

## Elektronika Dasar - 2

# Dioda Semikonduktor dan Rangkaiannya



- ✦ Semikonduktor tipe P dan tipe N, pembawa mayoritas dan pembawa minoritas pada kedua jenis bahan tersebut.
- ✦ Sambungan P-N, daerah deplesi
- ✦ Pengaruh pemberian bias pada daerah deplesi, built-in voltage dan kapasitansi
- ✦ Pengertian breakdown voltage pada diode
- ✦ Dioda ideal dan diode semikonduktor dari bahan Silikon dan Germanium
- ✦ Simbol elektrik, karakteristik arus-tegangan dioda.
- ✦ Pengertian bias maju dan bias mundur,
- ✦ Tegangan breakdown: avalanche dan zener
- ✦ Analisa garis beban pada rangkaian sederhana



- ✦ Rangkaian pengganti dioda dengan pendekatan: (a) piecewise linear, (b) simplified equivalent, (c) ideal equivalent circuit
- ✦ Analisa konfigurasi seri dan paralel diode dalam rangkaian
- ✦ Rangkaian gerbang logika dengan menggunakan dioda
- ✦ Penyearah setengah gelombang dengan input sinusoidal, nilai tegangan dc
- ✦ Penyearah gelombang penuh
- ✦ Kapasitor untuk mengurangi ripple
- ✦ Clipper
- ✦ Clampper
- ✦ Karakteristik dioda zener
- ✦ Stabilisasi tegangan dc dengan dioda zener
- ✦ Desain rangkaian dengan dioda zener



# Teori Semikonduktor

- ✚ Operasi semua komponen benda padat (dioda, LED, transistor bipolar, FET dan OpAmp, dll) didasarkan atas sifat-sifat semikonduktor
- ✚ Semikonduktor adalah bahan yang sifat-sifat kelistrikannya terletak antara sifat-sifat konduktor dan isolator yang tidak mudah berubah oleh temperatur, cahaya, medan magnet, tetapi pada semikonduktor sifat-sifat tersebut sangat sensitif



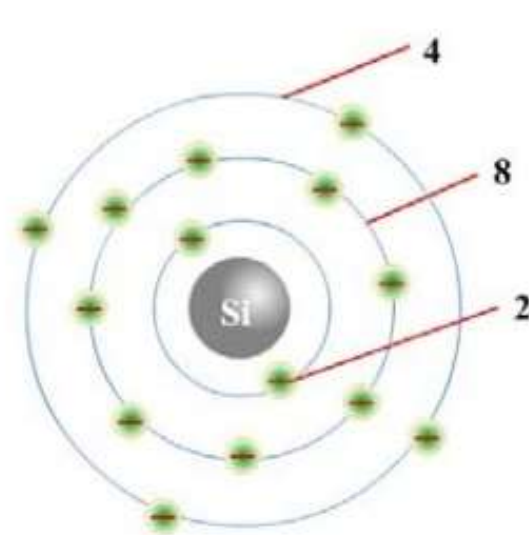
# Struktur Atom

- ✚ Elemen terkecil dari suatu bahan yang masih memiliki sifat kimia dan fisika adalah atom
- ✚ Atom terdiri dari 3 partikel : neutron, proton, elektron
- ✚ Proton dan neutron membentuk inti atom yang bermuatan positif
- ✚ Elektron bermuatan negatif mengelilingi inti
- ✚ Elektron disusun berlapis

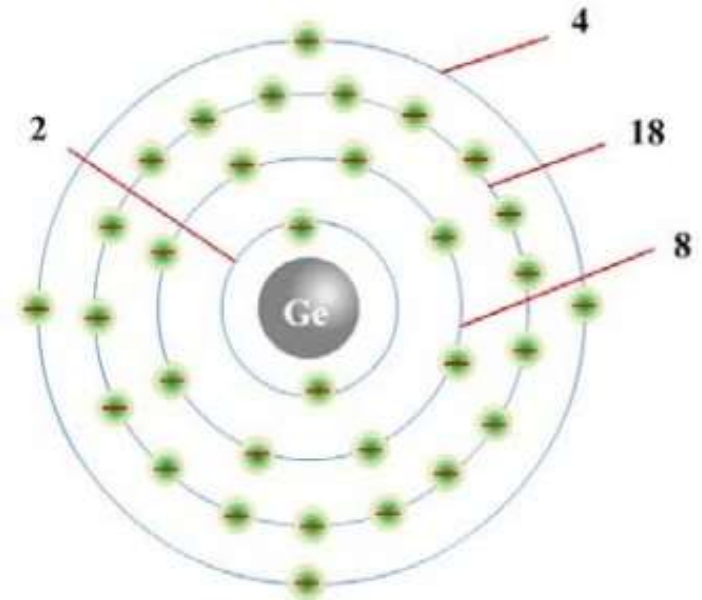


# Struktur Atom

- Contoh struktur atom model Bohr yang paling banyak digunakan adalah silikon dan germanium



