

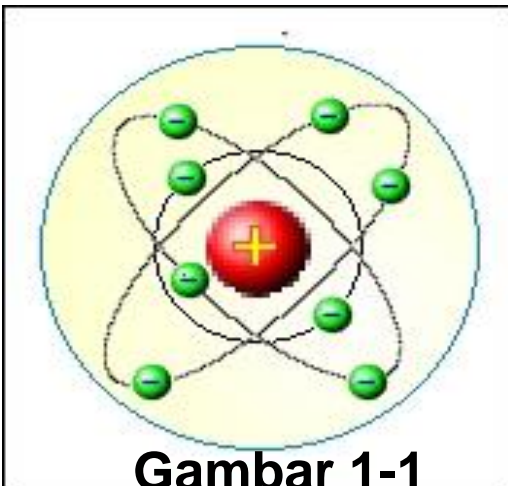
# ELEKTRONIKA DASAR

# PERTEMUAN 1

# TEORI SEMIKONDUKTOR

# STRUKTUR ATOM

**Struktur atom** merupakan satuan dasar materi yang terdiri dari inti atom beserta awan elektron bermuatan negatif yang mengelilinginya. Inti atom mengandung campuran proton yang bermuatan positif dan neutron yang bermuatan netral. Elektron-elektron pada sebuah atom terikat pada inti atom oleh gaya elektromagnetik.

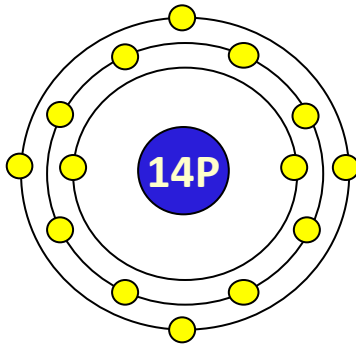


**Gambar 1-1**

Pada tahun 1913, [Niels Bohr](#) mengemukakan pendapatnya bahwa elektron bergerak mengelilingi inti atom pada lintasan-lintasan tertentu yang disebut kulit atom (Gb 1.1)

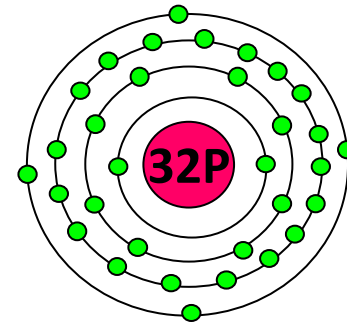
# STRUKTUR ATOM (1)

Macam atom yang kita kenal adalah atom Silikon dan Germanium (lihat Gb. 1.2)



2 – 8 – 4

**Gambar1-2a. Atom Silikon**



2 – 8 – 18 – 4

**Gambar1-2b. Atom germanium**

Atom silikon memiliki 14 proton dalam intinya, 2 elektron bergerak pada orbit pertama, 8 elektron pada orbit kedua dan 4 elektron pada orbit terluar/orbit *valensi*. 14 elektron yang berputar menetralkan muatan dari inti atom sehingga dari luar atom ( secara listrik ) bermuatan netral.

## STRUKTUR ATOM (2)

Gb.1-2.b menunjukkan struktur atom Germanium.

Perhatikan 32 proton dalam inti atom dan 32 elektron yang mengorbit. Atom Germanium memiliki 32 proton dalam intinya, 2 elektron bergerak pada orbit pertama, 8 elektron pada orbit kedua, 18 elektron pada orbit ketiga, dan 4 elektron pada orbit terluar/orbit *valensi*.

Pada kedua atom tersebut, orbit terluarnya terdiri dari 4 elektron. Semua atom yang mempunyai 4 elektron pada orbit terluarnya disebut juga atom atau elemen tetravalent (mempunyai 4 elektron valensi).

# JARI – JARI ORBITAL

Elektron dapat bergerak dalam orbit dengan jari – jari yang berbeda sesuai dengan kecepatan yang dimiliki.

Contoh :

Orbit terkecil dalam atom hidrogen mempunyai jari – jari :

