

# Dioda

## 1. Prinsip Kerja Dioda

Dalam berbagai rangkaian elektronika komponen semikonduktor dioda sering kita jumpai jenis dan type yang berbeda beda tergantung dari model dan tujuan penggunaan rangkaian tersebut dibuat. Kata dioda berasal dari pendekatan kata yaitu dua elektroda yang mana (di berarti dua) mempunyai dua buah elektroda yaitu anoda dan 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.

Dioda semikonduktor hanya dapat melewatkan arus pada satu arah saja, yaitu pada saat dioda memperoleh catu arah maju (forward bias). Pada kondisi ini dioda dikatakan bahwa dioda dalam keadaan konduksi atau menghantar dan mempunyai tahanan dalam dioda relative kecil. Sedangkan bila dioda diberi catu arah terbalik (Reverse bias) maka dioda tidak bekerja dan pada kondisi ini dioda mempunyai tahanan dalam yang tinggi sehingga arus sulit mengalir. Dari kondisi tersebut maka dioda hanya digunakan pada beberapa pemakaian saja antara lain sebagai penyearah gelombang (rectifier), disamping kegunaan-kegunaan lainnya misalnya sebagai Klipper, Clamper, pengganda tegangan dan lain-lain.

### Sifat-Sifat Dioda

#### a. Dioda Silikon:

1. menghantar dengan tegangan maju kira-kira 0.6 Volt
2. perlawanan maju cukup kecil
3. perlawanan terbalik sangat tinggi, dapat mencapai beberapa Mega ohm
4. Arus maju maksimum yang dibolehkan cukup besar, sampai 1000 A
5. Tegangan terbalik maksimum yang dibolehkan cukup tinggi, dapat mencapai 1000 V

#### b. Dioda Germanium:

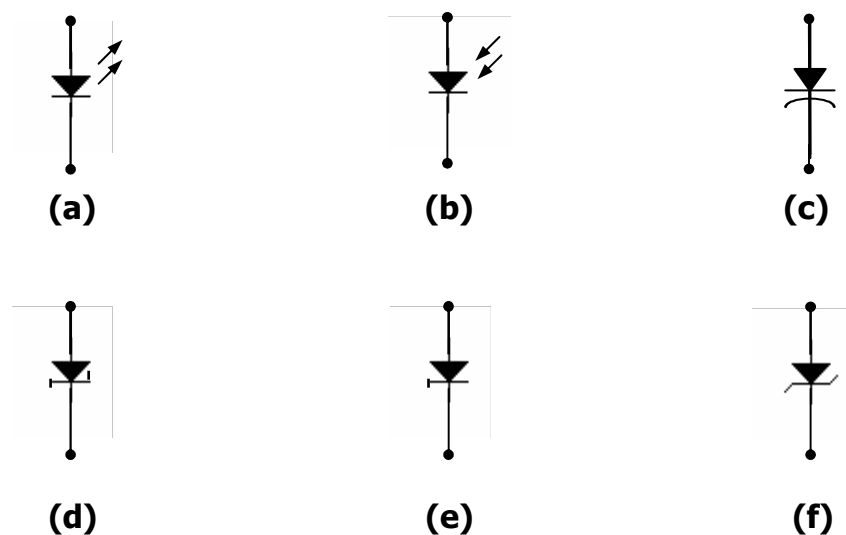
1. Menghantar dengan tegangan maju kira-kira 0,2 Volt
2. Perlawanan maju agak besar
3. Perlawanan terbalik kurang tinggi ( kurang dari 1 M ohm)
4. Arus maju maksimum yang dibolehkan kurang besar
5. Tegangan terbalik maksimum yang dibolehkan kurang tinggi

## 2. Jenis-jenis Dioda

### a. Dioda Pemancar Cahaya (LED)

Bila dioda dibias forward, electron pita konduksi melewati junction dan jatuh ke dalam hole. Pada saat elektron-elektron jatuh dari pita konduksi ke pita valensi, mereka memancarkan energi. Pada dioda Led energi dipancarkan sebagai cahaya, sedangkan pada dioda penyearah energi ini keluar sebagai panas. Dengan menggunakan bahan dasar pembuatan Led seperti gallium, arsen dan fosfor parik dapat membuat Led dengan memancarkan cahaya warna merah, kuning, dan infra merah (tak kelihatan).