*Silicon (2 - 4 - 8)*

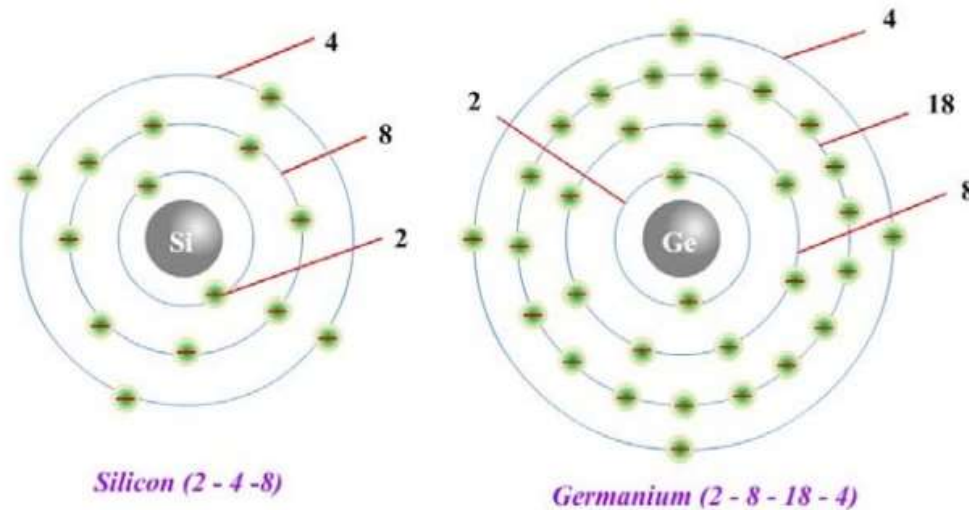


*Germanium (2 - 8 - 18 - 4)*



# Struktur Atom

- ✚ Pada Silikon, elektron yang mengorbit (mengelilingi inti) =  $2+8+4 = 14$  elektron
- ✚ Pada germanium, elektron yang mengorbit (mengelilingi inti) =  $2+8+18+4 = 32$  elektron





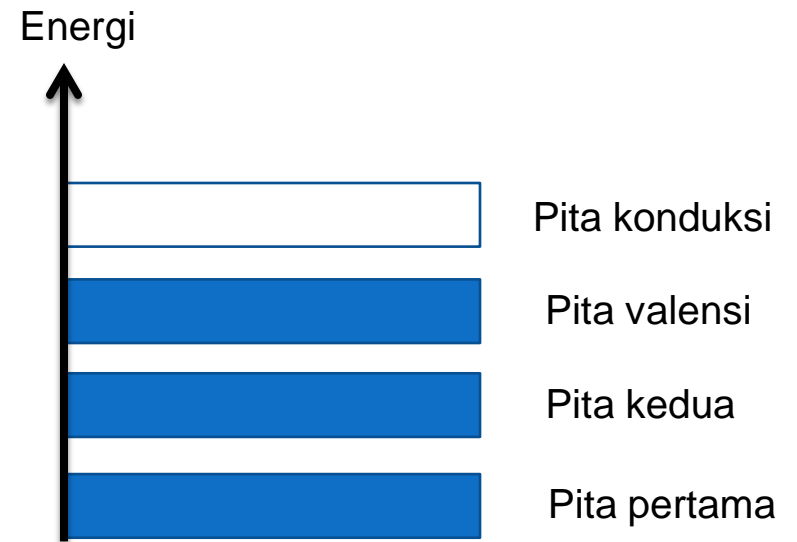
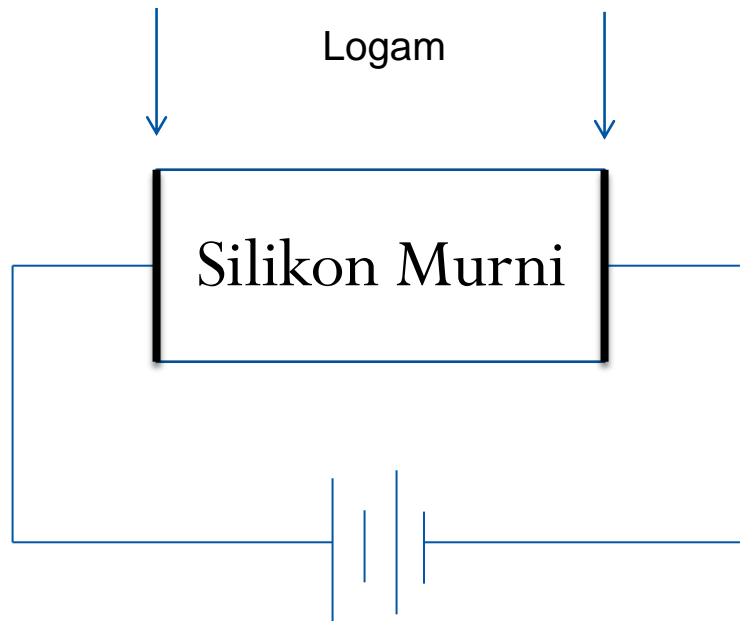
# Struktur Atom

- ✚ Elektron terluar = elektron valensi
- ✚ Silikon dan germanium memiliki 4 elektron valensi, sehingga disebut atom tetra valent (bervalensi empat)
- ✚ 4 elektron valensi terikat dalam struktur kisi-kisi, sehingga membentuk ikatan kovalen dengan elektron valensi dari atom bersebelahan