$$r_1 = 0,53 \cdot (10^{-10}) \text{ m}$$

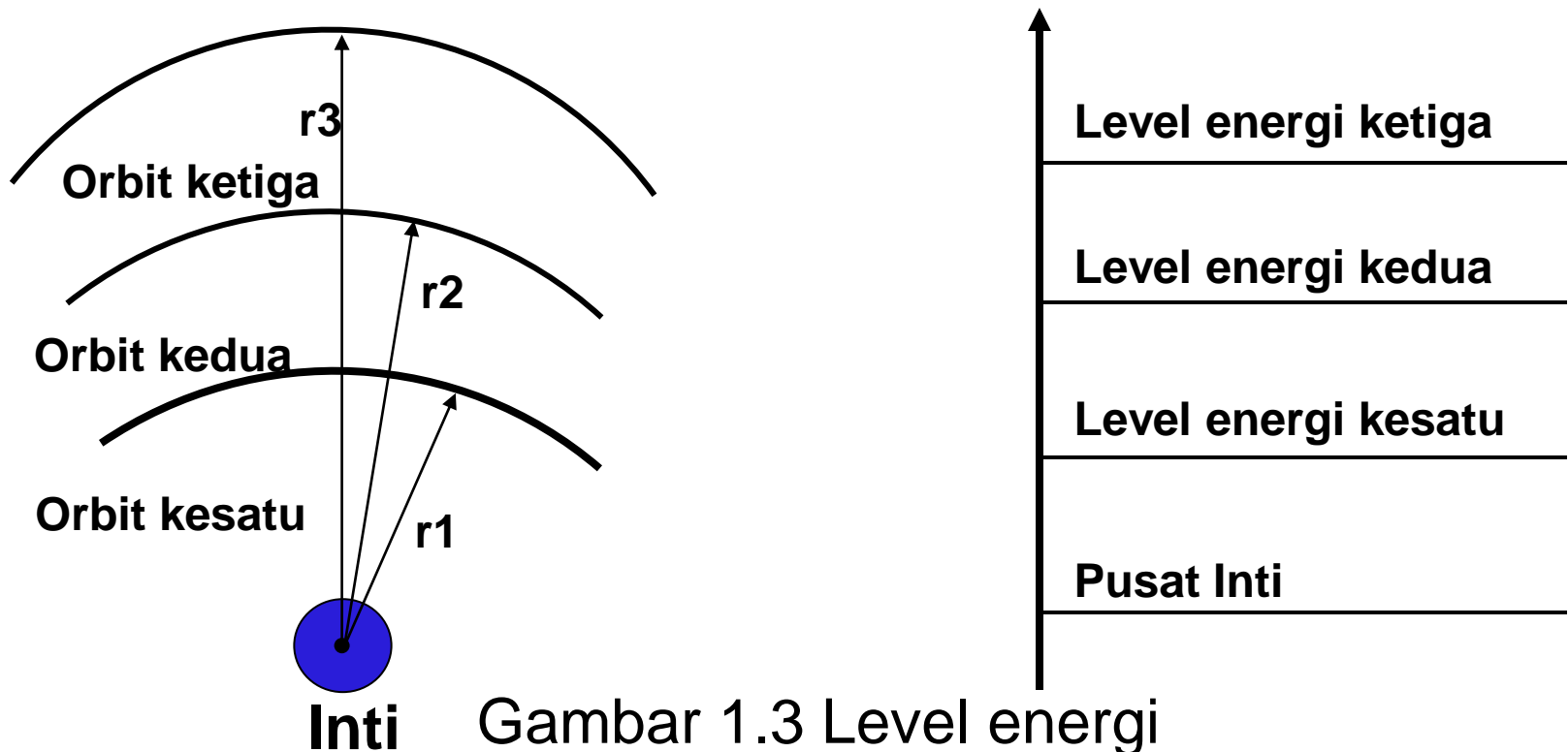
Orbit berikutnya yang diijinkan mempunyai jari – jari :

$$r_2 = 2,12 \cdot (10^{-10}) \text{ m}$$

Elektron tidak akan tetap berada pada orbit yang stabil jika jari-jarinya terletak antara  $r_1$  dan  $r_2$ .

# LEVEL ENERGI

Energi diperlukan untuk memindahkan elektron dari orbit yang lebih kecil ke orbit yang lebih besar. Makin besar orbit elektron makin besar pula energi potensial yang berkenaan dengan inti.



Gambar 1.3 Level energi

# IKATAN KOVALEN

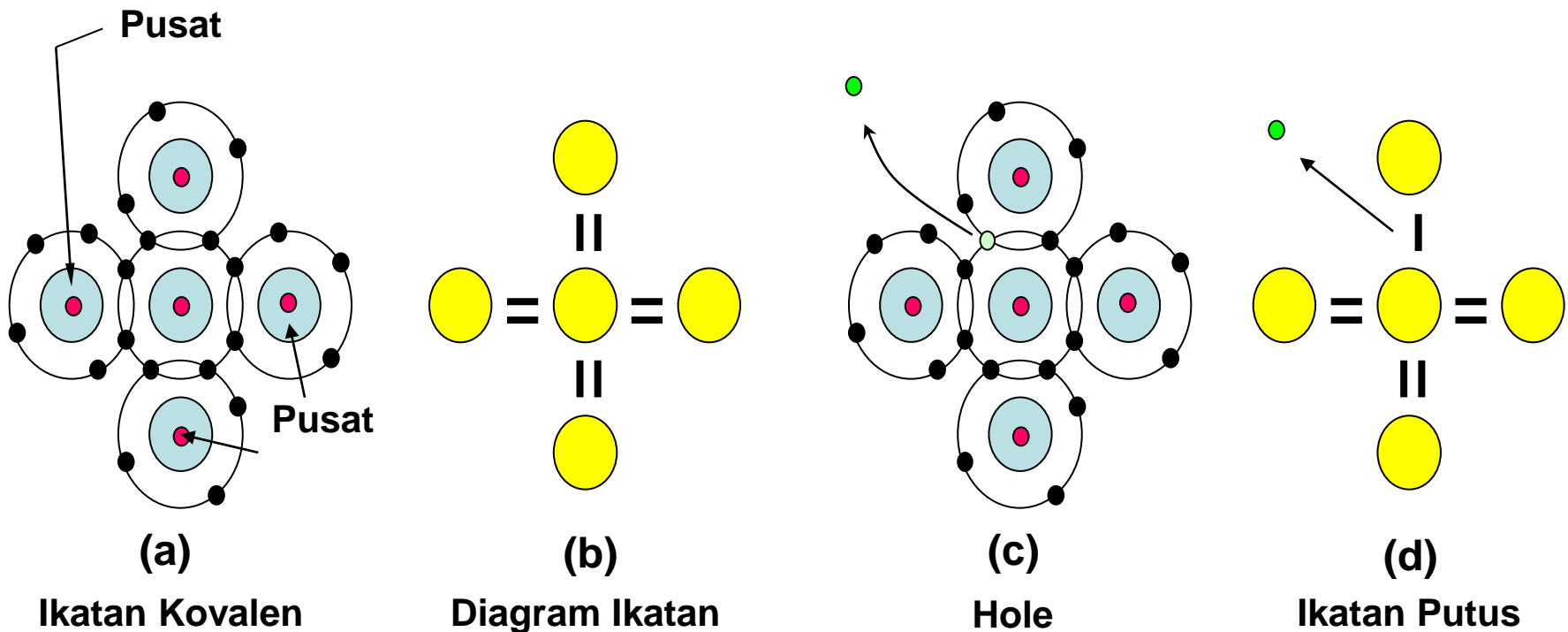
Jika energi dari luar mengangkat elektron valensi ke level energi yang lebih tinggi (orbit lebih besar) maka elektron yang keluar akan meninggalkan kekosongan dalam orbit terluar dan membentuk **hole**.

