

**Kegiatan Belajar 8.**

# **Komponen Semikonduktor**



**KEMENTERIAN  
PENDIDIKAN DAN  
KEBUDAYAAN**



**BBPPMPV BMTI**

## 8.1 Bahan Semikonduktor tipe P dan N

---

- Elektron valensi dapat dikendalikan untuk melepaskan atom yang disebut elektron konduksi atau elektron bebas.
- Jika elektron lepas dari ikatannya menjadi bebas, meninggalkan tempatnya sehingga membentuk ikatan valensi yang disebut pasangan electron-hole. Pasangan electronhole tersebut menghasilkan panas karena mendapatkan energi yang cukup akibat panas dari luar untuk melepaskan diri dari atom. • Elektron bebas yang akhirnya kehilangan energi dan jatuh kembali ke hole. Ini disebut recombination. Pasangan electron-hole pada akhirnya menghasilkan panas sehingga senantiasa merupakan elektron bebas pada bahan tersebut. • Jika tegangan diaplikasikan pada semikonduktor, menghasilkan panas sehingga elektron bebas bergerak ke arah positif dan membentuk arus listrik. Ini salah satu jenis arus listrik dan disebut arus elektron.
- Jenis arus listrik lainnya adalah arus hole. Ini terjadi karena elektron valensi bergerak dari hole ke hole, yang mempengaruhi gerakan hole pada arah yang berlawanan.
- Mayoritas carrier pada semikonduktor tipe-n merupakan elektron bebas yang didapatkan karena proses doping, dan minoritas carrier merupakan hole yang dihasilkan oleh panas yang dibangkitkan oleh pasangan elektron-hole. Mayoritas carrier pada semikonduktor tipe-p merupakan hole yang didapatkan karena proses doping dan minoritas carrier merupakan elektron bebas yang dihasilkan oleh panas yang dibangkitkan oleh pasangan elektron-hole.

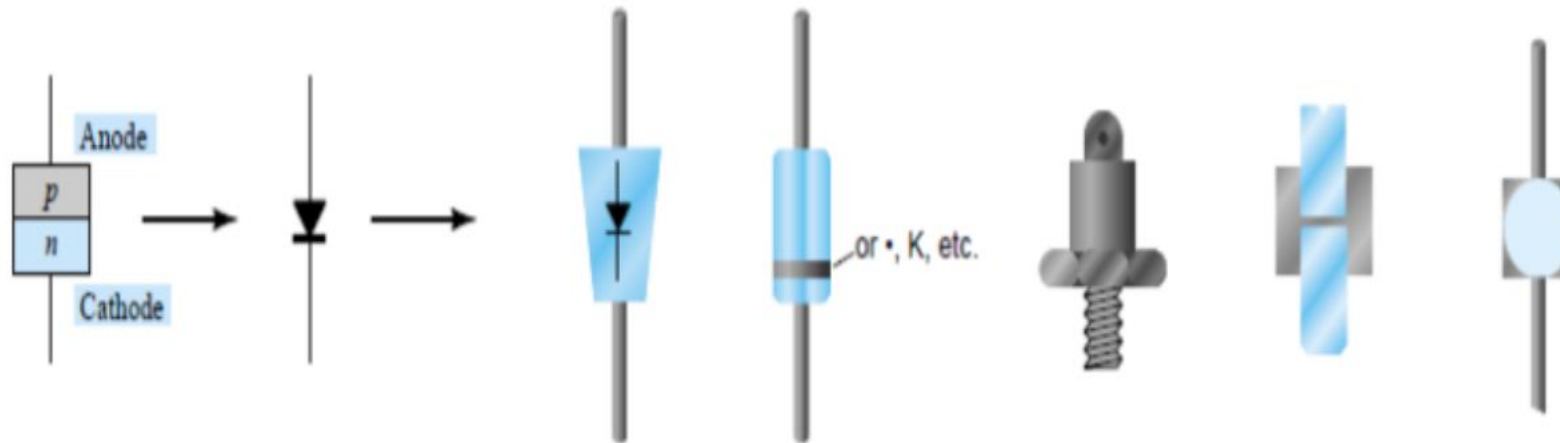


## 8.2 Dioda

Dioda adalah piranti semikonduktor dua terminal yang terbentuk oleh dua lapisan silikon yang terpisah oleh pn junction.