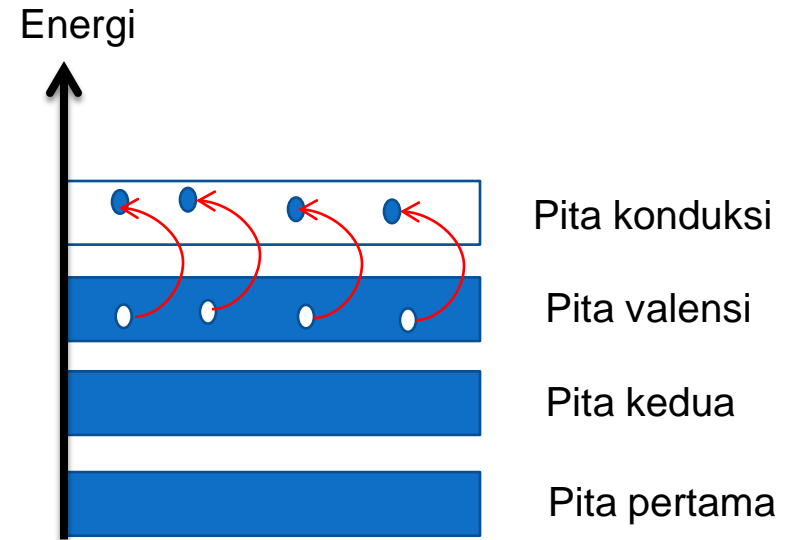
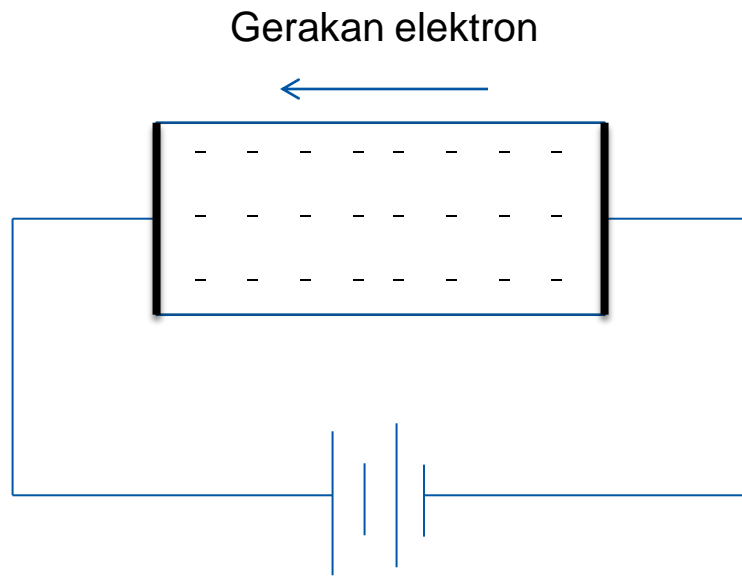


# Pada Suhu Nol Mutlak



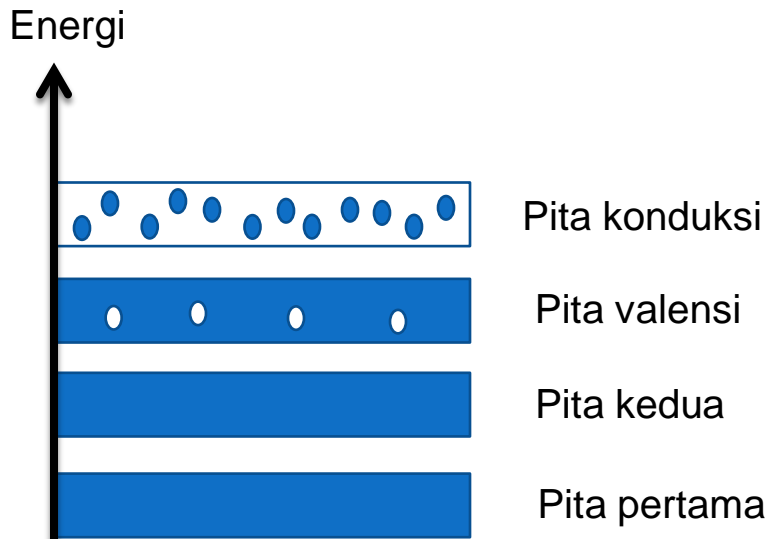


# Pada Suhu Diatas Nol Mutlak





# Tipe n

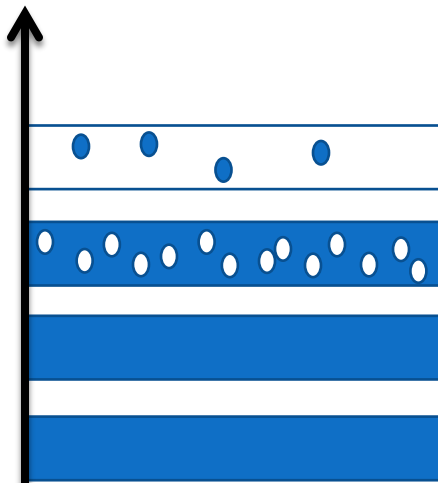


- Elektron sebagai pembawa mayoritas
- Hole sebagai pembawa minoritas
- Elektron  $>$  hole



# Tipe p

Energi



Pita konduksi

Pita valensi

Pita kedua

Pita pertama

- ✚ Elektron sebagai pembawa minoritas
- ✚ Hole sebagai pembawa mayoritas
- ✚ Hole > Elektron