Atom silikon memiliki 4 elektron dalam orbit valensi. Untuk dapat membuat suatu ikatan agar mempunyai 8 elektron dalam orbit valensinya, maka tiap atom Silikon akan mengikat dirinya antara 4 atom silikon lainnya (Gb.1-4a). Masing – masing atom tetangga membagi elektron dengan atom pusat sehingga atom pusat mengambil 4 elektron dan membentuk 8 elektron dalam orbit valensinya. Ikatan yang terbentuk disebut dengan **ikatan kovalen**.



# IKATAN KOVALEN (2)

Gambar 1.4 menunjukkan terbentuknya ikatan kovalen pada atom Silikon.

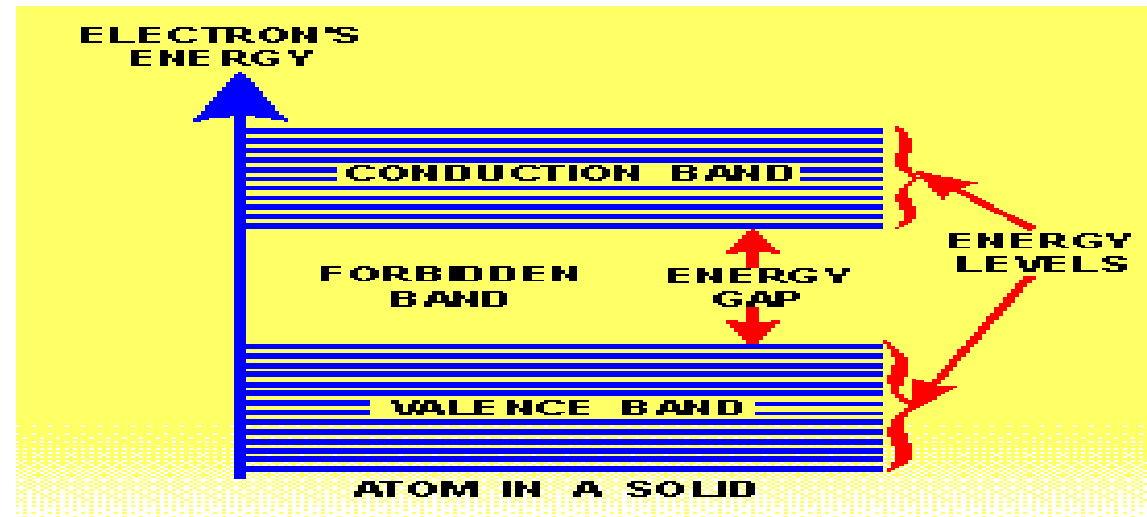


Gambar.1-4

# Pita Energi ( Energy Bands )

Ketika atom membentuk kristal, orbit elektron bukan hanya dipengaruhi oleh muatan dalam atomnya sendiri tapi juga oleh inti dan elektron atom lain dalam kristal. Setiap orbit elektron membentuk pita energi sendiri. Orbit pertama membentuk pita pertama, orbit kedua membentuk pita kedua, dan seterusnya.

