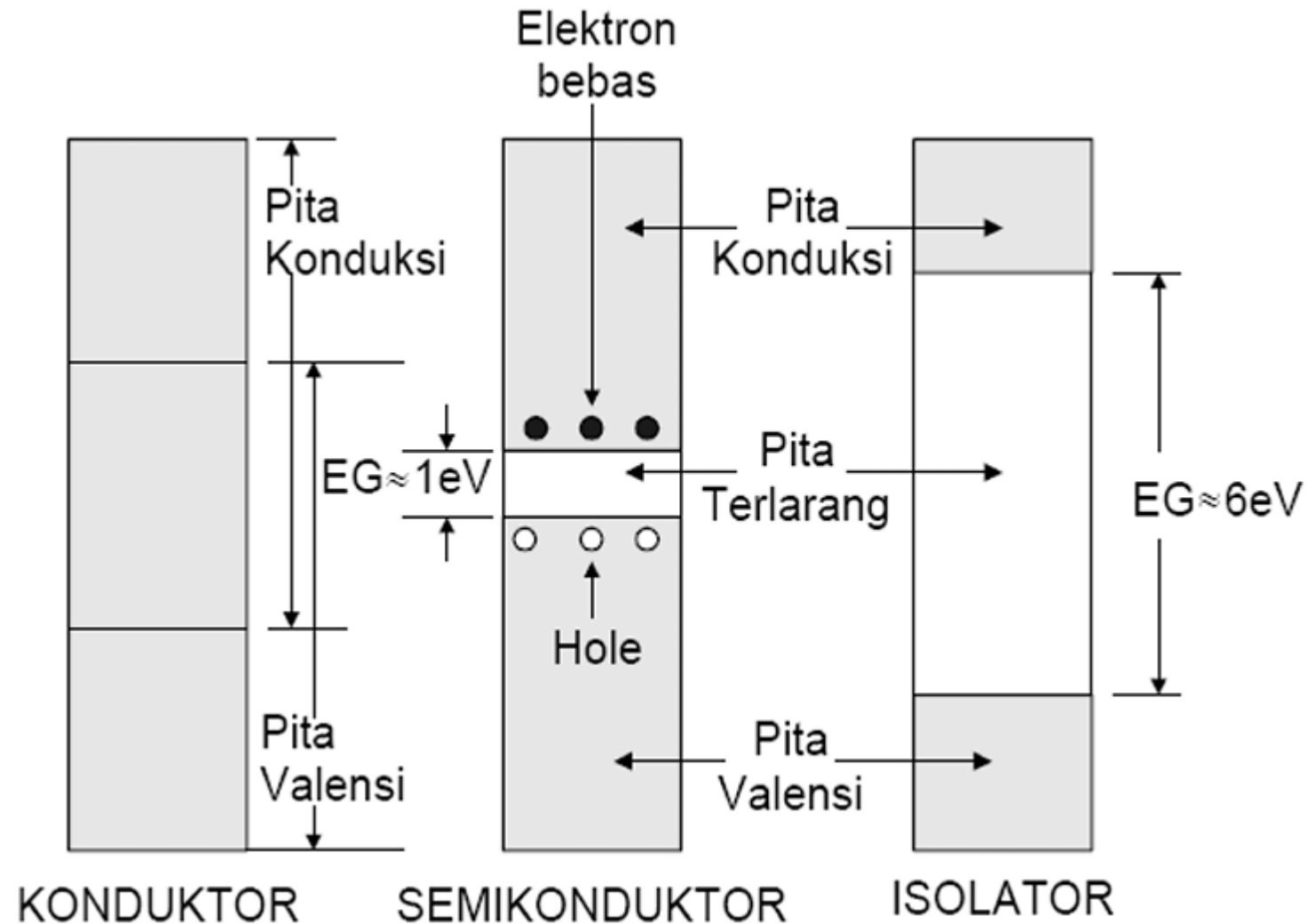


Elektronika Dasar

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)

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS																	
1 H Hydrogen 1.008																	2 He Helium 4.003
3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.012											5 B Boron 10.811	6 C Carbon 12.011	7 N Nitrogen 14.007	8 O Oxygen 15.999	9 F Fluorine 18.998	10 Ne Neon 20.180
11 Na Sodium 22.990	12 Mg Magnesium 24.305											13 Al Aluminum 26.982	14 Si Silicon 28.086	15 P Phosphorus 30.974	16 S Sulfur 32.066	17 Cl Chlorine 35.453	18 Ar Argon 39.948
19 K Potassium 39.098	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.956	22 Ti Titanium 47.88	23 V Vanadium 50.942	24 Cr Chromium 51.996	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.845	27 Co Cobalt 58.933	28 Ni Nickel 58.693	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.631	33 As Arsenic 74.922	34 Se Selenium 78.971	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.798
37 Rb Rubidium 85.468	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.906	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.906	42 Mo Molybdenum 95.95	43 Tc Technetium 98.907	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.906	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.868	48 Cd Cadmium 112.414	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.711	51 Sb Antimony 121.760	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.904	54 Xe Xenon 131.294
55 Cs Cesium 132.905	56 Ba Barium 137.328	57-71	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.948	74 W Tungsten 183.85	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.22	78 Pt Platinum 195.08	79 Au Gold 196.967	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.383	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.980	84 Po Polonium [208.982]	85 At Astatine 209.987	86 Rn Radon 222.018
87 Fr Francium 223.020	88 Ra Radium 226.025	89-103	104 Rf Rutherfordium [261]	105 Db Dubnium [262]	106 Sg Seaborgium [266]	107 Bh Bohrium [264]	108 Hs Hassium [269]	109 Mt Meitnerium [278]	110 Ds Darmstadtium [281]	111 Rg Roentgenium [280]	112 Cn Copernicium [285]	113 Nh Nihonium [286]	114 Fl Flerovium [289]	115 Mc Moscovium [289]	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]