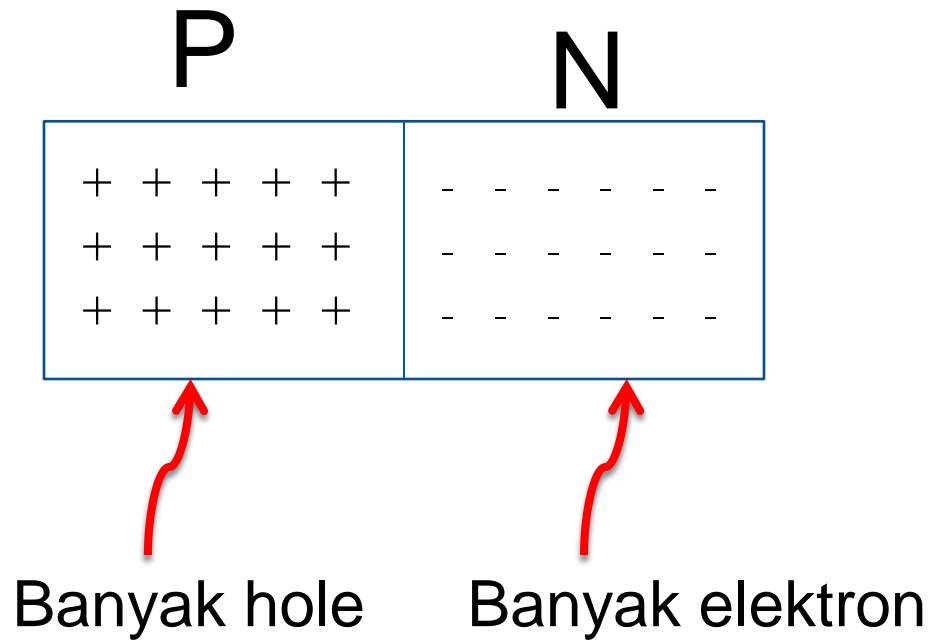


# Dioda

- ✚ Dioda merupakan komponen elektronika non-linier yang sederhana.
- ✚ Struktur dasar dioda berupa bahan semikonduktor type P yang disambung dengan bahan type N
- ✚ Pada ujung bahan type P dijadikan terminal Anoda (A) dan ujung lainnya katoda (K), sehingga dua terminal inilah yang menyiratkan dioda
- ✚ Operasi dioda ditentukan oleh polaritas relatif kaki anoda terhadap kaki katoda



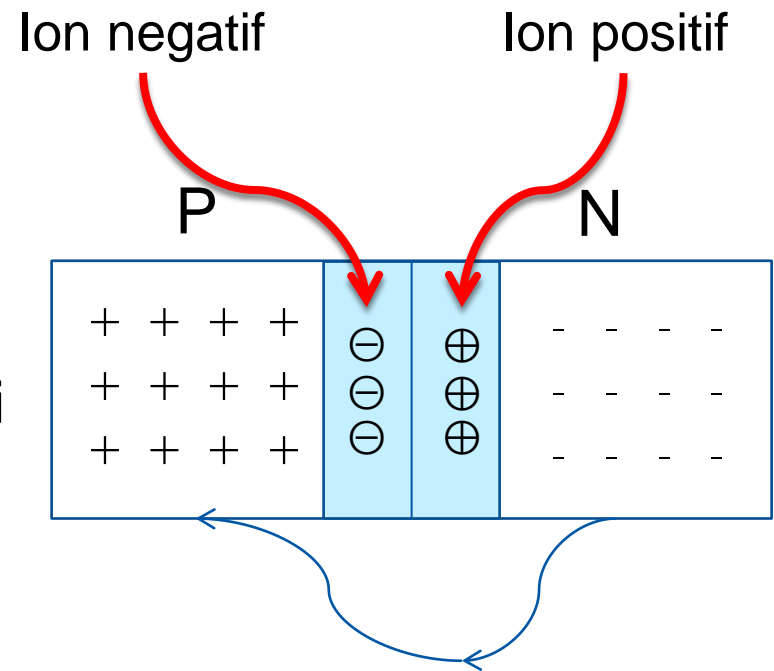
# Dioda tanpa bias





# Dioda tanpa bias

- ✦ Elektron sisi n cenderung ber difusi / tersebar ke segala arah
- ✦ Dan beberapa melewati junction
- ✦ Jika elektron masuk ke daerah p, maka sebagai pembawa minoritas
- ✦ Karena banyaknya hole di daerah p Elektron akan jatuh ke hole dan hole akan lenyap
- ✦ Elektron di pita konduksi akan menjadi Elektron valensi
- ✦ Elektron berdifusi melalui junction dan Menciptakan pasangan ion  $\ominus\oplus$





# Lapisan pengosongan

- ✦ Tiap pasangan ion positif dan negatif akan membentuk “dipole”
- ✦ Dipole adalah 1 elektron pita konduksi dan 1 hole telah dikeluarkan dari sirkulasi
- ✦ Jika terbentuk sejumlah dipole, maka akan terbentuk didaerah junction yang kosong dari muatan-muatan bergerak
- ✦ Daerah kosong tersebut dinamakan daerah pengosongan / depletion layer





## Arah gaya muatan positif

- ✦  $\ominus \leftarrow \oplus$  arah gaya muatan positif
- ✦ Adanya medan diantara ion adalah ekuivalen dengan perbedaan potensial sehingga dinamakan potensial barrier
- ✦ Pada suhu 25°C, maka potensial barrier untuk :
  - ✦ Germanium = 0.3 V
  - ✦ Silikon = 0.7 V
- ✦ Potensial barrier akan berkurang 2.5 mV setiap kenaikan 1°C
- ✦  $\Delta V = -0.0025 \Delta T$
- ✦  $\Delta$  adalah perubahan