Gambar 1.5

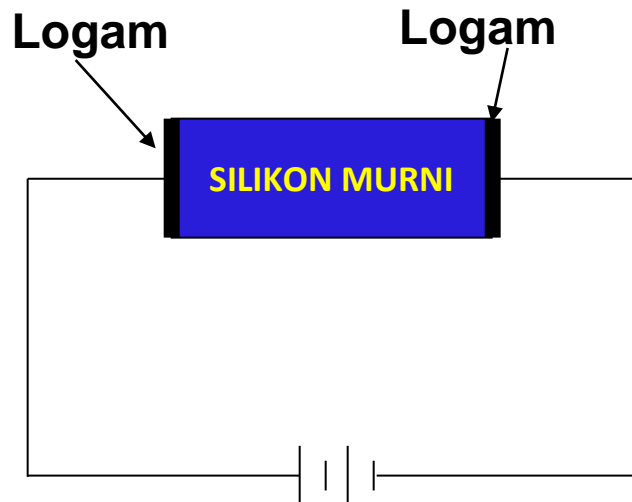


## NOL MUTLAK

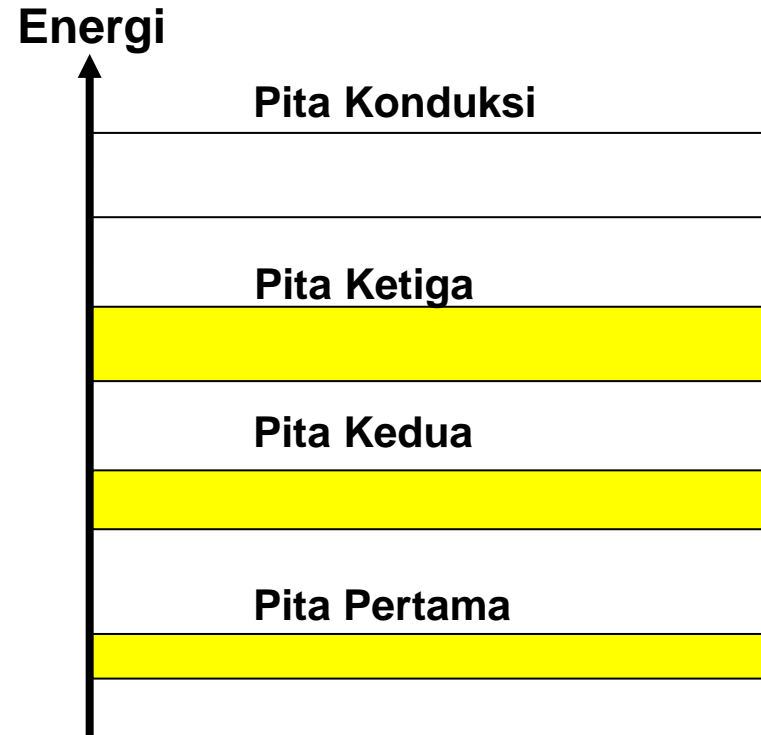
Pada suhu nol mutlak elektron tidak dapat bergerak melalui kristal, semua elektron dipegang kuat oleh atom–atom silikon. Elektron orbit terdalam terkubur di dalam atom, sedangkan elektron orbit terluar merupakan bagian dari ikatan kovalen dan tidak dapat putus tanpa menerima energi dari luar. Oleh sebab itu pada suhu nol mutlak, kristal silikon berlaku seperti isolator yang sempurna.

# KONDUKSI DALAM KRISTAL

Penggambaran pita energi dapat dilihat pada gambar 1.6



(a)



(b)

Gambar 1-6

## KONDUKSI DALAM KRISTAL (2)

Gb.1-6a menunjukkan sebatang silikon dengan logam pada bagian ujung – ujungnya, tegangan luar akan membentuk medan listrik antara ujung – ujung kristal.

Gb.1-6b menunjukkan diagram pita energi.

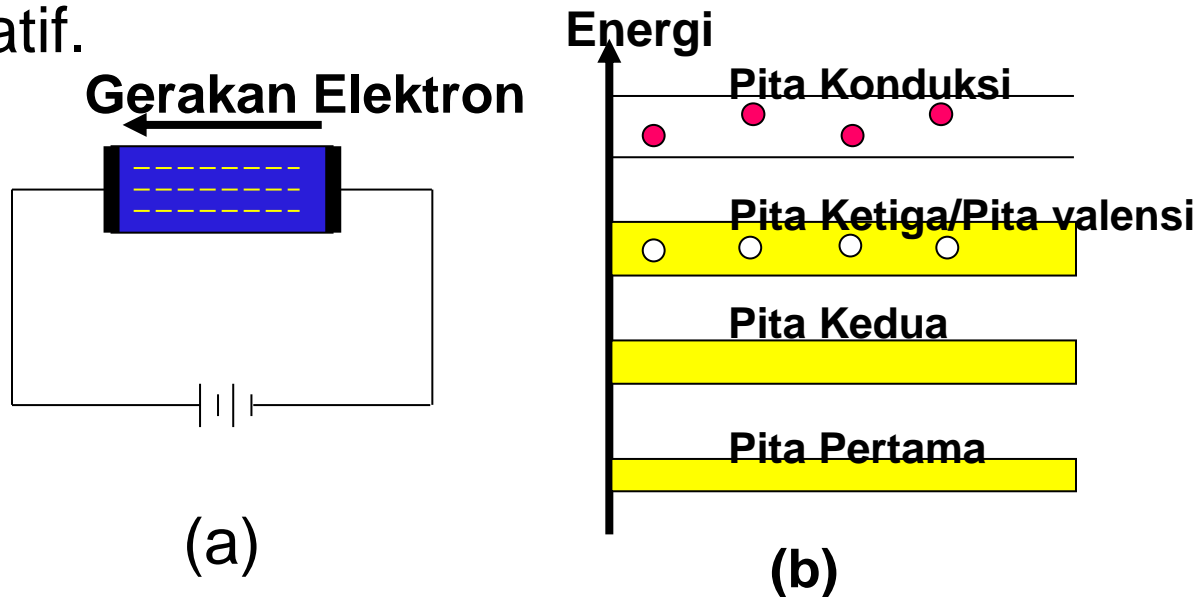
Tiga pita pertama terisi dan elektron tidak dapat bergerak dengan mudah dalam pita–pita ini. Tetapi di atas pita valensi terdapat pita konduksi (conduction band). Pita ini mewakili kelompok jari – jari berikutnya yang lebih besar yang memenuhi keadaan gelombang partikel dari elektron.

## KONDUKSI DALAM KRISTAL (3)

Orbit – orbit dalam pita konduksi sangat besar sehingga penarikan inti diabaikan. Jika elektron dapat diangkat ke pita konduksi maka elektron tersebut dapat bergerak bebas dan elektron – elektron yang berada di pita konduksi sering kali disebut dengan ***elektron bebas*** (free electron).

# DIATAS NOL MUTLAK

Dengan menaikkan suhu di atas nol mutlak akan menyebabkan terputusnya beberapa ikatan kovalen. Energi panas akan memukul elektron ke dalam pita konduksi sehingga kita mendapatkan elektron pada pita konduksi dalam jumlah terbatas yang dilambangkan oleh tanda negatif.



