Berubah** (*variable*), ialah sebuah resistor yang nilainya dapat berubah-ubah dengan jalan menggeser atau memutar *toggle* pada alat tersebut. Sehingga nilai resistor dapat kita tetapkan sesuai dengan kebutuhan. Berdasarkan jenis ini kita bagi menjadi dua, **Potensiometer**, **rheostat** dan **Trimpot** (*Trimmer Potensiometer*) yang biasanya menempel pada papan rangkaian (*Printed Circuit Board, PCB*).
3. **Resistor NTC** dan **PTC, NTC** (*Negative Temperature Coefficient*), ialah Resistor yang nilainya akan bertambah kecil bila terkena suhu panas. Sedangkan **PTC** (*Positive Temperature Coefficient*), ialah Resistor yang nilainya akan bertambah besar bila temperaturnya menjadi dingin.
4. **LDR** (*Light Dependent Resistor*), ialah jenis Resistor yang berubah hambatannya karena pengaruh cahaya. Bila cahaya gelap nilai tahanannya semakin besar, sedangkan cahayanya terang nilainya menjadi semakin kecil.

B. SIMBOL RESISTOR :

- a. Simbol R AS dan Jepang

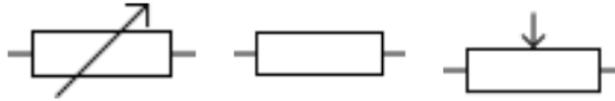


Gambar 2.1. simbol resistor AS dan Jepang

7

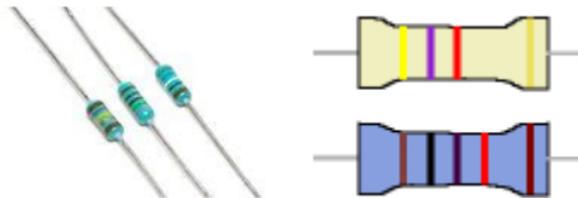


b. Simbol R Eropa dan IEC



Gambar 2.2. symbol resistor Eropa dan IEC

C. BENTUK FISIK RESISTOR :



Gambar 2.3. Bentuk fisik resistor

Tabel 2.1. Tabel Nilai Warna Gelang

Warna	Gelang Pertama	Gelang Kedua	Gelang Ketiga (multiplier)	Gelang ke Empat (toleransi)	Temp. Koefisien
Hitam	0	0	$\times 10^0$		
Coklat	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$ (F)	100 ppm
Merah	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$ (G)	50 ppm
Jingga	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			$\times 0.1$	$\pm 5\%$ (J)	
Perak			$\times 0.01$	$\pm 10\%$ (K)	
Polos				$\pm 20\%$ (M)	

Pembacaan nilai resistansi dimulai dari warna gelang yang paling depan atau gelang pertama (ke 1) sampai dengan gelang yang ke empat (ke 4) yang menunjukkan nilai toleransi. Misalkan sebuah resistor memiliki gelang atau cincin dengan kode warna berwarna coklat, merah, jingga dan perak. ¹ Gelang toleransi biasanya berada pada bodi resistor yang paling pojok atau juga dengan lebar yang lebih menonjol, sedangkan warna gelang yang pertama agak sedikit ke dalam. Dengan demikian kita sudah bisa langsung mengetahui berapa nilai resistansi dan toleransi dari resistor tersebut. Kalau kita sudah bisa menentukan mana gelang yang pertama, maka dengan mudah kita bisa menghitung nilai resistansinya.

Gelang atau cincin yang ada pada komponen resistor umumnya menyesuaikan dengan besar toleransinya. Resistor dengan toleransi **5%**, **10%** atau **20%** biasanya memiliki 3 cincin atau gelang (tidak termasuk gelang toleransi). Tetapi resistor dengan toleransi **1%** atau **2%** (toleransi kecil) memiliki 4 gelang (tidak termasuk gelang toleransi). Gelang pertama, kedua dan ketiga menunjukkan nilai satuan, dan gelang atau cincin keempat adalah faktor pengali, yaitu **10^n** .



Contoh :

Sebuah resistor memiliki warna cincin atau gelang sebagai berikut :

Gelang 1 : Coklat

Gelang 2 : Hitam

Gelang 3 : Merah

Gelang 4 : Perak

Dengan demikian nilai resistansi resistor tersebut dapat dihitung berdasarkan table yang sudah disampaikan sebelumnya. Dari tabel diatas nilai resistor dapat dihitung :

Gelang 1 menunjukkan angka pertama = 1

Gelang 2 menunjukkan angka kedua = 0

Gelang 3 menunjukkan faktor pengali = 10^2

Gelang 4 menunjukkan toleransi = 10%

Jadi dengan demikian nilai resistansi dari resistor tersebut adalah

$$10 \times 10^2 \pm 10\% = 1.000 \Omega \pm 10\%$$

Sehingga dari hasil perhitungan diatas nilai resistansi dari resistor adalah **1 K Ω** dengan nilai toleransi **10%**.

Faktor lain yang perlu diperhatikan dalam pemilihan sebuah resistor untuk kebutuhan tertentu selain besar resistansi adalah besar nilai daya atau watt-nya. Karena resistor bekerja dengan dialiri arus listrik, maka akan terjadi disipasi daya berupa panas sebesar **$W=I^2R$ watt**.

Semakin besar bentuk ukuran fisik dari suatu resistor bisa menunjukkan semakin besar kemampuan disipasi daya resistor tersebut.

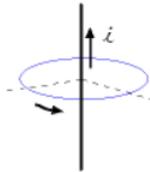
Pada Umumnya, di pasaran tersedia ukuran **1/8, 1/4, 1, 2, 5, 10 dan 20** watt. Resistor yang memiliki disipasi daya **5, 10 dan 20** watt umumnya berbentuk kubik memanjang atau persegi.



BAB III

2 INDUKTOR

Masih ingat aturan tangan kanan pada pelajaran fisika ? Ini cara yang efektif untuk mengetahui arah medan listrik terhadap arus listrik. Jika seutas kawat tembaga diberi aliran listrik, maka di sekeliling kawat tembaga akan terbentuk medan listrik. Dengan aturan tangan kanan dapat diketahui arah medan listrik terhadap arah arus listrik. Caranya sederhana yaitu dengan mengacungkan jari jempol tangan kanan sedangkan keempat jari lain menggenggam. Arah jempol adalah arah arus dan arah ke empat jari lain adalah arah medan listrik yang mengitarinya.



Tentu masih ingat juga percobaan dua utas kawat tembaga paralel yang keduanya diberi arus listrik. Jika arah arusnya berlawanan, kedua kawat tembaga tersebut saling menjauh. Tetapi jika arah arusnya sama ternyata keduanya berdekatan saling tarik-menarik. Hal ini terjadi karena adanya induksi medan listrik. Dikenal medan listrik dengan simbol **B** dan satuannya **Tesla (T)**. Besar akumulasi medan listrik **B** pada suatu luas area **A** tertentu didefinisikan sebagai besar *magnetic flux*. Simbol yang biasa digunakan untuk menunjukkan besar *magnetic flux* ini adalah Φ dan satuannya **Weber** ($\text{Wb} = \text{T} \cdot \text{m}^2$). Secara matematis besarnya adalah :

$$\Phi = BA$$

medan flux...(1)



Lalu bagaimana jika kawat tembaga itu dililitkan membentuk koil atau kumparan. Jika kumparan tersebut dialiri listrik maka tiap lilitan akan saling menginduksi satu dengan yang lainnya. Medan listrik yang terbentuk akan segaris dan saling menguatkan. Komponen yang seperti inilah yang dikenal dengan induktor selenoid.

Dari buku fisika dan teori medan yang menjelimit, dibuktikan bahwa induktor adalah komponen yang dapat menyimpan energi magnetik. Energi ini direpresentasikan dengan adanya tegangan **emf** (*electromotive force*) jika induktor dialiri listrik. Secara matematis tegangan emf ditulis :

$$E = - L \frac{di}{dt}$$

tegangan emf (2)

Jika dibandingkan dengan rumus hukum Ohm **V=RI**, maka kelihatan ada kesamaan rumus. Jika R disebut resistansi dari resistor dan V adalah besar tegangan jepit jika resistor dialiri listrik sebesar I. Maka **L** adalah induktansi dari induktor dan **E** adalah tegangan yang timbul jika induktor dilairi listrik. Tegangan emf di sini adalah respon terhadap perubahan arus fungsi dari waktu terlihat dari rumus **di/dt**. Sedangkan bilangan negatif sesuai dengan hukum **Lenz** yang mengatakan efek induksi cenderung melawan perubahan yang menyebabkannya.

Hubungan antara emf dan arus inilah yang disebut dengan **induktansi**, dan satuan yang digunakan adalah **(H) Henry**.