©2020 sciencenotes.org

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

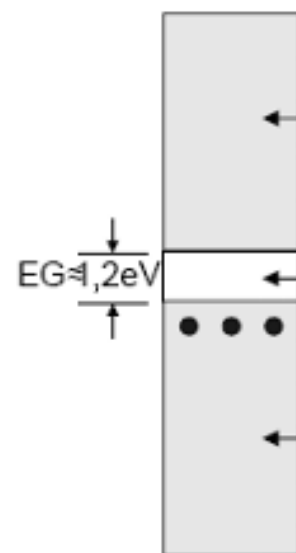
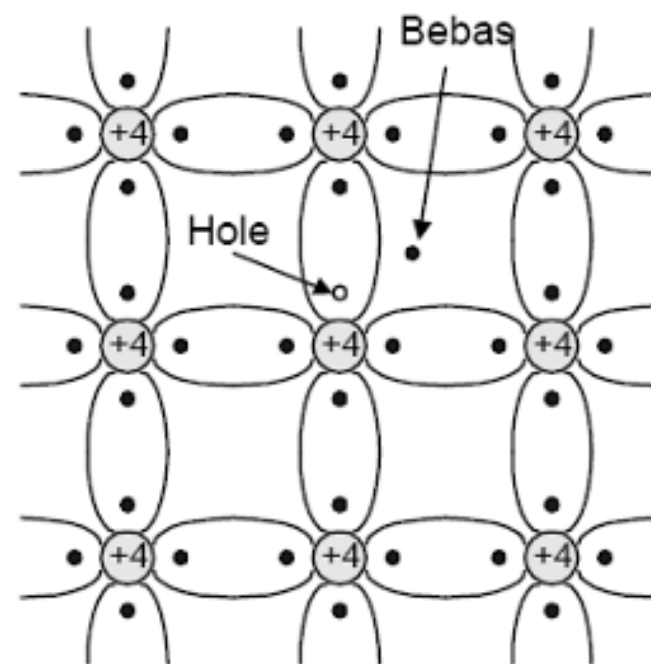
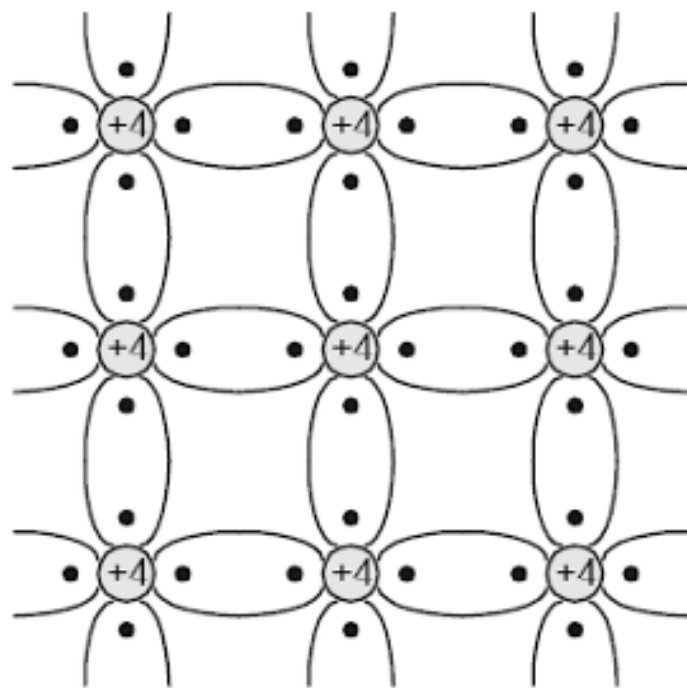
Jenis Semikonduktor

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 + Fosfor 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.

