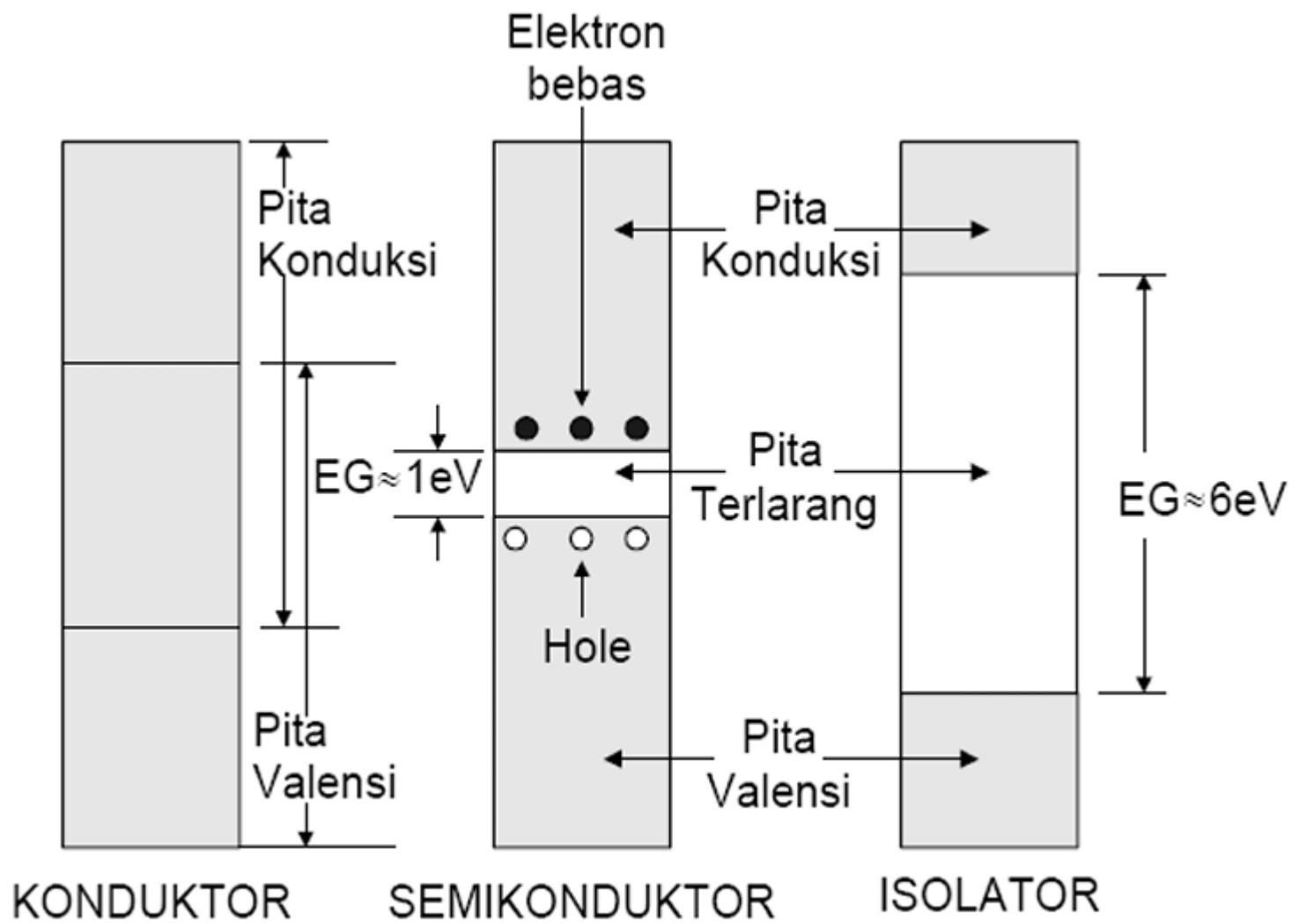


Elektronika Dasar

Pertemuan ke 4

Semikonduktor

Bahan semikonduktor adalah bahan yang bersifat setengah konduktor karena celah energi yang dibentuk oleh struktur bahan ini lebih kecil dari celah energi bahan isolator tetapi lebih besar dari celah energi bahan konduktor, sehingga memungkinkan elektron berpindah dari satu atom penyusun ke atom penyusun lain dengan perlakuan tertentu terhadap bahan tersebut (pemberian tegangan, perubahan suhu dan sebagainya). Oleh karena itu semikonduktor bisa bersifat setengah menghantar.



Bahan-bahan Semikonduktor

IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
H•							•He•
Li•	•Be•	•B•	•C•	•N•	•O•	•F•	•Ne•
Na•	•Mg•	•Al•	•Si•	•P•	•S•	•Cl•	•Ar•
K•	•Ca•	•Ga•	•Ge•	•As•	•Se•	•Br•	•Kr•
Rb•	•Sr•	•In•	•Sn•	•Sb•	•Te•	•I•	•Xe•
Cs•	•Ba•						

Trivalent

Atom dengan jumlah elektron terluar sebanyak 3 buah seperti Boron (B), Gallium (Ga) dan Indium (In)

Tetravalent

Atom dengan jumlah elektron terluar sebanyak 4 buah seperti Silikon (Si) dan Germanium (Ge)

Pentavalent

Atom dengan jumlah elektron terluar sebanyak 5 buah seperti Phosphorus (P), Arsenikum (As) dan Antimon (Sb)

1 H Hydrogen 1.008	2 He Helium 4.003
2 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.012
3 Na Sodium 22.990	12 Mg Magnesium 24.305
19 K Potassium 39.098	20 Ca Calcium 40.078
37 Rb Rubidium 85.468	38 Sr Strontium 87.62
55 Cs Cesium 132.905	56 Ba Barium 137.328
87 Fr Francium 223.020	57-71
58 Ce Cerium 140.116	72 Hf Hafnium 178.49
88 Ra Radium 226.025	73 Ta Tantalum 180.948
89-103 	74 W Tungsten 183.85
104 Rf Rutherfordium [261]	75 Re Rhenium 186.207
105 Db Dubnium [262]	76 Os Osmium 190.23
106 Sg Seaborgium [266]	77 Ir Iridium 192.22
107 Bh Bohrium [264]	78 Pt Platinum 195.08
108 Hs Hassium [269]	79 Au Gold 196.967
109 Mt Meitnerium [278]	80 Hg Mercury 200.59
110 Ds Darmstadtium [281]	81 Tl Thallium 204.383
111 Rg Roentgenium [280]	82 Pb Lead 207.2
112 Cn Copernicium [285]	83 Bi Bismuth 208.980
113 Nh Nihonium [286]	84 Po Polonium [208.982]
114 Fl Flerovium [289]	85 At Astatine 209.987
115 Mc Moscovium [289]	86 Rn Radon 222.018
116 Lv Livermorium [293]	117 Ts Tennessine [294]
118 Og Oganesson [294]	
57 La Lanthanum 138.905	58 Ce Cerium 140.116
59 Pr Praseodymium 140.908	60 Nd Neodymium 144.243
61 Pm Promethium 144.913	62 Sm Samarium 150.36
63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolinium 157.25
65 Tb Terbium 158.925	66 Dy Dysprosium 162.500
67 Ho Holmium 164.930	68 Er Erbium 167.259
69 Tm Thulium 168.934	70 Yb Ytterbium 173.055
71 Lu Lutetium 174.967	
89 Ac Actinium 227.028	90 Th Thorium 232.038
91 Pa Protactinium 231.036	92 U Uranium 238.029
93 Np Neptunium 237.048	94 Pu Plutonium 244.064
95 Am Americium 243.061	96 Cm Curium 247.070
97 Bk Berkelium 247.070	98 Cf Californium 251.080
99 Es Einsteinium [254]	100 Fm Fermium 257.095
101 Md Mendelevium 258.1	102 No Nobelium 259.101
103 Lr Lawrencium [262]	