Induktor disebut self-induced

Arus listrik yang melewati kabel, jalur-jalur pcb dalam suatu rangkain berpotensi untuk menghasilkan medan induksi. Ini yang sering menjadi



pertimbangan dalam mendesain pcb supaya bebas dari efek induktansi terutama jika *multilayer*. Tegangan emf akan menjadi penting saat perubahan arusnya fluktuatif. Efek emf menjadi signifikan pada sebuah induktor, karena perubahan arus yang melewati tiap lilitan akan saling menginduksi. Ini yang dimaksud dengan *self-induced*. Secara matematis induktansi pada suatu induktor dengan jumlah lilitan sebanyak **N** adalah akumulasi flux magnet untuk tiap arus yang melewatinya :

$$L = \frac{N\Phi}{i}$$

induktansi (3)



Gambar 3.1. Induktor selenoida

Pada suatu rangkaian elektronik, Induktor mempunyai Fungsi yang paling utama adalah untuk melawan fluktuasi arus yang melewatinya. Aplikasinya pada rangkaian dc salah satunya adalah untuk menghasilkan tegangan dc yang konstan terhadap fluktuasi beban arus. Pada aplikasi rangkaian ac, salah satu gunanya adalah bisa untuk meredam perubahan fluktuasi arus yang tidak diinginkan. Beberapa fungsi lainnya dari Induktor bisa digunakan pada rangkaian **Filter** (dirangkai dengan komponen kapasitor atau resistor), dan bisa juga digunakan sebagai **Tuner**, dan sebagainya.

Sebuah elektron bila bergerak, maka akan dapat menimbulkan medan elektrik di sekitarnya. Suatu kumparan yang memiliki bentuk yang berbeda, misalnya bentuk persegi empat, setengah lingkaran ataupun



lingkaran penuh, jika diberikan atau dialiri arus listrik, maka medan listrik yang dihasilkan akan berbeda. Penampang induktor biasanya berbentuk lingkaran, sehingga diketahui besar medan listrik di titik tengah lingkaran adalah :

$$B = \mu\mu_0 ni$$

Medan listrik (4)

Pengembangan dari rumus diatas, ¹ n adalah jumlah lilitan N relatif terhadap panjang induktor L. Secara matematis ditulis :

$$n = \frac{N}{l}$$

Lilitan per-meter.....(5)

Keterangan :

i : Besar arus melewati inductor

μ : Permeability

μ₀ : Permeability udara vakum

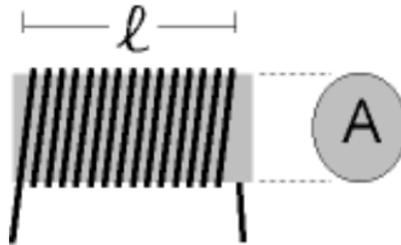
Besar permeability **μ** tergantung dari bahan inti (*core*) dari induktor.

Untuk induktor tanpa inti (*air winding*) **μ** = 1.

Bila rumus-rumus yang di atas di subsitusikan, maka rumus induktansi (rumus 3) dapat ditulis menjadi :

$$L = \frac{\mu\mu_0 N^2 A}{l}$$

Induktansi Induktor (6)



Gambar 3.2. Induktor selenoida dengan inti (core)

Dimana :

L : induktansi dalam H (Henry)

μ : permeability inti (*core*)

μ_0 : permeability udara vakum

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$$

N : jumlah lilitan induktor

A : luas penampang induktor (m^2)

l : panjang induktor (m)

rumus diatas merupakan rumus untuk menghitung nilai induktansi dari sebuah induktor. Rumus ini bisa dibolak-balik untuk menghitung jumlah lilitan induktor jika nilai induktansinya sudah ditentukan.



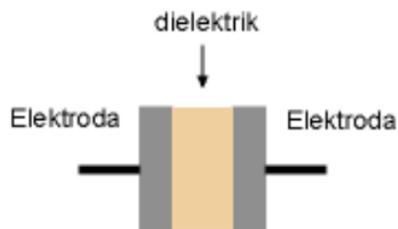
BAB IV

KAPASITOR

A. Pengertian dan konstruksi kapasitor

Kapasitor berasal dari kata Capacity, yang berarti kapasitas. Kapasitas yang dimaksud adalah Muatan. Muatan yang disimpan pada kapasitor adalah Muatan Listrik (*electric charge*). **Kapasitor** adalah komponen elektronika yang dapat menyimpan muatan listrik sementara.

Konstruksi dari **Kapasitor** terbuat dari 2 buah lempeng konduktor atau elektroda yang dipisahkan oleh bahan penyekat atau dielektrik. Konstruksi dapat dilihat pada gambar 4.1. dibawah ini :

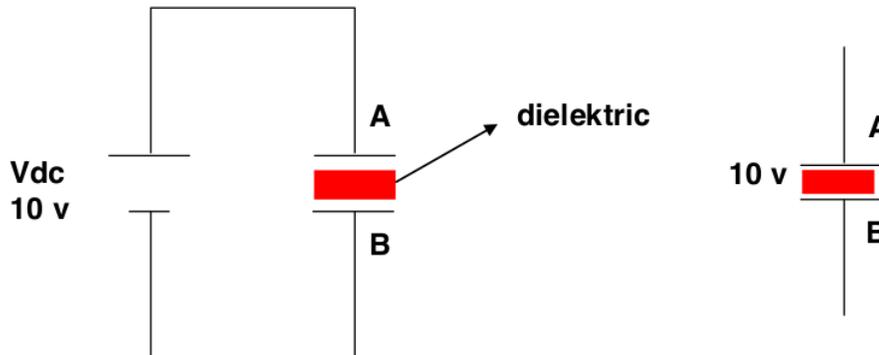


Gambar 4.1. konstruksi kapasitor

Bahan dielektrik atau penyekat terbuat dari cairan elektrolit, mika, keramik, kertas, udara dan lainnya. Sehingga nama kapasitor diambil dari bahan penyekatnya. Misalnya kapasitor elektrolit, kapasitor mika, kapasitor keramik, dan lainnya. Kapasitor memiliki sifat **Blocking DC** dan **By Pass AC**. Artinya jika kapasitor dihubungkan ke tegangan AC maka akan di By Pass saja, sebaliknya jika kapasitor diberikan tegan DC maka akan di block dan disimpan sebagai muatan listrik. Ilustrasi dapat dilihat pada gambar 4.2. Jika plat A dan plat B dihubungkan dengan tegangan DC 10 volt, maka plat A akan bermuatan positif (+)



dan plat B bermuatan negatif (-), sesuai dengan polaritas dari tegangan sumber atau DC.



Gambar 4.2. Pengisian muatan kapasitor

Jika plat A dan plat B dilepaskan dari sumber tegangan DC, maka plat A dan plat B akan menyimpan muatan sesuai tegangan sumber, yaitu 10 Vdc. Muatan yang tersimpan di kapasitor plat A dan B bersifat sementara. Jika dihubungkan ke plat A dan B dihubungkan dengan **beban** atau **load**, maka akan terjadi pengosongan muatan melalui beban tersebut.

B. Kapasitansi

Besar kapasitansi dari sebuah komponen kapasitor adalah kemampuan kapasitor tersebut untuk dapat menampung muatan elektron. Dalam hitungan, **1 coulomb = 6,25 x 10¹⁸** elektron. Menurut Michael Faraday bahwa sebuah komponen kapasitor akan memiliki kapasitansi sebesar 1 farad jika dengan tegangan 1 volt dapat memuat muatan elektron sebanyak 1 coulombs. Dengan rumus dapat ditulis :

$$Q = CV \dots(1)$$

Q = muatan elektron dalam C (coulombs)

C = nilai kapasitansi dalam F (farads)

V = besar tegangan dalam V (volt)



Sebuah **kapasitor** dapat kita buat dan dihitung nilai kapasitansinya. Kapasitansi dapat dihitung bila diketahui **Luas area plat metal (A)**, **Jarak (t)** antar kedua plat metal (tebal bahan dielektrik) dan **Konstanta (k) bahan dielektrik**. Rumus nilai kapasitansi dapat ditulis sebagai berikut :

$$C = (8.85 \times 10^{-12}) (k A/t) \dots(2)$$

Contoh nilai **konstanta (K)** bahan dielektrik dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.1 Nilai konstanta

Udara vakum	$k = 1$
Aluminium oksida	$k = 8$
Keramik	$k = 100 - 1000$
Gelas	$k = 8$
Polyethylene	$k = 3$

Untuk rangkaian elektronik praktis, satuan farads adalah sangat besar sekali. Nilai kapasitansi dari komponen kapasitor pada umumnya berkisar pada satuan μF (10^{-6} F), nF (10^{-9} F) dan pF (10^{-12} F). Pemahaman Konversi satuan nilai dari kapasitansi sangatlah penting, untuk memudahkan pembacaan besaran dari sebuah kapasitor. Misalnya $0,01\mu\text{F}$ dapat juga dibaca sebagai 10nF , atau contoh lain $0,047\text{nF}$ sama dengan 47pF .