Gambar 1-7

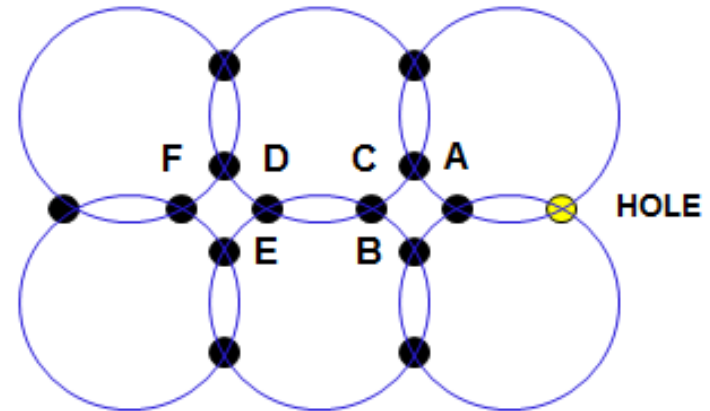
## DIATAS NOL MUTLAK (2)

Diatas nol mutlak, penggambaran pita energi seperti (Gb.1-7b), dimana energi panas telah mengangkat beberapa elektron ke dalam pita konduksi. Mereka bergerak dalam orbit dengan jari – jari yang lebih besar dari sebelumnya. Setiap kali elektron menembus ke dalam pita konduksi, dihasilkan hole dalam pita valensi.



# ARUS HOLE

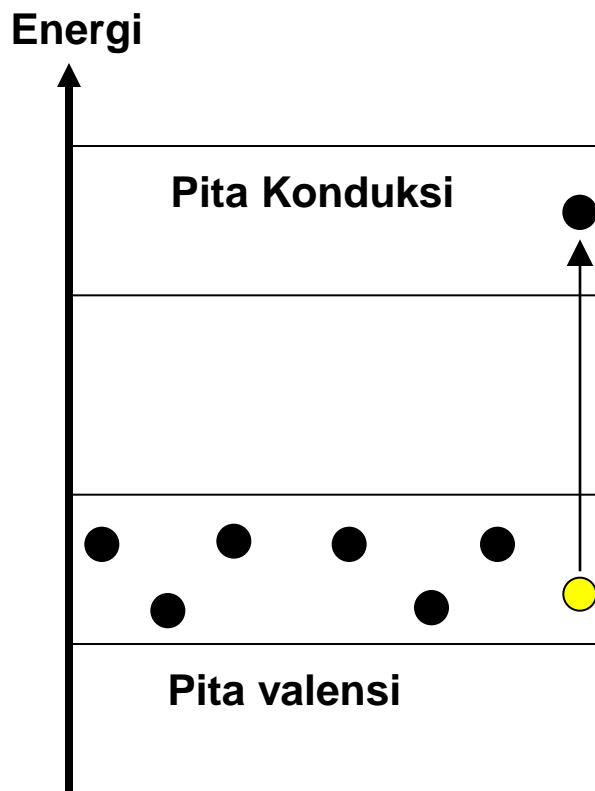
Gambar di samping adalah penggambaran hole dlm atom



Dengan perubahan energi sedikit maka elektron valensi pada A akan berpindah menuju hole yang mengakibatkan akan muncul hole baru pada posisi A. Hole baru ini akan menarik elektron valensi pada B, ketika elektron valensi bergerak dari B ke A maka holepun bergerak dari A ke B pergerakan elektron valensi ini akan kontinu sepanjang jalan yang ditunjukkan oleh tanda panah sedangkan hole bergerak ke arah yang berlawanan.

## ARUS HOLE (2)

Energi thermal ( energi panas ) akan menyebabkan elektron dari pita valensi berpindah ke dalam pita konduksi dan akan menyebabkan terjadinya hole pada pita valensi ( Gb.1-9)



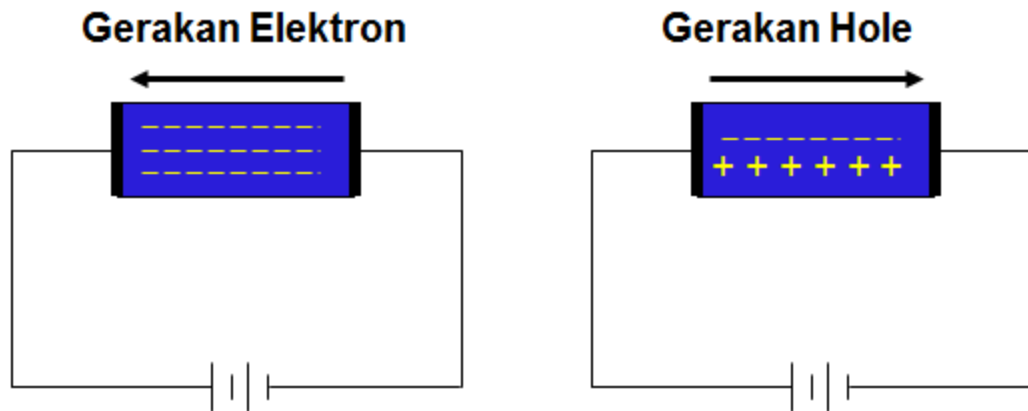
Gambar 1.9

Dengan perubahan energi sedikit elektron valensi pada A dapat bergerak ke dalam hole.

Hole yang semula lenyap akan terjadi lagi pada posisi A, kemudian elektron valensi pada B akan bergerak ke dalam hole dan akan tercipta lagi hole baru pada posisi B

## ARUS HOLE (3)

Jika kita memberikan tegangan dari luar pada kristal, elektron dipaksa untuk bergerak. Pada (Gb.1-10) terdapat dua macam gerakan elektron yang dapat bergerak yaitu **elektron pita konduksi** dan **elektron valensi** dimana gerakan elektron valensi kekanan berarti hole sedang bergerak ke kiri.