Alkali Metal

Alkaline Earth

Transition Metal

Basic Metal

Metalloid

Nonmetal

Halogen

Noble Gas

Lanthanide

Actinide

Bahan-bahan Semikonduktor

KOLOM III		KOLOM IV		KOLOM V	
5	B	6	C	7	N
	BORON 10,82		CARBON 12,01		NITROGEN 14,008
13	Al	14	Si	15	P
	ALUMINUM 26,97		SILICON 28,09		PHOSPHORUS 31.02
31	Ga	32	Ge	33	As
	GALLIUM 69,72		GERMANIUM 72,60		ARSENIC 74,91
49	In	50	Sn	51	Sb
	INDIUM 114,8		TIN 118,7		ANTIMONY 121,8

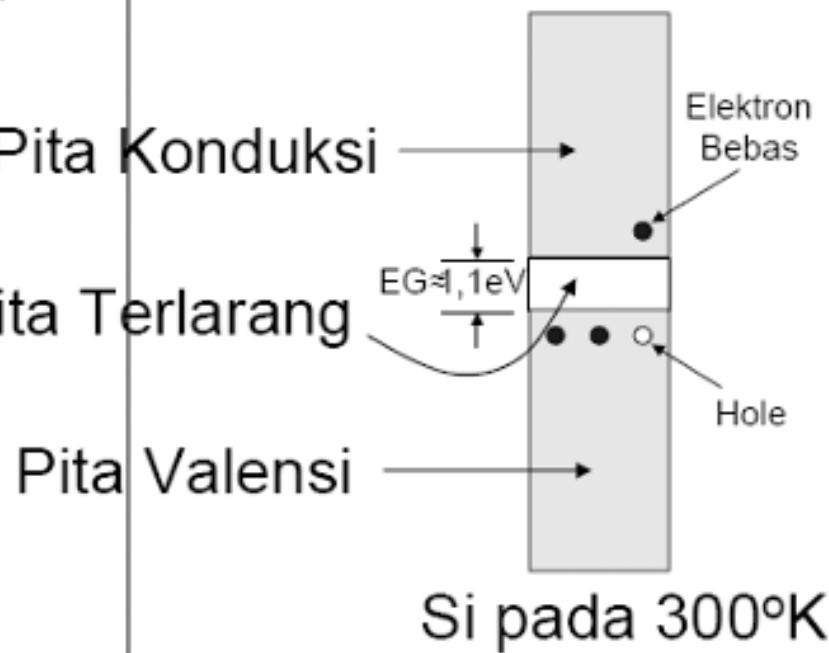
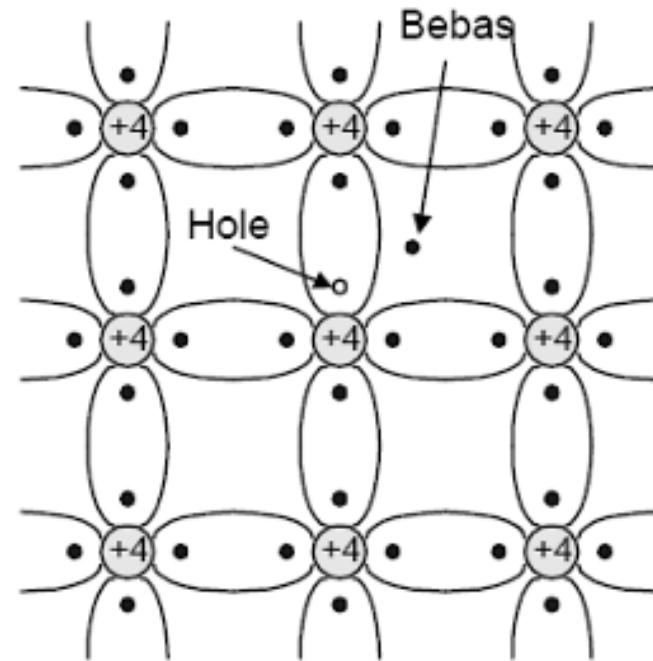
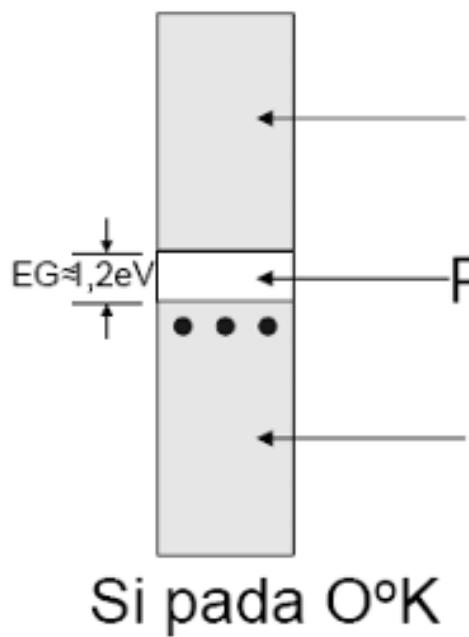
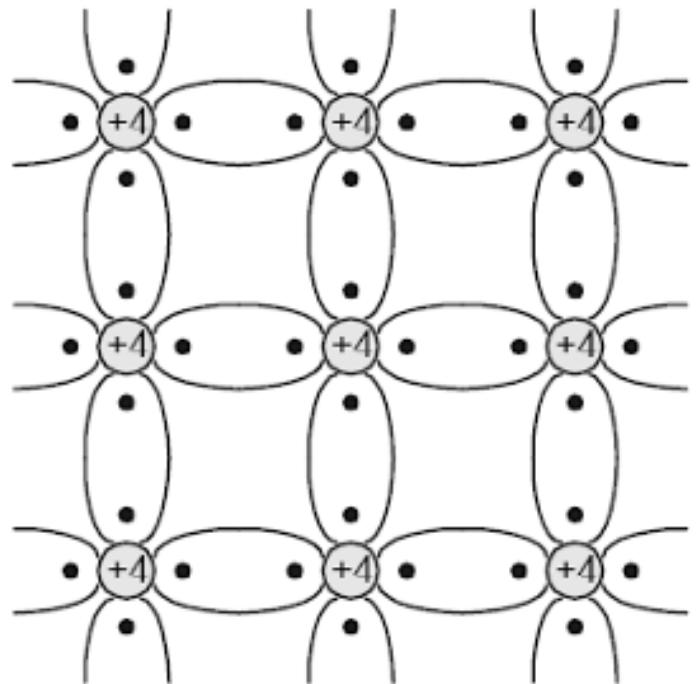
Jenis Semikonduktor

Berdasarkan mekanisme terbentuknya gejala semi konduktivitas, semikonduktor terdiri atas:

1. Semikonduktor Intrinsik Terbentuk dari semikonduktor murni yang memiliki ikatan kovalen sempurna seperti Si, Ge, C dan sebagainya.
2. Semikonduktor Ekstrinsik Terbentuk dari semikonduktor murni yang dikotori oleh atom dopping sebagai penghasil elektron konduksi atau hole. Terdiri atas dua tipe: Tipe- N (Silikon + Phospor atau Arsenic) dan Tipe- P (Silikon + Boron, Galium atau Indium)