Led yang menghasilkan pancaran yang kelihatan dapat berguna pada display peralatan, mesin hitung, jam digital dan lain-lain. Sedangkan Led infra merah dapat digunakan dalam sistim tanda bahaya pencuri dan lingkup lainnya yang membutuhkan cahaya tak kelihatan. Keuntungan lampu Led dibandingkan lampu pijar adalah umurnya panjang, tegangannya rendah dan saklar nyala matinya cepat. Gambar 2.1 dibawah ini menunjukkan lambang atau simbol dari macam dioda.



Gambar2.1. (a). LED, (b). Dioda photo, (c). Dioda Varactor  
(d). Dioda Schottky, (e). Dioda Step-recovery, (f). Dioda Zener

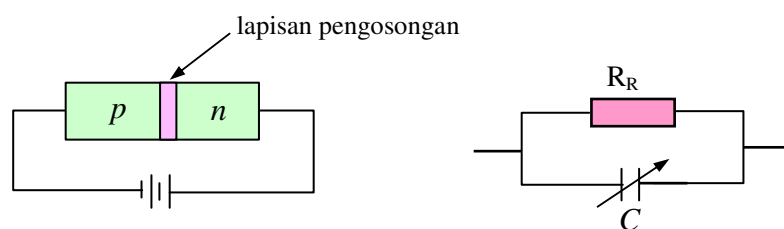
### b. Dioda Photo

Energi thermal menghasilkan pembawa minoritas dalam dioda, makin tinggi suhu makin besar arus dioda yang terbias reverse. Energi cahaya juga menghasilkan pembawa minoritas. Dengan menggunakan jendela kecil untuk membuka junction agar terkena sinar, pabrik dapat membuat *dioda photo*. Jika cahaya luar mengenai junction dioda photo yang dibias reverse akan dihasilkan pasangan electron-hole dalam lapisan pengosongan. Makin kuat cahaya makin banyak jumlah pembawa yang dihasilkan cahaya makin besar arus reverse. Oleh

sebab itu dioda photo merupakan detektor cahaya yang baik sekali. Gambar 1b menunjukkan lambang atau symbol dari dioda photo

### c. Dioda Varactor

Seperti kebanyakan komponen dengan kawat penghubung, dioda mempunyai kapasitansi bocor yang mempengaruhi kerja pada frekuensi tinggi, kapasitansi luar ini biasanya lebih kecil dari 1 pF. Yang lebih penting dari kapasitansi luar ini adalah kapasitansi dalam junction dioda. Kapasitansi dalam ini kita sebut juga kapasitansi peralihan  $C_T$ . Kata peralihan disini menyatakan peralihan dari bahan type-p ke typr-n. Kapasitansi peralihan dikenal juga sebagai kapasitansi lapisan pengosongan, kapasitansi barrier dan kapasitansi junction. Apakah kapasitansi peralihan itu?. Perhatikan gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.2 Dida dibias reverse

Lapisan pengosongan melebar hingga perbedaan potensial sama dengan tegangan reverse yang diberikan. Makin besar tegangan reverse makin lebar lapisan pengosongan. Karena lapisan pengosongan hamper tak ada pembawa muatan ia berlaku seperti isolator atau dielektrik. Dengan demikian kita dapat membayangkan daerah p dan n dipisahkan oleh lapisan pengosongan seperti kapasitor keeping sejajar dan kapasitor sejajar ini sama dengan kapasitansi peralihan. Jika dinaikkan tegangan reverse membuat lapisan pengosongan menjadi lebar, sehingga seperti memisahkan keeping sejajar terpisah lebih jauh. Dan sebagai akibatnya kapasitansi peralihan dari dioda berkurang bila tegangan reverse bertambah. Dioda silicon yang memanfaatkan efek kapasitansi yang berubah-ubah ini disebut *varactor*.

Dalam banyak aplikasi menggantikan kapasitor yang ditala secara mekanik, dengan perkataan lain varaktor yang dipasang parallel dengan inductor merupakan rangkaian tangki resonansi. Dengan mengubah-ubah tegangan reverse pada varactor kita dapat mengubah frekuensi resonansi. Pengontrolan secara elektronik pada frekuensi resonansi sangat bermanfaat dalam penalaan dari jauh.