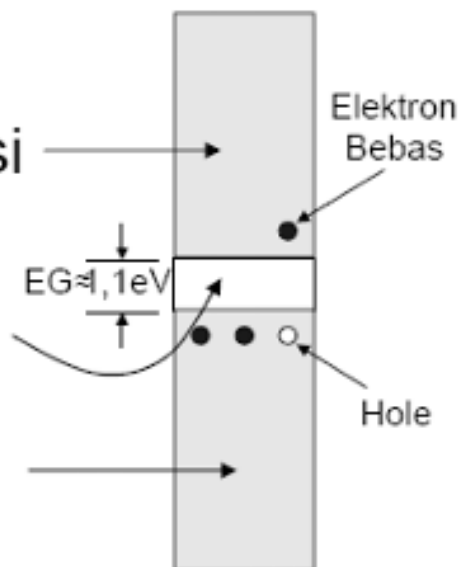


Si pada 0°K

Pita Konduksi

Pita Terlarang

Pita Valensi



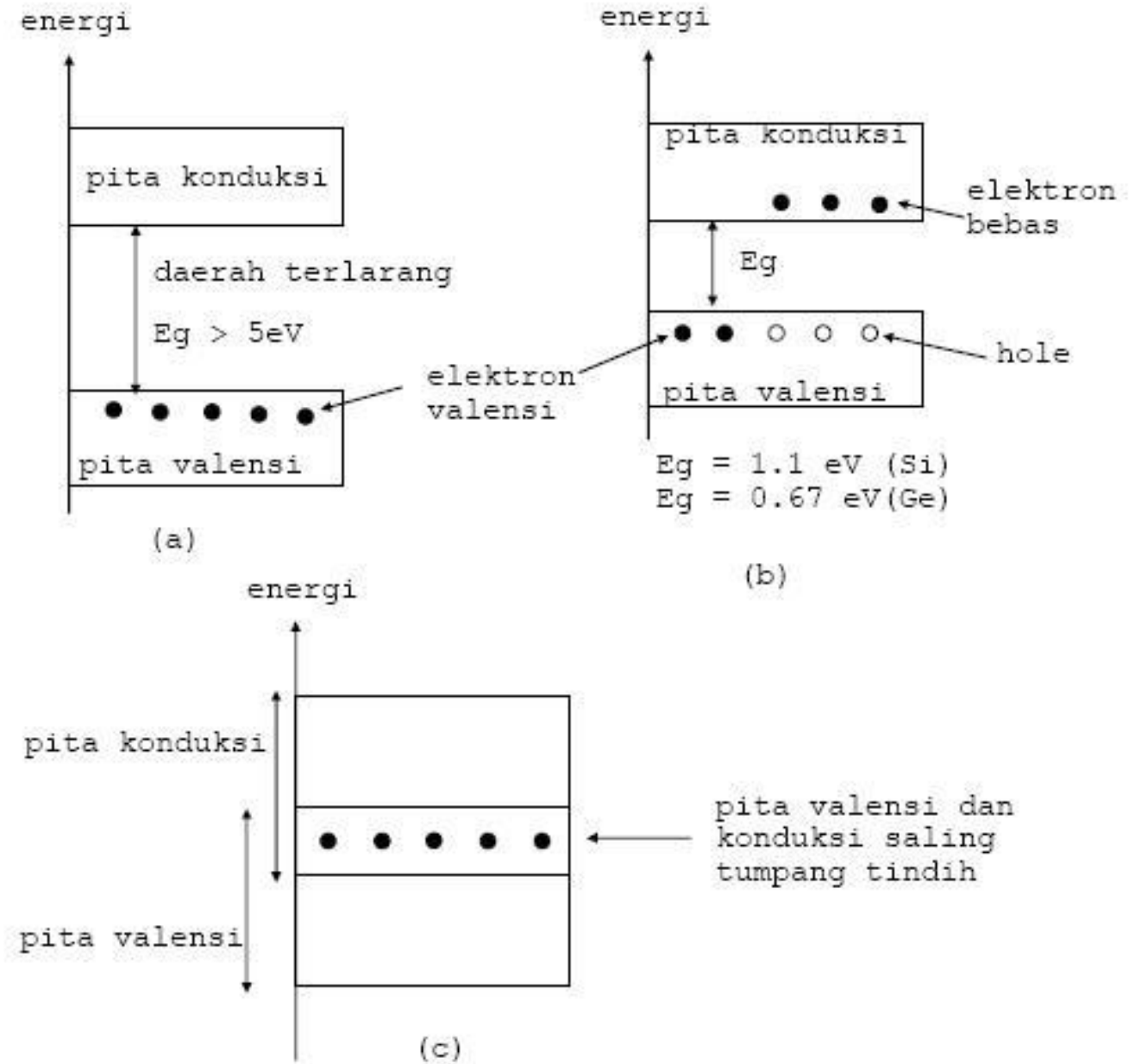
Si pada 300°K

Elektron
Bebas

Hole

Semikonduktor Intrinsik

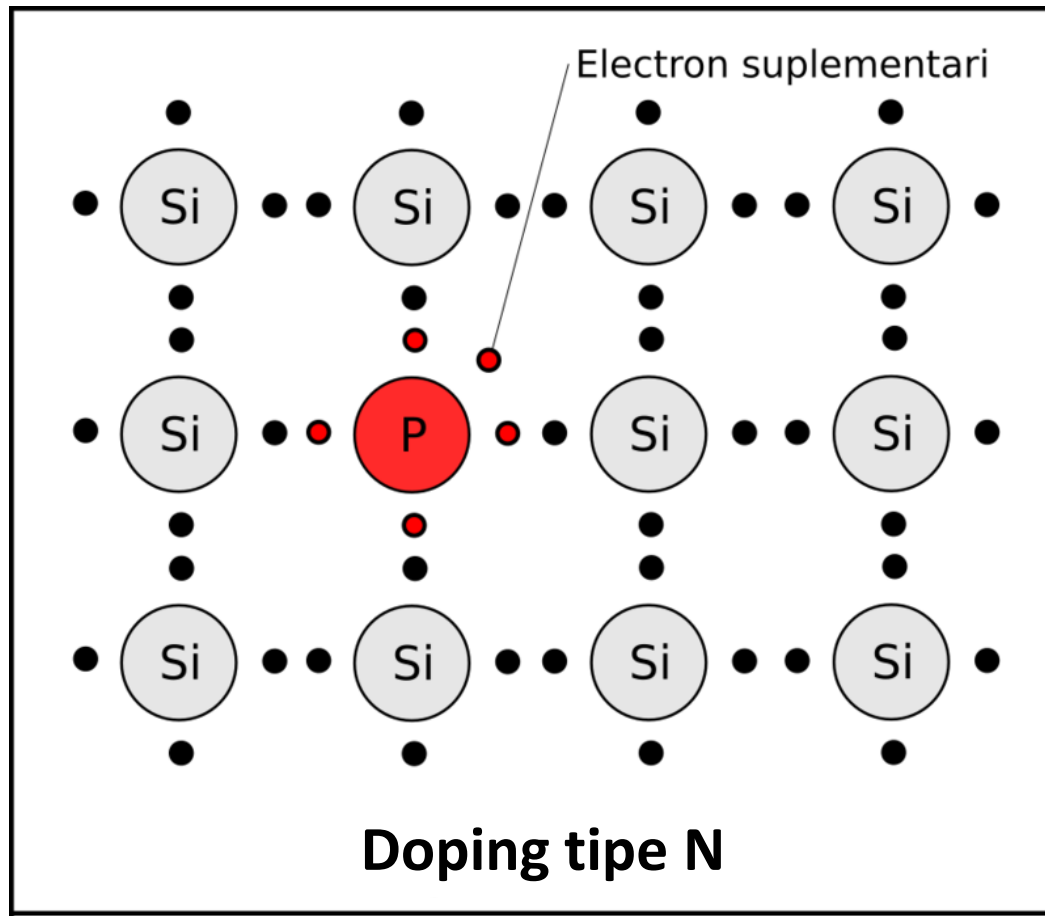
Besar energi yang dibutuhkan untuk membentuk pasangan elektron dan hole pada semikonduktor intrinsik ditentukan oleh jarak celah energi antara pita valensi dengan pita konduksi semakin jauh jaraknya maka semakin besar energi yang dibutuhkan untuk membentuk elektron-hole sebagai pembawa muatan. Pada Si 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)