Proses bagaimana tegangan yang digunakan yang menyebabkan dioda menghantarkan arus listrik pada satu arah dan menghambat arus listrik pada arah yang lain disebut biasin.

Dioda ini berasal dari dua kata Duo dan Electrode yang berarti dua elektroda, yaitu Anoda yang berpolaritas positif dan Katoda yang berpolaritas negatif.

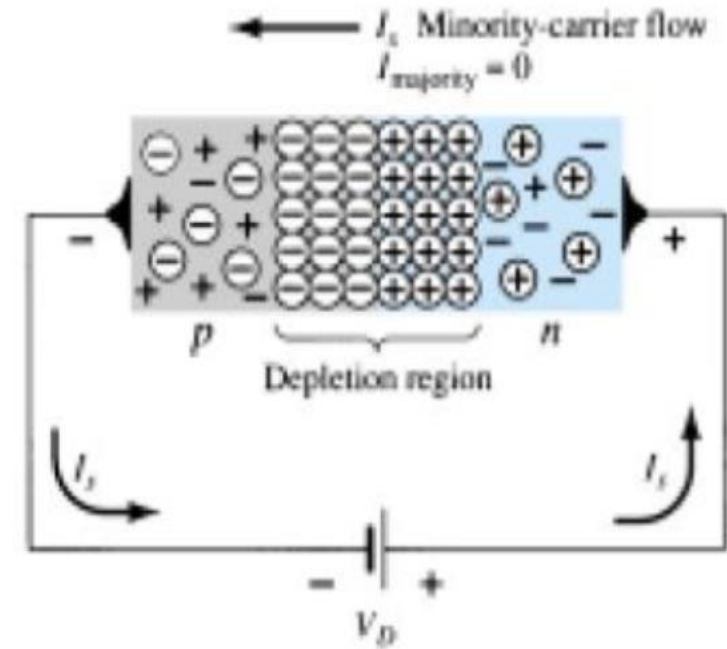


Simbol dioda semikonduktor



## 8.2.1 Karakteristik Dioda

Jika sumber tegangan  $V$  dari luar dihubungkan pada p-n junction dimana terminal positif dihubungkan pada bahan tipe-n dan terminal negatif dihubungkan pada bahan tipe-p, seperti yang ditunjukkan pada gambar disamping, pada saat reverse ini dioda akan mempunyai nilai hambatan yang besar, sehingga arus tidak akan atau sedikit mengalir dalam orde mikroampere.