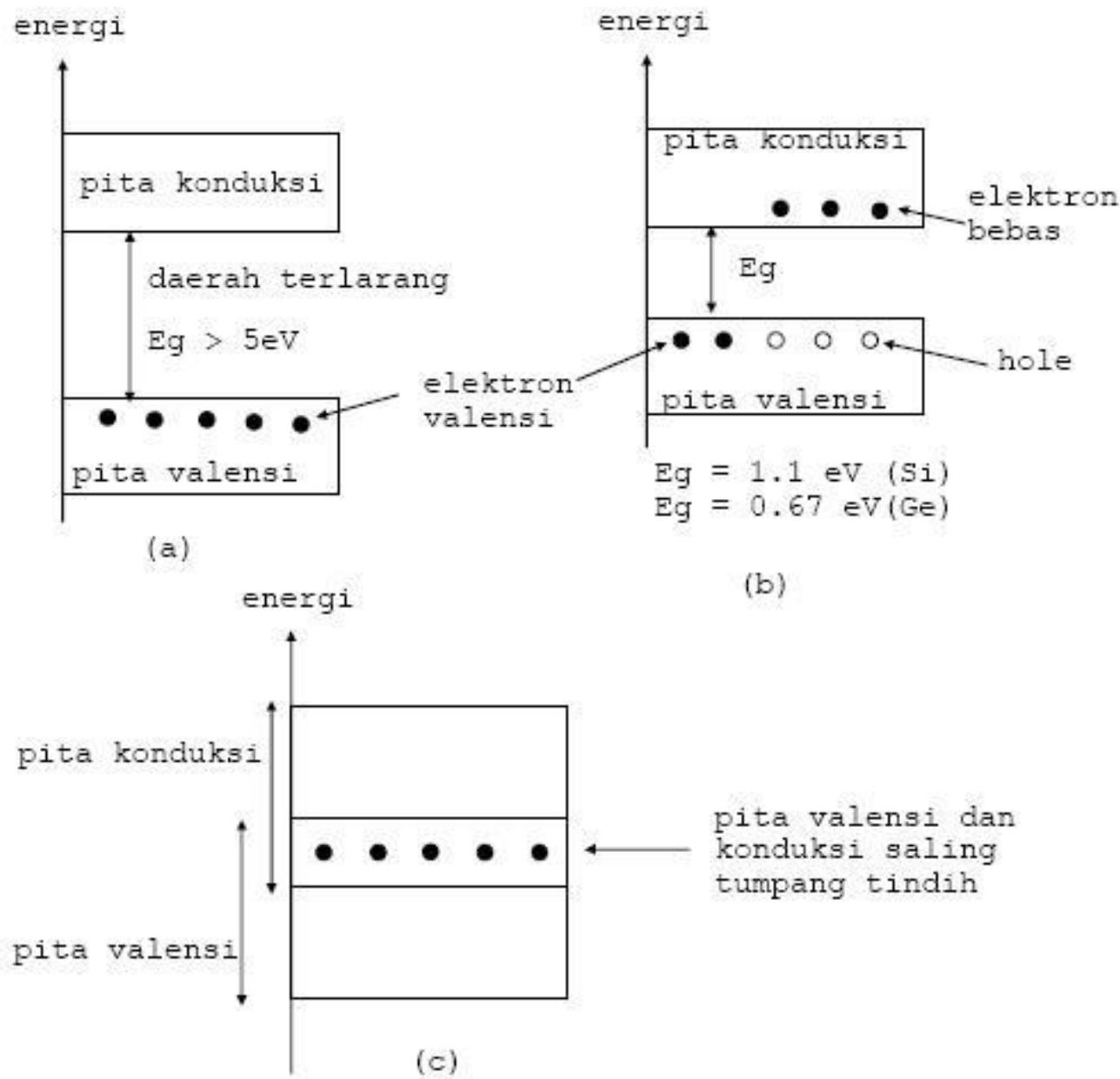
Semikonduktor Intrinsik

Mekanisme terbentuknya semikonduktor intrinsik diilustrasikan pada semikonduktor murni seperti Si. Pada kondisi normal atom– atom Si saling berikatan melalui 4 ikatan kovalen (masing– masing memiliki 2 elektron valensi). Ketika suhu dinaikkan maka stimulasi panas akan mengganggu ikatan valensi ini sehingga salah satu elektron valensi akan berpindah ke pita konduksi. Lokasi yang ditinggalkan oleh elektron valensi ini akan membentuk hole. Pasangan hole dan elektron ini menjadi pembawa muatan dalam semikonduktor intrinsik.



Semikonduktor Intrinsik

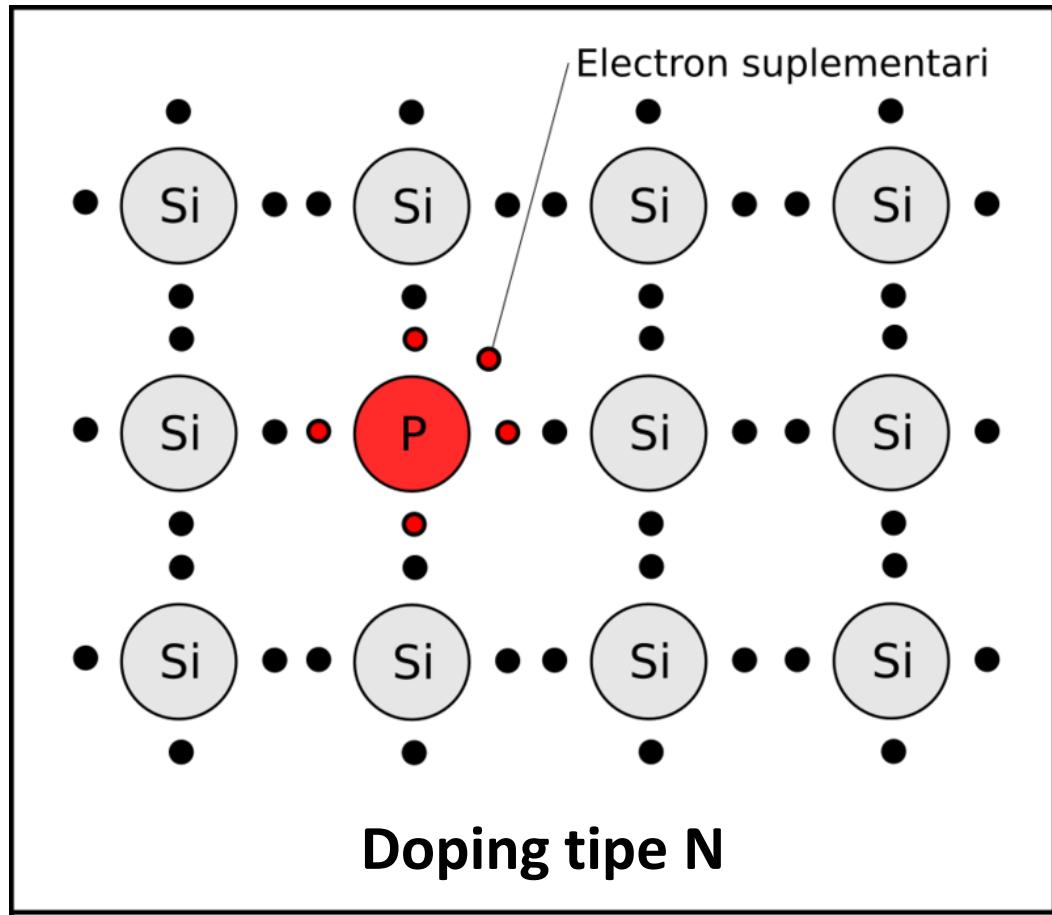
Besar energi yang dibutuhkan untuk membentuk pasangan elektron dan hole pada semikonduktor intrinsik ditentukan oleh jarak celah energi antara pita valensi dengan pita konduksi semakin jauh jaraknya maka semakin besar energi yang dibutuhkan untuk membentuk elektron–hole sebagai pembawa muatan. Pada Si dibutuhkan energi $E_g = 1,12 \text{ eV}$.