C. Tipe atau Jenis Kapasitor

Berdasarkan bahan penyekat atau dielektriknya, kapasitor dapat dibagi menjadi beberapa tipe. Nama jenis atau tipe kapasitor biasanya diambil dari nama bahan penyekatnya. Tipe atau jenis kapasitor antara lain :

Kapasitor electrostatic, electrolytic dan electrochemical.



1. Kapasitor *Electrostatic*

Kapasitor *electrostatic* adalah tipe kapasitor yang memiliki bahan penyekat atau dielektrik dari bahan mika, kertas, keramik, dan film. Bahan dielektrik mika dan keramik merupakan bahan dielektrik sangat populer dengan harga yang terjangkau untuk membuat sebuah kapasitor dengan kapasitansi relatif kecil. Kapasitor ini biasanya digunakan pada rangkaian yang terkait dengan penggunaan frekuensi tinggi, nilai kapasitansinya antara satuan pF sampai dengan μF . Beberapa kapasitor yang termasuk dalam kelompok bahan dielektrik film antara lain bahan-bahan material seperti *polyester* (*polyethylene terephthalate* atau dikenal dengan sebutan *mylar*), *polystyrene*, *polypropylene*, *polycarbonate*, *metalized paper* dan lainnya.

Beberapa contoh merk dagang untuk kapasitor dengan bahan dielektrik film adalah Mylar, MKM, MKT. Kapasitor-kapasitor dengan bahan penyekat atau dielektrik ini, secara umum termasuk kelompok kapasitor **Non Polar**.

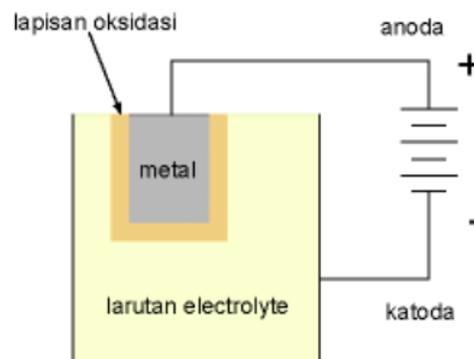
2. Kapasitor *Electrolytic*

Bahan dielektrik dari kapasitor *electrolytic* adalah lapisan metal-oksida. Dengan bahan dielektrik tersebut, maka kapasitor ini merupakan kapasitor yang memiliki Polaritas atau biasa disebut kapasitor Polar, dengan ditandai simbol + dan - pada bodinya. Kapasitor ini dapat memiliki polaritas karena proses pembuatannya menggunakan elektrolisa sehingga pada kapasitor terbentuk kutup positif anoda dan kutup negatif katoda.

Beberapa bahan metal seperti tantalum, aluminium, magnesium, titanium, niobium, zirconium dan seng (zinc) permukaannya dapat dioksidasi sehingga membentuk lapisan *metal-oksida* (*oxide film*).



Seperti pada umumnya proses penyepuhan emas, proses elektrolisa dapat mengakibatkan lapisan oksidasi pada metal atau plat. Elektroda metal yang dicelup kedalam larutan electrolit (*sodium borate*) lalu diberi tegangan positif (anoda) dan larutan electrolit diberi tegangan negatif (katoda). Oksigen pada larutan electrolyte terlepas dan mengoksidai permukaan plat metal. Contohnya, jika digunakan Aluminium, maka akan terbentuk lapisan Aluminium-oksida (Al_2O_3) pada permukaannya.



Gambar 4.3. Kapasitor Elektrolit (ELCO)

Dengan demikian berturut-turut plat metal (anoda), lapisan-metal-oksida dan electrolyte(katoda) membentuk kapasitor. Dalam hal ini lapisan-metal-oksida sebagai dielektrik. Dari rumus (2) diketahui besar kapasitansi berbanding terbalik dengan tebal dielektrik. Lapisan metal-oksida ini sangat tipis, sehingga dengan demikian dapat dibuat kapasitor yang kapasitansinya cukup besar.

Karena alasan ekonomis dan praktis, umumnya bahan metal yang banyak digunakan adalah aluminium dan tantalum. Bahan yang paling banyak dan murah adalah Aluminium. Untuk mendapatkan permukaan yang luas, bahan plat Aluminium ini biasanya digulung



radial. Sehingga dengan cara itu dapat diperoleh kapasitor yang kapasitansinya besar. Contoh nilai kapasitor yang umum digunakan adalah $4700\mu\text{F}$, $470\mu\text{F}$, $100\mu\text{F}$ dan lainnya, dan kapasitor ini disebut kapasitor **ELCO**.

Bahan electrolyte pada kapasitor Tantalum ada yang cair tetapi ada juga yang padat. Disebut electrolyte padat, tetapi sebenarnya bukan larutan elektrolit yang menjadi elektroda negatif-nya, melainkan bahan lain yaitu manganese-dioksida. Dengan demikian kapasitor jenis ini bisa memiliki nilai kapasitansi yang cukup besar, tetapi memiliki bentuk yang lebih ramping dan mungil. Selain itu juga karena seluruhnya berbentuk padat, maka waktu kerjanya (*lifetime*) menjadi lebih tahan lama. Kapasitor tipe ini juga memiliki arus bocor yang sangat kecil. Jadi dapat dipahami mengapa kapasitor Tantalum menjadi relatif mahal.

3. Kapasitor Electrochemical

Satu jenis kapasitor lain adalah kapasitor electrochemical. Contoh dari kapasitor electrochemical adalah **batere dan accu**. Karena pada umumnya batere dan accu merupakan kapasitor yang sangat baik, karena batere dan accu memiliki nilai kapasitansi yang cukup besar dan *arus bocor (leakage current)* yang sangat kecil. Jenis kapasitor seperti ini masih dalam proses pengembangan untuk mendapatkan nilai kapasitansi yang besar namun memiliki bentuk fisik yang kecil dan ringan. Sebagai contoh aplikasinya adalah untuk mobil elektrik dan telepon selular.

D. Pembacaan Nilai Kapasitansi

Pada beberapa kapasitor yang memiliki ukuran besar, nilai kapasitansi pada umumnya tertulis dengan angka. Nilai kapasitansi biasanya disertai dengan nilai kemampuan maksimum untuk menyimpan



tegangan beserta polaritasnya. Sebagai contoh, sebuah kapasitor elektrolit (**ELCO**) tertulis di bodinya nilai kapasitansi sebesar $100\mu\text{F}/50\text{V}$. Artinya bahwa kapasitor tersebut memiliki kapasitansi sebesar $100\mu\text{F}$ dengan kemampuan menyimpan tegangan maksimal sebesar 50 Volts.

Untuk kapasitor dengan ukuran fisik yang kecil, biasanya tertulis angka pada bodinya, bisa **2 (dua)** atau **3 (tiga) angka** saja. Jika yang tertulis **dua angka** maka **satuannya adalah pF (pico farads)**. Sebagai contoh, jika sebuah kapasitor tertulis **dua angka 33**, maka besarnya nilai kapasitansi dari kapasitor tersebut adalah 33 pF.

Bila pada kapasitor tertulis 3 angka atau digit, maka angka yang pertama dan kedua menunjukkan nilai nominal, sedangkan untuk **angka ke-3 adalah faktor pengali**. Ketentuan untuk faktor pengali sesuai dengan angka nominalnya, contohnya sebagai berikut :

$$1 = 10$$

$$2 = 100$$

$$3 = 1.000$$

$$4 = 10.000, \text{ dan seterusnya.}$$

Sebagai contoh sebuah kapasitor keramik tertulis angka 103, maka nilai kapasitansinya dari kapasitor tersebut adalah $10 \times 1.000 = 10.000\text{pF}$ atau = 10nF. Contoh lain jika pada kapasitor tertulis 272, artinya kapasitansi dari kapasitor tersebut adalah $27 \times 100 = 2700 \text{ pF} = 2,7 \text{ nF}$.

