

## KOMPONEN ELEKTRONIKA

Komponen elektronika dibagi 2 kelompok:

A. Komponen pasif yaitu: komponen elektronika yang apabila dialiri aliran listrik tidak menghasilkan tegangan seperti: perubahan tegangan, pembalikan fasa dan pemuatan. yang termaksud komponen pasif:

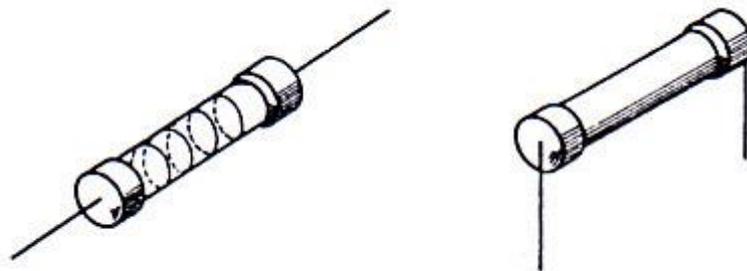
1. Resistor/tahanan
2. Capacitor/kondesator
3. Travo/transvornator

1. Resistor disebut juga juga dengan tahanan atau hambatan, berfungsi untuk menghambat arus listrik yang melewatinya. Semakin besar nilai resistansi sebuah Resistor yang dipasang, semakin kecil arus yang mengalir. Satuan nilai resistansi suatu Resistor adalah Ohm ( $\Omega$ ) diberi lambang huruf R.

Ada dua macam Resistor yang dipakai pada teknik listrik dan elektronika, yaitu

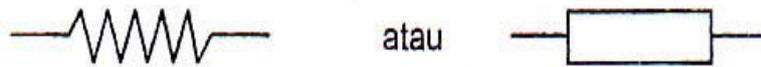
a. Resistor tetap(resistor variabel)

Resistor tetap adalah Resistor yang mempunyai nilai hambatan yang tetap. Biasanya terbuat dari karbon, kawat atau paduan logam. Sebuah hambatan karbon dibentuk oleh pipa keramik dengan karbonnya diuapkan. Biasanya pada kedua ujungnya dipasang tutup, dimana kawat-kawat penghubungnya dipasang. Nilai hambatannya ditentukan oleh tebalnya dan panjangnya lintasan karbon. Panjang lintasan karbon tergantung dari kisarnya alur yang berbentuk spiral. Bentuk Resistor karbon yang diuapkan aksial dan radial dapat dilihat pada gambar 1-1 dibawah ini.



Gambar 1-1. Hambatan karbon yang diuapkan aksial dan radial

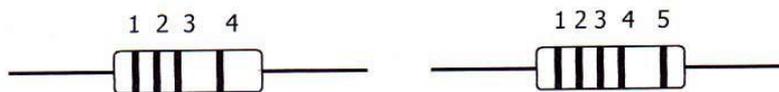
Gambar dibawah ini memperlihatkan simbol Resistor tetap



Gambar 1-2. Simbol Resistor tetap

Kode warna pada Resistor menyatakan harga resistansi dan toleransinya. Semakin kecil nilai toleransi suatu Resistor adalah semakin baik, karena harga sebenarnya adalah harga yang tertera  $\pm$  harga toleransinya. Misalnya suatu Resistor harga yang tertera = 100 Ohm mempunyai toleransi 5%, maka harga yang sebenarnya adalah  $100 - (5\% \times 100)$  s/d  $100 + (5\% \times 100) = 95$  Ohm s/d 105 Ohm.

Terdapat Resistor yang mempunyai 4 gelang warna dan 5 gelang warna seperti



yang terlihat pada gambar 1-3.

Gambar 1-3. Resistor dengan 4 gelang warna dan 5 gelang warna

Tabel kode warna pada Resistor 4 gelang

Warna	Gelang 1 (Angka pertama)	Gelang 2 (Angka kedua)	Gelang 3 (Faktor pengali)	Gelang 4 (Toleransi)
Hitam	-	0	1	-
Coklat	1	1	$10^1$	1
Merah	2	2	$10^2$	2
Oranye	3	3	$10^3$	3
Kuning	4	4	$10^4$	4
Hijau	5	5	$10^5$	5
Biru	6	6	$10^6$	6
Ungu	7	7	$10^7$	7
Abu-abu	8	8	$10^8$	8
Putih	9	9	$10^9$	9
Emas	-	-	$10^{-1}$	5
Perak	-	-	$10^{-2}$	10
Tanpa warna	-	-	$10^{-3}$	20

Arti kode warna pada Resistor 5 gelang adalah:

Gelang 1 = Angka pertama

Gelang 2 = Angka kedua

Gelang 3 = Angka ketiga

Gelang 4 = Faktor pengali

Gelang 5 = Toleransi

Satuan tahanan:

$1\text{k}\Omega = 1000\Omega$

$1\text{m}\Omega = 1.000.000\Omega$

$1\text{G}\Omega =$

Contoh:

1. Gel 1 = kuning

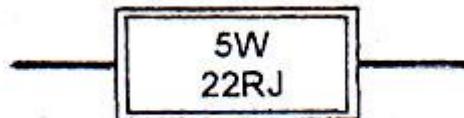
Gel 2 = ungu

Gel 3 = kuning

Gel 4 = emas

=  $47000/470\text{k}\Omega$

Resistor yang mempunyai kode angka dan huruf biasanya adalah Resistor lilitan



kawat yang diselubungi dengan keramik/porselin, seperti gambar 1-4. Gambar

1-4. Resistor dengan kode angka dan huruf

Huruf-huruf yang sering digunakan dalam perkodean

R= untuk menyatakan harga dalam ohm

K= untuk menyatakan harga dalam kilo ohm

M= untuk menyatakan harga dalam mega ohm

Arti kode angka dan huruf pada Resistor ini adalah sebagai berikut:

-  $82\text{K}\Omega$  5% 9132 W

$82\text{K}\Omega$  berarti besarnya resistansi  $82\text{K}\Omega$  (kilo ohm)

5% berarti besarnya toleransi 5%

9132 W adalah nomor serinya

- 5 W 0,22  $\Omega$  J

5 W berarti kemampuan daya Resistor besarnya 5 watt

0,22  $\Omega$  berarti besarnya resistansi 0,22  $\Omega$

J berarti besarnya toleransi 5%

- 5 W 22 R J

5 W berarti kemampuan daya Resistor besarnya 5 watt

22 R berarti besarnya resistansi 22  $\Omega$

J berarti besarnya toleransi 5%

- 5 W 1 K  $\Omega$  J

5 W berarti kemampuan daya Resistor besarnya 5 watt

1 K  $\Omega$  berarti besarnya resistansi 1 K  $\Omega$

J berarti besarnya toleransi 5%

- 5 W R 1 K

5 W berarti kemampuan daya Resistor besarnya 5 watt

R 1 K berarti besarnya resistansi 1 K  $\Omega$

- RSN 2 P 22 KK

RSN 2 P sebagai nomor seri resistor

22 K berarti besarnya resistansi 22 K  $\Omega$

K berarti besarnya toleransi 5%

- 1 k 5 berarti besarnya resistansi 1.5 K  $\Omega$

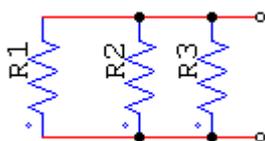
Teknik pemakaian resistor dalam rangkaian elektronika:

a. Rangkaian seri



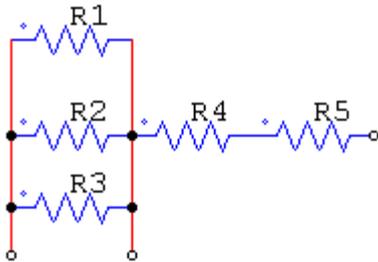
$$R_t = R_1 + R_2 + R_3$$

b. Rangkaian paralel



$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

c. Rangkaian seri paralel



$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$R_t = R_p + R_4 + R_5$$

b. Resistor non variable (resistor yang tahanannya dapat berubah ubah) resistor non variabel dibagi atas 6 kelompok:

1. LDR (Light Dependent Resistor)

Ciri-ciri komponen ini:

- Berfungsi sebagai sensor cahaya
- Pada umumnya dipakai pada rangkaian yang berhubungan dengan sakelar, mainan anak-anak dll
- Bila terkena cahaya nilai tahanannya mengecil

2. VDR (Voltage Dependent Resistor)

Ciri-ciri komponen ini:

- Semakin besar tegangan pada rangkaian maka semakin kecil nilai resistansinya
- Biasanya digunakan pada stabilizer

3. PTC (Positif Temperatur Compesien)

Ciri-ciri komponen ini:

- Pada suhu dingin nilai resistansinya akan mengecil dan pada suhu panas nilai resistansinya membesar
- Berfungsi sebagai pengaman relay
- Pada umumnya digunakan pada pesawat televisi

#### 4. NTC(Negatif Temperatur Compesien)

Ciri-ciri komponen ini:

- Pada suhu dingin nilai resistansinya akan membesar dan pada suhu panas nilai resistansinya mengecil
- Berfungsi untuk mengkompensasikan temperatur
- Pada umumnya dipakai pada rangkaian transistor penguat akhir dan pada power audio
- Besar tahannya yang umum dijual di pasaran 47 ohm,100 ohm,200 ohm dll.

#### 5. Trimer potensio

Ciri-ciri komponen ini:

- Sering disebut dengan trimpot
- Nilai resistansinya dapat di atur dengan menggunakan obeng dengan cara diputar
- Sering digunakan sebagai pengasabil arus dan tegangan
- Pada umumnya nilai resistansinya menggunakan sistim hitungan atau menggunakan perkalian yang tertera

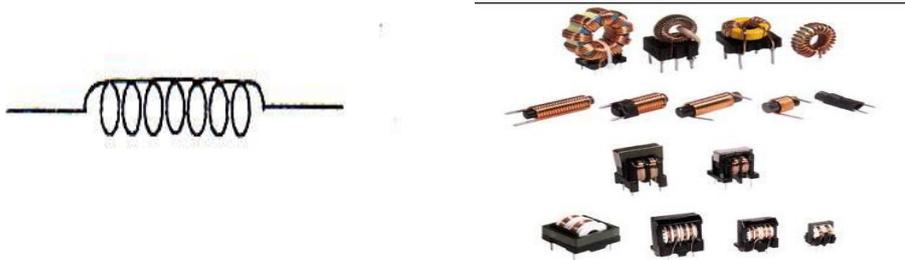
#### 6. Potensio meter

Ciri-ciri komponen ini:

- Nilai resistansinya dapat diatur dengan menggunakan gagang pada potensio meter
- Terbuat dari bahan gulungan kawat
- Ada model putar ada juga model geser
- Biasanya digunakan pada audio sistim

## INDUKTOR

Induktor adalah komponen listrik/elektronika yang digunakan sebagai beban induktif. Simbol induktor dapat dilihat pada gambar di bawah ini



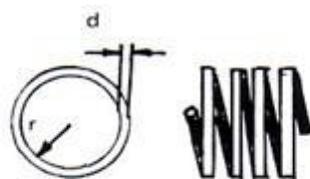
### Symbol inductor

Nilai induktansi sebuah induktor dinyatakan dalam satuan Henry. 1 Henry = 1000 mH (mili Henry). Induktor yang ideal terdiri dari kawat yang dililit, tanpa adanya nilai resistansi. Sifat-sifat elektrik dari sebuah induktor ditentukan oleh panjangnya induktor, diameter induktor, jumlah lilitan dan bahan yang mengelilinginya. Induktor dapat disamakan dengan kondensator, karena induktor dapat dipakai sebagai penampung energi listrik. Di dalam induktor disimpan energi, bila ada arus yang mengalir melalui induktor itu. Energi itu disimpan dalam bentuk medan magnet. Bila arusnya bertambah, banyaknya energi yang disimpan meningkat pula. Bila arusnya berkurang, maka induktor itu mengeluarkan energi.

Rumus untuk menentukan induksi sendiri dari sebuah induktor gulungan tunggal ialah:

$$L = 4 \times \pi^2 \times r^2 \times (2n^2/d + 0,33) \times 10^{-9} \times n$$

Dimana: L = Induksi sendiri dalam satuan Henry (H)  
 r = jari-jari koker lilitan  
 d = diameter tebal kawat dalam cm  
 n = jumlah lilitan



**Induktor Gulungan Tunggal**

Contoh:

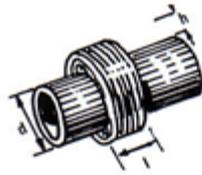
Berapakah besarnya induksi diri sebuah induktor tunggal dengan jari-jari koker 0,5 cm sebanyak 100 lilitan dengan diameter kawat 1 mm?