Semikonduktor Ekstrinsik

Semikonduktor ekstrinsik terbentuk melalui mekanisme doping, yang dimaksudkan untuk mendapatkan elektron valensi bebas dalam jumlah lebih banyak dan permanen sehingga diharapkan akan dapat menghantarkan listrik. Mekanisme ini dilakukan dengan jalan memberikan atom pengotor ke bahan semikonduktor murni sehingga apabila atom pengotor memiliki kelebihan elektron valensi (valensi 5) akan terdapat elektron bebas yang dapat berpindah. Apabila semikonduktor murni diberikan pengotor dengan valensi kurang (valensi 3) maka akan terbentuk area kosong (hole) yang menjadi pembawa muatan. Mekanisme ini menentukan jenis semikonduktor yang dibentuk (tipe– N atau tipe– P)

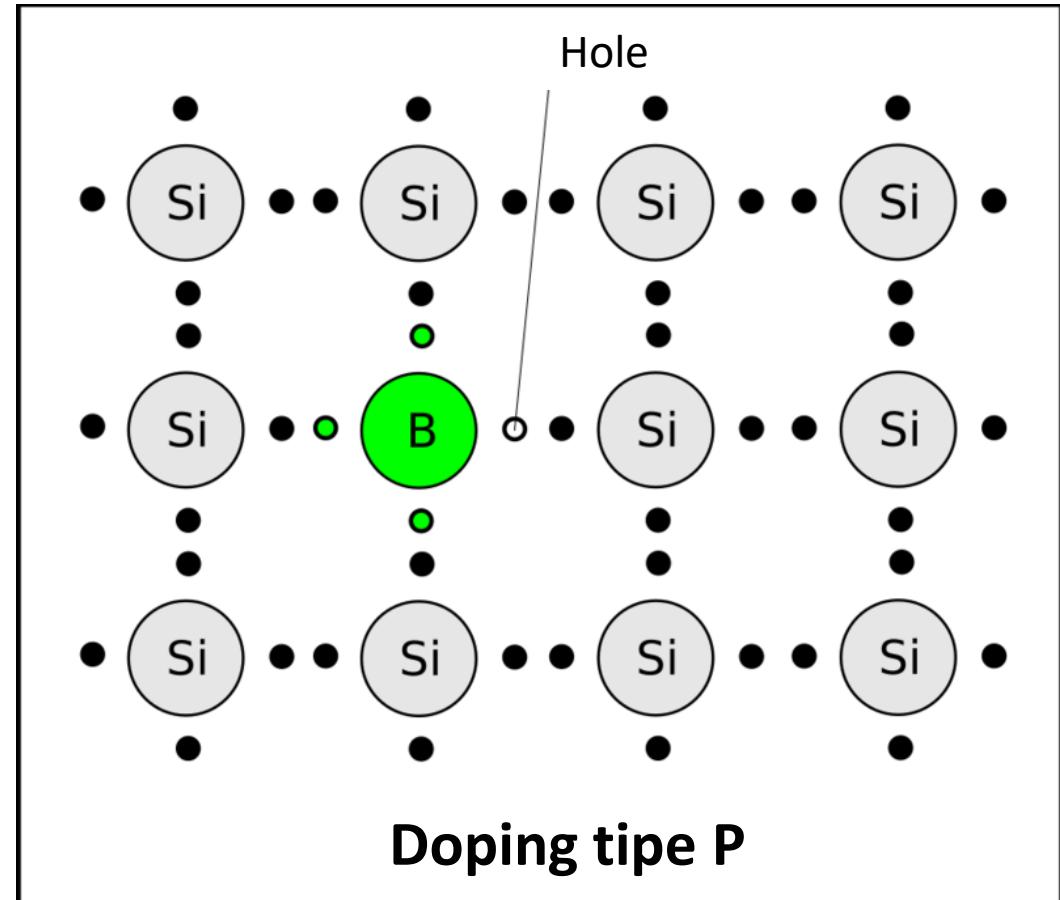
Semikonduktor Tipe -N



Bahan Silikon diberi doping Phosphorus atau Arsenicum yang pentavalen yaitu bahan kristal dengan inti atom memiliki 5 elektron valensi. Dengan doping, Silikon yang tidak lagi murni ini (*impurity semiconductor*) akan memiliki kelebihan elektron. Kelebihan elektron membentuk semikonduktor tipe-n. Semikonduktor tipe-n disebut juga donor yang siap melepaskan elektron.

Semikonduktor Tipe -P

Jika Silikon diberi doping Boron, Gallium atau Indium, maka akan didapat semikonduktor tipe-p. Untuk mendapatkan silikon tipe-p, bahan dopingnya adalah bahan trivalen yaitu unsur dengan ion yang memiliki 3 elektron pada pita valensi. Karena ion silikon memiliki 4 elektron, dengan demikian ada ikatan kovalen yang kosong (hole). Hole ini digambar kan sebagai akseptor yang siap menerima elektron. Dengan demikian, kekurangan elektron menyebabkan semikonduktor ini menjadi tipe-p.



Aplikasi Semikonduktor

Semikonduktor merupakan terobosan dalam teknologi bahan listrik yang memungkinkan untuk pembuatan komponen elektronik dalam ukuran mikro, sehingga peralatan elektronik dapat dibuat dalam bentuk yang lebih kecil. Beberapa komponen elektronik yang menggunakan bahan semikonduktor antara lain:

- Dioda
- Transistor
- IC (*Integrated Circuit*)
- Mikroprosesor

Diode

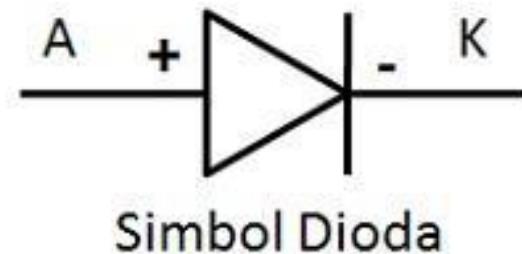
www.TheEngineeringProjects.com



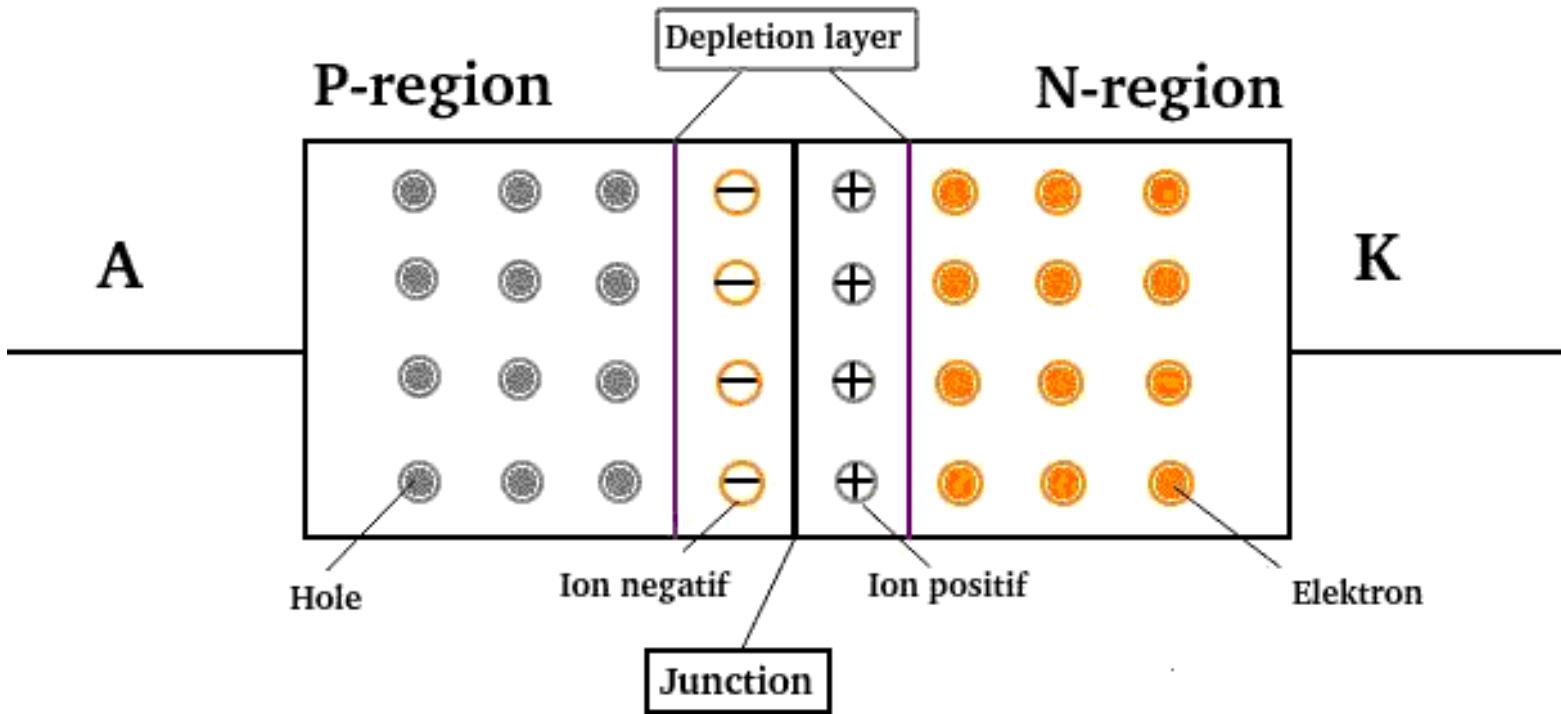
Kata Diode berasal dari Di (Dua) & Ode (*Elektrode*), jadi Diode adalah komponen yang memiliki dua terminal atau dua *electrode* yang berfungsi sebagai penghantar arus listrik dalam satu arah. Dengan kata lain diode bekerja sebagai konduktor bila beda potensial listrik yang diberikan dalam arah tertentu (*Forward Bias*) tetapi diode akan bertindak sebagai isolator bila beda potensial listrik diberikan dalam arah yang berlawanan (*Reverse Bias*). Tipe dasar dari diode adalah diode sambungan P-N (*P-N Junction*).

Diode

Dioda memiliki dua kaki, yakni kaki anoda dan kaki katoda. Anoda digunakan untuk polaritas positif dan katoda untuk polaritas negatif. Didalam dioda terdapat *junction* (pertemuan) dimana daerah semikonduktor type-p dan semi konduktor type-n bertemu. Adapun simbol dioda yaitu terdapat sebuah panah yang dilengkapi garis melintang di ujung panah tersebut. Maksud dari panah disini adalah pin/kaki positif (+) sedangkan garis melintang diibaratkan pin/kaki Negatif (-).



Diode P-N Junction



Dioda P-N *junction* dibuat dari dua material semikonduktor tipe N dan tipe P yang diletakan sangat berdekatan sehingga material tipe N dan P bertemu, daerah pertemuan tersebut disebut sebagai *junction*.

Diode P-N Junction

- Katoda memiliki semikonduktor tipe N yang umum disebut sebagai *N region* dengan elektron sebagai pembawa mayoritas (*majority carrier*), sedangkan Anoda memiliki semikonduktor tipe P dan umum disebut sebagai *P region* dengan hole sebagai pembawa mayoritas.
- Dioda memiliki daerah pertemuan antara semikonduktor tipe P dan tipe N (*P-N junction*) yang berfungsi sebagai isolasi sehingga elektron dan hole tidak mudah untuk melintasi *junction*, daerah tersebut disebut sebagai *depletion region* atau sering disebut sebagai *depletion layer*.

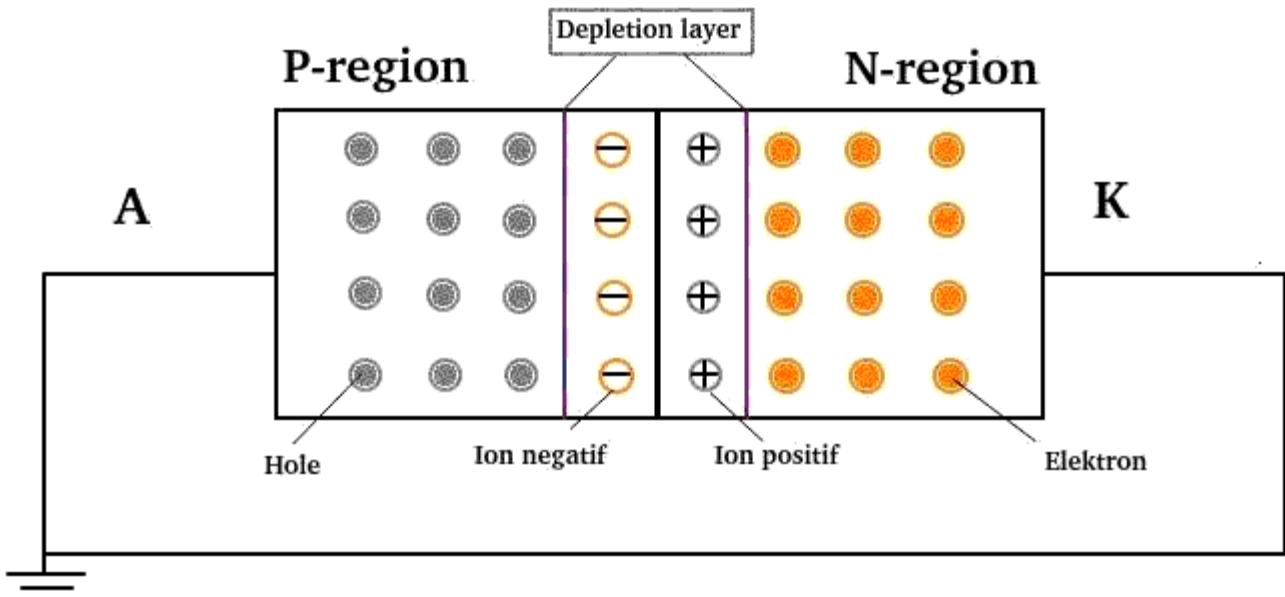
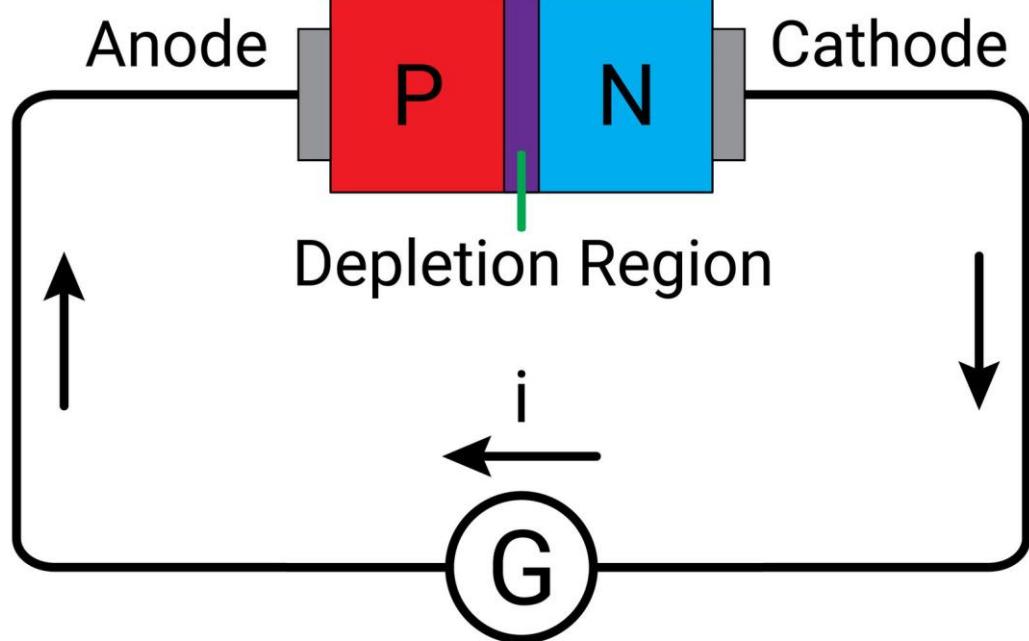
Diode P-N Junction