Beberapa hal penting yang perlu diperhatikan terkait dengan karakteristik dari kapasitor. Spesifikasi karakteristik dari kapasitor dapat dilihat pada datasheet yang dibuat oleh pabrik pembuat. Berikut ini adalah beberapa spesifikasi dari kapasitor yang penting :

1. Tegangan Kerja (*working voltage*)

Tegangan kerja adalah kemampuan dari kapasitor untuk bisa menyimpan muatan atau tegangan maksimal, sehingga kapasitor



dapat berfungsi atau bekerja dengan baik. Bila tegangan yang diberikan ke komponen kapasitor melebihi kemampuan maksimal dari kapasitor tersebut, maka komponen kapasitor bisa meledak. Sebagai contoh : sebuah kapasitor memiliki nilai $470\mu\text{F}$ 50V, maka tegangan yang bisa diberikan ke komponen kapasitor tersebut tidak boleh melebihi 50 volt dc. Pada Umumnya, kapasitor-kapasitor yang memiliki polaritas bekerja pada tegangan DC dan kapasitor non-polar bekerja pada tegangan AC.

2. Temperatur Kerja

Komponen kapasitor dapat bekerja maksimal sesuai dengan spesifikasinya jika bekerja pada suhu yang tepat atau sesuai. Pabrikan pembuat kapasitor umumnya membuat kapasitor yang mengacu pada standar populer. Ada 4 standar populer yang biasanya tertera di badan kapasitor seperti C0G (*ultra stable*), X7R (*stable*) serta Z5U dan Y5V (*general purpose*). Secara lengkap kode-kode tersebut dapat dilihat pada tabel 4.2.dibawah ini :

Tabel 4.2. Kode karakteristik kapasitor kelas I

Koefisien Suhu		Faktor Pengali Koefisien Suhu		Toleransi Koefisien Suhu	
Simbol	PPM per C°	Simbol	Pengali	Simbol	PPM per C°
C	0.0	0	-1	G	+/-30
B	0.3	1	-10	H	+/-60
A	0.9	2	-100	J	+/-120
M	1.0	3	-1000	K	+/-250
P	1.5	4	-10000	L	+/-500

ppm = part per million



Tabel 4.3. Kode karakteristik kapasitor kelas II dan III

suhu kerja minimum		suhu kerja maksimum		Toleransi Kapasitansi	
Simbol	C°	Simbol	C°	Simbol	Persen
Z	+10	2	+45	A	+/- 1.0%
Y	-30	4	+65	B	+/- 1.5%
X	-55	5	+85	C	+/- 2.2%
		6	+105	D	+/- 3.3%
		7	+125	E	+/- 4.7%
		8	+150	F	+/- 7.5%
		9	+200	P	+/- 10.0%
				R	+/- 15.0%
				S	+/- 22.0%
				T	+22% / -33%
				U	+22% / -56%
				V	+22% / -82%



BAB V

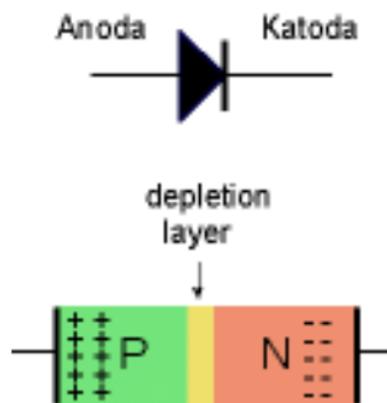
DIODA

(Dioda, Zener dan LED)

Dioda merupakan salah satu komponen aktif elektronika yang terbuat dari bahan semikonduktor. Dengan ditemukannya komponen dioda, beberapa ahli juga menemukan komponen-komponen hasil turunan dari komponen dioda yang unik dan menarik untuk dipelajari.

A. Dioda

Komponen dioda mempunyai fungsi utama sebagai penyearah arus listrik. Yaitu mengubah arus bolak balik (AC) menjadi arus searah (DC). Struktur komponen dioda terdiri dari sambungan semikonduktor tipe P dan N. Komponen dioda terdiri dari 2 kaki, satu kaki merupakan semikonduktor tipe P dan satu nya semikonduktor tipe N. Pada kondisi struktur sedemikian rupa, maka arus akan mengalir dari lapisan P (P junction) menuju ke lapisan N (N junction).

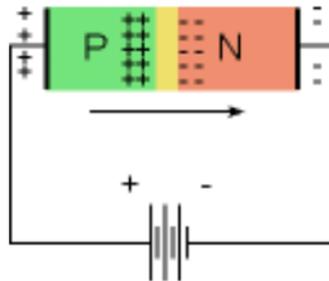


Gambar 5.1. Simbol dan struktur dioda

Pada gambar 5.1 dapat kita lihat bahwa pembatas atau sambungan antara lapisan P dan lapisan N terdapat lapisan delesi atau disebut

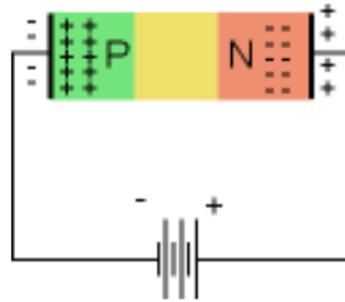


juga **depletion layer**. Pada **depletion layer** terdapat muatan **hole** dan **elektron yang** seimbang. Pada lapisan **P** mayoritas adalah muatan Hole dan minoritas elektron, sedangkan pada lapisan N mayoritas muatan elektron dan minoritas muatan Hole. Pada saat dioda diberikan Forward bias atau tegangan maju, maka lapisan P akan dihubungkan ke sumber tegangan Positif (+), sedangkan lapisan N akan dihubungkan ke sumber tegangan negative. Maka pada saat ini arus akan mengalir, karena terjadi perpindahan atau pergerakan elektron ke hole. Karena elektron mengalir menuju lapisan P, maka Hole akan terisi elektron. Sedangkan pada lapisan N akan terbentuk Hole, karena ditinggalkan elektron yang menuju ke lapisan P. Maka proses ini disebut aliran **hole** dari lapisan **P menuju** ke lapisan **N**, kejadian ini bisa dikatakan sebagai aliran arus listrik dari sisi P ke sisi N.



Gambar 5.2. Dioda forward bias (tegangan maju)

Sebaliknya apabila lapisan P diberikan tegangan negative (-) dan lapisan N diberikan tegangan positif (+), maka akan terjadi tegangan mundur atau bias negative, disebut dengan **Reverse Bias**.



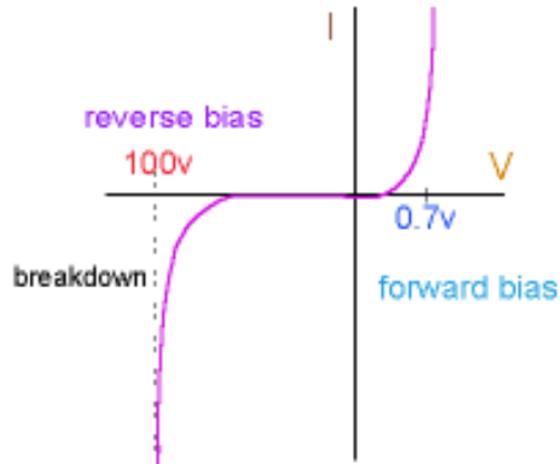
Gambar 5.3. Dioda Reverse bias (tegangan mundur)

Pada kondisi ini pada lapisan P dan N tidak terjadi perpindahan baik Hole maupun elektron. Karena pada lapisan P, Hole tertarik ke arah sumber tegangan negatif atau menjauh. Demikian pula pada lapisan N, elektron tertarik ke arah sumber tegangan positif. Ilustrasi dapat dilihat pada gambar 5.3. diatas. Muatan Hole dan elektron masing-masing bergerak menjauh ke arah yang berlawanan, sehingga lapisan depletion layer menjadi semakin lebar, sehingga tidak ada arus yang mengalir pada dioda.

Dari penjelasan di atas dapat kita simpulkan bahwa komponen Dioda hanya bisa mengalirkan arus listrik ke satu arah saja. Pada saat kondisi *forward bias* atau tegangan maju, dengan tegangan yang kecil saja dioda dapat menjadi konduktor. Besar kecilnya tegangan operasi ditentukan oleh bahan semikonduktor dari komponen dioda. Komponen dioda dengan bahan semikonduktor **silikon**, memiliki tegangan kerja **0,6** sampai dengan **0,7** volt. Sedangkan untuk dioda dengan bahan semikonduktor **germanium**, memiliki tegangan kerja **0,2** sampai dengan **0,3** volt. Pada gambar 5.4. dapat dilihat bahwa pada saat dioda diberikan tegangan mundur atau reverse bias, maka tidak arus yang mengalir. Tapi sesuai dengan tipe atau karakteristik dioda, pada saat kondisi arus reverse, dengan besar arus balik puluhan atau ratusan volt, maka dioda akan mengalami **Breakdown**. Kondisi ini terjadi karena dioda sudah tidak mampu lagi menahan arus balik atau reverse



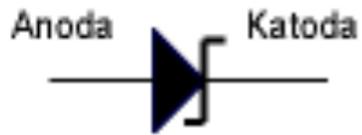
bias. Gambar 5.4. juga mengilustrasikan kondisi dioda *forward bias* atau tegangan maju dengan tegangan kerja 0,7 volt.