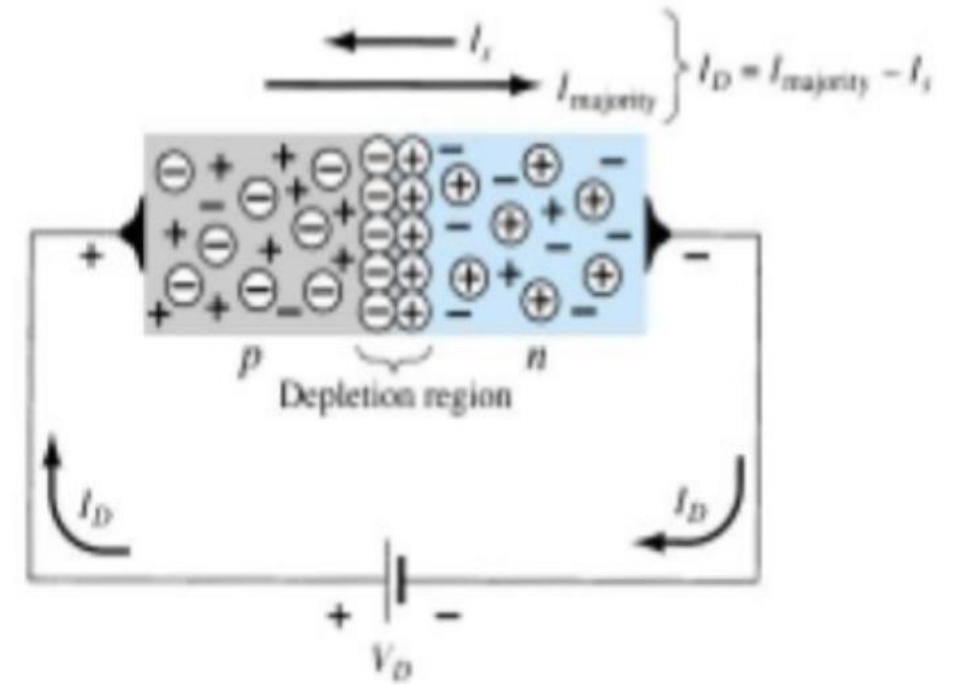


Reverse Bias p-n junction



## b) Kondisi Forward Bias ( $V_D > 0$ V)

Forward Bias atau kondisi "on" dibentuk dengan menghubungkan sumber tegangan positif pada bahan tipe-p dan sumber tegangan negatif pada bahan tipe-n seperti yang ditunjukkan pada gambar disamping, pada kondisi seperti ini arus akan mengalir dari anoda menuju katoda. Tegangan dimana dioda mulai mengalirkan arus disebut sebagai tegangan kerjadioda ( $V_D$ ). Untuk dioda silikon  $V_D(+)$  0,7 volt sedangkan untuk dioda germanium  $V_D(+)$  0,3 volt.



## 8.2.2 Dioda Sebagai Penyearah (Rectifier)

---

Oleh karena memiliki kemampuan untuk menghantarkan arus listrik pada satu arah dan menghambat arus listrik pada arah yang lain, dioda yang digunakan dalam rangkaian disebut penyearah (rectifier) yang mengubah tegangan bolak-balik menjadi tegangan searah.

Berdasarkan sifat-sifat dioda, maka dioda dapat dimanfaatkan sebagai alat penyearah arus bolak-balik (rectifier). Ada dua macam penyearah yang dikenal, yaitu :

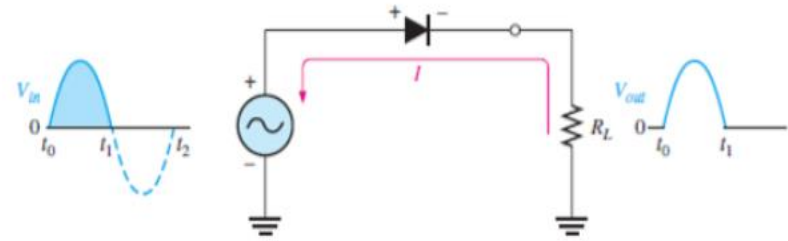
- Penyearah Setengah Gelombang (Half-Wave Rectifier)

Dimana sisi primer transformator tersambung dengan sumber tegangan bolak-balik (ac) sedangkan sisi sekunder dihubungkan seri dengan sebuah dioda dan tahanan beban (RL).

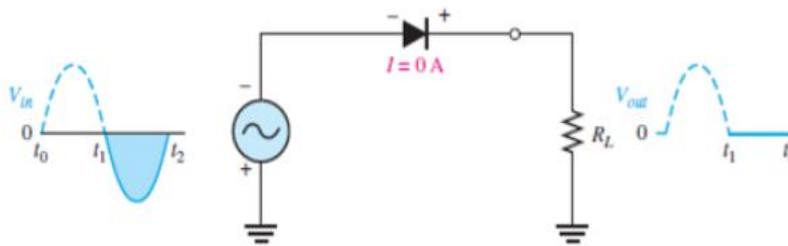
- Penyearah Gelombang Penuh (Full-Wave Rectifier).



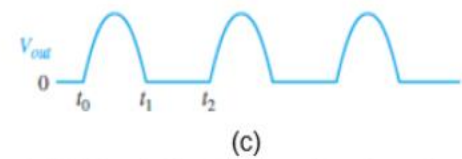
### a) Penyearah Setengah Gelombang



(a)



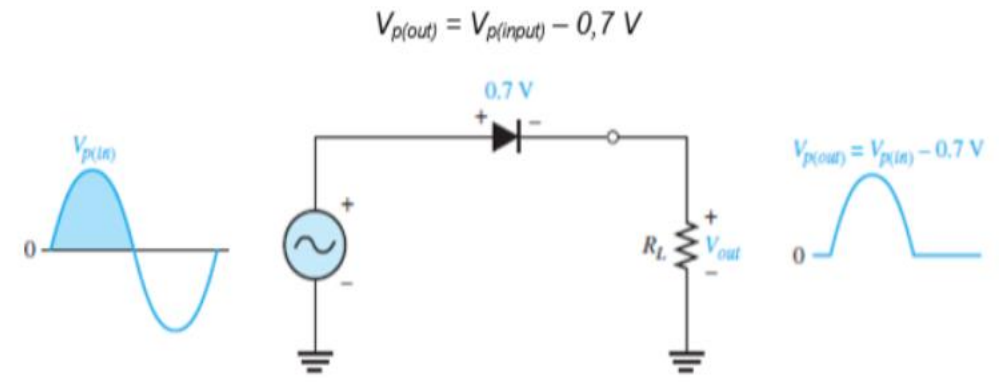
(b)