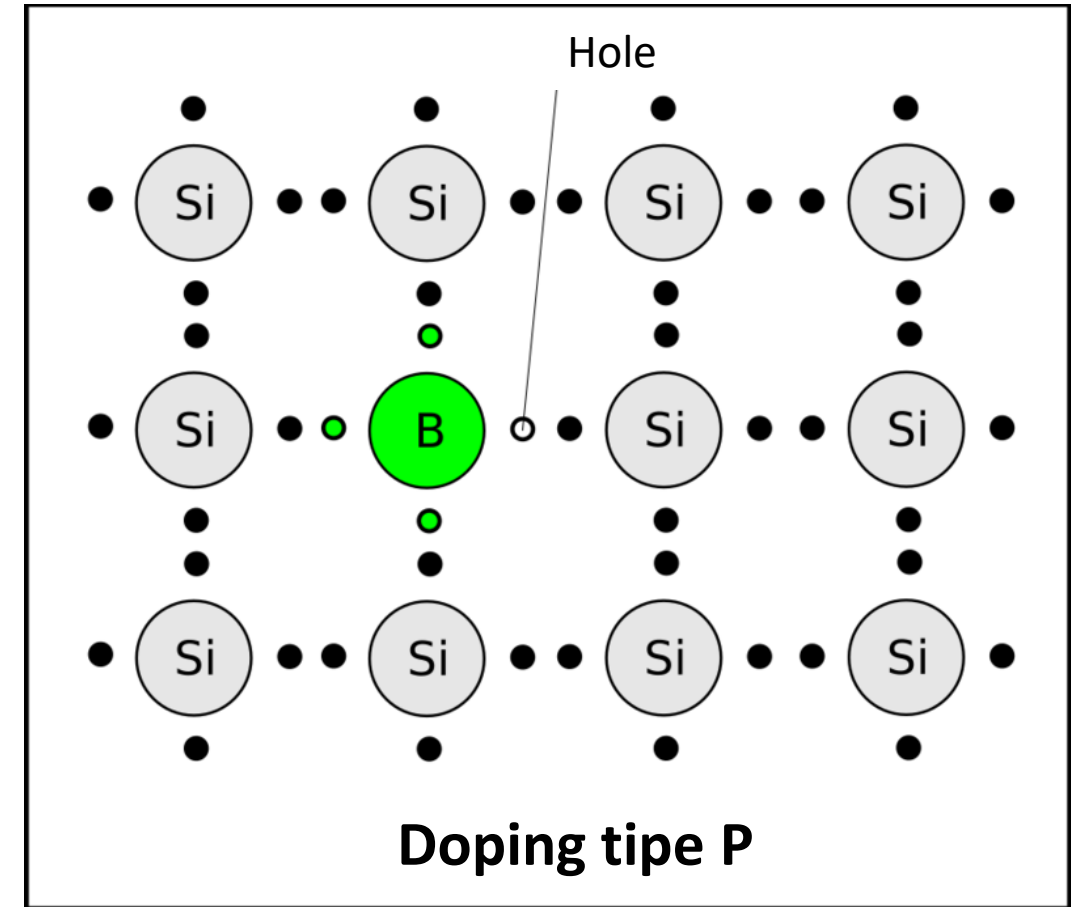
Semikonduktor Tipe -N



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 digambarkan sebagai akseptor yang siap menerima elektron. Dengan demikian, kekurangan elektron menyebabkan semikonduktor ini menjadi tipe-p.

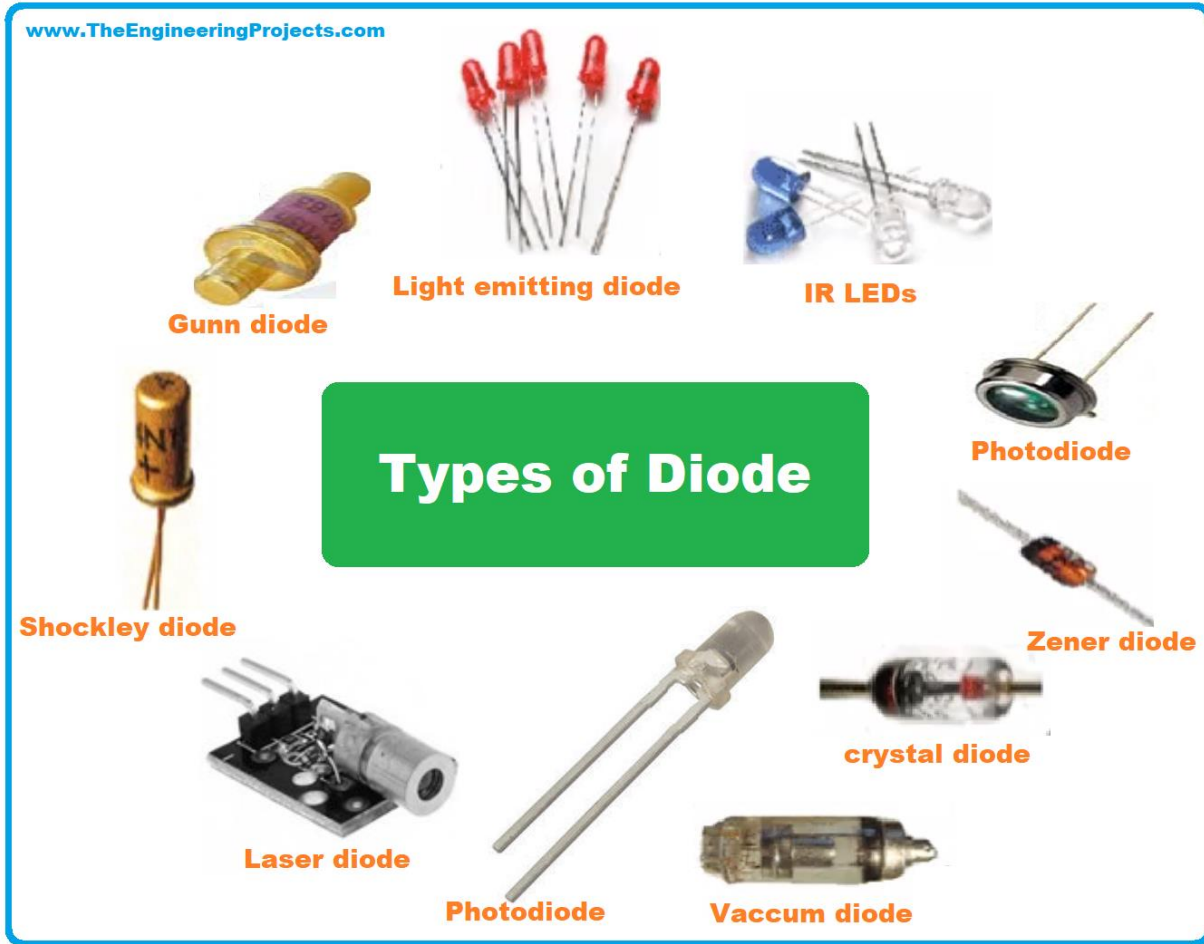


Aplikasi Semikonduktor

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



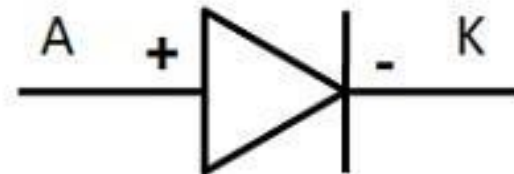
Kata Diode berasal dari Di (Dua) & Ode (*Elektrode*), jadi Diode adalah komponen yang memiliki dua terminal atau dua *electrode* yang berfungsi sebagai penghantar arus listrik dalam satu arah. Dengan kata lain diode bekerja sebagai konduktor bila beda potensial listrik yang diberikan dalam arah tertentu (*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 semikonduktor 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 (-).