Gambar 5.4. Grafik arus dioda

B. Dioda Zener

Dari fenomena kondisi reverse bias atau tegangan *breakdown*, maka dibuatlah komponen dioda dengan jenis yang lain, yaitu **Dioda Zener**. Struktur dasar ataupun konstruksi dari dioda Zener tidak ada perbedaan dengan dioda biasa yang telah kita bahas sebelumnya. Dioda Zener mirip sekali dengan diode biasa. Dengan pemberian ¹ **doping yang lebih banyak pada sambungan P dan N**, sehingga **tegangan breakdown dioda bisa makin cepat tercapai**. Jika pada komponen dioda biasanya baru terjadi *breakdown* pada tegangan ratusan volt, maka pada komponen dioda **zener bisa terjadi pada angka puluhan dan satuan volt**. Pada **datasheet** beberapa dioda **zener memiliki tegangan kerja**, biasa disebut dengan **V_z**, antara lain ³ **sebesar 1,5 volt, 3,5 volt dan sebagainya**.

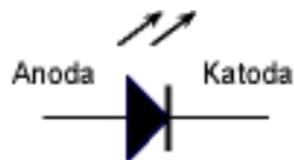


Gambar 5.5. Simbol dioda Zener

Keistimewaan dari dioda Zener adalah jika diberikan forward bias, maka akan berfungsi seperti dioda biasa, tapi jika dioda Zener diberikan Reverse bias, maka akan berfungsi sebagai Zener. Sehingga dengan demikian dioda Zener bekerja pada saat diberikan tegangan reverse bias. Secara umum fungsi dari dioda Zener adalah sebagai penstabil tegangan.

C. LED

Contoh lain dari keluarga dioda adalah ¹LED. LED adalah singkatan dari *Light Emitting Dioda*. LED merupakan komponen dioda yang bisa memancarkan cahaya atau dengan kata lain dapat mengeluarkan emisi cahaya. LED merupakan salah satu ⁴keluarga dari komponen dioda. Konstruksi atau struktur dari LED sama dengan dioda biasa. Tetapi belakangan ditemukan bahwa elektron yang menerjang sambungan P-N juga melepaskan energi berupa energi panas dan energi cahaya. LED dibuat agar lebih efisien jika mengeluarkan cahaya. Untuk mendapatkan emisi cahaya pada semikonduktor, doping yang pakai adalah arsenic, galium, dan phosporus. Jenis doping yang berbeda menghasilkan warna cahaya yang berbeda pula. Gambar dibawah ini merupakan symbol dari LED.



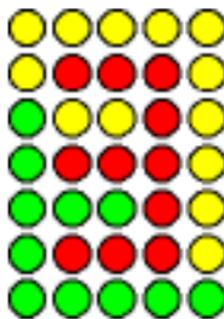
Gambar 5.6. Simbol LED



Pada umumnya warna cahaya LED adalah warna kuning, hijau dan merah. Adapula warna cahaya LED berwarna biru, tapi sangat jarang sekali ada. Pada saat memilih warna cahaya LED, selain warna, beberapa hal lainnya yang perlu diperhatikan, yaitu terkait dengan tegangan kerja, arus maksimum dan daya disipasinya. Bentuk atau *chasing* LED bermacam-macam, ada yang persegi empat, bulat dan lonjong.

D. Aplikasi Dioda

Dioda banyak digunakan pada rangkaian penyearah arus (*rectifier*) power suplai atau converter tegangan AC menjadi DC. Beberapa tipe dari komponen dioda yang umum adalah dioda 1N4001, 1N4007 dan lain-lain. Masing-masing tipe berbeda tergantung dari arus maksimum dan juga tegangan breakdownnya. Zener banyak digunakan untuk aplikasi penstabil tegangan atau regulator tegangan (*voltage regulator*). Zener yang ada dipasaran tentu saja banyak jenisnya tergantung dari tegangan *breakdown*nya. Di dalam datasheet biasanya spesifikasi ini disebut V_z (*zener voltage*) lengkap dengan toleransinya, dan juga kemampuan dissipasi daya.



Gambar 5.7. LED array

LED sering dipakai sebagai indikator yang masing-masing warna bisa memiliki arti yang berbeda. Menyala, padam dan berkedip juga bisa



berarti lain. LED dalam bentuk susunan (*array*) bisa menjadi display yang besar. Contoh lain dari LED adalah *7 segment* atau ada juga yang *14 segment*. Biasanya digunakan untuk menampilkan angka numerik dan alphabet.



BAB VI

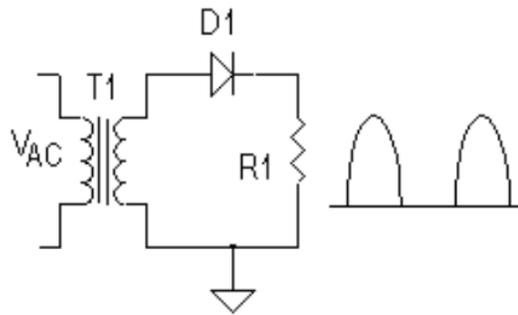
CATU DAYA

Prinsip kerja catu daya linear

Seluruh komponen atau perangkat elektronika menggunakan suplay tegangan DC (*direct current*). Oleh karena itu diperlukan tegangan sumber DC yang stabil dan baik, agar tidak mengakibatkan kerusakan pada komponen atau perangkat elektronika. Beberapa contoh sumber tegangan DC yang paling baik atau bagus adalah baterai atau accu. Tapi beberapa perangkat elektronika atau aplikasi yang lain membutuhkan catu daya yang lebih besar, sehingga bila menggunakan baterai atau accu tidak mencukupi. Sumber catu daya yang besar bisa kita dapatkan dari sumber tegangan AC (*alternating current*) yang dibangkitkan dari PLN atau pembangkit tegangan listrik AC. Sehingga dibutuhkan suatu perangkat yang dapat mengubah tegangan atau arus AC menjadi DC. Perangkat tersebut adalah rangkaian catu daya atau *power supply* atau biasa disebut rangkaian *Rectifier*. Pada BAB ini akan dibahas tentang beberapa macam rangkaian *Rectifier* dan prinsip kerjanya.

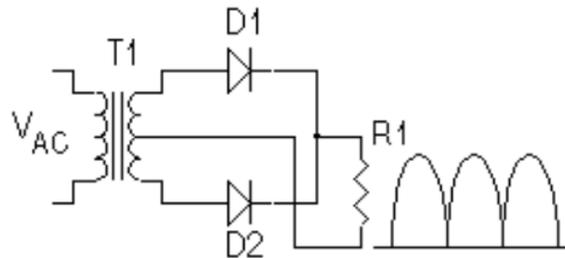
RANGKAIAN PENYEARAH ARUS (RECTIFIER)

Ada beberapa macam rangkaian penyearah arus (*rectifier*), rangkaian yang paling sederhana dapat dilihat pada gambar 6.1. Rangkaian tersebut dinamakan rangkaian penyearah setengah gelombang atau biasa disebut *Half Wave Rectifier*. Pada rangkaian ini diperlukan sebuah Transformator yang berfungsi untuk menurunkan tegangan AC dari 220 volts menjadi tegangan yang kita inginkan. Misalkan dari tegangan 220 volt menjadi 12 volt. Sehingga transformator yang digunakan adalah tipe step down, yaitu menurunkan tegangan dari kumparan primer ke kumparan sekunder.



Gambar 6.1. Rangkaian penyearah setengah gelombang

Pada rangkaian penyearah setengah gelombang (*halfwave rectifier*) terdiri dari satu buah dioda dan satu buah komponen resistor R1 atau RLoad. Komponen dioda disini berfungsi sebagai penyearah arus atau tegangan, sedangkan komponen resistor R1 berfungsi sebagai beban atau output dari rangkaian.