(c)

Rangkaian Penyearah setengah gelombang

### b) Efek dari Potensial Barrier pada Penyearah Setengah Gelombang



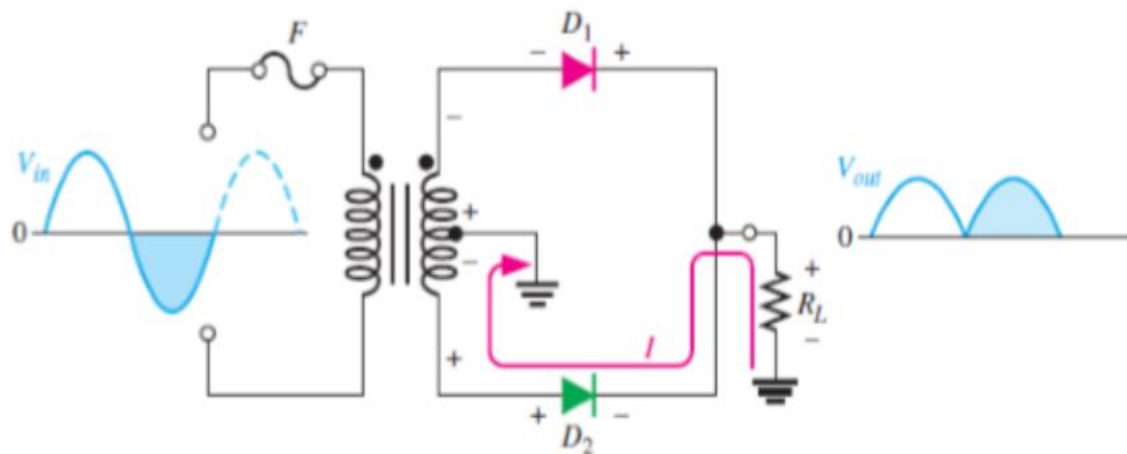
Efek dari Potensial Barrier pada Penyearah Setengah Gelombang



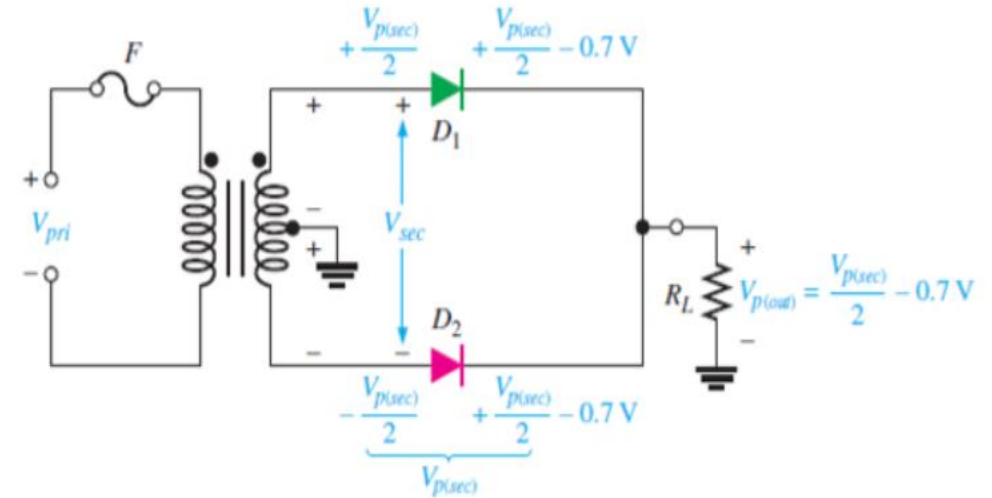
### c) Penyearah Gelombang Penuh

Ada dua macam penyearah gelombang penuh, yaitu sistem titik-tengah (centre-tapped) dan Sistem Jembatan (bridge).