Gambar 1.10

# REKOMBINASI

- Penggabungan antara elektron pita konduksi dan hole disebut ***rekombinasi***. Jika terjadi rekombinasi maka hole tidak bergerak kemana – mana tetapi akan lenyap.
- Rekombinasi terjadi secara kontinu pada semikonduktor dan energi panas yang datang terus menerus menghasilkan pasangan elektron dan hole baru.
- ***Umur hidup*** (life time) waktu rata- rata antara tercipta dan hilangnya pasangan elektron – hole . Life time berubah dari beberapa nano detik sampai beberapa mikro detik tergantung kesempurnaan struktur kristal.

# DOPING DAN JENIS SEMIKONDUKTOR

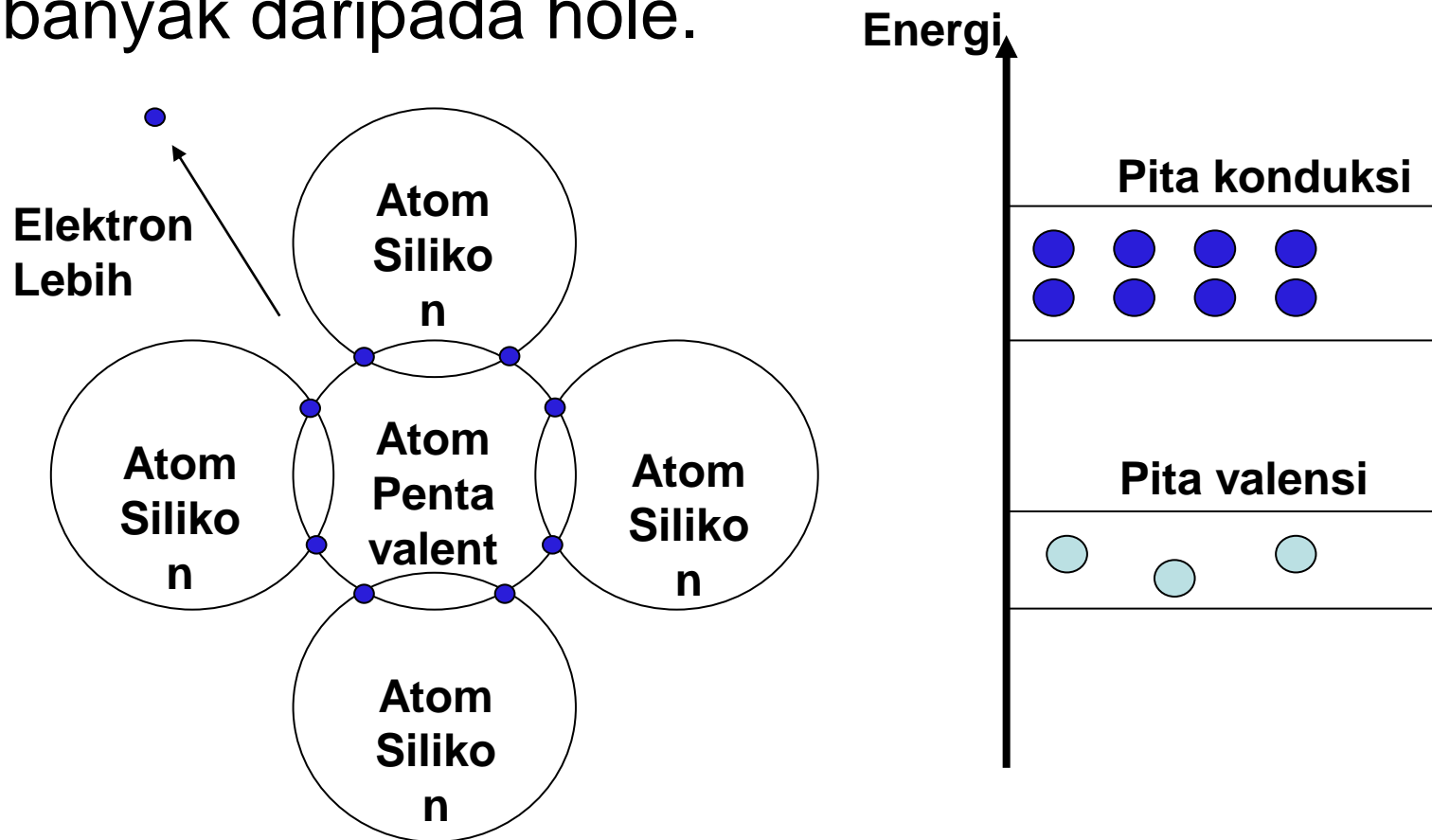
**Doping** berarti penambahan atom – atom impuritas ( ***non tetravalent*** ) pada kristal untuk menambah jumlah elektron bebas maupun hole. Kristal yang sudah didoping disebut **semi konduktor ekstrinsik**.

Jenis semikonduktor :

1. Semikonduktor type N
2. Semikonduktor type P

# SEMIKONDUKTOR TYPE N

- ✓ Disebut type N karena jumlah elektron lebih banyak daripada hole.



Gambar. 1-11

## SEMIKONDUKTOR TYPE N (2)

Untuk mendapatkan tambahan elektron pita konduksi maka 4 buah atom silikon dapat ditambah dengan atom ***pentavalent*** dimana atom ini memiliki lima elektron dalam orbit valensinya.