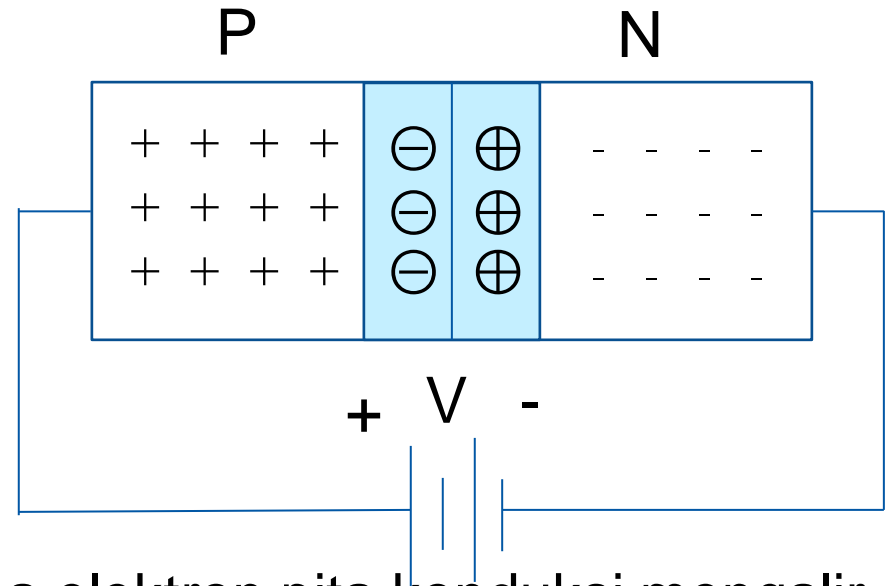
# Potential Barrier

- ✦ Potential barrier dioda silikon pada suhu  $25^{\circ}\text{C} = 0.7 \text{ V}$
- ✦ Jika suhu naik  $75^{\circ}\text{C}$ , maka potential barrier akan berkurang
- ✦  $\Delta V = -0.0025 \Delta T$
- ✦  $\Delta V = -0.0025 (75 - 25) = - 0.125 \text{ V}$
- ✦ maka potential barrier pada  $75^{\circ}\text{C}$  adalah :
- ✦  $V = 0.7 \text{ V} - 0.125 \text{ V} = 0.575 \text{ V}$



# Forward Bias

- ✚ Terminal negatif dihubungkan dengan tipe n
- ✚ Terminal positif dihubungkan dengan tipe p
- ✚ Ini dinamakan Forward Bias

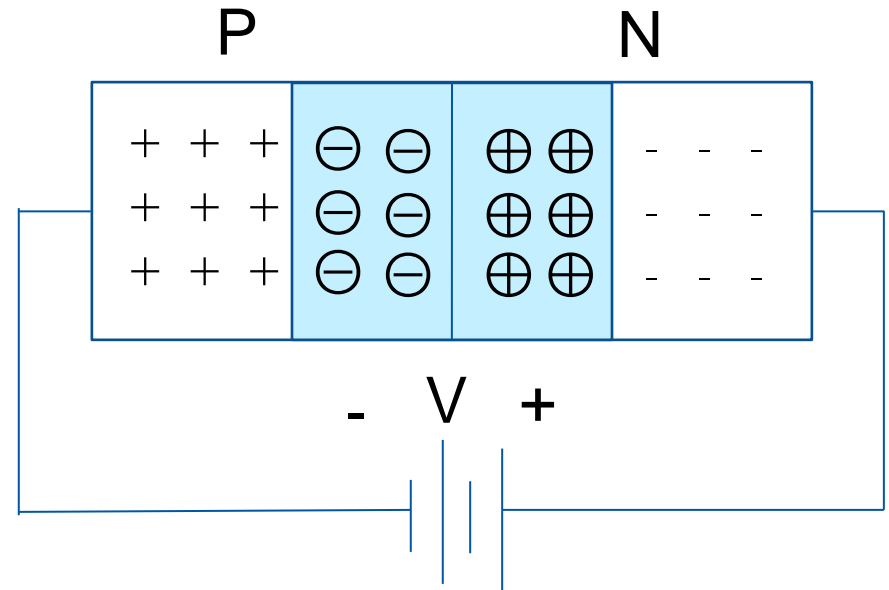


- ✚ Arus akan mengalir mudah karena elektron pita konduksi mengalir bergerak menuju junction
- ✚ Ujung kanan kristal menjadi positif sedikit sehingga mengakibatkan lapisan pengosongan mengecil, arus bisa mengalir lancar



# Reverse Bias

- ✚ Terminal negatif dihubungkan dengan tipe p
- ✚ Terminal positif dihubungkan dengan tipe n
- ✚ Ini dinamakan Reverse Bias



- ✚ Hole dan elektron menjauhi junction
- ✚ Elektron akan melarikan diri meninggalkan ion positif dan hole yang pergi meninggalkan ion negatif
- ✚ Sehingga lapisan pengosongan menjadi lebar
- ✚ Semakin besar reverse bias, maka lapisan pengosongan semakin besar pula



# Arus pembawa minoritas

- ✦ Arus reverse bias yang disebabkan pembawa minoritas disebut dengan arus saturasi ( $I_s$ )
- ✦ Energi thermal menghasilkan arus saturasi
- ✦ Makin tinggi suhu, makin besar arus saturasi
- ✦  $I_s$  akan naik 2x nya setiap kenaikan  $10^\circ\text{C}$
- ✦ Contohnya :
  - ✦ Jika  $I_s = 5 \text{ mA}$  pada  $25^\circ\text{C}$ , maka
  - ✦  $I_s = 10 \text{ mA}$  pada  $35^\circ\text{C}$
  - ✦  $I_s = 20 \text{ mA}$  pada  $45^\circ\text{C}$
  - ✦  $I_s = 40 \text{ mA}$  pada  $55^\circ\text{C}$