Kedua dioda secara bergantian setiap setengah periode dan resistor  $R_L$  sertiap saat selalu dilewati arus yang berbentuk pulsa positif. Dikarenakan satu gelombang penuh tegangan bolak-balik telah dimanfaatkan, maka rangkaian ini dinamakan penyearah gelombang penuh.



### d) Peak Inverse Voltage



Tegangan puncak inverse pada dioda untuk penyearah gelombang penuh centre-tapped adalah :

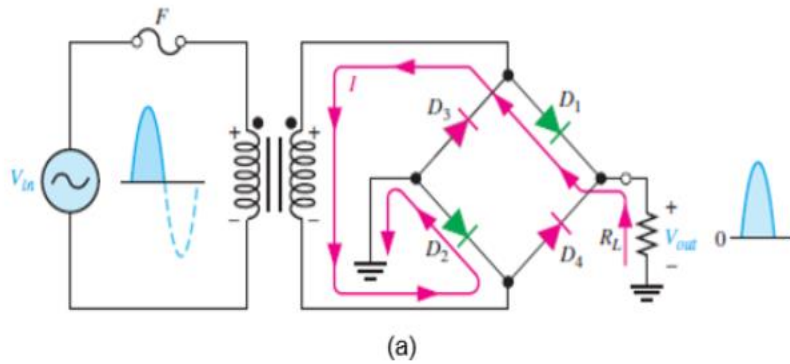
$$PIV = 2V_{p(out)} + 0,7 V$$



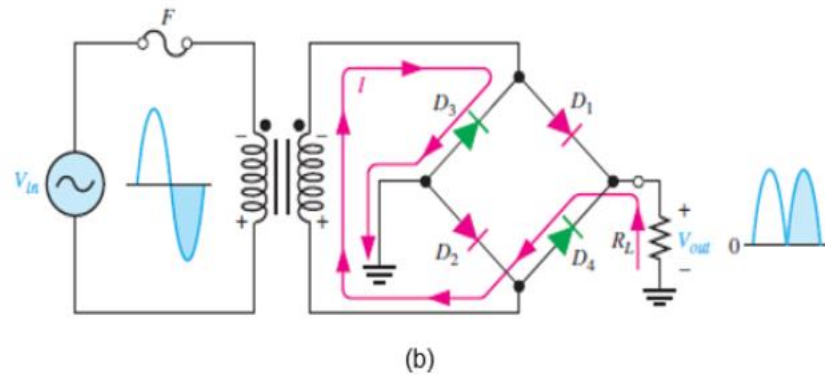


### e) Penyearah Gelombang Penuh Jembatan (Bridge)

Penyearah jembatan menggunakan empat buah dioda dihubungkan seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.



(a)



(b)

Kelebihan penyearah gelombang penuh dari penyearah setengah gelombang adalah menghasilkan tegangan rata-rata ( $V_{dc}$ ) dua kali lipat atau dituliskan sebagai berikut :

$$V_{AVG} = 2 \times 0,318 V_p = 0,636 V_p$$



# Rangkuman

---

- Arus yang mengalir melalui dioda hanya dalam keadaan forward-bias. Secara ideal tidak ada arus yang mengalir dalam keadaan reverse-bias, sebenarnya, dalam keadaan reversebias ada arus yang mengalir tetapi sangat kecil, tetapi biasanya diabaikan,.
- Dioda menghantarkan arus jika forward-bias dan menghambat arus jika reverse-bias.
- Kenaikan arus terjadi pada saat dioda reverse-bias jika sama dengan tegangan bias atau tegangan breakover.
- Tegangan breakdown reverse untuk dioda biasanya lebih besar dari 50 V.
- Kurva karakteristik menunjukkan arus sebagai fungsi tegangan pada dioda.
- Resistansi forward-bias dioda disebut dynamic atau ac resistance.
- Kenaikan arus reverse besarnya tergantung pada tegangan breakdown reverse.
- Reversebreakdown harus dihindari pada setiap dioda.
- Sebuah dioda pada penyearah setengah gelombang forward-bias dan konduk untuk 180° dalam satu periode.
- Frekuensi output penyearah setengah gelombang sama dengan frekuensi input.