Setelah membentuk ikatan kovalen dengan empat tetangganya, atom pusat mempunyai kelebihan elektron. Karena orbit valensi tidak dapat memegang lebih dari delapan elektron, maka elektron sisa ini harus bergerak dalam orbit pita konduksi

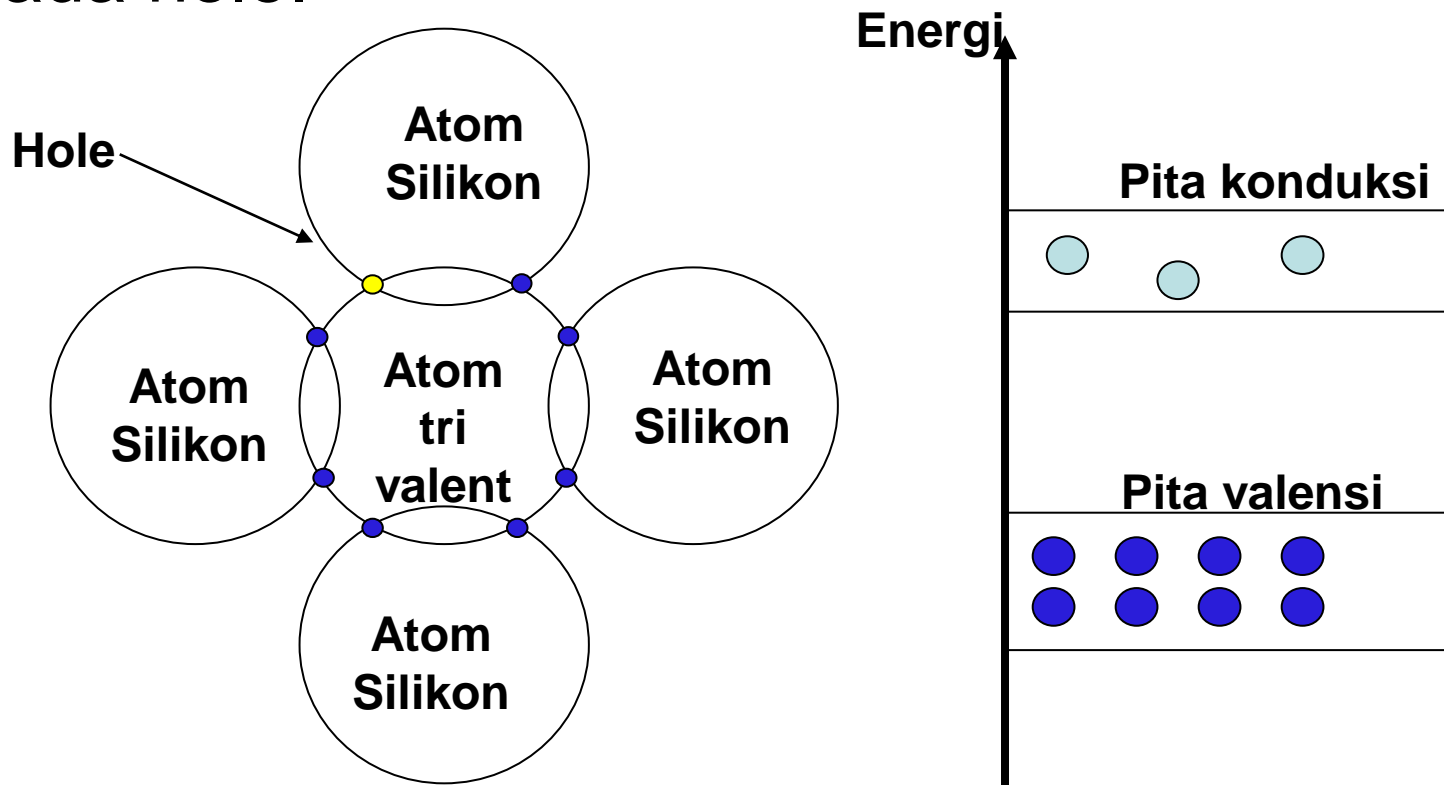
## SEMIKONDUKTOR TYPE N (3)

- (Gb.1-11b) menunjukkan kristal yang telah didop oleh impuritas pentavalent. Dengan didop maka akan diperoleh sejumlah besar elektron pita konduksi yang dihasilkan oleh doping. Maka dapat disimpulkan elektron sebagai pembawa mayoritas (majority carrier) dan hole sebagai pembawa minoritas (minority carrier).
- Silikon yang didop semacam ini dikenal sebagai semikonduktor tipe – n ( negatif ).



# SEMIKONDUKTOR TYPE P

Disebut type N karena jumlah elektron lebih banyak daripada hole.