#### **d. Dioda Schottky**

Dioda schottky menggunakan logam emas, perak atau platina pada salah satu sisi junction dan silicon yang di dop (biasanya type-n) pada sisi yang alain. Dioda semacam ini adalah piranti unipolar karena electron bebas merupakan pembawa mayoritas pada kedua sisi junction. Dan dioda Schottky ini tidak mempunyai lapisan pengosongan atau penyimpanan muatan, sehingga mengakibatkan ia dapat di switch nyala dan mati lebih cepat dari pada dioda bipolar. Sebagai hasilnya piranti ini dapat menyearahkan frekuensi diatas 300 Mhz dan jauh diatas kemampuan dioda bipolar.

#### **e. Dioda Step-Recovery**

Dengan mengurangi tingkat doping dekat junction pabrik dapat membuat dioda step-recovery piranti yang memanfaatkan penyimpanan muatan. Selama konduksi forward dioda berlaku seperti dioda biasa dan bila dibias reverse dioda ini konduksi sementara lapisan pengosongan sedang diatur dan kemudian tiba-tiba saja arus reverse menjadi nol. Dalam keadaan ini seolah-olah dioda tiba-tiba terbuka menjepret (snaps open) seperti saklar, dan inilah sebabnya kenapa dioda step-recovery sering kali disebut dioda snap.

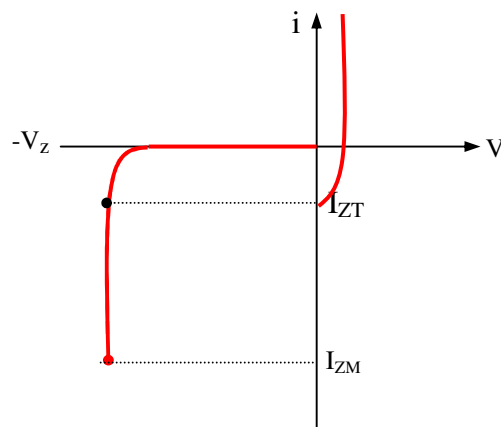
Dioda step-recovery digunakan dalam rangkaian pulsa dan digital untuk menghasilkan pulsa yang sangat cepat. Snap-off yang tiba-tiba dapat menghasilkan pensaklaran on-off kurang dari 1 ns. Dioda khusus ini juga digunakan dalam pengali frekuensi.

#### **f. Dioda Zener**

Dioda zener dibuat untuk bekerja pada daerah breakdown dan menghasilkan tegangan breakdown kira-kira dari 2 samapai 200 Volt. Dengan memberikan tegangan riverse melampaui tegangan breakdown zener, piranti berlaku seperti sumber tegangan konstan. Jika tegangan yang diberikan mencapai nilai breakdown, pembawa minoritas lapisan pengosongan dipercepat hingga mencapai kecepatan yang cukup tinggi untuk mengeluarkan electron dari orbit luar. Efek zener berbeda-beda, bila dioda di-dop banyak maka lapisan pengosongan amat sempit. sehingga medan listrik pada lapisan pengosongan sangat kuat.

Pada gambar 3 menunjukkan kurva tegangan arus dioda zener. Pada dioda zener breakdown mempunyai knee yang sangat tajam, diikuti dengan kenaikan arus yang hampir vertikal. Perhatikan bahwa

tegangan kira-kira konstan sama dengan  $V_z$  pada sebagian besar daerah breakdown. Lembar data biasanya menentukan nilai  $V_z$  pada arus test  $I_{ZT}$  tertentu diatas knee ( perhatikan gambar2.3 )



**Gambar 2.3. Kurva Dioda Zener**

Dissipasi daya dioda zener sama dengan perkalian tegangan dengan arusnya, yaitu:

$$P_z = V_z \times I_z$$

Misalkan jika  $V_z=13.6$  V dan  $I_z= 15$ mA, Hitunglah daya dissipasinya.