- *Depletion layer* merupakan daerah yang mengisolasi antara P *region* dan N *region* sehingga elektron sulit untuk berpindah ke P *region*, untuk memindahkan elektron ke P *region* memerlukan bias maju (*forward bias*) untuk memaksa elektron pindah dari N *region* ke P *region* yang menyebabkan arus listrik dapat mengalir.
- *Depletion layer* dapat melebar dan menyempit sesuai dengan tegangan bias yang digunakan. Jika tegangan bias maju semakin besar maka depletion layer semakin menyempit sehingga elektron lebih mudah berpindah ke P *region*. Jika diberi tegangan bias mundur (*reverse bias*) semakin besar maka depletion layer semakin melebar yang menyebabkan elektron sulit untuk berpindah ke P *region* sehingga tidak ada arus listrik yang mengalir pada dioda

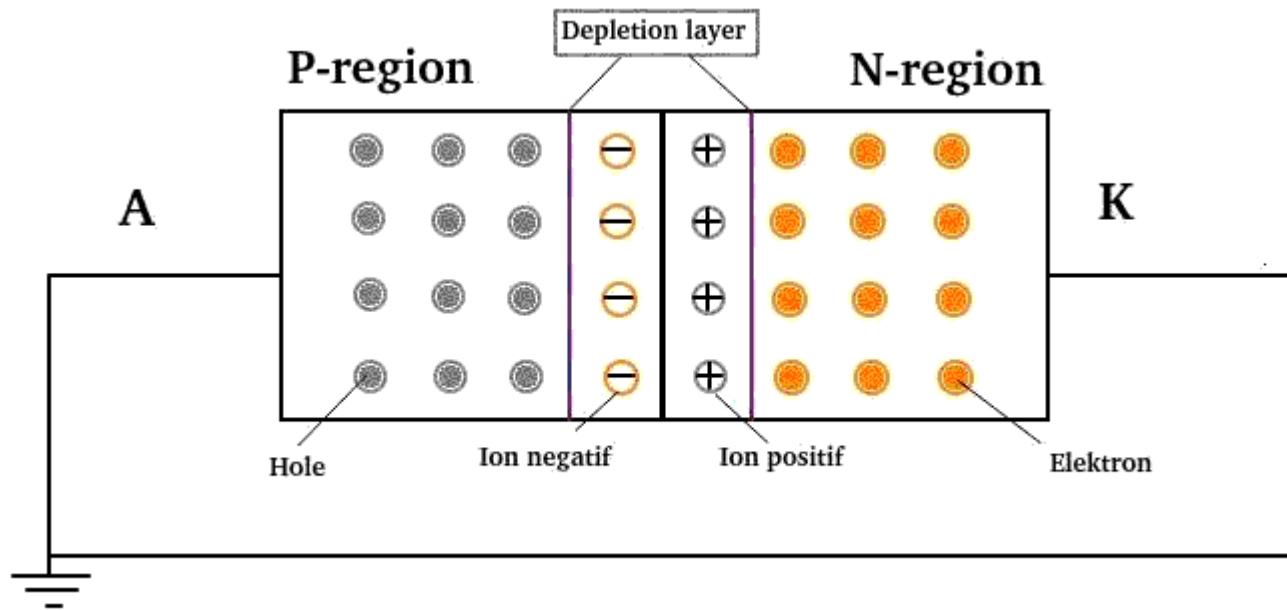
Diode Zero Bias

Kondisi zero bias adalah dimana kondisi dioda tidak diberi tegangan dimana masing-masing terminal dioda dihubung singkat satu sama lain