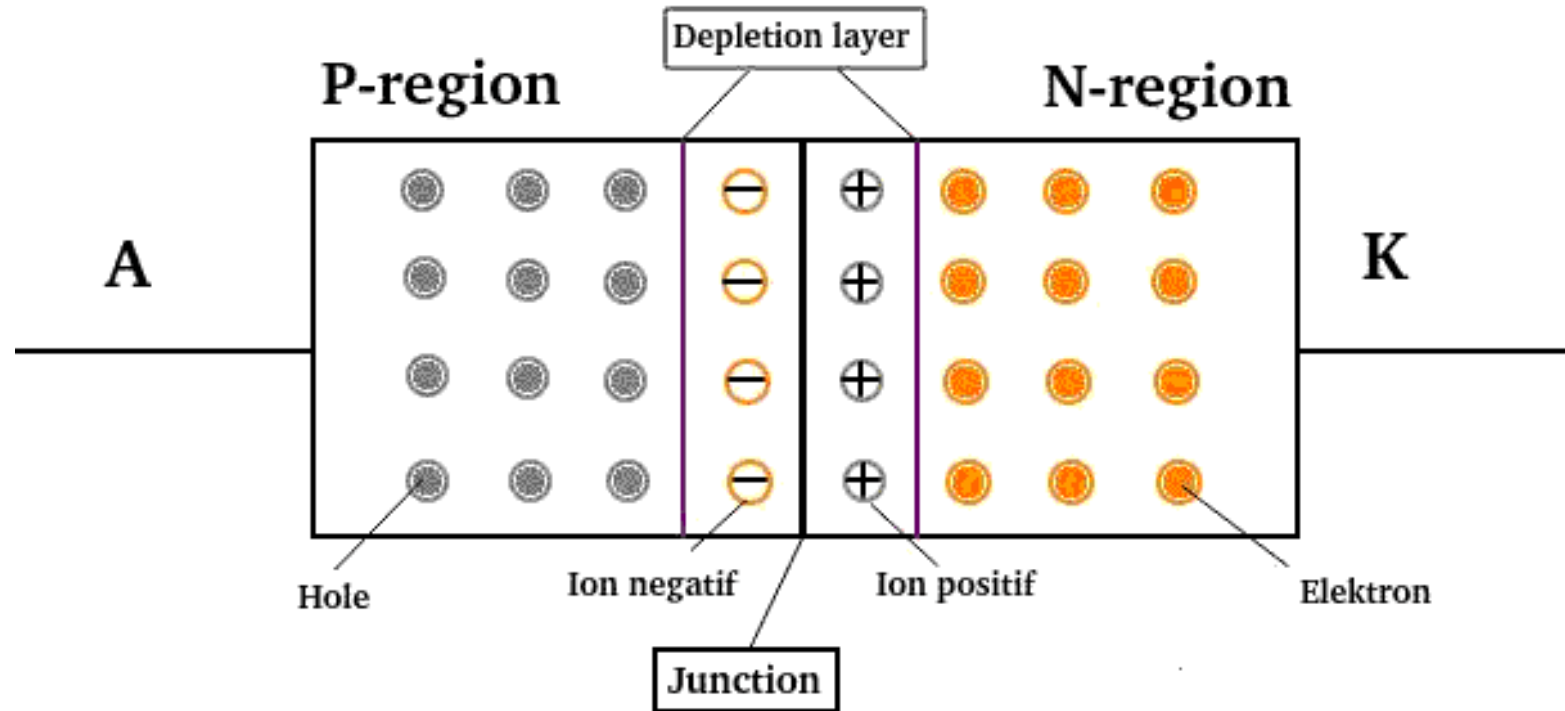


Susunan Dioda



Simbol Dioda

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*.

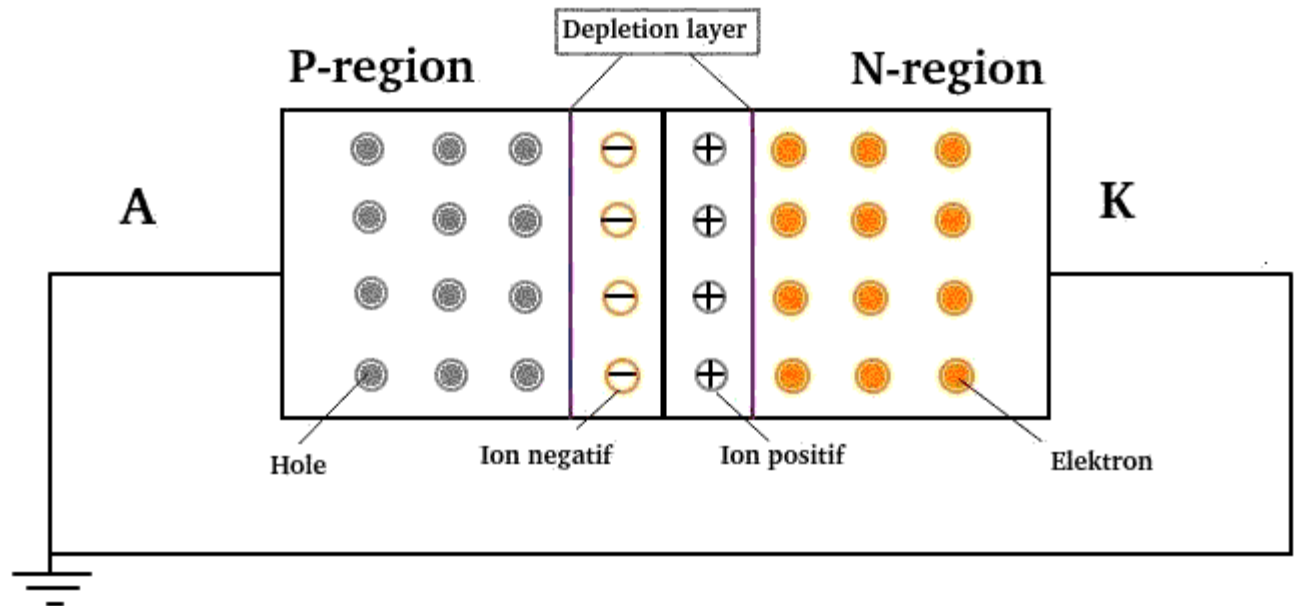
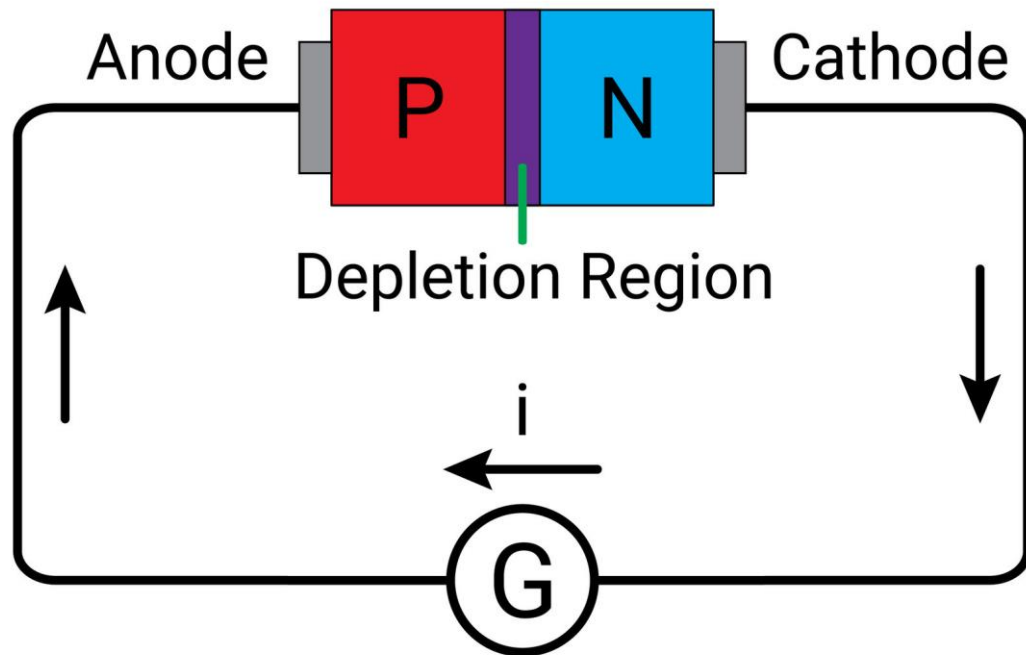
Diode P-N Junction