Jawab:  $L = 4 \times \pi^2 \times r^2 \times (2n^2/d + 0,33) \times 10^{-9} \times n$   
 $L = 4 \times 3,14 \times 0,5 \times (2 \times 0,5 / 0,1 + 0,33) \times 10^{-9} \times 100$   
 $L = 6,48 \text{ uH}$

Induktor dengan gulungan berlapis nilai induksi diri dapat dicari dengan rumus:  $L = n^2 \times d \times \left( \frac{1 - (2xh)/(d+h)}{1 + (2xl)/(d+h)} \right) \times 10^{-9}$

Dimana: L = Induksi sendiri dalam satuan Henry (H)  
 n = jumlah lilitan  
 d = diameter koker dalam cm  
 l = panjang gulungan dalam cm ( = nilai perbandingan  
 h = tinggi (tebal) lapisan dalam cm

Nilai perbandingan:  $( = 20 \times \frac{1 - (2xh)/(d+h)}{1 + (2xl)/(d+h)}$



**Gulungan berlapis**

Contoh:

Sebuah spull trafo IF radio listrik mempunyai data-data sebagai berikut,  $n = 100$ ,  $d = 2$  cm,  $h = 1$  cm,  $l = 2$  cm. Hitunglah besarnya nilai induksi diri.

Jawab:

$$\text{Nilai perbandingan : } ( = 20 \times \frac{1 - (2xh/(d+h))}{1 + (2xl/(d+h))}$$

$$\text{Nilai perbandingan : } ( = 20 \times \frac{1 - (2x1/(2+1))}{1 + (2x2/(2+1))}$$

$$1 - 0,66$$

$$\text{Nilai perbandingan : } ( = 20 \times \frac{1 - 0,66}{1 + 1,33} ( = 20 \times 0,14 ( = 2,8$$

$$L = 100^2 \times 2 \times 2,8 \times 10^{-9} \quad L = 56 \text{ uH}$$

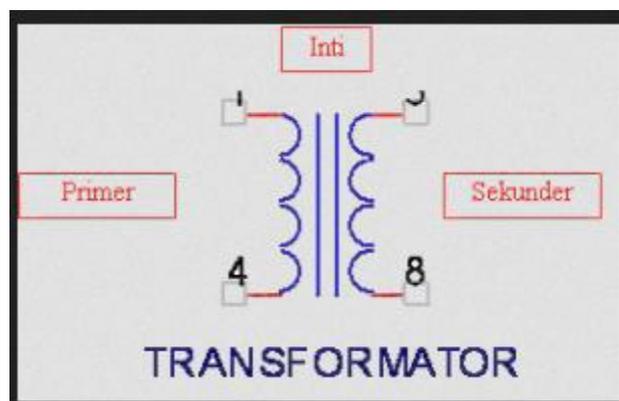
Komponen elektronik yang termasuk induktor karena memakai lilitan kawat antara lain:

- Trafo daya yang dikenal dengan trafo *step up* dan trafo *step down*
- Trafo frekuensi rendah dikenal dengan trafo input dan output
- Trafo frekuensi tinggi misalnya spull antena dan spull osilator
- Trafo frekuensi menengah antara dikenal dengan trafo IF
- Gulungan bicara pada mikropon atau gulungan yang terdapat pada spiker dikenal dengan *moving coil*.
- Gulungan pada relay
- Gulungan pada filter frekuensi tinggi dikenal dengan nama *Rfc (Radio frekuensi choke)* dan frekuensi rendah (*choke*)
- Gulungan pada motor listrik atau dinamo listrik
- Gulungan pada head *playback*, head rekam dan head hapus (*erase head*)

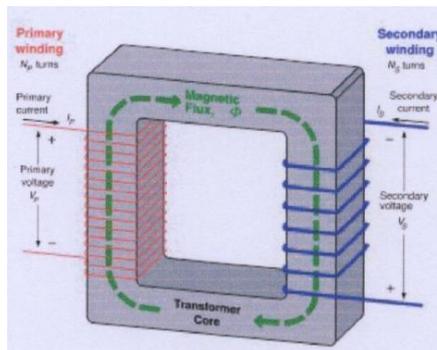
### Transformator

Transformator (trafo) ialah alat listrik/elektronika yang berfungsi memindahkan tenaga (daya) listrik dari input ke output atau dari sisi primer ke sisi sekunder. Pemindahan daya listrik dari primer ke sekunder disertai dengan perubahan tegangan baik naik maupun turun.

Ada dua jenis trafo yaitu trafo penaik tegangan (*step up transformer*) dan trafo penurun tegangan (*step down transformer*). Jika tegangan primer lebih kecil dari tegangan sekunder, maka dinamakan trafo *step up*. Tetapi jika tegangan primer lebih besar dari tegangan sekunder, maka dinamakan trafo *step down*.



Pada setiap trafo mempunyai input yang dinamai gulungan primer dan output yang dinamai gulungan sekunder. Trafo mempunyai inti besi untuk frekuensi rendah dan inti ferrit untuk frekuensi tinggi atau ada juga yang tidak mempunyai inti (intinya udara).



### **Bagan Trafo yang dilalui Arus Listrik**

Bila pada lilitan primer diberi arus bolak-balik (AC), maka gulungan primer akan menjadi magnet yang arah medan magnetnya juga bolak-balik. Medan magnet ini akan menginduksi gulungan sekunder dan mengakibatkan pada gulungan sekunder mengalir arus bolak-balik (AC). Dimisalkan pada gulungan primer mengalir arus berfasa positif (+), maka pada gulungan sekundernya mengalir arus berfasa negatif (-). Karena arus yang mengalir digulungan primer bolak-balik, maka pada gulungan sekunderpun mengalir arus bolak-balik. Besarnya daya pada lilitan primer sama dengan daya yang diberikan pada lilitan sekunder.

Jadi  $P_p = P_s$  atau  $U_p \cdot I_p = U_s \cdot I_s$

Dimana:

$P_p$  = Daya primer dalam watt

$P_s$  = Daya sekunder dalam watt

$U_p$  = Tegangan primer dalam volt

$U_s$  = Tegangan sekunder dalam volt

$I_p$  = Arus primer dalam ampere  $I_s$  = Arus sekunder dalam ampere

Contoh:

Sebuah trafo daya dihubungkan dengan tegangan jala-jala 220 V, arus yang mengalir pada lilitan primer 0,2 ampere. Jika tegangan sekundernya 12 V. Hitunglah besarnya arus sekunder.

Penyelesaian:

$$U_p \cdot I_p = U_s \cdot I_s \quad 220 \cdot 0,2 = 12 \cdot I_s$$

$$I_s = 44/12$$

$$I_s = 3,66 \text{ ampere}$$

### **Perbandingan Transformasi:**

Pada umumnya jumlah lilitan primer tidak sama dengan jumlah lilitan sekunder.

Untuk trafo stepup jumlah lilitan primer lebih sedikit dari jumlah lilitan sekunder, sebaliknya untuk trafo stepdown jumlah lilitan primer lebih banyak dari jumlah lilitan sekunder. Banyaknya lilitan primer dan banyaknya lilitan sekunder menunjukkan besarnya tegangan primer dan besarnya tegangan sekunder. Semakin besar tegangannya semakin banyak pula lilitannya. Jadi banyaknya lilitan berbanding lurus dengan besarnya tegangan

dimasing-masing sisi. Jika lilitan sekunder =  $N_s$  dan lilitan primer =  $N_p$ , maka perbandingan jumlah lilitan primer dan lilitan sekunder disebut perbandingan transformasi dan dinyatakan dengan  $T = N_p/N_s$ . Pada transformator berlaku persamaan:  $U_p/U_s = N_p/N_s$  atau  $T = U_p/U_s$

Contoh:

Sebuah trafo daya tegangan primernya 220 V, tegangan sekundernya 30 V. Jumlah lilitan primernya 1100 lilit. Hitunglah banyaknya lilitan sekundernya.

Penyelesaian:  $U_p/U_s = N_p/N_s$   $220/30 = 1100/N_s$   $7,33 = 1100/N_s$

$N_s = 1100/7,33$   $N_s = 150,06$  lilit

Pada teknik elektronika dikenal bermacam-macam trafo, baik untuk frekuensi tinggi maupun frekuensi rendah. Contoh trafo untuk frekuensi tinggi yaitu trafo osilator, trafo frekuensi menengah (IF), trafo spull antena (*tuner*). Sedangkan trafo yang dipakai untuk frekuensi rendah yaitu trafo input, trafo output, trafo *filter* (*choke*).

### Capasitor

Kondensator ialah suatu komponen listrik/elektronika yang dapat menyimpan muatan listrik. Kapasitas kondensator diukur dalam satuan Farad.  $1 \text{ Farad} = 10^3 \text{ mF}$  (mili farad)  $= 10^6 \mu\text{F}$  (mikro farad)  $= 10^9 \text{ nF}$  (nano farad)  $= 10^{12} \text{ pF}$  (piko farad). Kondensator eletrolit mempunyai dua kutub yaitu positif dan negatif (bipolar), sedangkan kondensator kering misalnya kondensator mika, kondensator kertas tidak membedakan kutub positif dan kutub negatif (non polar).

Kode angka dan huruf yang terdapat pada sebuah kondensator menentukan nilai kapasitansi dan tegangan kerjanya. Tabel kode angka dan huruf pada kondensator.

Contohnya:

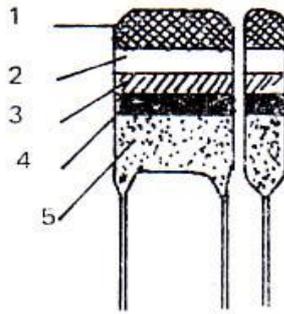
- Kode kapasitor 562 J 100 V, artinya besarnya kapasitansi  $56 \times 10^2$  pF, J: besarnya toleransi 5%, 100 V, kemampuan tegangan kerja 100 Volt.
- 100 nJ, artinya besarnya kapasitansi 100 nF, J: besarnya toleransi 5%
- Kode kapasitor 100 uF 50 V, artinya besarnya kapasitansi 100 uF, besarnya tegangan kerja 50 Volt.

Kondensator yang mempunyai gelang warna nilai kapasitansinya dapat ditentukan dengan cara membaca gelang-gelang warna tersebut dari kiri kekanan, sedangkan nilai dari gelang warna

Kode Angka	Gelang 1 (Angka pertama)	Gelang 2 (Angka kedua)	Gelang 3 (Faktor pengali)	Kode huruf (Toleransi %)
0	-	0	1	F = 1 G = 2 H = 3 I = 4 J = 5 K = 10 M = 20
1	1	1	$10^1$	
2	2	2	$10^2$	
3	3	3	$10^3$	
4	4	4	$10^4$	
5	5	5	$10^5$	
6	6	6	$10^6$	
7	7	7	$10^7$	
8	8	8	$10^8$	
9	9	9	$10^9$	

Warna	Gelang 1 (Angka pertama)	Gelang 2 (Angka kedua)	Gelang 3 (Faktor pengali)	Gelang 4 (Toleransi)	Tegangan Kerja
Hitam	-	0	1	$\pm 20\%$	
Coklat	1	1	$10^1$		
Merah	2	2	$10^2$		250 V
Oranye	3	3	$10^3$		
Kuning	4	4	$10^4$		400 V
Hijau	5	5	$10^5$		
Biru	6	6	$10^6$		650 V
Ungu	7	7	$10^7$		
Abu-abu	8	8	$10^8$		
Putih	9	9	$10^9$	$\pm 10\%$	

itu adalah seperti table dibawah ini (kondensator polikarbonat Metal).



Gambar 1-5. Urutan kode warna pada kondensator

Kapasitas sebuah kondensator adalah sebanding dengan luas pelat-pelat yang membentuk kondensator tersebut. Semakin luas pelat-pelatnya semakin besar nilai kapasitansinya. Nilai kapasitansi berbanding terbalik dengan jarak dari pelat-pelatnya. Semakin kecil jarak kedua plat itu, semakin besar nilai kapasitansinya. Sebaliknya semakin jauh jarak kedua plat itu, semakin kecil nilai kapasitansinya. Nilai kapasitansi sebuah kondensator juga sebanding dengan konstanta dielektrikum dari bahan isolator yang dipasang antara kedua plat itu. Jika nilai konstanta dielektrikunya mempunyai nilai yang besar, maka nilai kapasitansinya besar.