Gambar 1-12

## SEMIKONDUKTOR TYPE P (2)

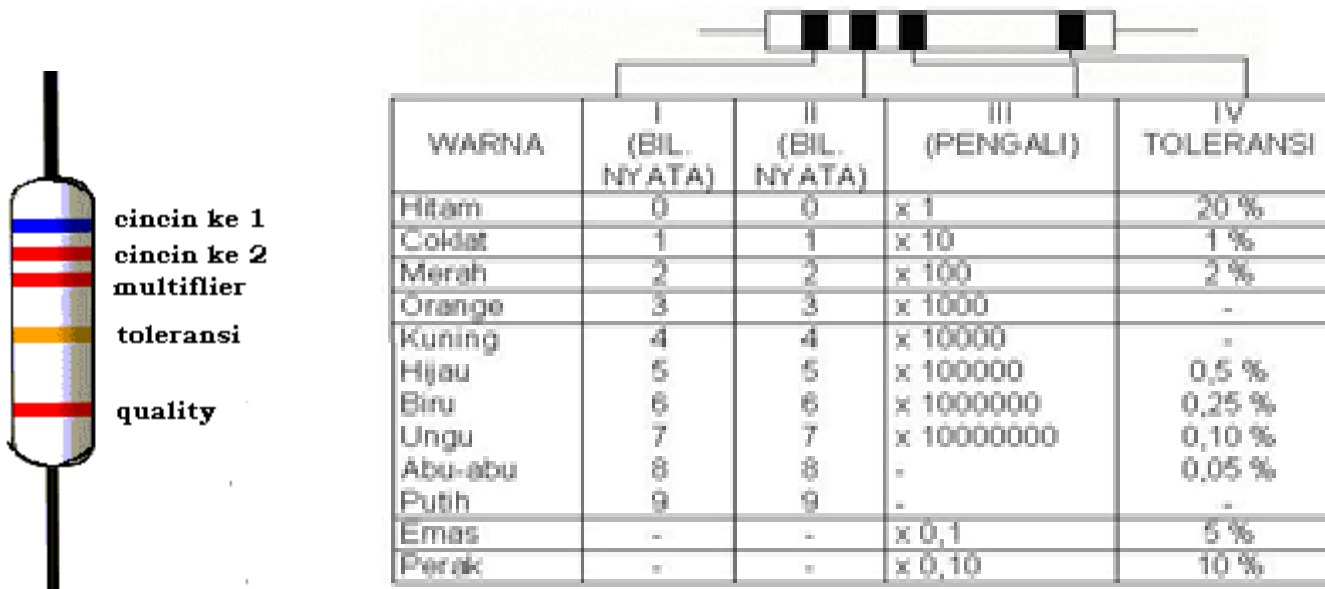
- ✓ Untuk menambahkan hole pada kristal maka kita dapat mendoping kristal dengan menggunakan impuritas **trivalent** (atom dengan 3 elektron dalam orbit terluarnya).
- ✓ Semikonduktor yang didop oleh impuritas trivalent dikenal sebagai semikonduktor tipe-p (positif). Hole dari semikonduktor tipe -p jauh lebih besar jumlahnya dari pita konduksi.
- ✓ Hole merupakan pembawa mayoritas dalam semikonduktor tipe-p, sedangkan elektron pita konduksi adalah pembawa minoritas.

# Komponen Elektronika

- **Komponen pasif** adalah jenis komponen elektronika yang bekerja tanpa memerlukan arus listrik sehingga tidak bisa menguatkan dan menyearahkan sinyal listrik serta tidak dapat mengubah suatu energi ke bentuk lainnya
- Contoh : resistor, induktor, kapasitor
- **Komponen aktif** ialah jenis komponen elektronika yang memerlukan arus listrik agar dapat bekerja dalam rangkaian elektronika yang dapat menguatkan dan menyearahkan sinyal listrik, serta dapat mengubah energi dari satu bentuk ke bentuk lainnya.
- Contoh : dioda, transistor, IC

# RESISTOR

- ✓ Resistor adalah komponen elektronika yang selalu digunakan dalam setiap rangkaian elektronika karena dia berfungsi sebagai pengatur arus listrik.
- ✓ Fungsi dasar resistor dalam rangkaian Listrik adalah sebagai pembatas arus.



The diagram shows a resistor with four color bands. The first band is blue, the second is red, the third is yellow, and the fourth is red. The table below provides the color code for resistors.

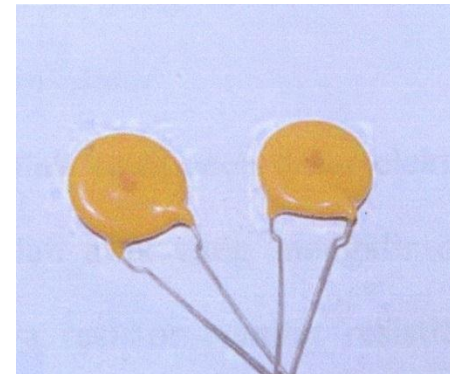
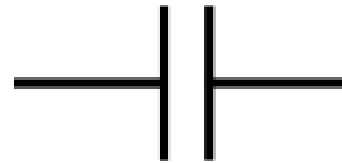
WARNA	I (BIL. NYATA)	II (BIL. NYATA)	III (PENGALI)	IV TOLERANSI
Hitam	0	0	x 1	20 %
Coklat	1	1	x 10	1 %
Merah	2	2	x 100	2 %
Orange	3	3	x 1000	-
Kuning	4	4	x 10000	-
Hijau	5	5	x 100000	0,5 %
Biru	6	6	x 1000000	0,25 %
Ungu	7	7	x 10000000	0,10 %
Abu-abu	8	8	-	0,05 %
Putih	9	9	-	-
Emas	-	-	x 0,1	5 %
Perak	-	-	x 0,10	10 %

Diagram labels:

- cincin ke 1
- cincin ke 2
- multiflier
- toleransi
- quality

# KAPASITOR

- ✓ Kapasitor adalah elemen rangkaian yang juga seperti induktor yang menyimpan dan mengembalikan energi, dimana di dalam kapasitor penyimpanan berlangsung di dalam medan listrik.
- ✓ Satuan dari nilai Kapasitor adalah Farad ( F )
- ✓ Lambang kapasitor :



# INDUKTOR

- ✓ Kumparan (induktor) adalah sebuah elemen rangkaian yang menyimpan energi selama satu periode waktu tertentu dan pengembaliannya selama periode waktu yang lain sedemikian rupa sehingga daya rata-rata adalah nol.
- ✓ Satuan dari nilai induktor adalah Henry ( H ).
- ✓ Lambang induktor :