Jawab:  $P_z = 13,6 \times 0,015 = 0,204$  W

Selama  $P_z$  kurang dari rating daya  $P_{z \text{ maks}}$  dioda zener tidak akan rusak. Dioda zener yang ada dipasaran mempunyai rating daya dari  $\frac{1}{4}$  W sampai lebih dari 50 W. Lembar data kerap kali menspesifikasikan arus maksimum dioda zener yang dapat ditangani tanpa melampaui rating dayanya. Arus maksimum diberi tanda  $I_{Zm}$ . Hubungan antara  $I_{Zm}$  dan rating daya adalah:

$$I_{Z\text{max}} = \frac{P_{z \text{ max}}}{V_z}$$

Penggunaan dioda Zener sangat luas, kedua setelah dioda penyearah. Dioda silikon ini dioptimumkan bekerja pada daerah breakdown dan dioda zener adalah tulang punggung *regulator tegangan*. Jika dioda zener bekerja dalam daerah breakdown, bertambahnya tegangan sedikit akan menghasilkan pertambahan arus yang besar. Ini menandakan bahwa dioda zener mempunyai impedansi yang kecil. Impedansi dapat dihitung dengan bantuan rumus:

$$Z_z = \frac{\Delta v}{\Delta i}$$

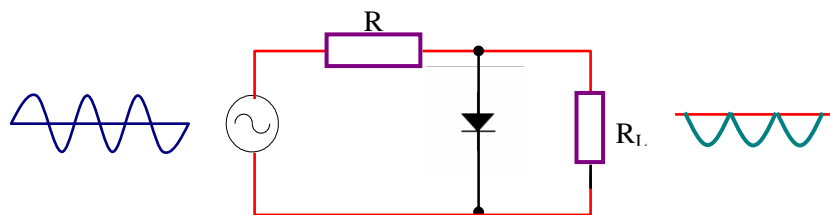
### 3. Clipper

Pada peralatan computer, digital dan sistim elektronik lainnya, kadang kita ingin membuang tegangan sinyal diatas atau dibawah level tegangan

tertentu. Salah satu caranya adalah dengan menggunakan rangkaian clipper dioda (clipper = pemotong).

### 3.1. Clipper Positif

Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.4 tegangan output bagian positifnya semua dipotong. Cara kerja rangkaian adalah sebagai berikut: selama setengah siklus positif tegangan input dioda konduksi, dengan demikian kita dapat membayangkan dalam kondisi ini dioda seperti saklar tertutup. Tegangan pada hubungan singkat harus sama dengan nol, oleh sebab itu tegangan output sama dengan nol selama tiap-tiap setengah siklus positif sehingga semua tegangan jatuh pada resistor ( R )



Gambar 2.4. Clipper positif

Selama setengah siklus negatif, dioda terbias reverse dan kelihatan terbuka dan sebagai akibatnya rangkaian membentuk pembagi tegangan dengan output:

$$V_{out} = \frac{R_L}{\Delta i}$$

Bambar 2.5. Clipper dibias positif

Selama setengah siklus negatif, dioda terbias reverse dan kelihatan seperti terbuka, dan sebagai akibatnya rangkaian membentuk pembagi tegangan dengan output:

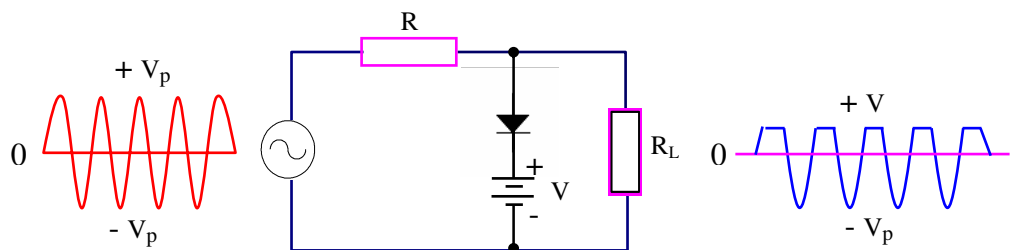
$$V_{out} = \frac{R_L}{R + R_L} V_p$$

Dan biasanya  $R_L$  jauh lebih besar dari pada  $R$  sehingga  $V_{out} \cong -V_p$ . Selama setengah siklus positif dioda konduksi dan seluruh tegangan jatuh pada  $R$  dan sebaliknya pada setengah siklus negatif dioda off, dan karena  $R_L$  jauh lebih besar dari  $R$  sehingga hampir seluruh tegangan setengah siklus negatif muncul pada  $R_L$ . Seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.4 semua sinyal diatas level 0 V telah dipotong. Clipper positif disebut juga *pembatas positif* (positive limiter), karena tegangan output dibatasi maksimum 0 Volt.