Zero Bias



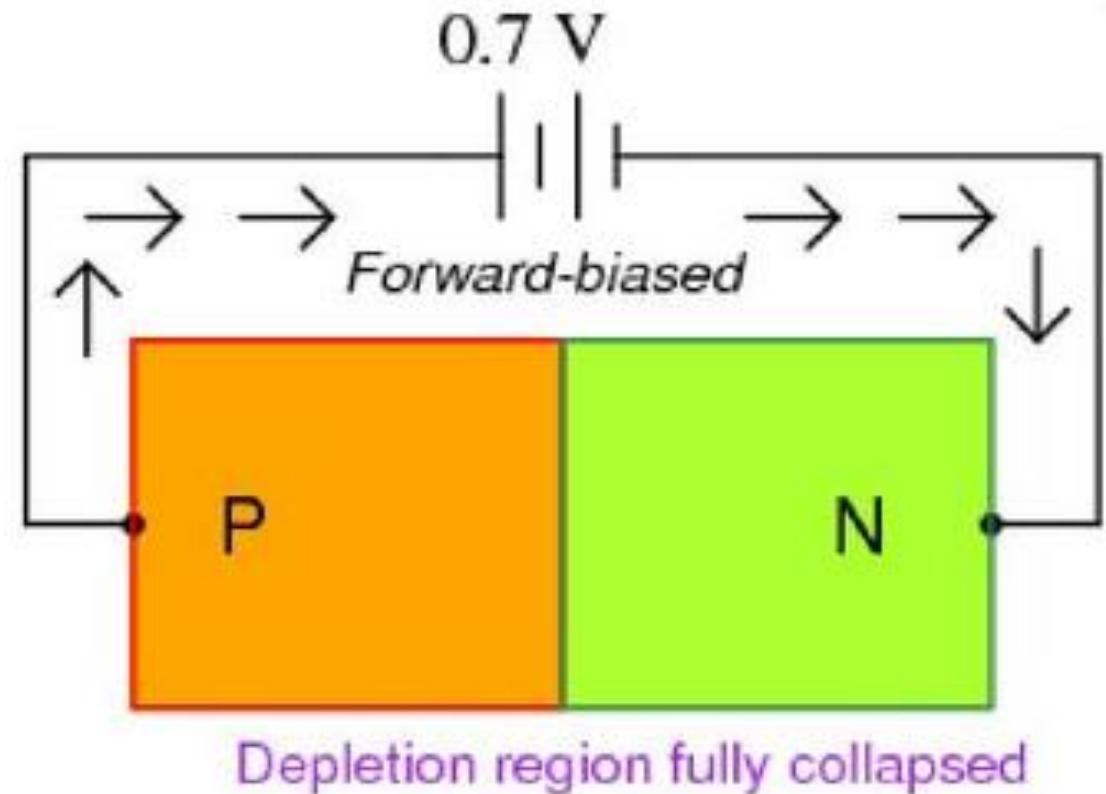
Diode Zero Bias



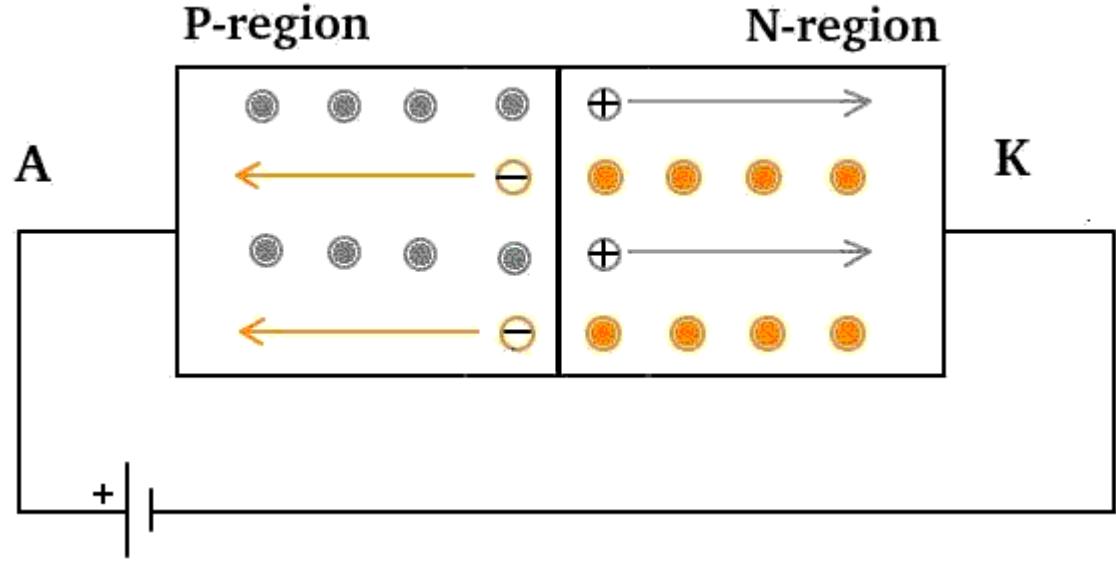
Saat dioda tidak diberi tegangan dan masing-masing terminal dihubung singkat lalu dihubungkan ke pentanahan (*grounding*) maka beberapa hole pada *P region* memiliki energi cukup untuk melewati barrier (*junction*), kondisi ini disebut sebagai *forward current*. Begitu juga dengan hole (*minority carrier*) yang dihasilkan pada *N region* juga dapat melintasi *junction* yang disebut sebagai *reverse current*. Transfer elektron dan hole bolak-balik melewati *junction* disebut sebagai difusi. Jika jumlah hole dan elektron sama dan bergerak ke arah berlawanan maka keseimbangan akan terjadi dan hasilnya adalah tidak ada arus yang mengalir.

Diode Forward Bias

Dioda dengan tegangan bias maju adalah kondisi dimana terminal Anoda diberi tegangan positif atau tegangan lebih besar dibanding dengan terminal Katoda. Tegangan pada Katoda bisa netral (0 Volt) atau tegangan negatif.

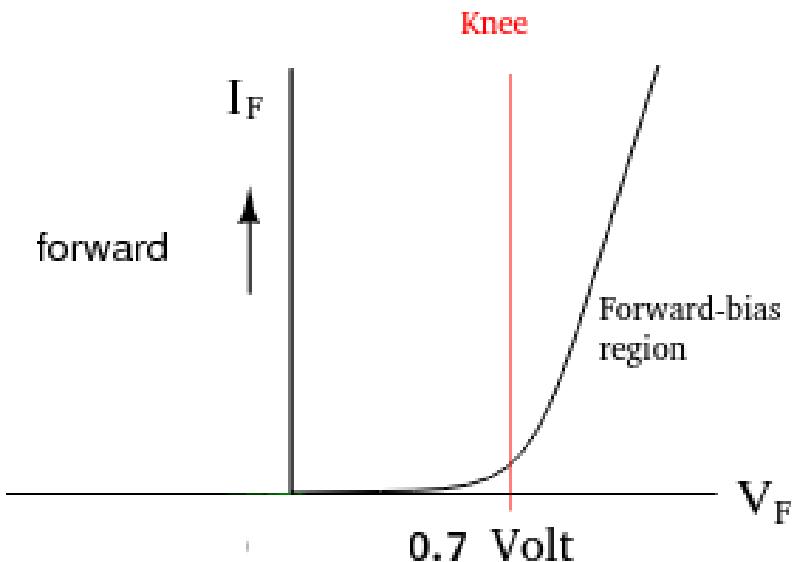


Diode Forward Bias

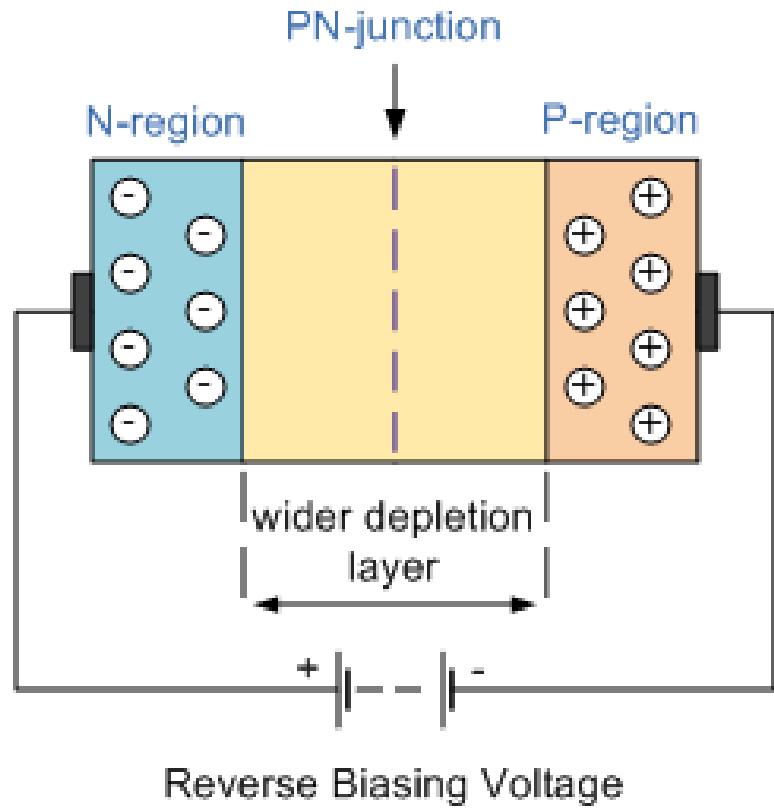


Hal tersebut terjadi karena tegangan negatif menolak elektron hingga memberi elektron energi untuk melintasi *junction* dan menyebabkan *depletion layer* menyempit sehingga lebih mudah elektron dan hole melintasi *junction*.