# Arus Bocor

- ✦ Ketika dioda di reverse bias, ada arus kecil yang mengalir pada permukaan kristal
- ✦ Arus kecil tersebut dinamakan arus bocor permukaan
- ✦ Hal ini disebabkan karena ketidakmurnian / ketidaksaempurnaan permukaan



# Tegangan breakdown

- ✦ Terus naikkan tegangan reverse sampai mencapai tegangan breakdown
- ✦ Untuk penyearah tegangan breakdown  $\geq 50$  V
- ✦ Jika tegangan breakdown tercapai, sejumlah besar pembawa minoritas muncul dalam lapisan pengosongan, dioda akan menjadi konduksi
- ✦ Dioda umumnya tidak diijinkan breakdown, tegangan reverse pada dioda dijaga kurang daripada tegangan breakdownnya



# Dioda

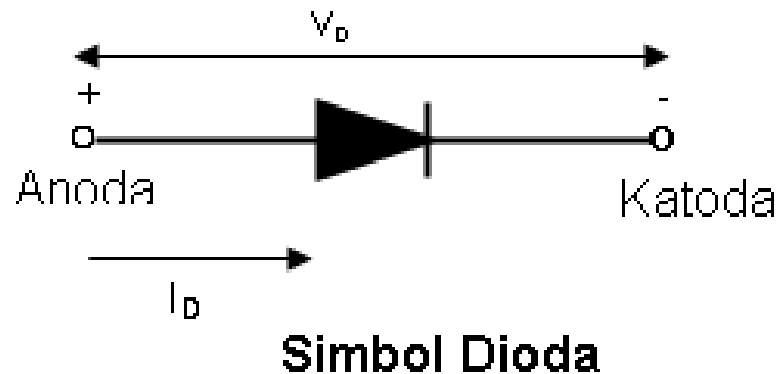
- + Dioda di bias forward mudah konduksi
- + Dioda di bias reverse sukar konduksi
  
- + Maka
  
- + Forward bias seperti saklar tertutup
- + Reverse bias seperti saklar terbuka





# Dioda

- + Dioda merupakan komponen salah satu bahan semikonduktor yang berfungsi untuk menghasilkan arus pada satu arah saja (anoda ke katoda)
- + Sehingga menyerupai switch / saklar





# Karakteristik Dioda

## Dioda On / Forward Bias / Saklar Tertutup

- + Bila dioda diberi tegangan maju, maka dengan tegangan kecil saja (umumnya kira-kira 0.6 volt) akan mengalir arus maju atau arus akan mengalir dari anoda ke katoda
- + Dioda akan bersifat seperti saklar tertutup dan dapat mengalirkan arus listrik

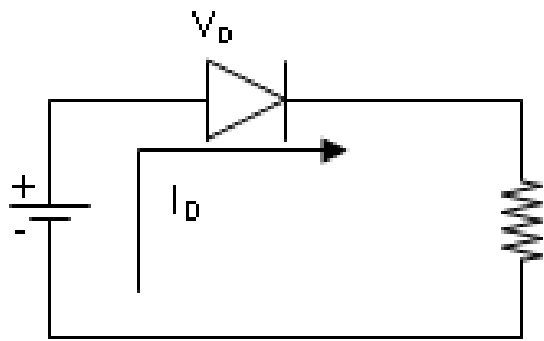


# Karakteristik Dioda

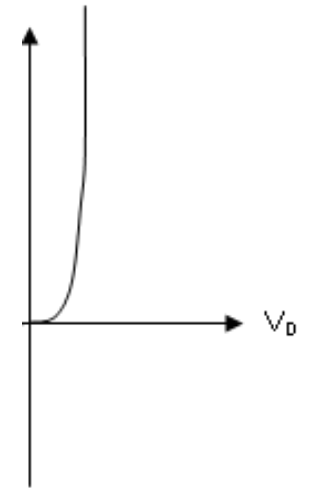
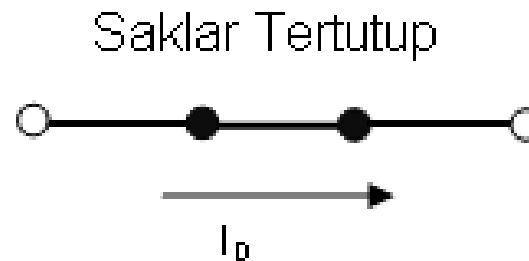
## Dioda On / Forward Bias / Saklar Tertutup

✚ Nilai resistansi forward bias adalah :

$$\text{✚ } R_F = \frac{V_F}{I_F} = \frac{0}{\text{nilai}(+)} = 0\Omega$$



Dioda dengan tegangan maju





# Karakteristik Dioda

## Dioda Off / Reverse Bias / Saklar Terbuka

- ✚ Bila dioda diberi tegangan balik, maka untuk tegangan yang masih di bawah  $V_r$  (lihat grafik dioda  $V_D - I_D$ ) arus tidak akan mengalir dari anoda ke katoda sampai tegangan yang diberikan di atas  $V_r$  (pada sumbu horisontal)
- ✚ Dioda akan bersifat seperti saklar terbuka dan tidak dapat mengalirkan arus listrik