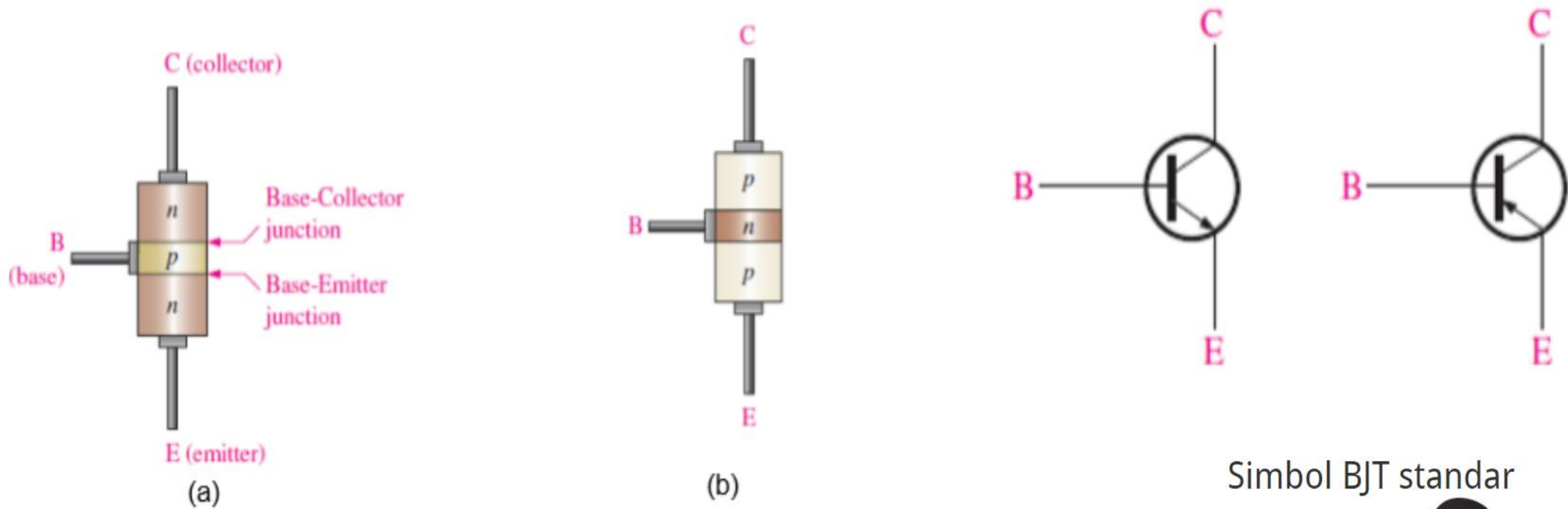


- PIV (peak inverse voltage) adalah tegangan maksimum yang terjadi pada saat dioda reverse bias.
- Masing-masing dioda penyearah gelombang penuh forward-bias dan konduktif untuk 180° dalam satu periode.
- Frekuensi output penyearah gelombang penuh adalah 2 kali frekuensi input.
- Dua jenis penyearah gelombang penuh adalah trafo centre tapped dan dioda bridge.
- Tegangan puncak output penyearah gelombang penuh centre tapped mendekati tegangan puncak sekunder dikurangi tegangan jatuh pada dioda.
- PIV untuk masing-masing dioda penyearah gelombang penuh centre tapped dua kali tegangan puncak output ditambah tegangan jatuh pada dioda.
- Tegangan puncak output penyearah gelombang penuh dioda bridge sama dengan tegangan puncak sekunder dikurangi tegangan jatuh pada dioda.
- PIV untuk masing-masing dioda penyearah gelombang penuh dioda bridge mendekati PIV pada konfigurasi penyearah gelombang penuh centre tapped dan sama dengan tegangan puncak output ditambah tegangan jatuh pada dioda.



## 8.3 Bipolar Junction Transistor (BJT)

Struktur dasar bipolar junction transistor (BJT) ditentukan oleh karakteristik operasinya. Susunan fisik bipolar junction transistor (BJT) adalah merupakan gandengan dari bahan semikonduktor tipe P dan N.