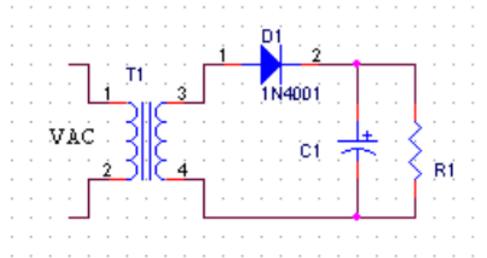


Gambar 6.2 Rangkaian penyearah gelombang penuh

Gambar 6.2 merupakan penyearah gelombang penuh (*Fullwave Rectifier*) dengan transformator *Center Tap* (Trafo CT). Pada rangkaian ini menggunakan dua komponen dioda, yaitu D1 dan D2. Tegangan positif fase yang pertama diteruskan oleh komponen dioda D1 sedangkan tegangan positif fase yang berikutnya dilewatkan melalui komponen dioda D2, kemudian diteruskan ke beban R1, dengan CT transformator sebagai *common ground*. Sehingga **output** yang dihasilkan dari rangkaian ini adalah gelombang penuh. Output

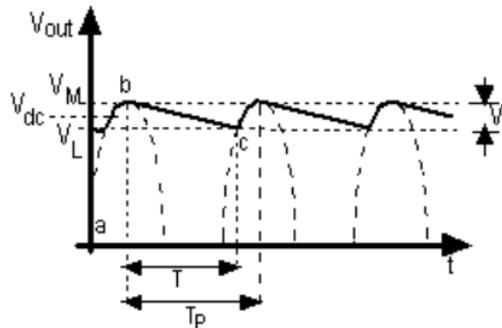


didapatkan dari resistor beban R_1 atau R_{Load} . Sebagai contoh aplikasinya adalah untuk mensupply atau mencatu daya motor dc yang kecil atau lampu pijar dc. Walaupun dari kedua rangkaian tersebut masih terdapat **tegangan ripple**, tapi masih dapat memberikan supply tegangan DC yang cukup baik.



Gambar 6.3 Rangkaian penyearah setengah gelombang dengan filter C

Gambar 6.3. merupakan rangkaian penyearah setengah gelombang (*halfwave rectifier*) yang ditambahkan dengan komponen kapasitor C sebagai filter, dan dihubungkan secara paralel dengan beban R_1 . Dengan adanya penambahan komponen kapasitor sebagai filter pada rangkaian, maka bentuk output atau keluaran dari gelombang bisa menjadi lebih rata. Dapat kita lihat dari Gambar 6.4. menunjukkan bentuk output atau keluaran tegangan DC dari rangkaian penyearah setengah gelombang dengan penambahan filter kapasitor. Garis yang menghubungkan antara titik B dan titik C berupa garis lurus dengan kemiringan tertentu, merupakan arus yang mengalir dari output kapasitor sebagai filter. Sebenarnya garis b-c bukanlah garis lurus, tetapi eksponensial sesuai dengan sifat pengosongan muatan pada kapasitor.



Gambar 6.4 Output gelombang dengan filter kapasitor

Kemiringan kurva b-c tergantung dari besar arus I yang mengalir ke beban R . Jika arus $I = 0$ (tidak ada beban) maka kurva b-c akan membentuk garis horizontal. Namun jika beban arus semakin besar, kemiringan kurva b-c akan semakin tajam. Tegangan yang keluar akan berbentuk gigi gergaji dengan tegangan *ripple* yang besarnya adalah :

$$V_r = V_M - V_L \dots\dots (1)$$

dan tegangan dc ke beban adalah $V_{dc} = V_M + V_r/2 \dots\dots (2)$

Rangkaian penyearah yang baik adalah rangkaian yang memiliki tegangan *ripple* paling kecil. V_L adalah tegangan *discharge* atau pengosongan kapasitor C , sehingga dapat ditulis :

$$V_L = V_M e^{-T/RC} \dots\dots (3)$$

Jika persamaan (3) disubsitusi ke rumus (1), maka diperoleh :

$$V_r = V_M (1 - e^{-T/RC}) \dots\dots (4)$$

Jika $T \ll RC$, dapat ditulis : $e^{-T/RC} \approx 1 - T/RC \dots\dots (5)$



sehingga jika ini disubsitusi ke rumus (4) dapat diperoleh persamaan yang lebih sederhana :

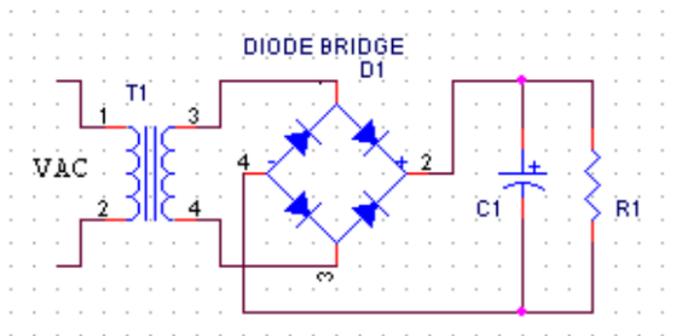
$$V_r = V_M(T/RC) \dots (6)$$

V_M/R tidak lain adalah beban I , sehingga dengan ini terlihat hubungan antara beban arus I dan nilai kapasitor C terhadap tegangan *ripple* V_r . Perhitungan ini efektif untuk mendapatkan nilai tegangan ripple yang diinginkan.

$$V_r = I T/C \dots (7)$$

Rumus ini mengatakan, jika arus beban I semakin besar, maka tegangan *ripple* akan semakin besar. Sebaliknya jika kapasitansi C semakin besar, tegangan *ripple* akan semakin kecil. Untuk penyederhanaan biasanya dianggap $T=Tp$, yaitu periode satu gelombang sinus dari jala-jala listrik yang frekuensinya 50Hz atau 60Hz. Jika frekuensi jala-jala listrik 50Hz, maka $T = Tp = 1/f = 1/50 = 0.02$ det. Ini berlaku untuk penyearah setengah gelombang. Untuk penyearah gelombang penuh, tentu saja fekuensi gelombangnya dua kali lipat, sehingga $T = 1/2 Tp = 0.01$ det.

Bentuk lain dari penyearah gelombang penuh (*Fullwave rectifier*) adalah rangkaian penyearah dengan 4 dioda atau biasa disebut rangkaian **Bridge Rectifier** (jembatan). Rangkaian tersebut dapat kita lihat pada gambar 6.5 dibawah. Pada rangkaian *bridge rectifier* ini menggunakan transformator step down biasa, bukan yang tipe CT (*Center Tap*). Rangkaian ini juga ditambahkan komponen kapasitor sebagai filter dan resistor $R1$ sebagai beban atau Load. Dengan adanya penambahan kapasitor sebagai filter, maka output gelombang yang dihasilkan dapat lebih rata seperti gambar 6.4.



Gambar 6.5. Rangkaian *Bridge Rectifier* dengan filter C

Sebagai contoh, kita membuat rangkaian penyearah gelombang penuh dari sumber tegangan listrik 220V/50Hz untuk mensuplai beban sebesar 0.5 A. Berapa nilai kapasitor yang diperlukan sehingga rangkaian ini memiliki tegangan *ripple* yang tidak lebih dari 0.75 Vpp. Jika rumus (7) dibolak-balik maka diperoleh.

$$C = I \cdot T / V_r = (0.5) (0.01) / 0.75 = 6600 \mu\text{F}.$$

Dari hasil perhitungan diperoleh besar muatan kapasitor adalah 6600 μF . Kapasitor dengan nilai sebesar ini dapat kita dapatkan dari jenis kapasitor elektrolit atau electrolit condensator (*ELCO*). Kapasitor jenis *ELCO* memiliki polaritas positif dan negative dengan tegangan maksimal sesuai dengan spesifikasi kapasitor tersebut. Tegangan kerja kapasitor yang digunakan harus lebih besar dari tegangan keluaran catu daya. Misalkan tegangan keluaran atau output dari catu daya 09 volt, maka kapasitor harus memiliki spesifikasi tegangan maksimal lebih dari 09 volts. Contoh lain bila pada rangkaian audio yang kita buat mendengung, maka dapat kita periksa rangkaian penyearah catu daya yang kita buat, apakah tegangan *ripple* yang dihasilkan cukup mengganggu. Jika dipasaran tidak tersedia kapasitor yang memiliki kapasitas besar, maka kita dapat memparalel dua atau tiga buah kapasitor.





BAB VII

TRANSISTOR BIPOLAR

Untuk memahami tentang komponen transistor bipolar, pada Bab 1 telah dijelaskan materi semikonduktor tipe P dan tipe N. Pada dasarnya komponen transistor bipolar terbuat dari bahan semikonduktor tipe P dan tipe N. Untuk memahami prinsip dasar dari transistor, maka kita harus memahami prinsip kerja dari komponen dioda. Komponen transistor terdiri dari 3 lapisan bahan semikonduktor, yaitu lapisan PNP dan NPN. Komponen transistor memiliki 3 kaki elektroda, yaitu Emiter, Base dan Kolektor. Kesimpulannya, prinsip kerja transistor adalah arus bias antara base - emiter yang kecil mengatur besar arus kolektor-emiter. Selanjutnya adalah bagaimana caranya memberi arus bias yang tepat sehingga transistor dapat bekerja optimal.