Saat tegangan bias maju lebih besar dari tegangan barrier (0,7 Volt), maka hole dan elektron memiliki energi cukup untuk melewati junction dan arus listrik dapat mengalir dari terminal Anoda ke Katoda



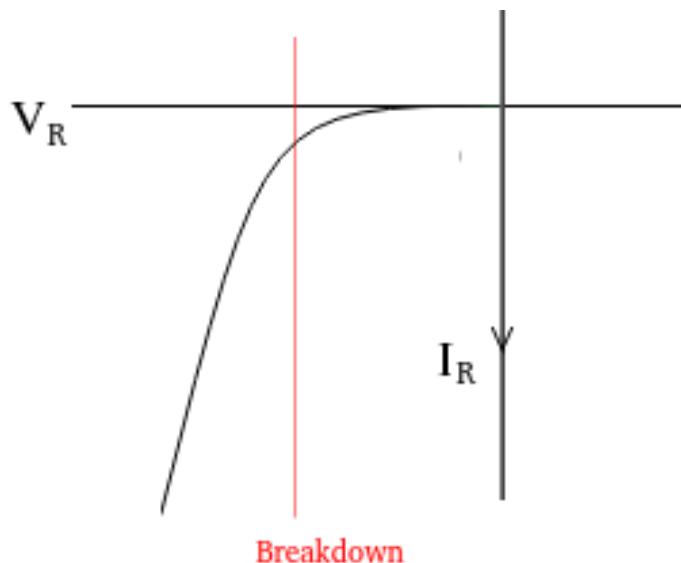
Diode Reverse Bias



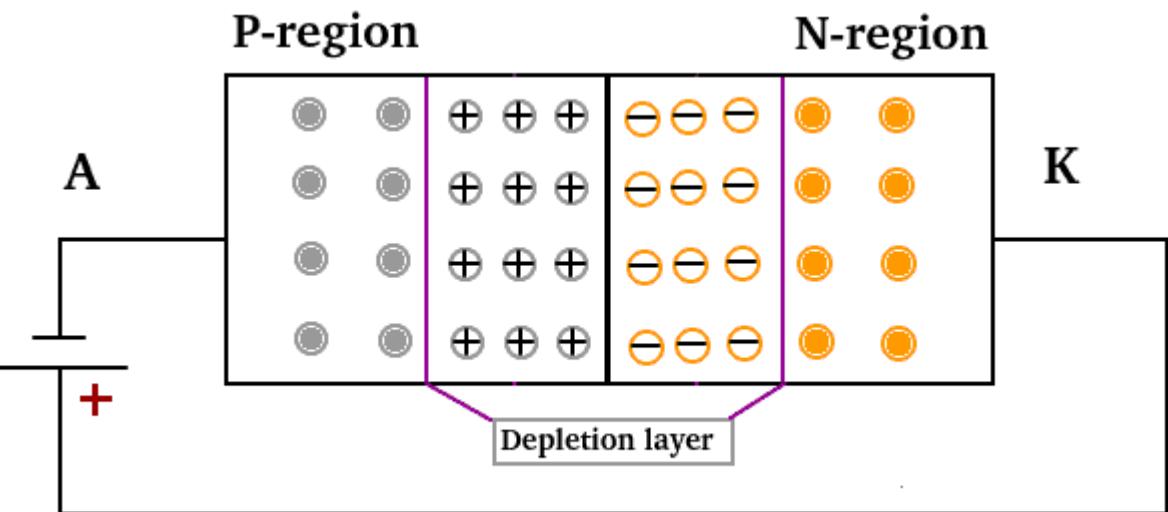
Dioda dengan *reverse bias* adalah dioda diberi tegangan terbalik yaitu terminal Anoda diberi tegangan negatif atau netral (0 Volt) sedangkan terminal Katoda diberi tegangan positif atau lebih besar dibanding tegangan pada terminal Anoda.

Diode Reverse Bias

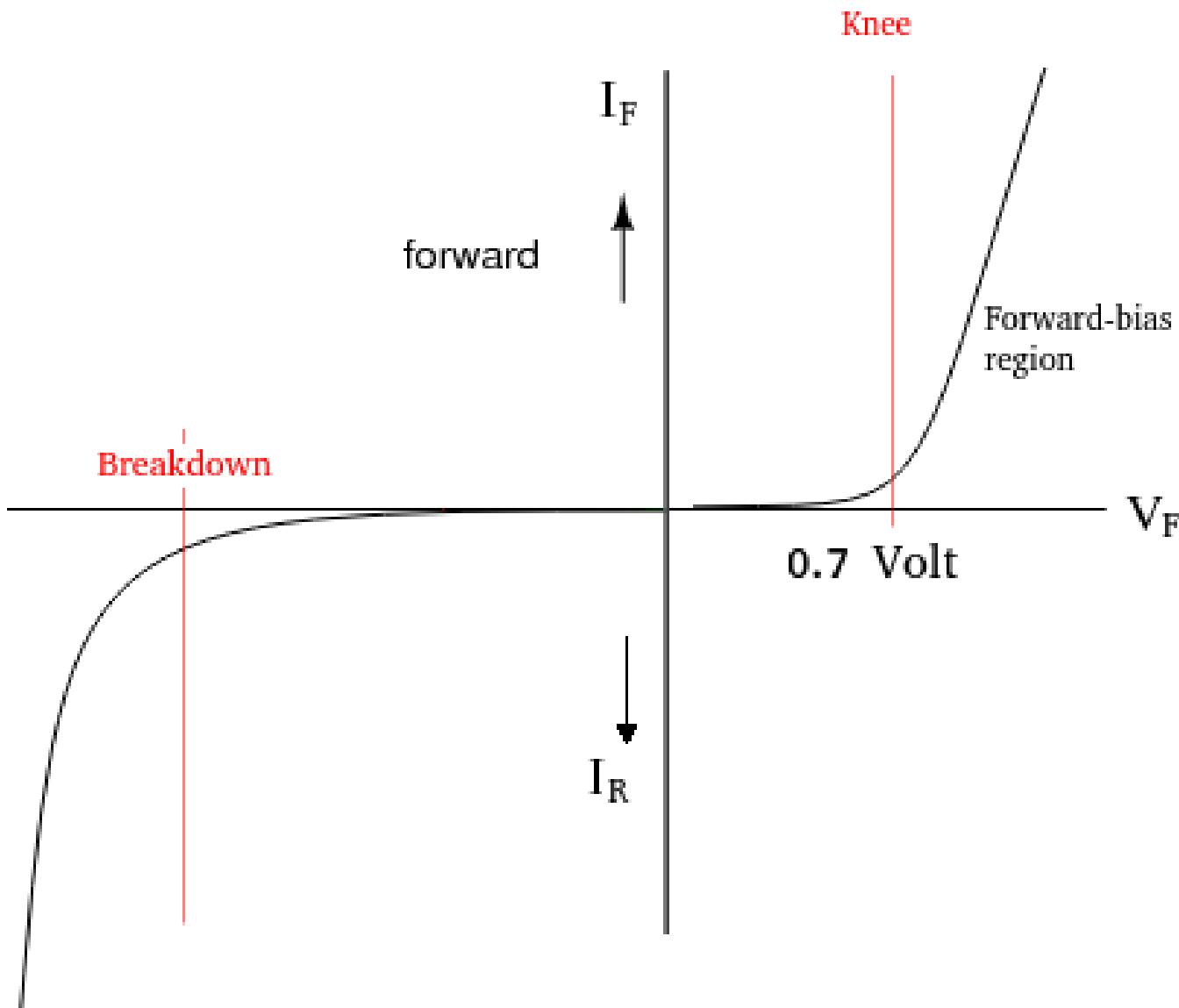
Kondisi bias mundur menunjukkan bahwa tegangan positif sumber menarik elektron pada N *region*, dan tegangan negatif sumber menarik hole pada P *region* yang menyebabkan daerah *depletion layer* semakin melebar dan membuat elektron -



dan hole sulit melewati *junction* sehingga dioda memiliki impedansi yang sangat tinggi. Dengan impedansi yang sangat tinggi arus tidak mengalir pada dioda.



Kurva Karakteristik Diode



1N4001 Diode



1N4001 Diode Electronic Symbol