- *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

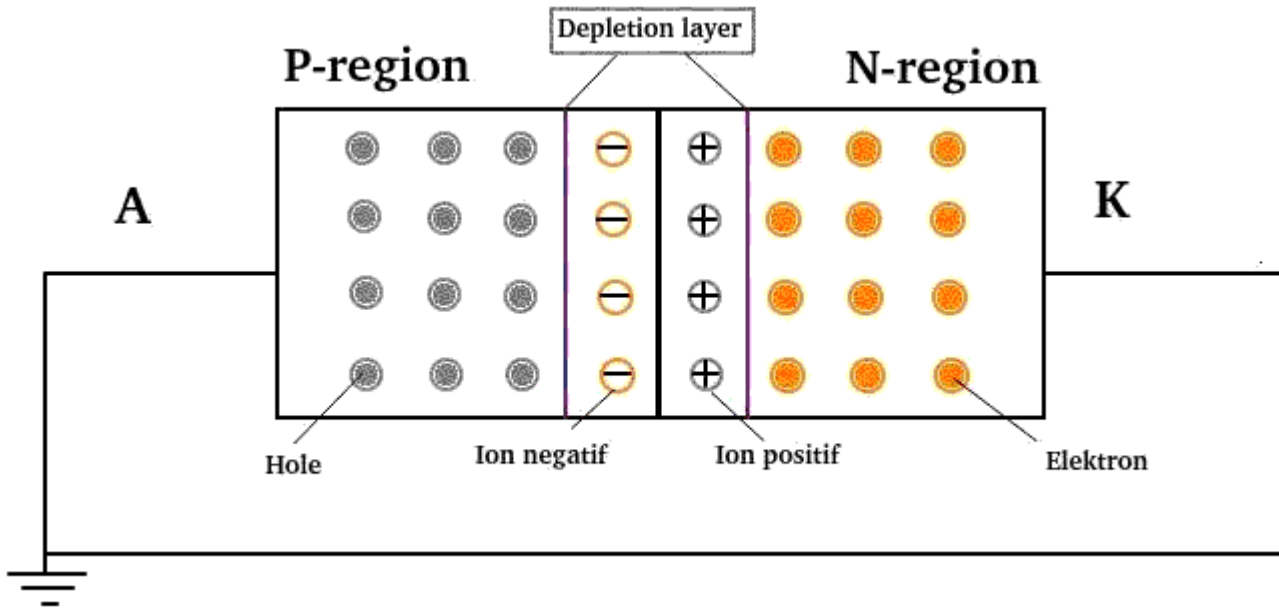
Diode Zero Bias

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

Zero Bias



Diode Zero Bias

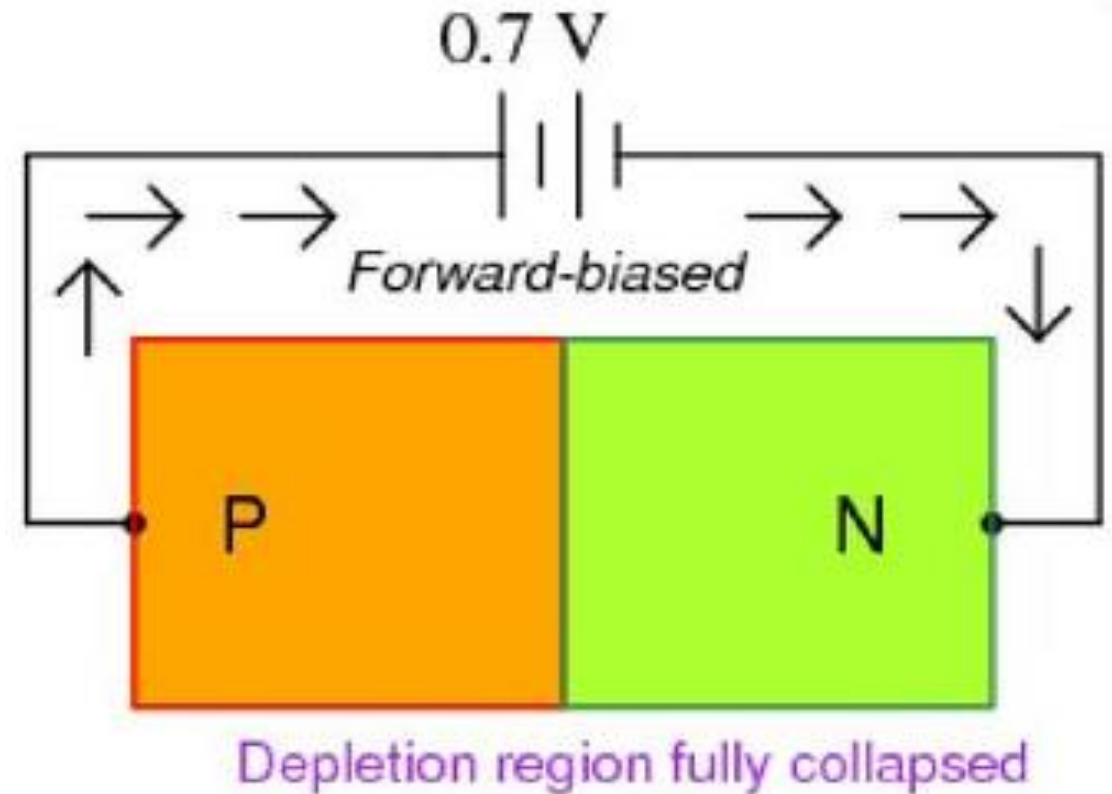


Saat dioda tidak diberi tegangan dan masing-masing terminal dihubungkan singkat lalu dihubungkan ke pentanahan (*grounding*) maka beberapa hole pada *P region* memiliki energi cukup untuk melewati barrier