Susunan fisik transistor

Simbol BJT standar



## 8.3.1 Dasar Operasi BJT

---

- a) Biasing
- b) Operasi Transistor
- c) Penguatan Transistor
- d) Analisis Rangkaian Transistor
- e) Kondisi Cut-off dan Saturasi



## 8.3.2 Transistor Sebagai Saklar

---

- a) Operasi Transistor sebagai Saklar (Switching)
- b) Aplikasi Sederhana Transistor sebagai Saklar
- c) Troubleshooting Transistor
- d) Pengujian Transistor



## Rangkuman

---

- BJT (bipolar junction transistor) dibentuk dengan tiga region : basis, kolektor dan emitor.
- BJT mempunyai dua pn- junction, junction basis-emitor dan junction basis-kolektor.
- Arus pada BJT terdiri dari dua elektron bebas dan hole, jadi diistilahkan bipolar.
- Dua jenis transistor junction bipolar adalah npn dan pnp.
- Tiga arus pada transistor adalah arus basis ( $I_B$ ), arus emitor ( $I_E$ ) dan arus kolektor ( $I_C$ ).
- $I_B$  sangat kecil dibandingkan dengan  $I_C$  dan  $I_E$ .
- Penguatan arus dc transistor adalah perbandingan  $I_C$  dengan  $I_B$  dan ditunjukkan dengan  $\beta$ , biasanya mempunyai batasan dari 20 sampai beberapa ratus.



- $\beta$  biasanya dinyatakan sebagai hFE pada lembaran data transistor.
- Perbandingan IC dengan IE disebut  $\alpha$ . Biasanya mempunyai nilai dengan batasan dari 0,95 sampai 0,99.
- Jika transistor forward-reverse bias, penguatan tegangan tergantung pada resistansi emeitor internal dan resistansi kolektor external.
- Penguatan tegangan adalah perbandingan tegangan output dengan tegangan input.
- Resistansi internal transistor dinyatakan dengan r.





## 8.4 Thyristor

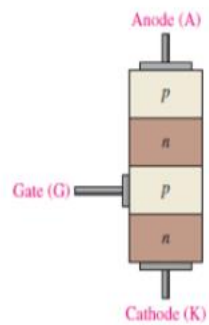
---

Thyristor merupakan konstruksi dari empat lapis semikonduktor (pnpn). Thyristor terdiri dari dioda empat lapis, silicon-controlled rectifier (SCR), diac, triac dan silicon-controlled switch (SCS). Jenis thyristor tersebut merupakan bagian suatu karakteristik dari konstruksi empat lapis semikonduktor (pnpn). Yang beraksi sebagai rangkaian terbuka mampu mempertahankan nilai tegangan sampai ada pemicu. Jika dipicu, turn-on dan menjadikan resistansinya rendah sehingga menghantarkan arus listrik dan tidak berubah, setelah pemicunya dilepas, sampai arus berkurang pada nilai tertentu atau sampai pemicunya off, tergantung pada jenis piranti tersebut. Thyristor dapat digunakan untuk mengontrol daya listrik ke beban dan digunakan pada lampu dimmer, kontrol kecepatan motor, sistem pengapian dan rangkaian pengisian batere dan sebagainya.



## 8.4.1 Silicon Control Rectifier (SCR)

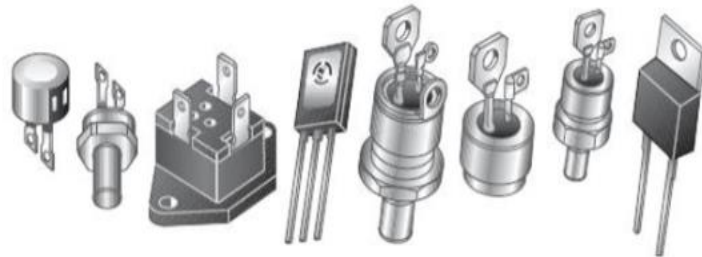
SCR (silicon control rectifier) adalah piranti pnpn empat lapis sama dengan 4 lapis dioda dengan tiga terminal ; anoda, katoda dan gate.