Sebuah kondensator pelat besarnya nilai kapasitansi ditentukan dengan rumus:  $C = \Sigma_o \times \Sigma_r \times A/S$

Dimana: C = kapasitas dalam Farad

$$\Sigma_o = 8,885 \times 10^{-12}$$

$\Sigma_r$  = konstanta dielektrik relatif dari isolasi yang dipakai

A = luas pelat dalam  $m^2$  tiap pelatnya

S = jarak pelat dalam m

Contoh:

Sebuah kondensator pelat mempunyai data-data sebagai berikut: Luas pelat  $10 \text{ cm}^2$ . Jarak kedua pelat 1 mm. Dielektrikunya adalah udara ( $\Sigma_r = 1$ ). Hitunglah nilai kapasitansinya.

$$\text{Jawab: } C = \Sigma_o \times \Sigma_r \times A/S \quad C = 8,885 \times 10^{-12} \times 1 \times 10 \cdot 10^{-4} / 10^{-3}$$

$$C = 8,885 \text{ pF}$$

Muatan sebuah kondensator dapat dihitung jika nilai kapasitansi dan perbedaan tegangan antara dua pelat itu diketahui dengan menggunakan rumus:  $Q = C \times U$

Dimana: Q = muatan dalam satuan qoulomb

C = kapasitas dalam satuan Farad

U = tegangan dalam satuan Volt

Contoh:

Sebuah kondensator dengan nilai kapasitansi 10 uF dipasang pada tegangan 1 volt, maka besarnya muatan  $Q = C \times U = 10\mu\text{F} \times 1 \text{ V}$

$$Q = 10 \text{ uC (mikro coulomb)} = 10^{-6} \text{ C}$$

Kapasitor dibedakan menjadi dua yaitu:

- a. Kapasitor tetap adalah kapasitor yang nilai kapasitansinya tidak dapat diubah ubah seperti kapasitor film, milar, mika, keramik, dan kapasitor elektrolit.
- b. Kapasitor tidak tetap adalah kapasitor yang nilai kapasitansinya dapat berubah ubah sesuai kebutuhan seperti: Varco (Variabel Condesator). kapasitor trimet.

Macam-macam kapasitor yang ada di pasaran:

1. Kapasitor elektrolit (ELCO)

Ciri-ciri komponen ini:

- Merupakan kapasitor yang memiliki polaritas positif dan negatif
- Berfungsi sebagai meratakan arus sehingga sering digunakan pada rangkaian penyearah tegangan
- Nilainya dihitung dalam mikro farad dan dengan tegangan kerja tertentu yang tidak boleh dilampaui batas yang ditentukan
- Kerusakan yang sering terjadi adalah konselet, kering, bocor dan meledak

2. Kapasitor solit tantalum

Ciri-ciri komponen ini:

- Ciri-ciri yang lainnya sama dengan ELCO
- Mempunyai unsur logam

3. Kapasitor trimmer (tuning)

Ciri-ciri komponen ini:

- Berfungsi sebagai pemilih agar tetap sebagai pemilih
- Dipakai pada pesawat penerima dan pesawat telekomunikasi
- Penyetelannya dilakukan menggunakan obeng
- Memiliki kapasitas antara 2 piko farad sampai 100 piko farad

4. Kapasitor film/mika/milar

Ciri-ciri komponen ini:

- Tegangan kerjanya sangat tinggi
- Merupakan kapasitor tidak memiliki kapasitas
- Nilai kapasitansya dihitung dengan farat
- Umumnya digunakan pada lampu pinz

5. Kapasitor variabel

Ciri-ciri komponen ini:

- Mempunyai dua macam dielektrik yaitu logam dan plastik
- Dapat diubah kapasitansya
- Nilai kapasitas kapasitor variabel
- Kapasitas logam dan plastik digunakan pada pesawat penerima

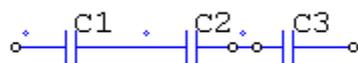
6. Kapasitor kramik

Ciri-ciri komponen ini:

- Merupakan kapasitor non polaritas
- Bentuknya bular tipis
- Dipakai sebagai pilter pada gelombang radio
- Kapasitansya dihitung dalam satuan piko farad
- Tegangan kerjanya mulai dari 25 Volt sampai ribuan volt
- Nilai kapasitansya tertulis langsung dan ada juga yang menggunakan kode warna

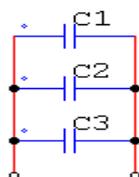
Sedangkan teknik pemakayannya dalam rangkaian sebagai berikut:

a. Rangkaian seri



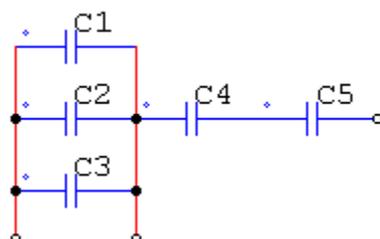
$$\frac{1}{c_s} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} + \frac{1}{c_3}$$

b. Rangkaian parallel



$$C_p = c_1 + c_2 + c_3$$

c. Rangkaian seri parallel



$$\frac{1}{cs} = \frac{1}{c1} + \frac{1}{c2} + \frac{1}{c3}$$

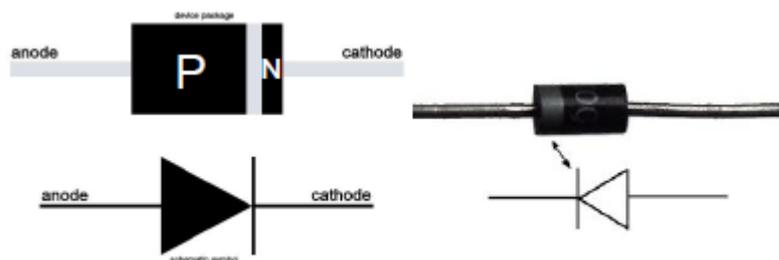
$$Ct = cs + c4 + c5$$

## KOMPONEN AKTIF

Komponen Aktif adalah komponen yang menghasilkan tegangan. komponen aktif terdiri dari:

### A. Dioda

Dioda semi konduktor yang dipakai pada teknik elektronika pada umumnya digunakan untuk menyearahkan arus listrik AC menjadi DC. Dioda dibentuk oleh atom P dan atom N yang digabungkan menjadi satu, sehingga akan membentuk susunan seperti gambar dibawah ini.



Susunan dan Simbol Dioda Semikonduktor

Dari gambar di atas atom P disebut sebagai anoda dan atom N sebagai katoda. Bila anoda diberi muatan positif dan katoda diberi muatan negatif, maka arus akan mengalir (lampu menyala), sebaliknya jika anoda diberi muatan negatif dan katoda diberi muatan positif, maka arus tidak mengalir. Arah gerakan arus yang mengalir ini dinamai arah gerak maju atau forward direction. Arah gerakan tanpa aliran arus ini dinamai arah gerak tentang atau revers direction

Cara menentukan kaki kaki dioda adalah:

1. Titik
2. Cincin
3. Pita pita warna
4. Bentuk yang berbeda dari sisi lainnya

Macam-macam dioda yaitu:

- a. Dioda dektektor

Ciri-ciri dioda ini:

- Merupakan salah satu jenis dioda yang terbuat dari bahan germanium
- Berfungsi sebagai mendekteksi sinyal sinyal kecil pada rangkaian pesawat penerima radio

- b. Dioda rectifier

Ciri-ciri dioda ini:

- Dapat mengubah atau menyearahkan arus bolak balik menjadi arus searah
- Merupakan dioda yang terbuat dari bahan silikon
- Hanya dapat mengantar arus dalam satu arah saja

c. Dioda zener

Ciri-ciri dioda ini:

- Terbuat dari bahan silikon
- Digunakan sebagai pengstabil tegangan

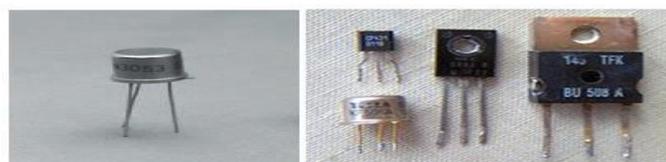
d. Dioda led

Ciri-ciri dioda ini:

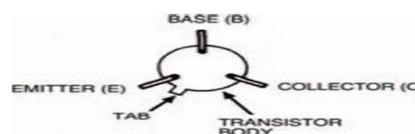
- Merupakan jenis dioda yang dapat memancarkan cahaya bila diberi tegangan
- Memiliki tegangan kerja berkisar 1,4volt sampai 3volt
- Sering digunakan pada rangkaian lampu kontrol

## B. Transistor

Transistor adalah komponen yang merupakan bangunan utama dari perkembangan elektronika. Divalis semikonduktor biasanya diklasifikasikan dalam 2 pembagian besar, yaitu: *Bipolar Junction Transistor* (BJT) atau biasa disebut dengan Transistor saja dan *Field Effect Transistor* (FET). Bab ini, dan beberapa bab selanjutnya, akan membahas karakteristik, konfigurasi dan penggunaan Transistor dalam rangkaian elektronika. Pada umumnya, Transistor digunakan pada 3 fungsi, yaitu: sebagai saklar, pembentuk sinyal dan penguat rangkaian. Contoh sebuah Transistor dan terminal-terminalnya tampak pada Gambar.



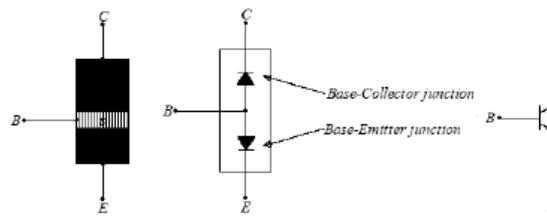
(a)



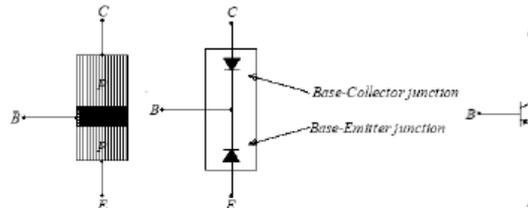
(b)

### Transistor (a) Fisik dan (b) Diagram

Transistor adalah divais 3 terminal (kaki) dan terdiri dari 2 tipe yang berbeda, yaitu Transistor NPN dan Transistor PNP. Blok diagram, skematik dan simbol Transistor, baik NPN dan PNP dapat dilihat pada Gambar 8.2. Transistor dibuat dengan menggabungkan 3 keping semikonduktor dengan doping dan ketebalan yang berbeda. Transistor NPN memiliki 1 daerah  $p$  yang diapit oleh 2 daerah  $n$ , sedangkan Transistor PNP memiliki 1 daerah  $n$  yang diapit oleh 2 daerah  $p$ . Dari penggabungan ketiga terminal tersebut, maka terdapat 2 persambungan (*junction*) antara daerah  $n$  dan daerah  $p$ . Persambungan ini memiliki sifat dan karakteristik seperti Dioda biasa, yang telah dibahas pada modul-modul sebelumnya.



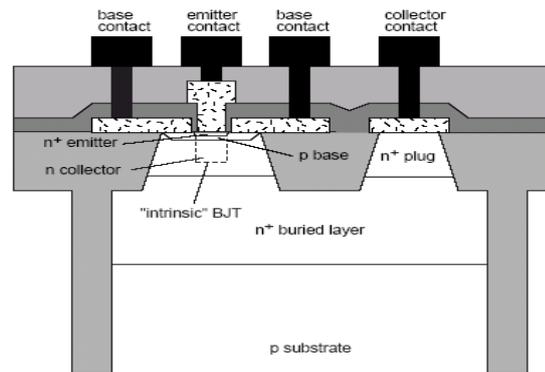
(a) Blok diagram, skematik, dan simbol



(b) Blok diagram, skematik, dan simbol

(a) Transistor NPN dan (b) Transistor PNP

Sebagaimana terlihat pada Gambar diatas, terminal-terminal Transistor disebut dengan Emiter (E), Basis (B), dan Kolektor (C). Terminal Emiter didop sangat banyak dengan bagian



yang sedang, Basis didop dengan konsentrasi sedikit sekali dengan bagian yang paling tipis, dan Kolektor didop sedang dengan bagian yang besar. Pendopan dan pembagian ini akan bermanfaat untuk mendukung fungsi dan cara kerja Transistor. Gambar dibawah ini memperlihatkan sebuah penampang semikonduktor yang difabrikasi untuk membuat sebuah Transistor.

#### Penampang Transistor

Perbandingan konsentrasi doping antara terminal Basis, Kolektor, dan Emiter adalah 10<sup>15</sup>, 10<sup>17</sup>, dan 10<sup>19</sup>. Jadi, sifat elektrik masing-masing terminal tidak simetris dan masing-masing keluaran tidak dapat dipertukarkan. Agar tidak menimbulkan kebingungan, pada pembahasan awal, hanya akan dipusatkan pada Transistor NPN terlebih dahulu.