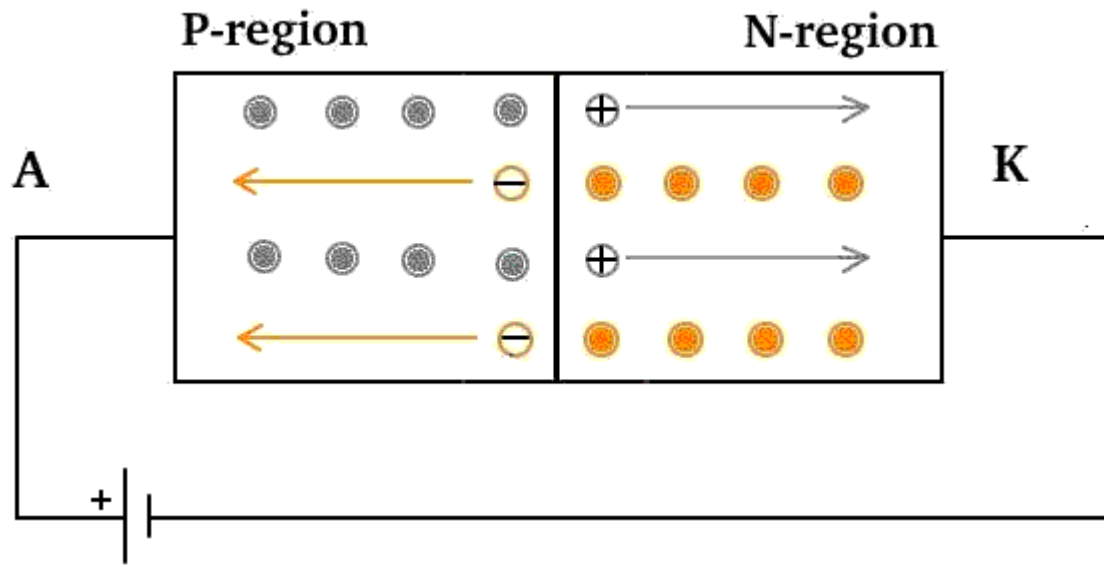
(*junction*), kondisi ini disebut sebagai *forward current*. Begitu juga dengan hole (*minority carrier*) yang dihasilkan pada *N region* juga dapat melintasi *junction* yang disebut sebagai *reverse current*. Transfer elektron dan hole bolak-balik melewati *junction* disebut sebagai difusi. Jika jumlah 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.

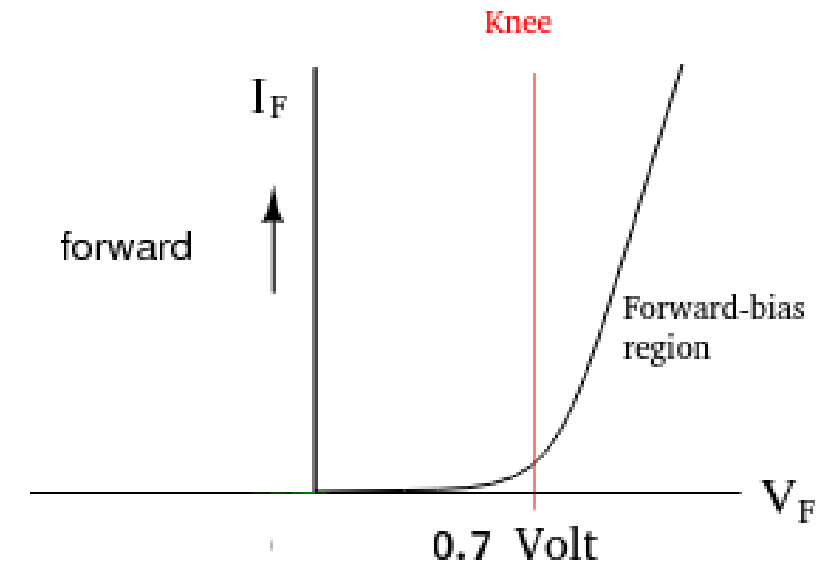


Diode Forward Bias

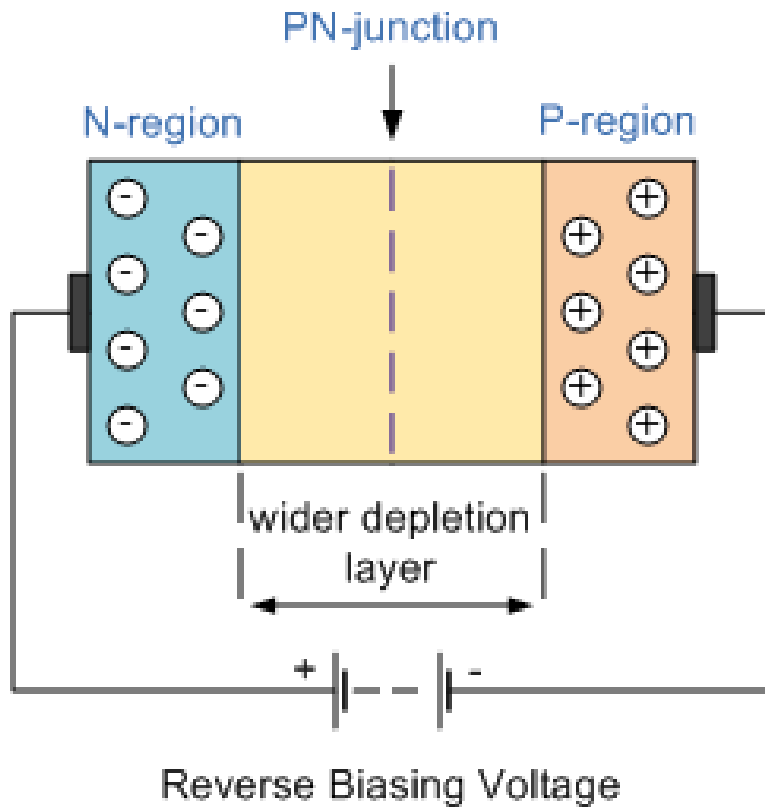


Hal tersebut terjadi karena tegangan negatif menolak elektron hingga memberi elektron energi untuk melintasi *junction* dan menyebabkan *depletion layer* menyempit sehingga lebih mudah elektron dan hole melintasi *junction*.