Arus bias

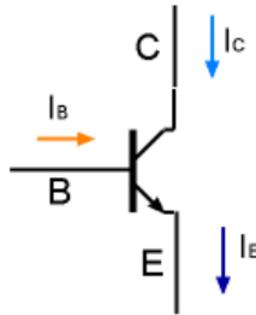
Pemberian tegangan kerja atau arus bias pada komponen transistor terdapat 3 cara, antara lain rangkaian CE (Common Emitter), CC (Common Collector) dan CB (Common Base). Pada pembahasan selanjutnya akan lebih detail dijelaskan tentang bias transistor dengan rangkaian CE. Dengan menganalisa rangkaian CE akan dapat diketahui beberapa parameter penting dan berguna terutama untuk memilih komponen transistor yang tepat untuk aplikasi tertentu. Sebagai contoh untuk aplikasi pengolahan sinyal frekuensi audio, maka tidak bisa menggunakan transistor power.

Arus Emiter

Pada hukum Kirchhoff dijelaskan bahwa arus yang masuk ke suatu titik cabang, sama dengan arus yang keluar dari titik cabang tersebut. Bila prinsip tersebut diaplikasikan pada komponen transistor, maka hukum tersebut menjelaskan hubungan :



$$I_E = I_C + I_B \dots\dots(1)$$



Gambar 7.1. Arus emitor

Dari persamaan (1) diatas dapat kita simpulkan bahwa arus emitter I_E merupakan penjumlahan dari arus base I_B dan arus kolektor I_C . Pada kenyataannya arus base I_B sangatlah kecil sekali dibandingkan dengan arus kolektor I_C atau dapat dikatakan $I_B \ll I_C$. Sehingga persamaan (1) dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$I_E \approx I_C \dots\dots(2)$$

Alpha (α)

Pada tabel datasheet komponen transistor, terdapat spesifikasi dari α_{dc} (alpha dc) yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\alpha_{dc} = I_C/I_E \dots\dots(3)$$

Keterangan dari persamaan (3) diatas adalah perbandingan arus kolektor terhadap arus emitor.

Dikaitkan dengan persamaan (2), maka ¹ besar arus kolektor umumnya hampir sama dengan besar arus emiter sehingga idealnya besar α_{dc} maksimal adalah = 1 (satu). Namun pada umumnya transistor yang ada memiliki α_{dc} kurang lebih antara 0.95 sampai 0.99.



Beta (β)

Beta (β) adalah perbandingan besarnya arus kolektor terhadap arus base.

$$\beta = I_C/I_B \dots\dots\dots (4)$$

β adalah parameter yang menunjukkan kemampuan penguatan arus (*current gain*) dari komponen transistor. Parameter terdapat di *databook* atau datasheet transistor. Informasi ini dapat digunakan oleh para perancang rangkaian elektronika untuk pembuatan.

Sebagai contoh komponen transistor memiliki nilai $\beta=200$ dan arus kolektor sebesar 15 mA, maka berapakah arus bias base yang diperlukan. Berikut adalah jawabannya, yaitu :

$$I_B = I_C/\beta = 15\text{mA}/200 = 75 \text{ uA}$$

Arus yang mengalir pada kolektor transistor yang memiliki $\beta = 200$ bila diberikan arus bias pada kaki base sebesar 0.1mA adalah :

$$I_C = \beta I_B = 200 \times 0.1\text{mA} = 20 \text{ mA}$$

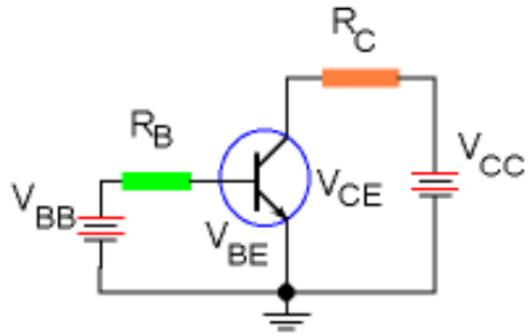
Dari perhitungan yang dicontohkan diatas dapat kita lihat bahwa terjadi penguatan arus pada komponen transistor, yaitu dengan memberikan arus bias pada base yang relative kecil, dapat menghasilkan arus kolektor yang cukup besar.

Common Emitter (CE)

Common Emitter adalah suatu rangkaian penguatan transistor yang banyak digunakan pada berbagai aplikasi rangkaian elektronika. Rangkaian ini disebut Common Emitter karena pada kaki emitter



dihubungkan ke ground atau tegangan 0 volt. Sebagai gambarannya dapat dilihat pada rangkaian dibawah ini (gambar 7.2.) :



Gambar 7.2. Rangkaian Common Emitter

Sekilas Tentang Notasi

Beberapa notasi atau simbol yang digunakan dalam perhitungan komponen transistor, antara lain :

V_C = tegangan kolektor

V_B = tegangan base

V_E = tegangan emitter

Notasi diatas dapat kita artikan bahwa V_C , V_B dan V_E merupakan besarnya tegangan pada kaki-kaki transistor, yaitu tegangan pada titik kolektor, tegangan pada titik base dan tegangan pada titik emitter.

Selanjutnya ada beberapa notasi atau simbol yang berarti menunjukkan tegangan diantara 2 kaki transistor atau 2 titik. Tegangan ini biasa disebut dengan tegangan jepit. Notasi tersebut antara lain :

V_{CE} = tegangan jepit kolektor- emitor

V_{BE} = tegangan jepit base - emitor

V_{CB} = tegangan jepit kolektor - base

Notasi seperti V_{BB} , V_{CC} , V_{EE} merupakan besarnya tegangan yang masuk ke titik base, kolektor dan emitor.



Kurva Base

Hubungan antara Arus Base (I_B) dan Tegangan jepit Base-Kolektor (V_{BE}) dapat membentuk kurva dioda. Karena dapat kita ketahui bahwa junction base-emitter merupakan persamaan dari komponen dioda. Jika hukum Ohm diterapkan pada loop base, maka dapat diketahui adalah :

$$I_B = (V_{BB} - V_{BE}) / R_B \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

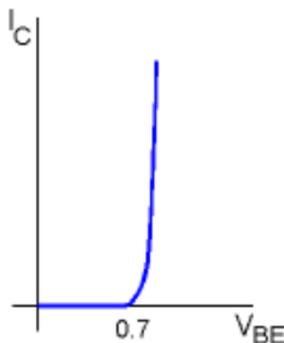
I_B : Arus Base

V_{BE} : Tegangan jepit junction base-emitor

V_{BB} : Tegangan sumber pada Base

R_B : Hambatan atau tahanan pada Base

Arus akan dapat mengalir jika tegangan antara base-emitor dapat terpenuhi, dalam hal ini lebih besar dari V_{BE} . Sehingga arus I_B bisa mengalir pada saat tegangan V_{BE} telah tercapai pada nilai tertentu.



Gambar 7.3. kurva $I_B - V_{BE}$

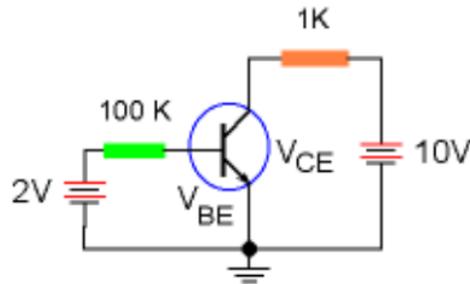
Besarnya tegangan V_{BE} dapat kita lihat pada buku datasheet yang ada. Untuk transistor yang terbuat dari bahan **Silikon**, maka $V_{BE} = 0.7$ volt,



sedangkan untuk transistor dengan bahan **Germanium**, maka $V_{BE} = 0.3$ volt. Nilai ideal $V_{BE} = 0$ volt.

Sebagai contoh :

Berapakah besar arus I_B dan arus I_C dari rangkaian dibawah ini (gambar 7.4.), jika diketahui nilai $\beta = 200$. Komponen transistor terbuat dari bahan silikon.