#### PRATEGANGAN TRANSISTOR

Sebagaimana diperlihatkan pada Gambar di bawah ini, Transistor memiliki 2 persambungan, satu diantara Emiter dan Basis, disebut dengan Dioda Basis - Emiter, dan lainnya diantara Kolektor dan Basis, disebut dengan Dioda Basis - Kolektor. Karena setiap

#### Kemungkinan Prategangan Dioda Basis-Emiter dan Basis-Kolektor

Dioda Basis-Emiter	Dioda Basis-Kolektor
Forwar Biased	Forwar Biased
Forwar Biased	Reverse Biased
Reverse Biased	Forwar Biased
Reverse Biased	Reverse Biased

dioda memiliki 2 kemungkinan prategangan, yaitu Prategangan Manu (*forward biased*) dan

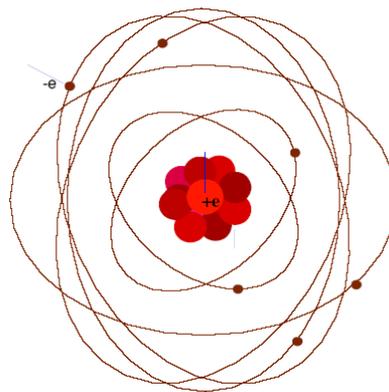
Prategangan Mundur (*reverse biased*), maka Transistor memiliki 4 (empat) kemungkinan prategangan. Kemungkinan prategangan masing-masing dioda ditampilkan pada Tabel di bawah ini

C. Ic

## TEORI SEMIKONDUKTOR

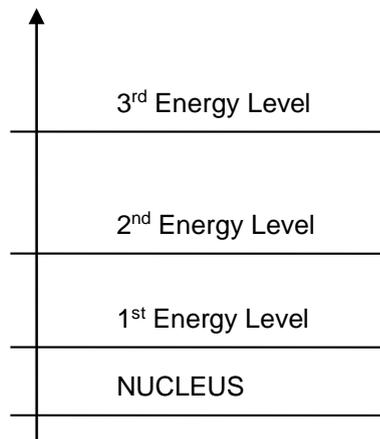
### 2.1. Teori Atom

Dalam dunia fisika atom, terdapat beberapa model untuk menggambarkan struktur fisik sebuah atom. Beberapa ahli yang menyodorkan model atom antara lain adalah: Rutherford, Thompson, Bohrs dan De Broglie. Bohr membuat model dimana atom diasumsikan sebagai sebuah inti yang dikelilingi oleh elektron-elektron, ( $e^-$ ), (bermuatan negatif) yang mengitarinya, sebagaimana terlihat di Gambar 2.1. Inti atom terdiri dari neutron dan proton, ( $e^+$ ), (bermuatan positif) yang menarik elektron-elektron agar tetap pada orbit yang stabil. Model ini diinspirasi dari miniatur sistem tata surya alam semesta ini.



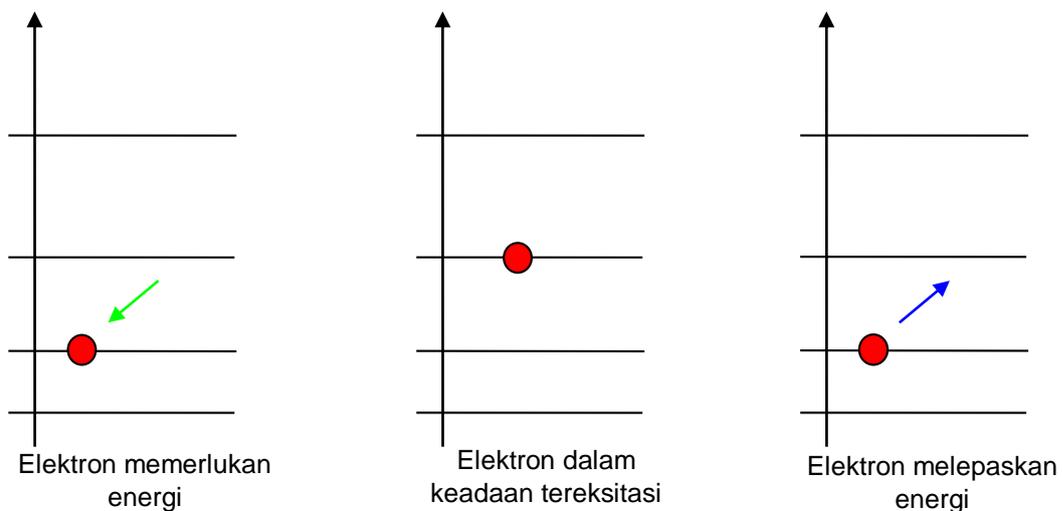
Gambar 2.1 Struktur atom Carbon

Setiap elektron beredar di dalam suatu lintasan dengan radius tertentu. Setiap radius memiliki lintasan yang unik dengan ikatan energi tertentu, dimana elektron tidak dapat berada diantara lintasan-lintasan tersebut. Lintasan terjauh dari inti atom disebut dengan lintasan valensi. Sehingga, elektron yang terletak pada lintasan terluar disebut dengan *elektron valensi*. Tipe atom akan didasari oleh jumlah *elektron valensi* ini. Ilustrasi sistem level energi ini digambarkan pada Gambar 2.2. di bawah ini.



Gambar 2.2. Level Energi

Untuk berpindah dari satu lintasan ke lintasan lain yang lebih tinggi, diperlukan energi, seperti energi panas, cahaya, radiasi dan lainnya. Situasi dimana sebuah elektron berada pada level energi yang lebih tinggi dikenal dengan istilah *elektron yang tereksitasi*. Sebaliknya, ketika elektron berpindah dari lintasan yang tinggi ke lintasan yang lebih rendah, ia akan melepaskan energi. Gambar di bawah ini mengilustrasikan proses perpindahan elektron di level energi yang berbeda.



Gambar 2.3. Perpindahan Elektron

Pada kondisi sebenarnya, atom-atom tersebut akan saling mengikat dalam jumlah yang banyak. Sehingga, level energi setiap atom akan saling berdekatan. Level-level energi yang saling berdekatan ini akan membentuk suatu pita, dikenal dengan pita energi (*Energy Band*).

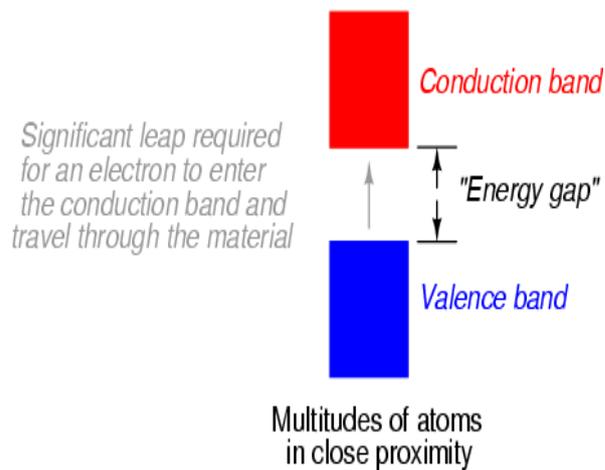
Secara umum, pita energi ini akan terbagi menjadi 2 (dua) daerah besar, yaitu daerah pita valensi (*Valence Band*) dan pita konduksi (*Conduction Band*). Atom-atom pada daerah pita valensi terikat sangat erat dengan inti atom, sedangkan atom-atom pada daerah pita konduksi mudah sekali terlepas dari inti atom. Setiap material memiliki jarak tertentu antara pita valensi dengan pita konduksi, dikenal dengan istilah *Energy Gap*. Berdasarkan *Energy Gap* inilah, sifat-sifat material dapat dibedakan.

Material logam memiliki *Energy Gap* yang saling tumpang tindih (*overlap*), sehingga atom-atom dapat dengan sangat mudah bergerak ke daerah pita konduksi. Sehingga, material ini memiliki sifat yang sangat konduktif dan dikenal dengan bahan konduktor. Gambar 2.4 di bawah ini mengilustrasikan pita energi dan *Energy Gap* pada material konduktor.

#### Gambar 2.4 Pita energi dan *Energy Gap* pada Material Logam

Sementara itu, material non-logam memiliki *Energy Gap* yang berjauhan, sehingga atom-atom sulit untuk bergerak ke daerah pita konduksi. Sehingga, material ini memiliki sifat yang sukar untuk konduksi dan dikenal dengan istilah isolator. Ilustrasi pita energi dan *Energy Gap* pada material isolator ditampilkan pada Gambar 2.5 di bawah ini.

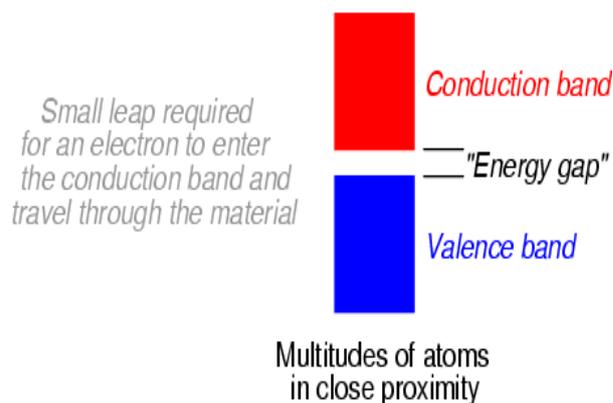
### Electron band separation in insulating substances



Gambar 2.5 Pita energi dan *Energy Gap* pada Material Non-Logam

Pada sisi yang lain, terdapat material yang memiliki *Energy Gap* yang berdekatan. Oleh karena itu, pada kondisi normal atom-atom sulit untuk bergerak ke daerah pita konduksi dan bersifat isolator. Namun, dengan sedikit tambahan energi, atom-atom tersebut dapat bergerak ke daerah pita konduksi sehingga menjadi bersifat konduktor. Karena sifatnya yang demikian, material ini dikenal dengan nama bahan semikonduktor. Ilustrasi pita energi dan *Energy Gap* pada material semikonduktor ditampilkan pada Gambar 2.6 di bawah ini. Material semikonduktor yang telah dikenal secara umum adalah Silikon.

### Electron band separation in semiconducting substances

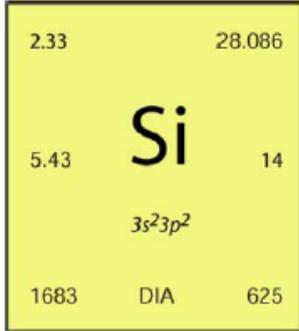


Gambar 2.6 Pita energi dan *Energy Gap* pada Material Semikonduktor

## 2.2. Teori Atom Silikon

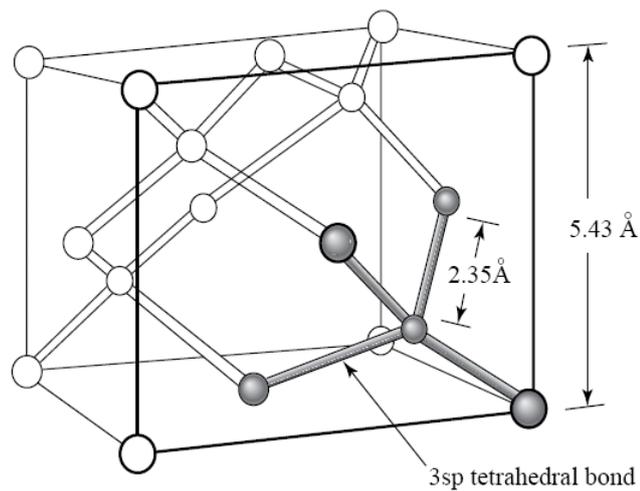
Atom Silikon (Si) mempunyai 14 buah elektron, yang terdiri dari 2 elektron pada lintasan pertama, 8 elektron pada lintasan kedua, dan 4 elektron pada lintasan ketiga atau terakhir (jumlah elektron/atom pada atom-atom golongan III hingga V terdapat pada Tabel 2.1). Jadi, atom Silikon memiliki 10 elektron yang terikat kuat kepada inti atom, dan 4 elektron valensi yang ikatannya kepada inti atom tidak kuat dan mudah lepas dengan sedikit energi tertentu. Karena atom Silikon memiliki 4 buah elektron valensi, maka ia dikenal dengan istilah *atom tetravalen*.

	IIIA	IVA	VA	VIA	
	5 B	6 C	7 N	8 O	
	13 Al	14 Si	15 P	16 S	
IIB	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se
	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te

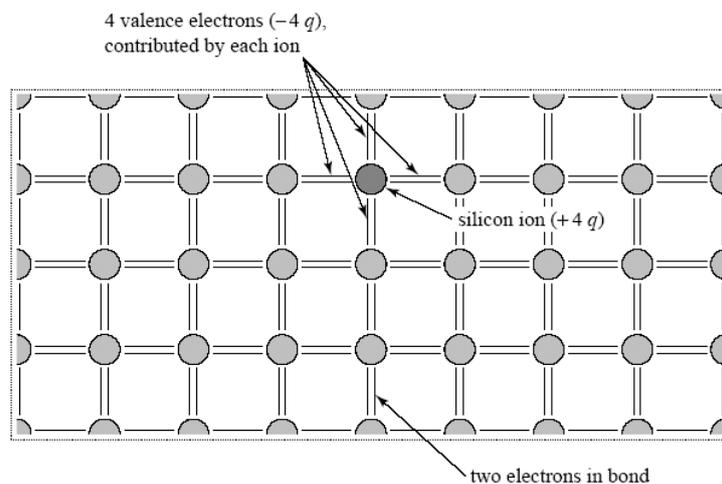


Tabel 2.1 Nomor Atom Golongan IIIA hingga VIA dan Silikon

Untuk menjadi stabil secara kimiawi, sebuah atom Silikon membutuhkan delapan elektron di lintasan valensinya. Maka, setiap atom Silikon akan bergabung dengan atom Silikon lainnya, sedemikian rupa sehingga menghasilkan delapan elektron di dalam lintasan valensinya. Ketika ini terjadi, maka Silikon akan membentuk benda padat, yang disebut kristal. Gambar 2.7 mengilustrasikan gambar 3 Dimensi sebuah atom Silikon yang berikatan dengan 4 atom Silikon tetangganya, sehingga jumlah total elektron atom tersebut pada lintasan valensinya menjadi tetap 8. Hal ini terjadi pula dengan atom-atom Silikon yang lainnya. Karena pusat-pusat atom yang berdekatan mempunyai muatan total positif, maka akan menarik elektron-elektron yang dimiliki bersama tersebut. Gaya-gaya ini akan mengikat kuat atom satu sama lain dengan suatu ikatan yang disebut ikatan kovalen (*covalen bonds*). Gambar 2.8 menggambarkan ikatan ini dalam gambar 2 Dimensi pada saat suhunya 0<sup>0</sup>K.



Gambar 2.7 Struktur Kristal Silikon (3 Dimensi, pada 0<sup>0</sup>K)



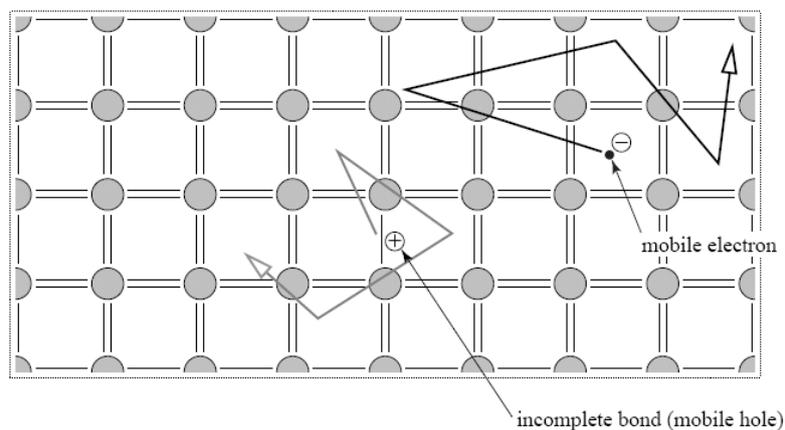
Gambar 2.8 Struktur Kristal Silikon (2 Dimensi, pada 0<sup>0</sup>K)

Pada kondisi ini, elektron hanya memenuhi daerah valensi. Sedangkan pada daerah konduksi tidak terdapat sama sekali elektron. Sehingga, Silikon akan bersifat seperti isolator, yang tidak dapat mengalirkan energi.

Namun, bila suhu dinaikkan di atas 0<sup>0</sup>K, maka akan terjadi perubahan, dimana energi panas tersebut akan mampu melepaskan beberapa ikatan kovalen. Elektron-elektron valensi akan pindah ke jalur yang dapat bergerak dengan leluasa, yaitu jalur konduksi. Pada jalur ini,

gerakan elektron tersebut akan menghasilkan arus sesuai dengan banyaknya elektron valensi yang terjadi, yang disebut dengan arus elektron. Namun, arus ini masih terlalu kecil untuk dapat dimanfaatkan. Pada kondisi ini, Silikon bukanlah isolator yang baik dan bukan pula konduktor yang baik. Karena alasan inilah, silikon disebut sebagai bahan *semikonduktor*.

Bersamaan dengan terlepasnya elektron ke jalur konduksi, maka akan ‘tertinggal’ sebuah lubang (*hole*) di dalam jalur valensi. Setiap hole di dalam jalur ini, akan menyebabkan pergerakan hole. Pergerakan hole juga dapat menghasilkan arus. Sebenarnya, yang bergerak tetaplah elektron, namun, pergerakan elektron ini terjadi karena tersedianya hole di jalur valensi. Pergerakan elektron di jalur ini, dianggap sebagai arus hole. Struktur Silikon 2 Dimensi pada suhu ruang yang menceritakan pasangan elektron-hole ini dapat dilihat pada



Gambar 2.9.

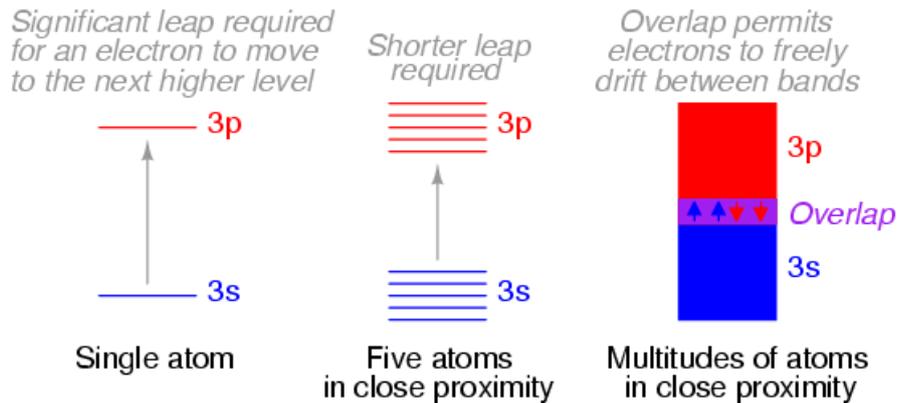
Gambar 2.9 Struktur Kristal Silikon (2 Dimensi, pada suhu ruang)

Yang membedakan bahan Semikonduktor dengan bahan lain adalah bahan ini memiliki dua lintasan arus, yaitu Arus Elektron pada jalur konduksi dan Arus Hole pada jalur valensi. Kedua arus ini memiliki besar yang sama, karena jumlah elektron dan hole yang terbentuk adalah sama. Elektron-elektron pada jalur konduksi diberi simbol negatif, sesuai dengan muatannya. Sedangkan hole-hole pada jalur valensi diberi simbol positif, karena dianggap bermuatan positif.

Karena beberapa hal, sangat sering terjadi suatu elektron pada jalur konduksi terjatuh ke dalam hole pada jalur valensi. Penggabungan kembali sebuah elektron bebas dan sebuah hole disebut dengan rekombinasi. Rekombinasi dapat terjadi terus menerus di dalam suatu semikonduktor. *Lifetime* adalah istilah yang diberikan kepada waktu rata-rata timbul dan menghilangnya sepasang elektron-hole.



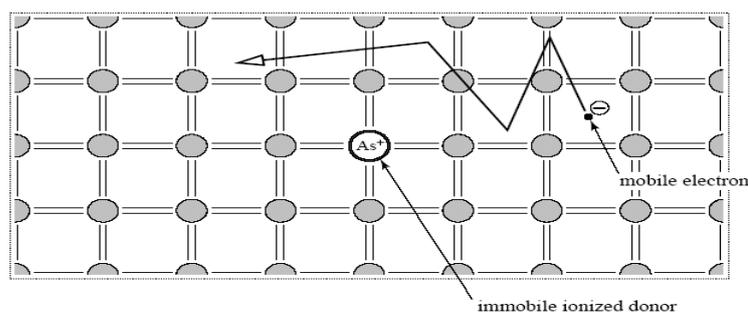
## Electron band overlap in metallic elements



### 2.3. Semikonduktor Intrinsik dan Ekstrinsik

Suatu kristal Silikon yang murni, dimana setiap atomnya adalah atom Silikon saja, disebut sebagai *semikonduktor intrinsik*. Untuk kebanyakan aplikasi, tidak terdapat pasangan elektron-hole yang cukup banyak didalam suatu semikonduktor intrinsik untuk dapat menghasilkan arus yang berguna. *Doping* adalah penambahan atom-atom impuritas pada suatu kristal untuk menambah jumlah elektron maupun hole. Suatu kristal yang telah di-*dop* disebut *semikonduktor ekstrinsik*.

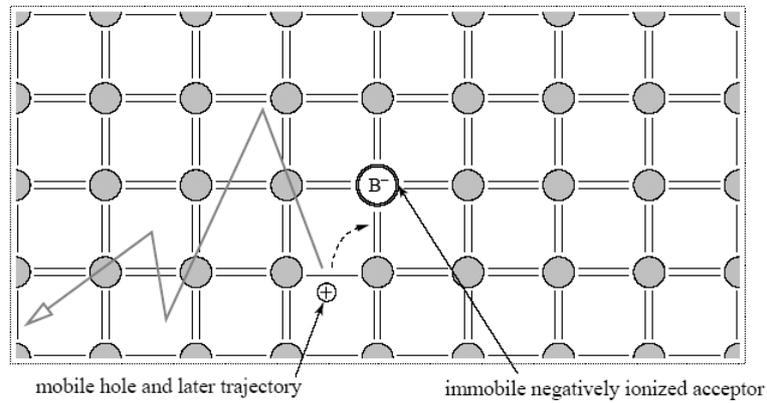
Untuk memperoleh tambahan elektron pada jalur konduksi, diperlukan atom pentavalent (atom yang memiliki 5 buah elektron valensi, lihat Tabel 2.1). Atom pentavalen ini juga disebut sebagai atom donor. Setelah membentuk ikatan kovalen dengan tetangganya, atom pentavalen ini mempunyai kelebihan sebuah elektron, yang dapat beredar pula pada jalur konduksi, seperti pada Gambar 2.10. Sehingga terbentuk jumlah elektron yang cukup banyak dan jumlah hole yang sedikit. Keadaan ini diistilahkan dengan elektron sebagai pembawa mayoritas dan hole sebagai pembawa minoritas. Semikonduktor yang di-*dop* seperti ini disebut dengan semikonduktor type-*n*.



Gambar 2.10. Semikonduktor type-*n*

Demikian pula jika semikonduktor di-*dop* bahan trivalent, atau atom akseptor, akan terbentuk jumlah hole pada jalur valensi yang banyak. Maka, akan terbentuk keadaan dimana

hole menjadi pembawa mayoritas dan elektron menjadi pembawa minoritas. Semikonduktor ini disebut semikonduktor type- $p$ . Gambar 2.11 memperlihatkan struktur semikonduktor type- $p$  dengan atom Boron sebagai akseptornya.



Gambar 2.11 Semikonduktor type- $p$

## Konversi bilangan

Sistem Bilangan dan Aritmatika Biner

### 1) Sistem desimal dan biner

Dalam sistem bilangan desimal, nilai yang terdapat pada kolom ketiga pada Tabel 11, yaitu A, disebut satuan, kolom kedua yaitu B disebut puluhan, C disebut ratusan, dan seterusnya. Kolom A, B, C menunjukkan kenaikan pada eksponen dengan basis 10 yaitu  $10^0 = 1$ ,  $10^1 = 10$ ,  $10^2 = 100$ . Dengan cara yang sama, setiap kolom pada sistem bilangan biner, yaitu sistem bilangan dengan basis, menunjukkan eksponen dengan basis 2, yaitu  $2^0 = 1$ ,  $2^1 = 2$ ,  $2^2 = 4$ , dan seterusnya.

Kolom desimal			Kolom biner		
C	B	A	C	B	A
$10^2 =$ 100 (ratusan)	$10^1 = 10$ (puluhan)	$10^0 = 1$ (satuan)	$2^2 = 4$ (empatan)	$2^1 = 2$ (duaan)	$2^0 = 1$ (satuan)

Tabel 12. Nilai Bilangan Desimal dan Biner

Setiap digit biner disebut bit; bit paling kanan disebut least significant bit (LSB), dan bit paling kiri disebut most significant bit (MSB).

Tabel 13. Daftar Bilangan Desimal dan Bilangan Biner Ekuivalensinya

Desimal	Biner		
	C (MSB) (4)	B (2)	A (LSB) (1)
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1

Untuk membedakan bilangan pada sistem yang berbeda digunakan subskrip. Sebagai contoh 9<sub>10</sub> menyatakan bilangan sembilan pada sistem bilangan desimal, dan 01101<sub>2</sub> menunjukkan bilangan biner 01101. Subskrip tersebut sering diabaikan jika sistem bilangan yang dipakai sudah jelas.

Biner	Kolom biner						Desimal
	32	16	8	4	2	1	
1110	-	-	1	1	1	0	$8 + 4 + 2 = 14$
1011	-	-	1	0	1	1	$8 + 2 + 1 = 11$
11001	-	1	1	0	0	1	$16 + 8 + 1 = 25$
10111	-	1	0	1	1	1	$16 + 4 + 2 + 1 = 23$
110010	1	1	0	0	1	0	$32 + 16 + 2 = 50$

Tabel 14. Contoh Pengubahan Bilangan Biner menjadi Desimal Konversi Desimal ke Biner

Cara untuk mengubah bilangan desimal ke biner adalah dengan pembagian. Bilangan desimal yang akan diubah secara berturut-turut dibagi 2, dengan memperhatikan sisa pembagiannya. Sisa pembagian akan bernilai 0 atau 1, yang akan membentuk bilangan biner dengan sisa yang terakhir menunjukkan MSBnya. Sebagai contoh, untuk mengubah 5210 menjadi bilangan biner, diperlukan langkah-langkah berikut :

$$52 : 2 = 26 \text{ sisa } 0, \text{ LSB}$$

$$26 : 2 = 13 \text{ sisa } 0$$

$$13 : 2 = 6 \text{ sisa } 1$$

$$6 : 2 = 3 \text{ sisa } 0$$

$$3 : 2 = 1 \text{ sisa } 1$$

$$1 : 2 = 0 \text{ sisa } 1, \text{ MSB}$$

Sehingga bilangan desimal 5210 akan diubah menjadi bilangan biner 110100. Cara di atas juga bisa digunakan untuk mengubah sistem bilangan yang lain, yaitu oktal atau heksadesimal.

## 2) Bilangan Oktal

Bilangan Oktal adalah sistem bilangan yang berbasis 8 dan mempunyai delapan simbol bilangan yang berbeda :

$$0, 1, 2, \dots, 7.$$

Teknik pembagian yang berurutan dapat digunakan untuk mengubah bilangan desimal menjadi bilangan oktal. Bilangan desimal yang akan diubah secara berturut-turut dibagi dengan 8 dan sisa pembagiannya harus selalu dicatat.

Sebagai contoh, untuk mengubah bilangan 581910 ke oktal, langkah-langkahnya adalah :

$$5819 : 8 = 727, \text{ sisa } 3, \text{ LSB}$$

$$727 : 8 = 90, \text{ sisa } 7$$

$$90 : 8 = 11, \text{ sisa } 2$$

$$11 : 8 = 1, \text{ sisa } 3$$

$1 : 8 = 0$ , sisa 1, MSB

Sehingga  $581910 = 132738$

□□ Bilangan Oktal dan Biner

Setiap digit pada bilangan oktal dapat disajikan dengan 3 digit bilangan biner, lihat Tabel 1.5.

Untuk

mengubah bilangan oktal ke bilangan biner, setiap digit oktal diubah secara terpisah. Sebagai contoh, 35278 akan diubah sebagai berikut:

$38 = 0112$ , MSB

$58 = 1012$

$28 = 0102$

$78 = 1112$ , LSB

Sehingga bilangan oktal 3527 sama dengan bilangan 011 101 010 111. Sebaliknya, perubahan dari bilangan biner ke bilangan oktal dilakukan dengan mengelompokkan setiap tiga digit biner dimulai dari digit paling kanan, LSB. Kemudian, setiap kelompok diubah secara terpisah ke dalam bilangan oktal.

Sebagai contoh, bilangan 111100110012 akan dikelompokkan menjadi

11 110 011 001, sehingga.

$112 = 38$ , MSB

$1102 = 68$

77

$0112 = 38$

$0012 = 18$ , LSB

Jadi, bilangan biner 11110011001 apabila diubah menjadi bilangan oktal akan diperoleh 36318.

### 3) Bilangan Hexadesimal

Bilangan heksadesimal, sering disingkat dengan hex, adalah bilangan dengan basis 16, dan mempunyai 16 simbol yang berbeda, yaitu 0 sampai dengan 15. Bilangan yang lebih besar dari 15 memerlukan lebih dari satu digit hex. Kolom heksadesimal menunjukkan eksponen dengan basis 16, yaitu  $16^0 = 1$ ,  $16^1 = 16$ ,  $16^2 = 256$ , dan seterusnya.

Sebagai contoh :

$$152B_{16} = (1 \times 16^3) + (5 \times 16^2) + (2 \times 16^1) + (11 \times 16^0)$$

$$= 1 \times 4096 + 5 \times 256 + 2 \times 16 + 11 \times 1$$

$$= 4096 + 1280 + 32 + 11$$

$$= 541910$$

Sebaliknya, untuk mengubah bilangan desimal menjadi bilangan heksadesimal, dapat dilakukan dengan cara membagi bilangan desimal tersebut dengan 16. Sebagai

contoh, untuk mengubah bilangan 340810 menjadi bilangan heksadesimal, dilakukan dengan langkah-langkah sebagai

berikut :

$$3409/16 = 213, \text{ sisa } 10 = 116, \text{ LSB}$$

$$213/16 = 13, \text{ sisa } 5 = 516$$

$$13/16 = 0, \text{ sisa } 13 = D16, \text{ MSB}$$

Sehingga,  $3409_{10} = D5116_{16}$ .

□□ Bilangan Hexadesimal dan Biner

Setiap digit pada bilangan heksadesimal dapat disajikan dengan empat buah bit. Untuk mengubah bilangan heksadesimal menjadi bilangan biner, setiap digit dari bilangan heksadesimal diubah secara terpisah ke dalam empat bit bilangan biner. Sebagai

contoh,  $2A5C_{16}$  dapat diubah ke bilangan

biner sebagai berikut.

$$2_{16} = 0010, \text{ MSB}$$

$$A_{16} = 1010$$

$$5_{16} = 0101$$

$$C_{16} = 1100, \text{ LSB}$$

Sehingga, bilangan heksadesimal  $2A5C$  akan diubah menjadi bilangan biner  $0010\ 1010\ 0101\ 1100$ . Sebaliknya, bilangan biner dapat diubah menjadi bilangan heksadesimal dengan cara mengelompokkan setiap empat digit dari bilangan biner tersebut dimulai dari digit paling kanan.

Sebagai contoh,  $0100111101011100_2$  dapat dikelompokkan menjadi  $0100\ 1111\ 0101\ 1110$ .

Sehingga:

$$0100_2 = 4_{16}, \text{ MSB}$$

$$1111_2 = F_{16}$$

$$0101_2 = 5_{16}$$

$$1110_2 = E_{16}, \text{ LSB}$$

Dengan demikian, bilangan  $0100\ 1111\ 0101\ 1110_2 =$

$4F5E_{16}$ .

4) Bilangan Biner Pecahan

Dalam sistem bilangan desimal, bilangan pecahan disajikan dengan menggunakan titik desimal. Digit-digit yang berada di sebelah kiri titik desimal mempunyai nilai eksponen yang semakin besar, dan digit-digit yang berada di sebelah kanan titik desimal mempunyai nilai eksponen yang semakin kecil.

Sehingga

$$0.110 = 10^{-1} = 1/10$$

$$0.1010 = 10^{-2} = 1/100$$

$0.2 = 2 \times 0.1 = 2 \times 10^{-1}$ , dan seterusnya.

Cara yang sama juga bisa digunakan untuk menyajikan bilangan biner pecahan. Sehingga,

$$0.1_2 = 2^{-1} = \frac{1}{2}, \text{ dan}$$

$$0.01_2 = 2^{-2} = \frac{1}{2^2} = \frac{1}{4}$$

Sebagai contoh,

$$0.111_2 = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8}$$

$$= 0.5 + 0.25 + 0.125$$

$$= 0.875_{10}$$

$$101.101_2 = 4 + 0 + 1 + \frac{1}{2} + 0 + \frac{1}{8}$$

$$= 5 + 0.625$$

$$= 5.625_{10}$$

Pengubahan bilangan pecahan dari desimal ke biner dapat dilakukan dengan cara mengalihkan bagian pecahan dari bilangan desimal tersebut dengan 2, bagian bulat dari hasil perkalian merupakan pecahan dalam bit biner. Proses perkalian diteruskan pada sisa sebelumnya sampai hasil perkalian sama dengan 1 atau sampai ketelitian yang diinginkan. Bit biner pertama yang diperoleh merupakan MSB dari bilangan biner pecahan. Sebagai

contoh, untuk mengubah 0.625<sub>10</sub> menjadi bilangan biner dapat dilaksanakan dengan

$$0.625 \times 2 = 1.25, \text{ bagian bulat} = 1 \text{ (MSB)}, \text{ sisa} = 0.25$$

$$0.25 \times 2 = 0.5, \text{ bagian bulat} = 0, \text{ sisa} = 0.5$$

$$0.5 \times 2 = 1.0, \text{ bagian bulat} = 1 \text{ (LSB)}, \text{ tanpa sisa}$$

Sehingga,  $0.625_{10} = 0.101_2$

##### 5) Sistem Bilangan BCD

Sampai saat ini kita hanya melihat perubahan dari bilangan desimal ke bilangan biner murni. Pada beberapa aplikasi, misalnya sistem berdasar mikroprosesor, seringkali lebih sesuai apabila setiap digit bilangan desimal diubah menjadi 4 digit bilangan biner. Dengan cara ini, suatu bilangan desimal 2 digit akan diubah menjadi dua kelompok

empat digit bilangan biner, sehingga keseluruhannya menjadi 8 bit, tidak bergantung pada nilai bilangan desimalnya sendiri. Hasilnya sering disebut sebagai binarycoded decimal (BCD). Penyandian yang sering digunakan dikenal sebagai sandi 8421 BCD. Selain penyandian 8421BCD, juga dikenal sejumlah penyandian yang lain.

Contoh

Ubah 25 menjadi bilangan BCD

Penyelesaian

210 = 0010 dan

510 = 0101

Sehingga, 2510 = 0010 0101 BCD

6) Aritmatika Biner

a) Penjumlahan Biner

Penjumlahan bilangan biner serupa dengan penjumlahan pada bilangan desimal. Dua bilangan yang akan dijumlahkan disusun secara vertikal dan digit-digit yang mempunyai signifikansi sama ditempatkan pada kolom yang sama. Digit-digit ini kemudian dijumlahkan dan jika dijumlahkan lebih besar dari bilangan basisnya(10 untuk desimal, dan 2 untuk biner), maka ada bilangan yang disimpan. Bilangan yang disimpan inikemudian dijumlahkan dengan digit di sebelah kirinya,dan seterusnya. Dalam penjumlahan bilangan biner, penyimpanan akan terjadi jika jumlah dari dua digityang dijumlahkan adalah 2.

Berikut adalah aturan dasar untuk penjumlahan pada sistem bilangan biner.

$$0 + 0 = 0$$

$$0 + 1 = 1$$

$$1 + 0 = 1$$

$$1 + 1 = 0, \text{ simpan } 1$$

Tabel 14. menunjukkan perbandingan antara penjumlahan pada sistem bilangan desimal dan sistem

bilangan biner, yaitu  $82310 + 23810$  dan  $110012 + 110112$ .

Tabel 15. Penjumlahan

	$10^3$ (1000)	$10^2$ (100)	$10^1$ (10)	$10^0$ (1)
		8	2	3
		2	3	8
Simpan	1		1	
Jumlah	1	0	6	1

b. Penjumlahan Biner

	$2^5$ (32)	$2^4$ (16)	$2^3$ (8)	$2^2$ (4)	$2^1$ (2)	$2^0$ (1)
		1	1	0	0	1
		1	1	0	1	
Simpan	1	1		1	1	1
Jumlah	1	1	0	1	0	0

a. Penjumlahan desimal

Marilah kita perhatikan penjumlahan biner dengan lebih seksama.

Kolom satuan :  $1 + 1 = 0$ , simpan 1

Kolom 2-an :  $0 + 1 =$  yang disimpan = 0, simpan 1

Kolom 4-an :  $0 + 0$  yang disimpan = 1

Kolom 8-an :  $1 + 1 = 0$ , simpan 1

Kolom 16-an :  $1 + 1$  yang disimpan = 1, simpan 1

Kolom 32-an : yang disimpan 1 = 1

Jika lebih dari dua buah digit biner dijumlahkan, ada, kemungkinan yang disimpan lebih besar dari 1.

Sebagai contoh,

$1 + 1 = 0$ , simpan 1

$1 + 1 + 1 = 1$ , simpan 1

Contoh berikut menunjukkan penjumlahan dengan penyimpanan lebih besar dari 1.

$1 + 1 + 1 + 1 = (1 + 1) + (1 + 1)$

$= (0, \text{simpan } 1) + (0, \text{simpan } 1)$

$= 0, \text{simpan } 2;$

$1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 1 + (1 + 1) + (1 + 1)$

$= 1, \text{simpan } 2$

0 + yang disimpan 2 = 1, simpan 1

1 + yang disimpan 2 = 0, simpan 2, dan seterusnya.

### b) Pengurangan Biner

Pada bagian ini hanya akan ditinjau pengurangan bilangan biner yang memberikan hasil positif. Dalam hal ini, metode yang digunakan adalah sama dengan metode yang digunakan untuk pengurangan pada bilangan desimal. Dalam pengurangan bilangan biner jika perlu dipinjam 1 dari kolom di sebelah kirinya, yaitu kolom yang mempunyai derajat lebih tinggi. Aturan umum untuk pengurangan pada bilangan biner adalah sebagai berikut :

$$0 - 0 = 0$$

$$1 - 0 = 1$$

$$1 - 1 = 0$$

$$0 - 1 = 1, \text{ pinjam } 1$$

Contoh : Kurangilah 11112 dengan 01012

Penyelesaian

Susunlah dua bilangan di atas ke dalam kolom sebagai berikut :

	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	
	(8)	(4)	(2)	(1)	
	1	1	1	1	
	0	1	0	1	
Hasil	1	0	1	0	(tidak ada yang dipinjam)

Secara lebih rinci, dimulai dari LSB ( $2^0 = 1$ )

Kolom 20  $1 - 1 = 0$

Kolom 21  $1 - 0 = 1$

Kolom 22  $1 - 0 = 0$

Kolom 23  $1 - 0 = 1$

Sehingga,  $11112 - 01012 = 10102$

Contoh Kurangilah 11002 dengan 10102

Penyelesaian

	$2^3$ (8)	$2^2$ (4)	$2^1$ (2)	$2^0$ (1)
Pinjam	1	1	$\rightarrow(2^2)$ 0	0
Hasil	0	0	1	0

Secara lebih terinci, dimulai dari LSB ( $2^0 = 1$ )

Kolom 20  $0 - 0 = 0$

Kolom 21  $0 - 1 = 1$

Dalam kasus ini kita harus meminjam 1 dari bit pada kolom 22. Karena datang dari kolom 22, maka nilainya 2 kali nilai pada kolom 21. Sehingga,  $1$  (bernilai 22)  $- 1$  (bernilai 21) =  $1$  (bernilai 21).

Bila meminjam 1 dari kolom di sebelah kiri maka berlaku aturan umum  $1 - 1 = 1$ .

Kolom 22  $0 - 0 = 0$

Nilai 1 dari kolom 2 diubah menjadi nol karena sudah dipinjam seperti yang ditunjukkan dengan anak panah.

Kolom 23  $1 - 1 = 0$

Sehingga,  $11002 - 10102 = 00102$

**c) Bilangan Biner Bertanda**

Sejauh ini kita hanya melihat bilangan biner positif atau bilangan biner tak bertanda. Biner 8-bit dapat mempunyai nilai antara  $0000\ 0000_2 = 0010$  dan  $1111\ 1111_2 = 25510$  yang semuanya bermilai positif, tanda '-' diletakkan di sebelah kiri bilangan desimal, misalnya  $-2510$ . Dalam sistem bilangan biner, tanda bilangan (yaitu negatif) juga disandikan dengan cara tertentu yang mudah dikenal dengan sistem digital. Untuk menyatakan bilangan negatif pada bilangan biner, bit yang dikenal dengan bit tanda bilangan (sign bit) ditambah di sebelah kiri MSB. Bilangan biner yang ditulis dengan cara di atas menunjukkan tanda dan besarnya bilangan. Jika bit tanda ditulis 0, maka bilangan tersebut positif, dan jika ditulis 1, bilangan

tersebut adalah bilangan negatif. Pada bilangan biner bertanda yang terdiri dari 8-bit, bit yang

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Bit	26	25	24	23	22	21	$2^0$	
	tanda	(64)	(32)	(16)	(8)	(4)	(2)	1

paling kiri menunjukkan besarnya. Perhatikan contoh berikut :

$$\text{Maka, } 0110\ 0111 = +(64+32+4+2+1) = +10310$$

$$1101\ 0101 = -(64+16+4+2) = -8510$$

$$1001\ 0001 = -(16 + 1) = -1910$$

$$0111\ 1111 = +(64+32+16+8+4+2+1) = +12710$$

$$1111\ 1111 = -(64+32+16+8+4+2+1) = -12710$$

$$1000\ 0000 = -0 = 0$$

$$0000\ 0000 = +0 = 0$$

Dari contoh diatas dapat dilihat, bahwa hanya karena tujuh bit yang menunjukkan besarnya , maka bilangan terkecil dan terbesar yang ditunjukkan bilangan biner bertanda yang terdiri dari 8-bit adalah :

$$[1]111\ 11112 = -12710 \text{ dan}$$

$$[0]111\ 11112 = +12710$$

Dengan bit dalam kurung menunjukkan bit tanda bilangan. Secara umum, bilangan biner tak bertanda yang terdiri dari n-bit mempunyai nilai maksimum  $M = 2^n - 1$ . Sementara itu, untuk bilangan bertanda yang terdiri dari n-bit mempunyai nilai maksimum  $M = 2^{n-1} - 1$ . Sehingga,

untuk register 8-bit di dalam mikroprosesor yang menggunakan sistem bilangan bertanda, nilai terbesaryang bisa disimpan dalam register tersebut adalah:

$$M = 2^{(n-1)} - 1$$

$$= 2^{(8-1)} - 1$$

$$= 2^7 - 1$$

$$= 12810 - 1$$

$$= 12710$$

sehingga mempunyai jangkauan  $-12710$  sampai  $+12710$ .

#### **d) Perkalian**

Perkalian pada bilangan biner mempunyai aturan sebagai berikut :

$$0 \times 0 = 0$$

$$1 \times 0 = 0$$

$$0 \times 1 = 0$$

$$1 \times 1 = 1$$

Perkalian bilangan biner dapat dilakukan seperti perkalian bilangan desimal. Sebagai contoh, untuk mengalikan  $11102 = 1410$  dengan  $11012 = 1310$  langkah-langkah yang harus ditempuh adalah :

Biner	Desimal
1 1 1 0	1 4
1 1 0 1	1 3
-----	
1 1 1 0	4 2
0 0 0 0	1 4
1 1 1 0	
1 1 1 0	
----- +	
1 0 1 1 0 1 1 0	1 8 2

Perkalian juga bisa dilakukan dengan menambah bilangan yang dikalikan ke bilangan itu sendiri sebanyak bilangan pengali.

Contoh di atas, hasil yang sama akan diperoleh dengan menambahkan  $1112$  ke bilangan itu sendiri sebanyak  $11012$  atau tiga belas kali.

**e) Pembagian**

Pembagian pada sistem bilangan biner dapat dilakukan sama seperti contoh pembagian pada sistem bilangan desimal. Sebagai contoh, untuk membagi  $110011$  disebut bilangan yang

		Hasil							
Pembagi	1	0	0	1					
					1	0	1		
					1	1	0	0	1
					1	0	0	1	
					-----				
					0	0	1	1	1
							1	0	1
							-----		
							1	1	0

dibagi) dengan  $1001$  (disebut pembagi), langkah-langkah berikut perlu dilakukan.

Sehingga hasilnya adalah  $1012$ , dan sisa pembagian adalah  $1102$ . Pembagian bisa juga dilakukan dengan cara menjumlahkan secara berulang kali bilangan pembagi dengan bilangan itu sendiri sampai jumlahnya sama dengan bilangan yang dibagi atau setelah sisa pembagian yang diperoleh lebih kecil dari bilangan pembagi.

**c. Rangkuman 6**

- 1) Bilangan desimal adalah sistem bilangan yang berbasis 10 dan mempunyai sembilan simbol bilangan yang berbeda :0,1,2,3,4....,9.
- 2) Bilangan biner adalah sistem bilangan yang berbasis 2 dan mempunyai 2 simbol bilangan yang berbeda: 0 dan 1
- 3) Bilangan octal adalah sistem bilangan yang berbasis 8 dan mempunyai 8 simbol bilangan yang berbeda: 0,1,2,3,....,7
- 4) Bilangan hexa desimal adalah sistem bilangan yang berbasis 16 dan mempunyai simbol bilangan yang berbeda: 0,1,2,3,...9,a,b,c,d,e,f.
- 5) Setiap digit biner disebut bit; bit paling kanan disebut least significant bit (lsb), dan bit paling kiri disebut most significant bit (msb).

**Tes Formatif 6**

- 1) Ubah bilangan biner berikut ini menjadi bilangan desimal.  
(a) 110 (b) 10101 (c) 101101
  - 2) Ubah bilangan desimal berikut ini menjadi bilangan biner.  
(a) 5 (b) 17 (c) 42 (d) 31
  - 3) Ubah bilangan oktal berikut ini menjadi bilangan biner  
(a) 278 (b) 2108 (c) 558
  - 4) Ubah bilangan biner berikut ini menjadi bilangan oktal  
(a) 010 (b) 110011
  - 5) Kurangilah 11112 dengan 01012 !
  - 6) Bagilah 1100112 dengan 10012 !
  - 7) Kalikanlah 11102 dengan 11012 !
- 89

**Kunci Jawaban Tes Formatif 6**

- 1) Hasil pengubahan bilangan biner menjadi bilangan desimal yaitu:
  - a. 6
  - b. 14
  - c. 45
- 2) Hasil pengubahan bilangan desimal menjadi bilangan biner yaitu:
  - a. 101
  - b. 10001
  - c. 101010
  - d. 11111
- 3) Hasil pengubahan bilangan oktal menjadi bilangan biner yaitu:

- a. 11011
  - b. 110100010
  - c. 110111
- 4) Hasil pengubahan bilangan biner menjadi bilangan oktal yaitu:
- a. 2
  - b. 51
- 5) Hasil pengurangannya adalah 10102
- 6) Hasil Pembagiannya adalah 1012 sisa 1102
- 7) Hasil perkaliannya 101101102 atau 18210

## **Gerbang Logika**

### **1) Gerbang dasar**

Gerbang logika adalah piranti dua keadaan, yaitu mempunyai keluaran dua keadaan: keluaran dengan nol volt yang menyatakan logika 0 (atau rendah) dan keluaran dengan tegangan tetap yang menyatakan logika 1 (atau tinggi). Gerbang logika dapat mempunyai beberapa masukan yang masing-masing mempunyai salah satu dari dua keadaan logika, yaitu 0 atau 1. macam-macam gerbang logika dasar adalah gerbang OR, AND, NOT.

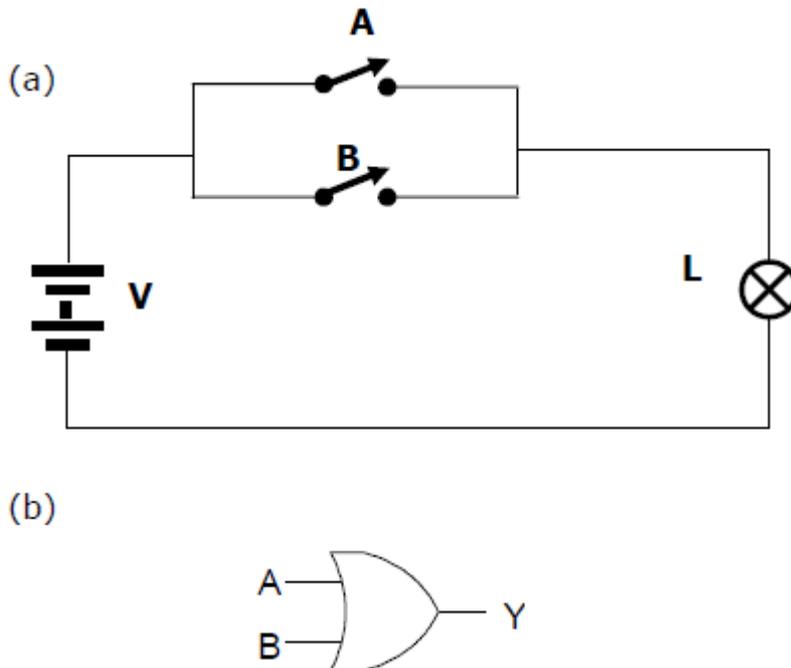
#### **a) Gerbang OR**

Jenis gerbang pertama yang kita pelajari adalah gerbang OR. Gerbang OR diterjemahkan sebagai gerbang “ATAU” artinya sebuah gerbang logika yang keluarannya berlogika “1” jika salah satu atau seluruh inptunya berlogika “1”. Jika ada dua input maka tabel kebenarannya dapat digambarkan seperti tabel 15.

Tabel 15 tabel kebenaran gerbang OR

Input		Output
A	B	Y / L
0 (off)	0 (off)	0 (padam)
0 (off)	1 (on)	1 (nyala)
1 (on)	0 (off)	1 (nyala)
1 (on)	1 (on)	1 (nyala)

Gambar 31 model dan simbol atau lambang gerbang OR.



Gambar 31 (a) Model rangkaian Gerbang OR (b) simbol gerbang OR

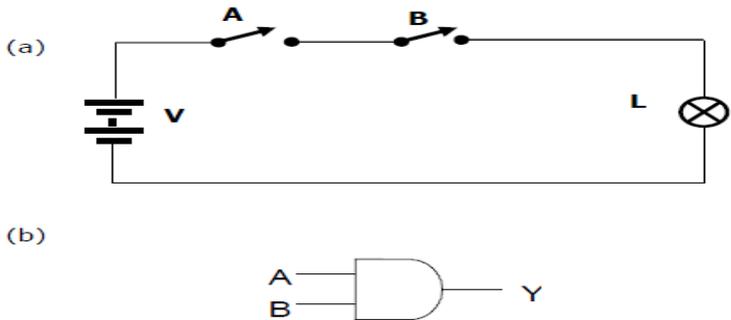
A dan B adalah masukan (input) sedangkan Y adalah keluaran (output). Pada tabel kebenaran diatas, diperlihatkan kondisi masukan dan keluaran gerbang OR. Kajiblah tabel ini secara seksama dan ingatlah halhal berikut ini: gerbang OR memberikan keluaran 1 bila salah satu input A atau B atau kedua-duanya adalah 1. Begitupun halnya dengan yang tiga kondisi masukan. Keluarannya 0 jika ketiga kondisi masukan 0, selain itu keluarannya 1.

### b) Gerbang AND

gerbang AND merupakan jenis gerbang digital keluaran 1 jika seluruh inputnya 1. Gerbang AND diterjemahkan sebagai gerbang “DAN” artinya sebuah gerbang logika yang keluarannya berlogika “1” jika input A dan input B dan seterusnya berlogika “1”. Jika ada dua input maka

tabel kebenarannya dapat digambarkan seperti tabel 16.

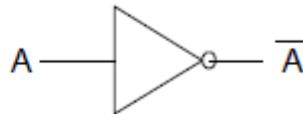
Input		Output
A	B	Y /L
0 (off)	0 (off)	0 (padam)
0 (off)	1 (on)	0 (padam)
1 (on)	0 (off)	0 (padam)
1 (on)	1 (on)	1 (nyala)



Tabel 16 tabel kebenaran gerbang AND Gambar 32 model dan simbol atau lambang gerbang OR.

### c) Gerbang NOT

Jenis rangkaian digital dasar yang lain adalah gerbang NOT. Gerbang NOT ini disebut inverter (pembalik). Rangkaian ini mempunyai satu masukan dan satu keluaran. Gerbang NOT bekerja membalik sinyal masukan, jika masukannya rendah, maka keluarannya tinggi,



Gambar 33. Simbol gerbang NOT

Tabel 17. Tabel kebenaran gerbang NOT

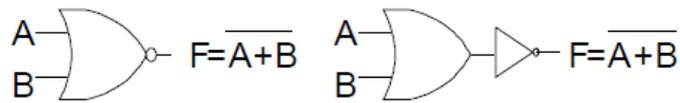
Masukan A	Keluaran A*
1	0
0	1

begitupun sebaliknya. simbol gerbang NOT ditunjukkan pada gambar 33.

## 2) Gerbang kombinasional

### a) Gerbang NOR

Gerbang NOR adalah gerbang kombinasi dari gerbang NOT dan gerbang OR. Dalam hal ini ada empat kondisi yang dapat dianalisis dan disajikan pada tabel kebenaran. Sedangkan untuk simbol gerbang NOT, diperlihatkan pada gambar 34.



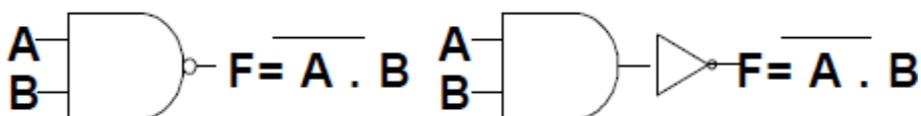
Gambar 34. Simbol gerbang NOR

Tabel 18 tabel kebenaran gerbang NOR

Input		Output
A	B	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

### b) Gerbang NAND

Gerbang NAND adalah gerbang kombinasi dari gerbang NOT dan gerbang AND. Dalam hal ini ada empat kondisi yang dapat dianalisis dan disajikan pada tabel kebenaran. Sedangkan untuk simbol gerbang NAND, diperlihatkan pada gambar 35.



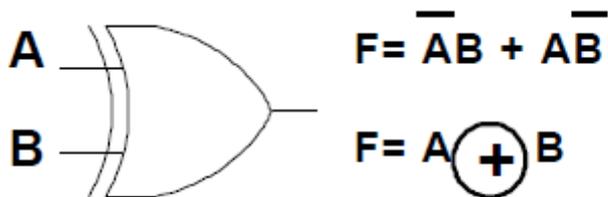
Gb. 35 Simbol gerbang NAND

Input		Output
A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

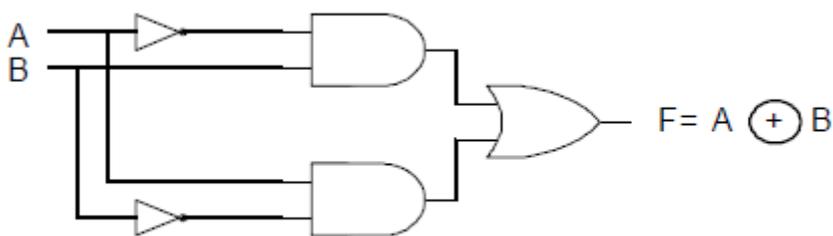
Tabel 19 tabel kebenaran gerbang NAND

### c) Gerbang Ex-OR

Gerbang Ex-OR (dari kata exclusive-or) akan memberikan keluaran 1 jika kedua masukannya mempunyai keadaan yang berbeda. Dalam hal ini ada empat kondisi yang dapat dianalisis dan disajikan pada tabel kebenaran. Sedangkan untuk simbol gerbang Ex-OR, diperlihatkan pada gambar 36.



Gambar 36. simbol gerbang Ex-OR



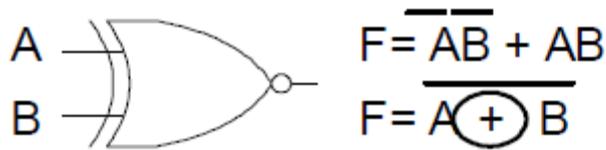
Gambar 37. Ekvivalen gerbang Ex-OR

Tabel 10 tabel kebenaran gerbang Ex-OR

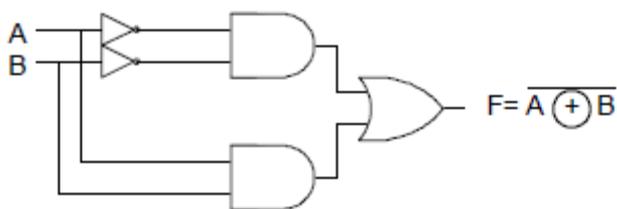
Input		Output
A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

**d) Gerbang Ex-NOR (Eksklusif –NOR)**

Ex-NOR dibentuk dari kombinasi gerbang OR dan gerbang NOT yang merupakan inversinya atau lawan Ex-OR, sehingga dapat juga dibentuk dari gerbang Ex-OR dengan gerbang NOT. Dalam hal ini ada empat kondisi yang dapat dianalisis dan disajikan pada tabel kebenaran.



Gambar 38. simbol gerbang EX-NOR



Sedangkan untuk simbol gerbang Ex-OR, diperlihatkan pada gambar 38

Gambar 39. rangkaian ekivalen Ex-OR

Input		Output
A	B	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Tabel 11. tabel kebenaran gerbang Ex-NOR

### e) Ungkapan Boole

Keluaran dari satu atau kombinasi beberapa buah gerbang dapat dinyatakan dalam suatu ungkapan logika yang disebut ungkapan Boole. Teknik ini memanfaatkan aljabar Boole dengan notasi-notasi khusus dan aturanaturan yang berlaku untuk elemen-elemen logika termasuk gerbang logika.

Aljabar Boole mempunyai notasi sebagai berikut :

i) Fungsi AND dinyatakan dengan sebuah titik (dot,.) sehingga, sebuah gerbang AND yang mempunyai duamasukan A dan B keluarannya bisa dinyatakan sebagai  $F = A.B$  atau  $F = B.A$ .

Dengan A dan B adalah masukan dari gerbang AND. Untuk gerbang AND tiga-masukan (A, B dan C), maka keluarannya bisa dituliskan sebagai :

$$F = A.B.C$$

Tanda titik sering tidak ditulis, sehingga persamaan di atas bisa ditulis sebagai  $F = AB$  (Atau BA) dan  $G = ABC$ .

ii) Fungsi OR dinyatakan dengan sebuah simbol plus(+). Sehingga gerbang OR dua-masukan dengan masukan A dan B, keluarannya dapat dituliskan sebagai :

$$F = A + B \text{ atau } F = B + A$$

iii) Fungsi NOT dinyatakan dengan garis atas (overline) pada masukannya. Sehingga, gerbang NOT dengan masukan A mempunyai keluaran yang dapat dituliskan sebagai :

$$F = \overline{A} \text{ (dibaca sebagai not A atau bukan A)}$$

iv) Fungsi XOR dinyatakan dengan simbol  $\oplus$ . Untuk gerbang XOR dua-masukan, keluarannya bisa dituliskan sebagai:

$$F = A \oplus B$$

Notasi NOT digunakan untuk menyajikan sembarang fungsi pembalik (ingkaran). Sebagai contoh, jika keluaran dari gerbang AND diingkar untuk menghasilkan fungsi NAND, ungkapan Boole dapat dituliskan sebagai :

$$F = \overline{A.B} \text{ atau } F = \overline{A} \overline{B}$$

Ungkapan Boole untuk fungsi NOR adalah :

$$F = \overline{A + B}$$

Tabel 15. Notasi Boole

Fungsi	Notasi Boole
AND	$A . B$
OR	$A + B$
NOT	$\overline{A}$
EX-OR	$A \oplus B$
NAND	$\overline{A . B}$
NOR	$\overline{A + B}$

Ungkapan Boole untuk fungsi NOR adalah :

### Rangkuman 7

- 1) Output dari gerbang OR akan selalu 1 apabila salah satu inputnya 1
- 2) Output dari gerbang AND akan selalu 1 apabila kedua masukan 1

- 3) Output gerbang NOT selalu berkebalikan dengan input
- 4) Output gerbang NOR akan 1 apabila kedua inputnya 0
- 5) Output gerbang NAND akan satu apabila salah satu inputnya 0
- 6) Output gerbang Ex-OR akan satu apabila inputnya beda
- 7) Output gerbang Ex-NOR akan satu apabila inputnya sama
- 8) Keluaran dari satu atau kombinasi beberapa buah gerbang dapat dinyatakan dalam suatu ungkapan logika yang disebut ungkapan boole

Fungsi	Notasi Boole
AND	$A \cdot B$
OR	$A + B$
NOT	$\bar{A}$
EX-OR	$\frac{A + B}{A \cdot B}$
NAND	$\overline{A \cdot B}$
NOR	$\overline{A + B}$

9) Notasi aljabar boole adalah sebagai berikut:

**Tes Formatif 7**

- 1) Sebutkan 3 macam gerbang digital dasar!
- 2) Gambarkan simbol gerbang OR dan tabel kebenarannya!
- 3) Gambarkan simbol gerbang AND dan tabel kebenarannya!
- 4) Gambarkan simbol gerbang NOT dan tabel kebenarannya!
- 5) Gambarkan simbol gerbang NAND, NOR, Ex-OR dan Ex-NOR!

**Kunci Jawaban Tes Formatif 7**

- 1) 3 macam gerbang logika dasar, yaitu OR, AND, NOT
- 2) Simbol gerbang OR dan Tabel kebenarannya



**Tabel kebenaran**

Input		Output
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

3) Simbol gerbang AND dan tabel kebenaran=



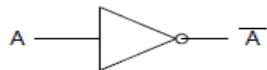
**Tabel kebenaran**

Input		Output
A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

DAFTAR PUSTAKA

- 1) SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN BIDANG KEAHLIAN TEKNIK ELEKOMUNIKASI Dasar Elektronika Analog dan Digital
- 2) MODUL ATOM SEMI KONDUKTOR
- 3) MENGUASAI TEORI DASAR ELEKTRONIKA Mengenal Komponen Elektronika”DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL 2005

- 4) Simbol gerbang NOT dan tabel kebenaran



Masukan	Keluaran
1	0
0	1

- 5) Simbol gerbang NAND, NOR, Ex-OR dan Ex-NOR