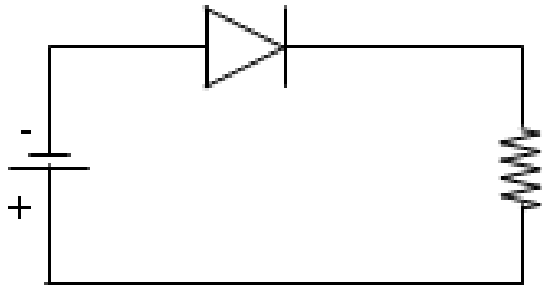


# Karakteristik Dioda

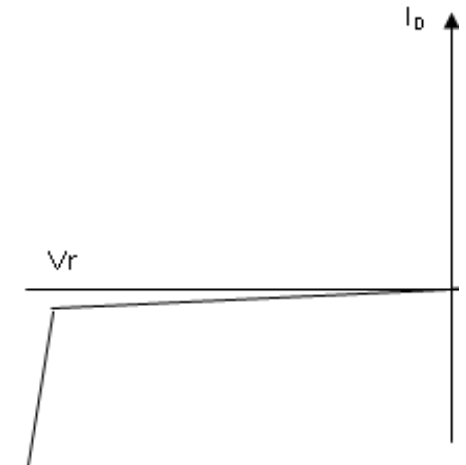
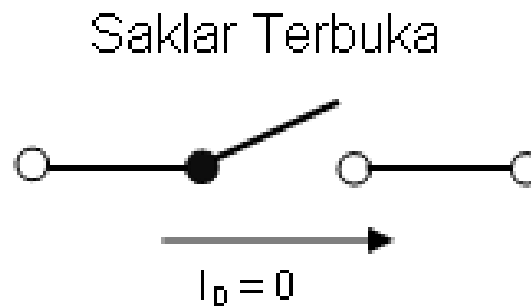
## Dioda Off / Reverse Bias / Saklar Terbuka

✚ Nilai resistansi Reverse bias adalah :

$$\text{✚ } R_R = \frac{V_R}{I_R} = \frac{\text{nilai}(-)}{0} = \sim \Omega$$

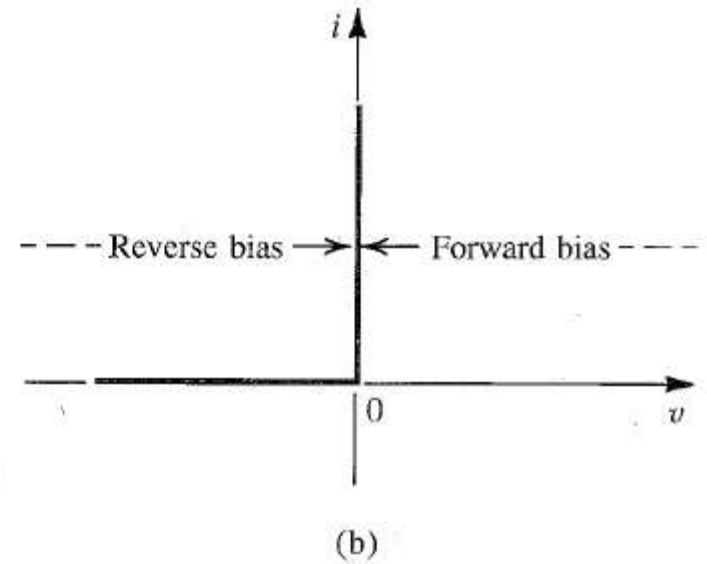
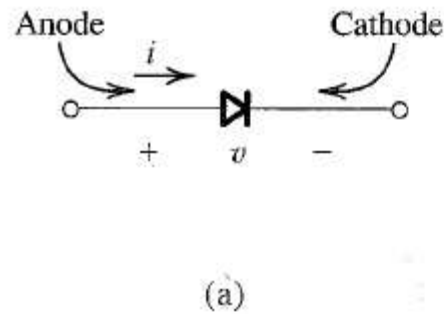
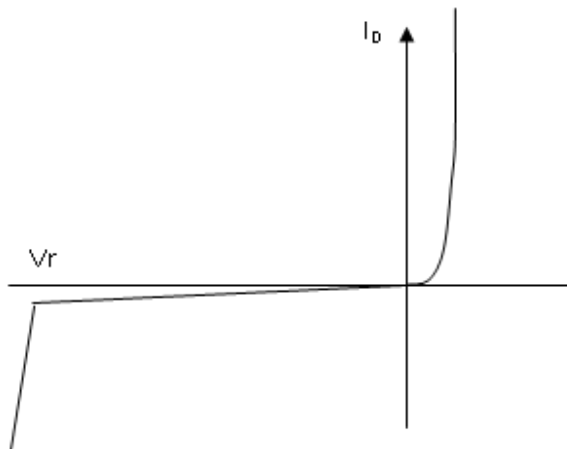


Dioda dengan tegangan balik





# Karakteristik Dioda





# Analisa Garis Beban

✚ Menurut Hukum Kirchoff tegangan :