### 3.2. Clipper di Bias

Dalam beberapa aplikasi anda mungkin level pemotongan tidak 0 V, maka dengan bantuan clipper di bias anda dapat menggeser level pemotongan positif atau level negatif yang diinginkan. Pada gambar 2.5 menunjukkan clipper dias, agar dioda dapat konduksi tegangan input harus lebih besar dari pada +V. Ketika  $V_{in}$  lebih besar daripada +V dioda berlaku seperti saklar tertutup dan tegangan output sama dengan +V dan tegangan output tetap pada +V selama tegangan input melebihi +V.

Ketika tegangan input kurang dari +V dioda terbuka dan rangkaian kembali pada pembagi tegangan. Clipper dibias berarti membuang semua sinyal diatas mevel +V



Gambar 2.5 Clipper dibias positif

### Detektor Dioda

Detektor berfungsi menceraikan sinyal informasi dari sinyal pembawa, pekerjaan deteksi tersebut disebut juga *de modulasi* dan pada hakekatnya suatu pekerjaan penyearahan (rectifying). Pekerjaan penyearahan yang terjadi pada sirkit detector dan di dalam pencatu daya pada hakekatnya tidak ada perbedaan azas. Oleh sebab itu sekema dasar dari sirkit detector juga tidak berbeda dengan sekema dasar sebuah pencatu daya. Bila rangkaian detector kita bandingkan dengan rangkaian sebuah pencatu daya maka akan terdapat kesamaan dan perbedaan, antara lain yaitu:

Detektor	Pencatu Daya
1. Frekuensi operasinya 255 Khz	1. Frekuensi operasinya 50 Hz
2. Tegangan kerjanya kecil (10V atau kurang )	2. Tegangan kerjanya kecil/ besar sesuai keperluan.
3. Arusnya sangat kecil ( dalam uA )	3. Arusnya besar ( dalam mA / Amper)
4. Amplitudo tegangan bolak-balik disirkit masukan bervariasi (oleh adanya modulasi).	4. Amplitudo tegangan bolak-balikdi sirkit masukan konstan (berasal dari jaringan listrik).
5. Di sirkit keluaran terdapat tegangan rata dan juga tegangan bb dengan frekuensi rendah.	4. Di sirkit keluaran terdapat hanya tegangan rata (tegangan bb nya kecil sehingga boleh diabaikan)

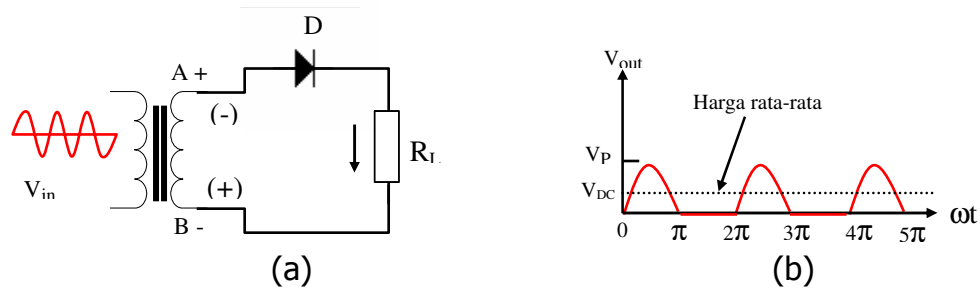
## **5. Penyearah (Rectifier)**

Seperti telah kita ketahui bahwa hampir semua peralatan elektronika menggunakan power supply (catu daya arus searah). Sudah barang tentu dalam hal ini kita berusaha untuk mendapatkan suatu sumber arus searah yang disesuaikan dengan prinsip-prinsip ekonomis dan keuntungan lainnya yang sesuai dengan persyaratan diatas adalah mendapatkan arus searah dari sumber arus bolak balik atau arus AC (Alternating Current). Rangkaian yang dimaksud disini adalah rangkaian penyearah gelombang yaitu dari sumber tegangan sinyal AC diubah menjadi bentuk sinyal DC (Direct Current). Rangkaian penyearah ini terdiri dari:

- a. Rangkaian penyearah  $\frac{1}{2}$  gelombang ( Half wave Rectifier)**
- b. Rangkaian penyearah gelombang penuh dengan 2 buah dioda**
- c. Rangkaian penyearah gelombang penuh dengan 4 buah dioda**

### a. Penyearah 1/2 gelombang ( Half wave Rectifier)

Seperti diperlihatkan pada gambar 2.6 suatu deretan dioda dan R kita berikan teganga bolak-balik. Karena tegangan yang diberikan pada input trafo bolak-balik maka pada suatu saat terminal A adalah positif sedangkan terminal B adalah negatif. Dan pada saat berikutnya terminal A menjadi negatif dan terminal B yang jadi positif dan seterusnya bergantian setiap setengah perioda.



**Gambar 2.6 Rangkaian penyearah 1/2 gelombang**

- a. Skema Rangkaian
- b. Gelombang Output

Pada saat terminal A positif dioda mendapat tegangan maju maka mengalir arus, dan pada saat terminal A negatif dioda mendapat tegangan terbalik dan tidak ada arus mengalir. Dengan demikian pada dioda mengalir arus yang bentuknya dilukiskan seperti gambar 2.6 b. Arus ini tidak lagi bolak bali melainkan searah tapi tidak rata melainkan berdenyut-denyut, karenanya arus inipun dinamai arus searah denyut (pulsating direct current). Arus denyut inipun membangkitkan tegangan pada R dan bentuk tegangan pada R adalah belahan positif dari pada bentuk arus bolak balik yang dimasukkan deretan dioda dan R.

Tujuan dari rangkaian penyearah adalah untuk memperoleh arus searah dari sumber arus bolak balik, dan kemampuan menyearahkannya dapat dilihat dengan menghitung besarnya komponen arus searah atau harga rata-rata pulsa searahnya, yaitu:

$$I_{DC} = \frac{I_m}{\pi} = 0,318 I_m$$

Besarnya  $I_m$  adalah:  $I_m = I\sqrt{2} = 1,414 I$  sehingga:

$$I_{DC} = \frac{1,414 I}{\pi} = 0,45 I$$

sedangkan tegangan searahnya adalah harga rata-rata dari setengah gelombang sinus yang positif sehingga:

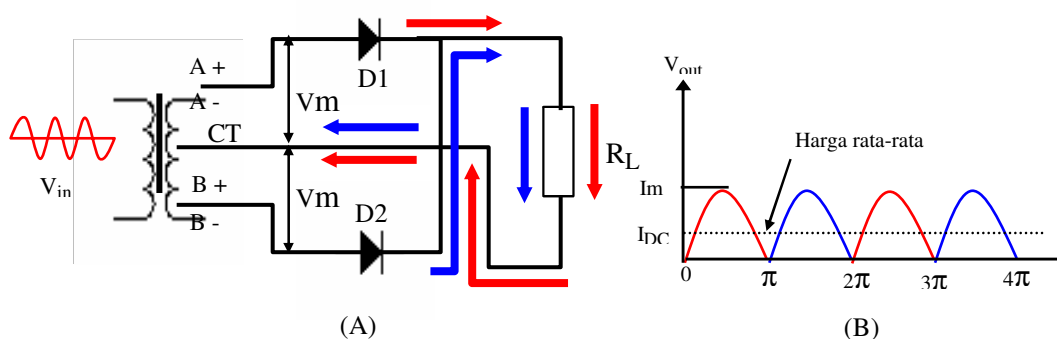
$$E_{DC} = \frac{E_m}{\pi} = 0,318 E_m$$

Perioda dari sinyal output adalah sama dengan perioda sinyal input. Setiap siklus input menghasilkan satu siklus output. Inilah sebabnya mengapa frekuensi output dari penyearah setengah gelombang sama dengan frekuensi input

$$f_{out} = f_{in}$$

**b. Penyearah gelombang penuh dengan 2 buah dioda (Full wave Rectifier)**

Untuk memperoleh perataan yang lebih sempurna, maka dipakailah dua buah dioda sebagai penyearah rangkap. Guna memahami apakah yang diperoleh dari dua dioda, mari terlebih dulu kita pelajari rangkaian di Gambar 2.7.