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



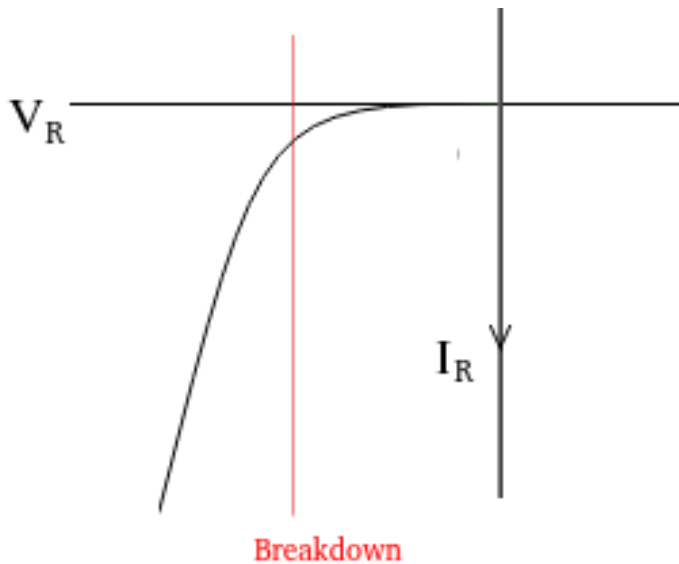
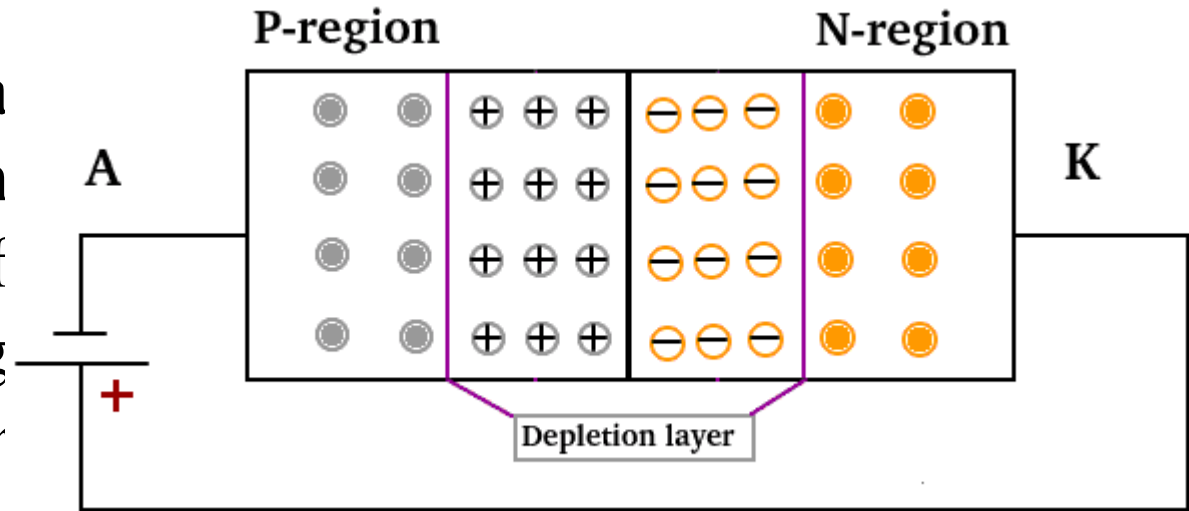
Diode *Reverse Bias*



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.

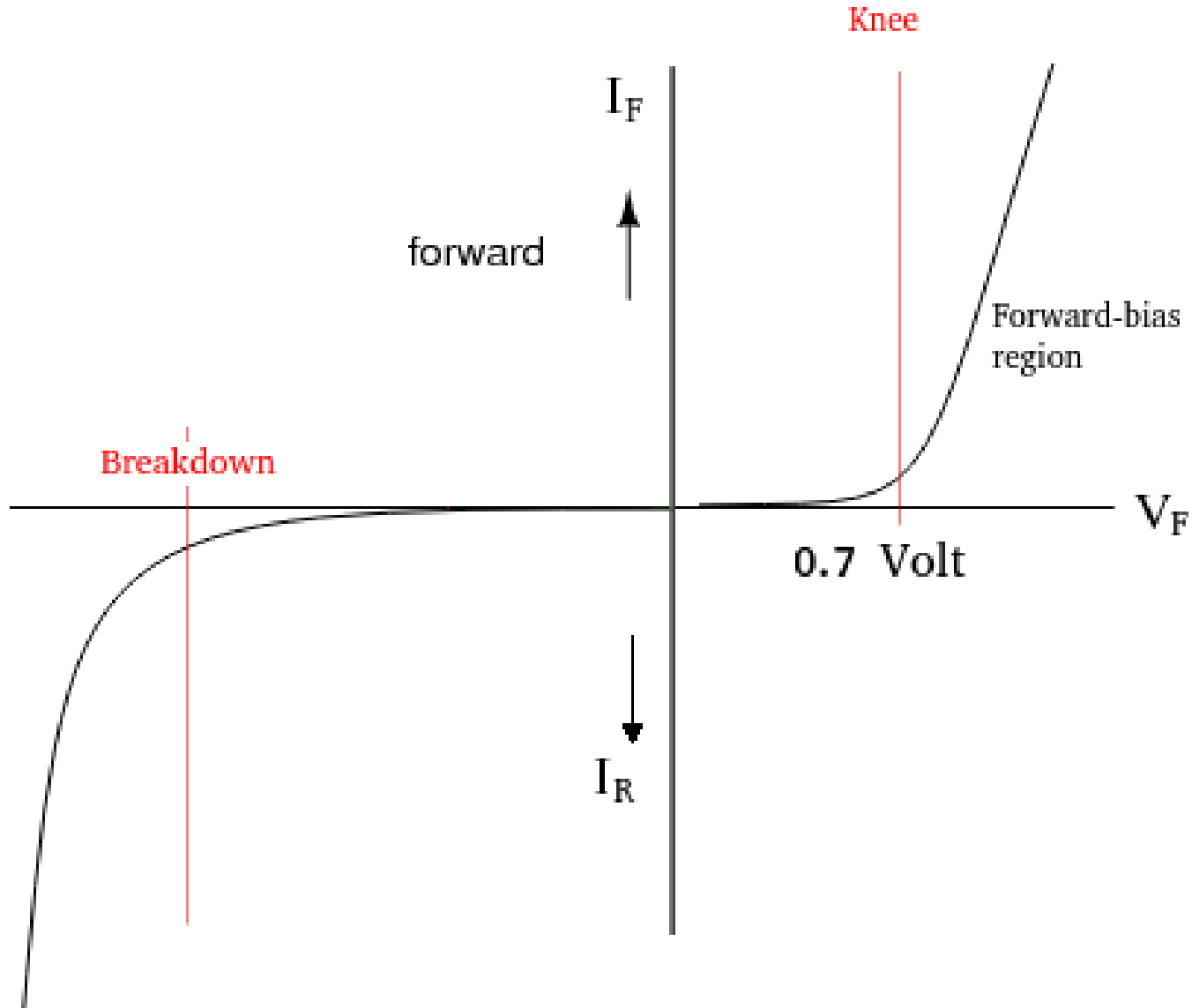
Diode Reverse Bias

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