(a) Kontruksi dasar



(b) Skema simbol



(c) Jenis kemasan SCR.

a) Rangkaian Ekivalen SCR

b) SCRTurn-On

c) SCRTurn-Off

SCR (silicon control rectifier)



## 8.4.2 Aplikasi SCR

---

SCR digunakan pada berbagai aplikasi, mencakup motor kontrol, rangkaian time-delay, kontrol fasa, kontrol relay dan pembangkit pulsa gigi gergaji.

a) Kontrol Arus On-Off

b) Kontrol Daya Setengah Gelombang. Aplikasi dasar SCR adalah mengontrol daya listrik untuk lampu dimmer, pemanas listrik, dan motor listrik.

c) Rangkaian Proteksi Tegangan Lebih.

d) Lampu Penerangan Backup untuk Inetrupsi Daya

e) Pembangkit Gelombang Gigi Gergaji. SCR dapat digunakan pada dihubungkan dengan rangkaian RC untuk menghasilkan bentuk gelombang gigi gergaji secara berulang-ulang.



### 8.4.3 Diac dan Triac

---

Kedua-duanya diac dan triac merupakan jenis thyristor yang dapat menghantarkan arus listrik dalam dua arah (bilateral). Perbedaan antara kedua piranti ini adalah diac mempunyai dua terminal, sedangkan triac mempunyai tiga terminal, dimana gerbang untuk pemacu. Fungsi secara dasar seperti dua dioda 4 lapis di paralel dengan arah yang berlawanan. Fungsi secara dasar seperti dua SCR di paralel dengan arah yang berlawanan dan terdapat terminal gate.

- a) Diac, adalah piranti semikonduktor empat lapis dua terminal yang dapat menghantarkan arus listrik dengan arah yang berlainan jika di aktifkan.
- b) Triac. Triac dapat turn-on dengan pulsa arus gate dan tidak memerlukan tegangan breakover untuk menginisiasikan konduksi, seperti halnya diac. Pada dasarnya, triac dapat di gagas secara sederhana seperti dua SCR yang dihubungkan paralel dan dengan arah berlawanan. Tidak seperti SCR, triac dapat menghantarkan arus listrik dengan arah yang berlainan jika dipicu, tergantung pada polaritas tegangan antara terminal A1 dan A2.
- c) Aplikasi Triac. Triac digunakan juga untuk mengontrol daya listrik terhadap beban dengan metoda kontrol phasa (phase control). Triac dapat dipicu untuk mengontrol daya listrik bolak-balik yang suplai ke beban dengan porsi setiap setengah prioda.



## 8.4.4 Silicon Controlled Switch (SCS)

---

Silicon Controlled Switch (SCS) adalah sama konstruksinya dengan SCR. SCS walaupun demikian memiliki dua terminal gate, katoda gate dan anoda gate. SCS dapat menjadi turn-off dan turn-on menggunakan salah satu terminal gate. Ingat bahwa SCR hanya bisa turn-on menggunakan terminal gate. Biasanya, SCS tersedia untuk daya yang rendah.

### a) Dasar Operasi SCS.

SCS (Silicon Controlled Switch) adalah thyristor empat terminal yang memiliki dua terminal gate digunakan untuk memicu piranti tersebut pada kondisi on dan off.

### b) Aplikasi SCS.

SCS dan SCR digunakan pada aplikasi yang sama. SCS mempunyai keunggulan turn-off lebih cepat dengan memberikan pulsa pada salah satu terminal gate, bagaimanapun juga, ada beberapa batasan pada arus maksimum dan kemampuan tegangan. Juga, SCS kadangkadang digunakan pada aplikasi digital seperti rangkaian counter, register dan timer.



# Rangkuman

---

- Thyristor adalah piranti yang konstruksinya terdiri dari empat lapisan semikonduktor (pnpn).
- Thyristor terdiri dari 4 lapis dioda, SCR, diac, triac dan SCS.
- Dioda 4 lapis adalah thyristor yang konduktif jika tegangan pada terminalnya mencapai potensial breakover.
- Silicon Controlled Rectifier (SCR) dapat dipicu menjadi on dengan memberikan pulsa pada terminal gate dan turn-off dengan menurunkan arus anoda dibawah nilai arus genggamnya (holding current).
- Diac dapat menghantarkan arus listrik pada arah yang lain dan turn-on jika tegangan breakover dilampaui. Turn-off jika arusnya turun dibawah nilai arus genggamnya (holding current).
- Triac sama dengan diac merupakan piranti bidirectional. Dapat turn-on dengan memberikan pulsa pada terminal gate dan konduktif dengan suatu arah tertentu tergantung pada polaritas tegangan pada kedua terminal anoda.