**Gambar 2.7 Rangkaian penyearah gelombang Penuh**

- a. Skema Rangkaian
- b. Gelombang Output

Dari rangkaian penyearah 1/2 gelombang telah kita ketahui bahwa beban hanya dilalui arus selama setengah perioda. Sehingga untuk mendapatkan arus selama satu perioda secara penuh dilakukan dengan menambah satu dioda lagi, dengan tujuan menyearahkan setengah gelombang lainnya seperti yang diperlihatkan pada gambar diatas.

Besarnya harga rata-rata pulsa arus yang melalui beban adalah dua kali harga rata-rata penyearah setengah gelombang yaitu:

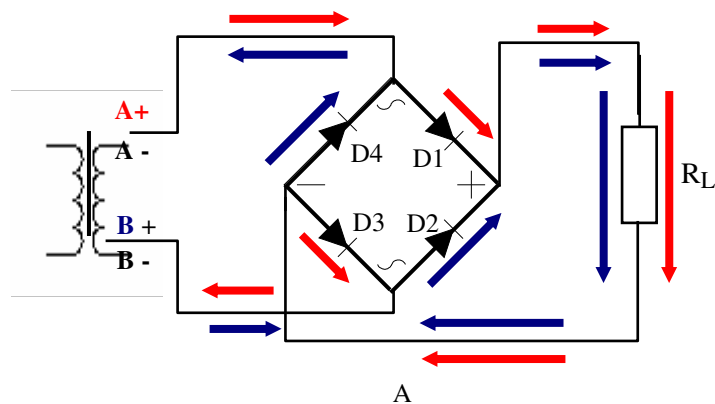
$$I_{DC} = \frac{2 I_m}{\pi}$$

Sedangkan harga rata-rata tegangan searahnya adalah:

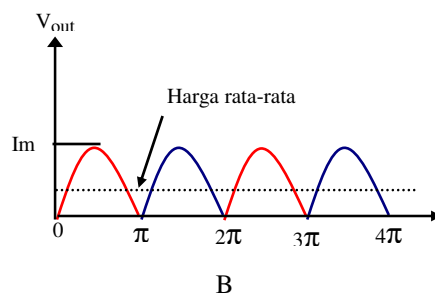
$$E_{DC} = \frac{2 E_m}{\pi} = 0,645 E_m$$

**c. Penyearah gelombang penuh dengan 4 buah dioda (Sistim Jembatan)**

Rangkaian penyearah sistim jembatan ini adalah rangkaian penyearah gelombang penuh tetapi tidak menggunakan center tap pada trafonya (seperti pada penyearah gelombang penuh yang menggunakan 2 buah dioda. Perhatikan gambar 2.8 dibawah ini



**Gambar 2.8**  
**Rangkaian**  
**penyearah**  
**gelombang Penuh**  
**sistim Jembatan**



Pada saat A positif sementara B negatif, maka jalannya arus setengah siklus perioda pertama adalah dari titik A+ melalui D1, RL D3 dan kembali ke sumber. Dalam gambar ditunjukkan dengan tanda panah warna merah. Selanjutnya setengah siklus perioda berikutnya adalah titik B menjadi positif dan titik A jadi negative, sehingga jalannya arus adalah dari titik B+ menuju D2, RL ,D4 dan kembali ke sumber. Demikian seterusnya untuk proses berikutnya kembali lagi titik A jadi positif dan titik B negative demikian seterusnya setiap setengah perioda, dan gelombang outputnya seperti ditunjukkan pada gambar diatas

**Daftar Pustaka**

\_\_\_\_\_2005, Modul Pembelajaran Dioda,Dik Menjur, Jakarta

Wasito S, 1984, **Vademikum Elektronika** , PT Gramedia, Jakarta

Malvino, 1984, **Prinsi-prinsip Elektronik**, Edisi Kedua. Erlangga Jakarta