✚  $E - V_D - V_R = 0$

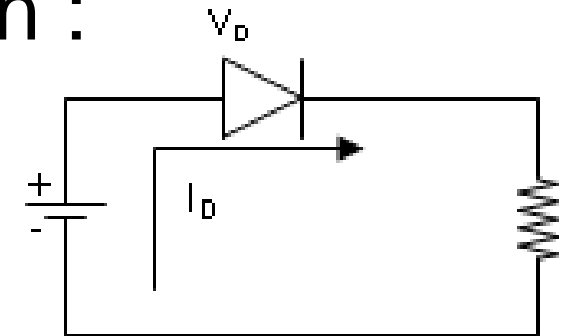
✚  $E = V_D + I_D R$

✚ Jika  $V_D = 0V$ , maka  $E = 0V + I_D R$

✚  $I_D = \frac{E}{R}$

✚ Jika  $I_D = 0A$ , maka  $E = V_D + (0)R$

✚  $V_D = E$





# Aproximasi Dioda

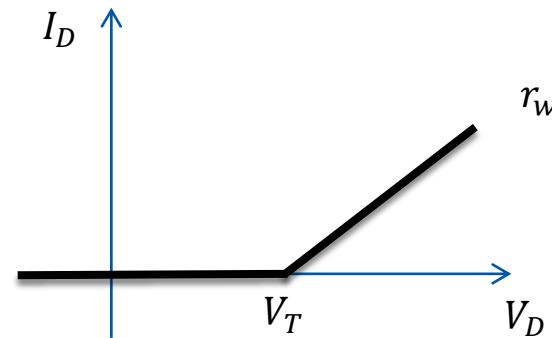
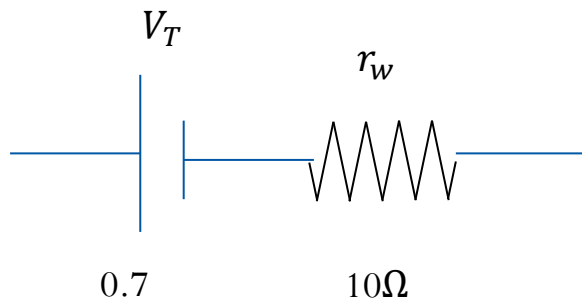
- + Dalam menganalisa rangkaian dioda, terdapat 3 macam model pendekatan (aproximasi), yaitu :
  - + Piecewise linear model
  - + Simplified model
  - + Ideal model





# Piecewise linear model

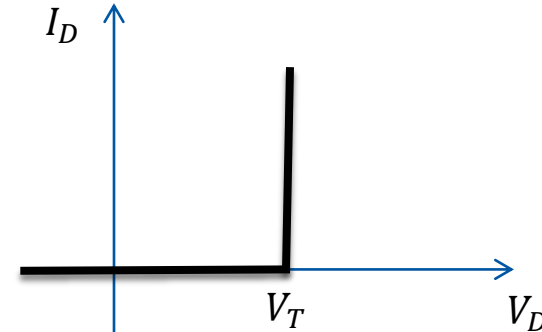
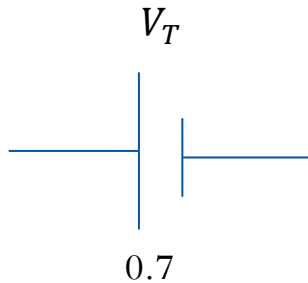
- ✚ Piecewise linear model
- ✚ Untuk silikon,  $V_T = 0,7 V$
- ✚ Untuk germanium,  $V_T = 0,3 V$





# Simplified model

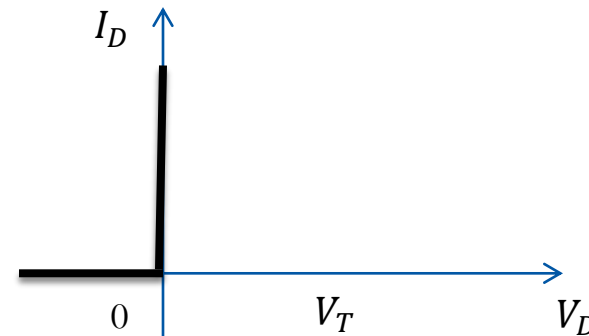
- ✚ Simplified model
- ✚ Untuk silikon,  $V_T = 0,7 V$
- ✚ Untuk germanium,  $V_T = 0,3 V$





# Ideal model

- ✚ Ideal model
- ✚ Untuk silikon,  $V_T = 0,7 V$
- ✚ Untuk germanium,  $V_T = 0,3 V$





Alhamdulillah....

Thanks!

A blue line-art drawing of a smiling face with its arms raised in a gesture of joy or gratitude. The drawing is positioned below the word 'Thanks!' and has a small '©' symbol at the bottom right.



# Rangkaian Penyearah

- + Rangkaian Penyearah adalah suatu rangkaian yang mengubah tegangan bolak-balik (AC) menjadi tegangan searah (DC).
- + Harga rata-rata tegangan dc outputnya adalah :

$$V_{dc} = \frac{1}{T} \int V_o t dt$$



# Rangkaian Penyearah

- + Harga rms total dari tegangan outputnya adalah :

$$V_{rms} = \frac{\sqrt{1}}{T} \int V_o t^2 dt$$



## Rangkaian Penyearah

- ✚ Bentuk tegangan DC yang keluar bervariasi sesuai dengan rangkaian penyearah yang digunakan.
- ✚ Perbandingan antara tegangan DC yang keluar terhadap tegangan AC yang ikut serta pada hasil outputnya disebut dengan faktor ripple.
- ✚ Semakin kecil factor riplenya, maka makin baik hasil tegangan DC yang dihasilkan (tegangan DC-nya makin datar).