Gambar 7.4. Rangkaian CE dengan diberikan tegangan bias

Sehingga;

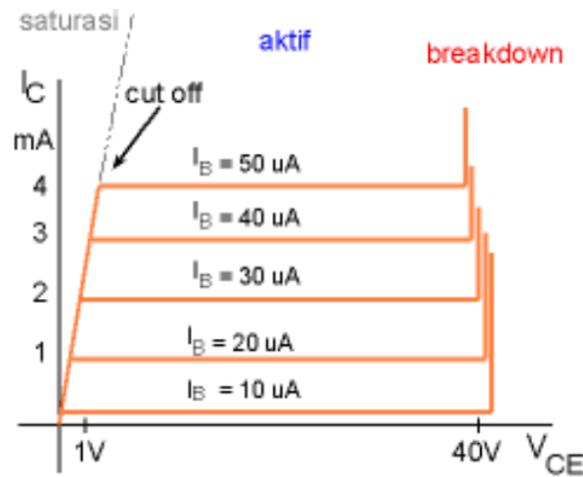
$$\begin{aligned} I_B &= (V_{BB} - V_{BE}) / R_B \\ &= (2V - 0.7V) / 100 K \\ &= 13 \mu A \end{aligned}$$

Dengan $\beta = 200$, maka arus kolektor adalah :

$$I_C = \beta I_B = 200 \times 13 \mu A = 2.6 \text{ mA}$$

Kurva Kolektor

Sekarang sudah diketahui konsep arus base dan arus kolektor. Satu hal lain yang menarik adalah bagaimana hubungan antara arus base I_B , arus kolektor I_C dan tegangan kolektor-emiter V_{CE} . Dengan menggunakan gambar *rangkaian diatas*, tegangan V_{BB} dan V_{CC} dapat diatur untuk memperoleh plot garis-garis kurva kolektor. Pada gambar 7.5.telah diplot beberapa kurva kolektor, yaitu perbandingan antara arus I_C terhadap V_{CE} dimana arus base I_B dibuat konstan.



Gambar 7.5. Kurva kolektor

Dari kurva diatas dapat kita lihat daerah kerja dari transistor. Ada 4 kondisi kerja dari transistor, yang pertama adalah kondisi *saturasi*, kedua adalah kondisi *cut-off*, yang ketiga adalah kondisi *aktif* dan yang terakhir adalah kondisi *breakdown*.

Daerah Aktif

Daerah aktif merupakan daerah kerja transistor pada kondisi normal, dimana arus I_c konstan terhadap berapapun nilai V_{ce} . Sesuai dengan grafik atau kurva yang diperlihatkan pada gambar 7.5. dapat kita lihat bahwa besarnya arus I_c dipengaruhi oleh besarnya arus I_b . semakin besar arus I_b maka semakin besar pula arus I_c . Daerah kerja dari transistor ini disebut daerah linear (*linear region*).

Bila hukum Kirchhoff diterapkan pada rangkaian Common Emitter, maka akan didapatkan hubungan rumus sebagai berikut :

$$V_{ce} = V_{cc} - I_c R_c \dots\dots\dots (6)$$



Daya dissipasi transistor dapat dihitung sebagai berikut :

$$P_D = V_{CE} \cdot I_C \dots\dots\dots (7)$$

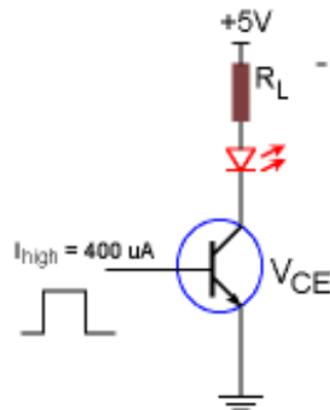
Dari persamaan (7) diatas dapat dihitung besarnya daya dissipasi transistor merupakan hasil perkalian antara tegangan kolektor-emitor dengan jumlah arus yang melewatinya. Daya dissipasi berupa panas, sehingga bisa meningkatkan suhu atau temperatur komponen transistor. Untuk kebutuhan tertentu, beberapa transistor harus diketahui daya dissipasi maksimalnya, sebagai contoh Transistor Power. Pada transistor power sangat penting bagi kita untuk mengetahui spesifikasi daya dissipasi maksimalnya atau P_{Dmax} . Hal ini sangatlah penting untuk diketahui agar transistor bisa bekerja normal. Sebab jika komponen transistor aktif bekerja melebihi batas kapasitas daya P_{Dmax} , maka transistor akan terbakar atau rusak.

Daerah Saturasi

Kondisi saturasi terjadi pada saat tegangan kolektor – emitter $V_{CE} = 0$ volt dan arus kolektor I_C maksimal. Sehingga pada kondisi seperti ini transistor seolah-olah seperti saklat ON (tertutup).

Daerah Cut-Off

Kondisi Cut-Off terjadi pada saat transistor belum mendapatkan bias tegangan dari basis, sehingga tegangan V_{CE} maksimal dan arus kolektor I_C minimal atau 0 Ampere. Pada saat kondisi seperti ini Transistor seolah-olah seperti saklar OFF (terbuka). Kondisi transistor saturasi dan cut off biasanya digunakan untuk sistem digital, karena adanya perubahan ON dan OFF. Perubahan ini digunakan dalam sistem digital untuk menunjukkan bilangan biner 0 dan 1.



Gambar 7.6. Rangkaian driver LED

Contoh rangkaian driver LED di atas, transistor yang digunakan adalah transistor dengan $\beta = 100$. Penyalan LED diatur oleh sebuah gerbang logika (*logic gate*) dengan arus *output high* = 250 uA dan diketahui tegangan forward LED, $V_{LED} = 2$ volt. Lalu pertanyaannya adalah, berapakah seharusnya resistansi R_L yang dipakai.

$$I_C = \beta I_B = 100 \times 250 \text{ uA} = 25 \text{ mA}$$

Arus sebesar ini cukup untuk menyalakan LED pada saat transistor *cut-off*. Tegangan VCE pada saat *cut-off* idealnya = 0 volt, dan aproksimasi ini sudah cukup untuk rangkaian ini.

$$\begin{aligned} R_L &= (V_{CC} - V_{LED} - V_{CE}) / I_C \\ &= (5 - 2 - 0)V / 25 \text{ mA} \\ &= 3 \text{ V} / 25 \text{ mA} \\ &= 120 \text{ Ohm} \end{aligned}$$



Daerah Breakdown

Dari grafik atau kurva diatas (gambar 7.5), dapat kita lihat bahwa jika tegangan V_{CE} lebih dari 40V, maka arus yang mengalir pada kolektor atau I_C akan naik dengan cepat. Pada kondisi seperti ini transistor dalam keadaan breakdown. Transistor tidak diperbolehkan bekerja pada kondisi breakdown, karena akan menyebabkan transistor tersebut rusak. Untuk nilai tegangan Kolektor-emitter maksimal (V_{CEmax}) pada tiap-tiap transistor berbeda-beda atau bervariasi. V_{CEmax} transistor dapat kita lihat pada datasheet atau databook komponen elektronika.

4

Datasheet transistor

Sebelumnya telah disinggung beberapa spesifikasi transistor, seperti tegangan V_{CEmax} dan $P_D max$. Sering juga dicantumkan di datasheet keterangan lain tentang arus $I_C max$ $V_{CB max}$ dan $V_{EB max}$. Ada juga $P_D max$ pada $T_A = 25^\circ$ dan P_Dmax pada $T_C = 25^\circ$. Misalnya pada transistor 2N3904 dicantumkan data-data seperti :

$$V_{CBmax} = 60V$$

$$V_{CE0max} = 40V$$

$$V_{EBmax} = 6 V$$

$$I_{Cmax} = 200 mA_{dc}$$

$$P_{Dmax} = 625 mW T_A = 25^\circ$$

$$P_{Dmax} = 1.5W T_C = 25^\circ$$

T_A adalah temperature ambient yaitu suhu kamar. Sedangkan T_C adalah temperature casing transistor. Dengan demikian jika transistor dilengkapi dengan *heatshink*, maka transistor tersebut dapat bekerja dengan kemampuan dissipasi daya yang lebih besar.



β atau h_{FE}

Pada sistem analisa rangkaian dikenal juga parameter h , dengan menyebutkan h_{FE} sebagai β_{dc} untuk mengatakan penguatan arus.

$$\beta_{dc} = h_{FE} \dots\dots\dots (8)$$

Sama seperti pencantuman nilai β_{dc} , di datasheet umumnya dicantumkan nilai h_{FE} minimum ($h_{FE} \text{ min}$) dan nilai maksimumnya ($h_{FE} \text{ max}$).

Penutup

Perhitungan-perhitungan di atas banyak menggunakan aproksimasi dan penyederhanaan. Tergantung dari keperluannya, untuk perhitungan lebih rinci dapat juga dilakukan dengan tidak mengabaikan efek-efek bahan seperti resistansi, tegangan jepit antar junction dan sebagainya.

elektronika pasis att 4

ORIGINALITY REPORT

37%
SIMILARITY INDEX

37%
INTERNET SOURCES

0%
PUBLICATIONS

14%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	pt.scribd.com Internet Source	19%
2	eprints.unsri.ac.id Internet Source	6%
3	yennyqwuidh.blogspot.com Internet Source	3%
4	es.scribd.com Internet Source	3%
5	indahproduktif.blogspot.com Internet Source	2%
6	fahkyhakim.blogspot.com Internet Source	2%
7	Submitted to Universitas Negeri Jakarta Student Paper	2%

Exclude quotes On

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography On