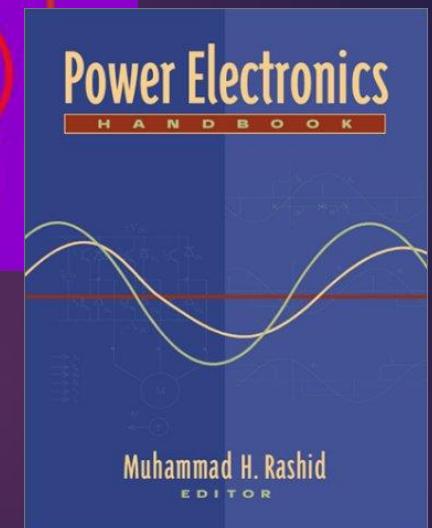
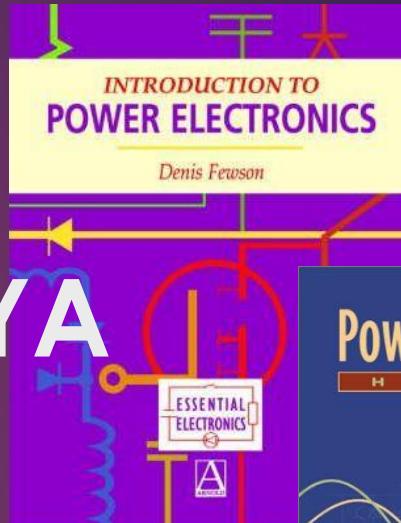


Materi-3

ELEKTRONIKA DAYA

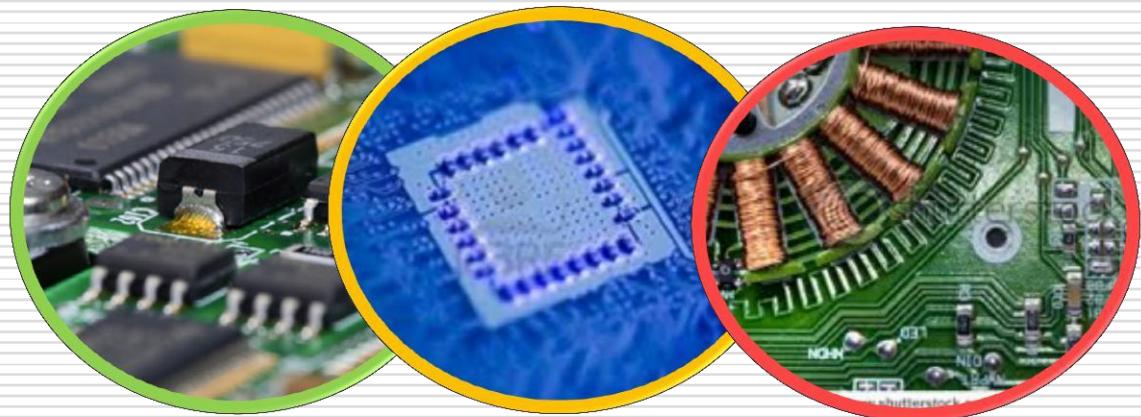
52150492 (2 SKS / TEORI)
SEMESTER 110 TAHUN 2019



KONVERTER AC KE DC

Rangkaian Penyearah Dioda

(Rectifier)

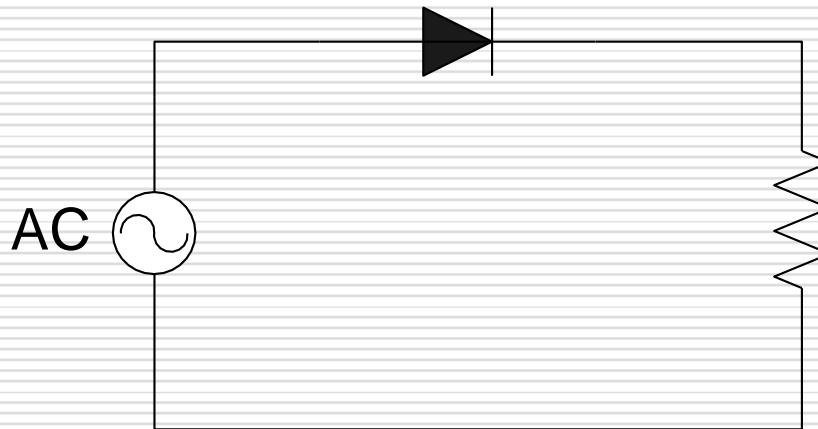


PENYARAH SETENGAH GELOMBANG

PENYARAH GELOMBANG PENUH



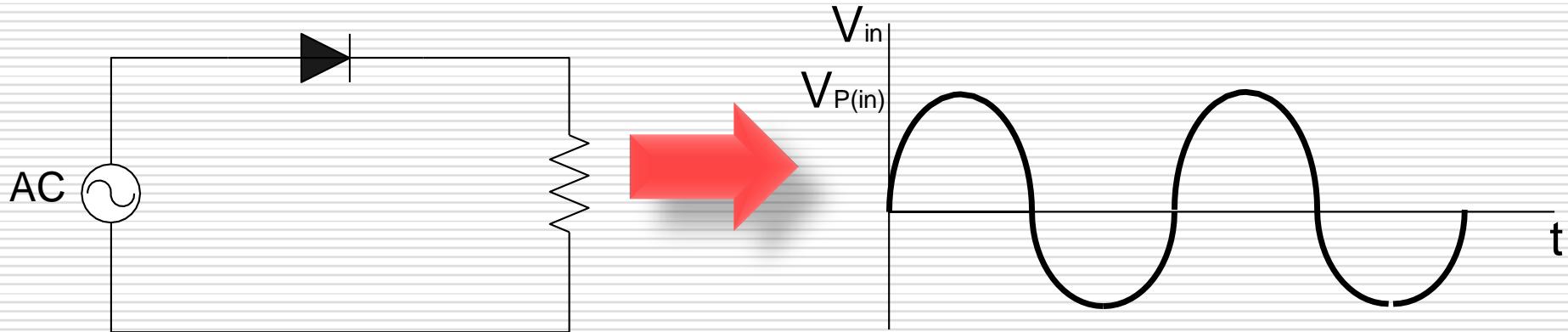
ASUMSI DIODA IDEAL



Gambar rangkaian tersebut menunjukkan sumber AC menghasilkan sebuah tegangan Sinusoidal, bila Dioda diasumsikan sebagai sebuah Dioda Ideal

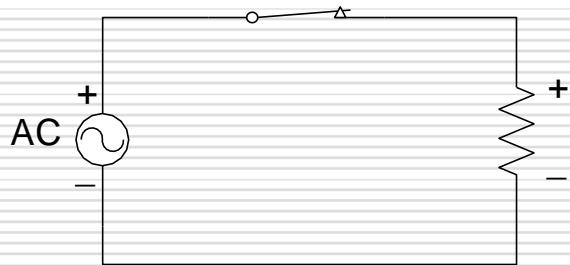


Bentuk gelombang Ideal



Gelombang masukan berupa gelombang Sinus dengan nilai seketika v_{in} dengan sebuah nilai Puncak $V_p(in)$.

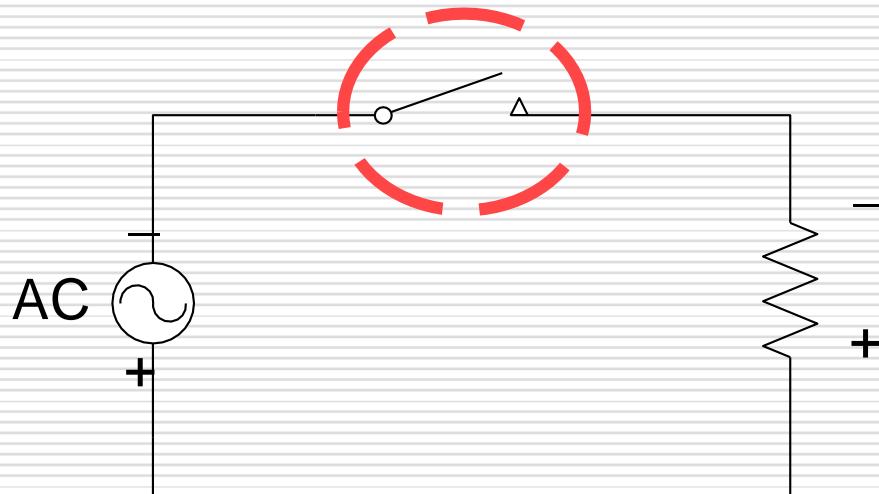
Penyearah Setengah Gelombang



Pada Siklus Positif / Putaran Setengah positif, Dioda akan menjadi sebuah Dioda dengan Bias Maju, artinya dioda dapat berlaku sebagai sebuah saklar tertutup



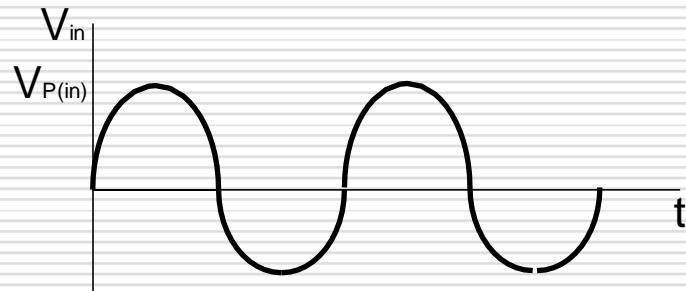
Penyearah Setengah Gelombang



Pada Siklus Negatif / Putaran Setengah Negatif, Dioda akan menjadi sebuah Dioda dengan Bias Balik, artinya dioda dapat berlaku sebagai sebuah saklar terbuka

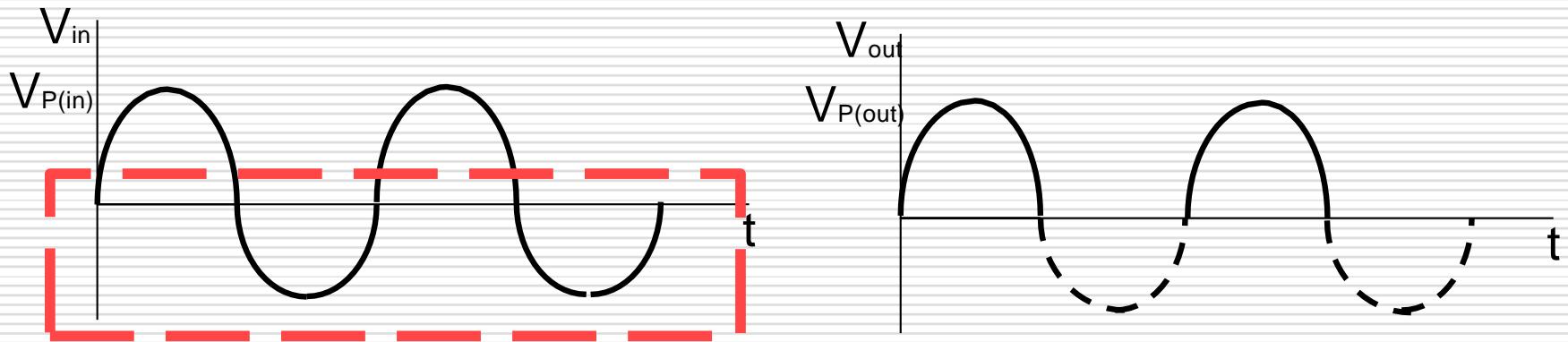


Bentuk gelombang Ideal



Gelombang masukan berupa gelombang Sinus dengan nilai seketika v_{in} dengan sebuah nilai Puncak $V_p(in)$.

Setengah Gelombang



Pada penyearah setengah gelombang, maka dioda akan berlaku sebagai penghantar selama putaran setengah Positif dan tidak berlaku sebagai penghantar pada setengah siklus negatif, sehingga dinamakan sebagai Sinyal setengah Gelombang





Tegangan setengah gelombang menghasilkan *arus beban satu arah*, artinya arus mengalir hanya pada satu arah, tegangan setengah gelombang tersebut merupakan tegangan DC yang bergerak naik sampai nilai max dan turun sampai nol dan tetap nol selama siklus setengah negatif

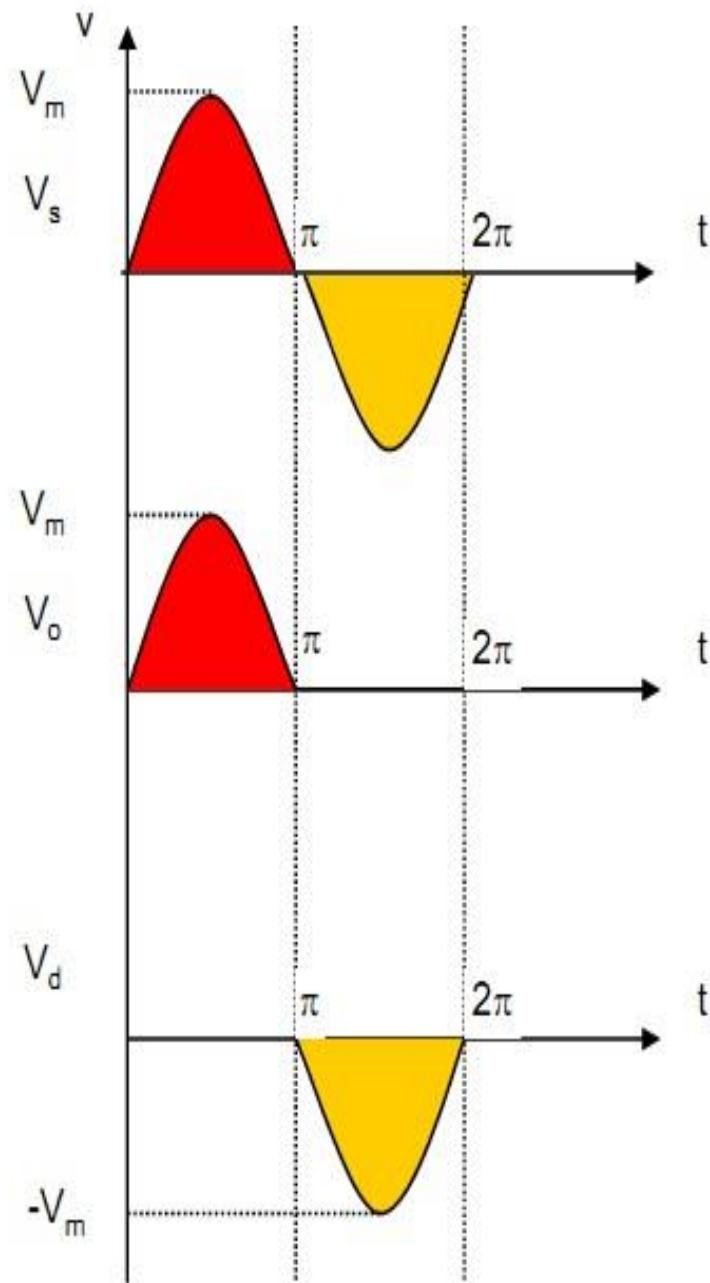
Setengah Gelombang Ideal : $V_p(\text{out}) = V_p(\text{in})$



Proses penyearahan:

Setengah periode pertama (polaritas +), dioda ON sehingga terjadi tegangan luaran $V_o = V_m$.

Selanjutnya, saat setengah periode kedua (polaritas -), dioda OFF sehingga tegangan luaran $V_o = 0$.



Parameter Unjuk Kerja

Effisiensi

$$\eta = \frac{P_{dc}}{P_{ac}} = \frac{V_{dc}I_{dc}}{V_{rms}I_{rms}}$$

Nilai efektif (rms) komponen ac tegangan keluaran

$$V_{ac} = \sqrt{V_{rms}^2 - V_{dc}^2}$$

Form factor (factor bentuk) yang mengukur bentuk tegangan keluaran

$$FF = \frac{V_{rms}}{V_{dc}} \text{ atau } \frac{I_{rms}}{I_{dc}}$$

Faktor Ripple (ripple factor)

$$RF = \frac{V_{ac}}{V_{dc}}$$

Karena $V_{ac} = \sqrt{V_{rms}^2 - V_{dc}^2}$ sehingga

$$RF = \sqrt{\left(\frac{V_{rms}}{V_{dc}}\right)^2 - 1} = \sqrt{FF^2 - 1}$$

Faktor kegunaan trafo (Transformer Utilization Factor)

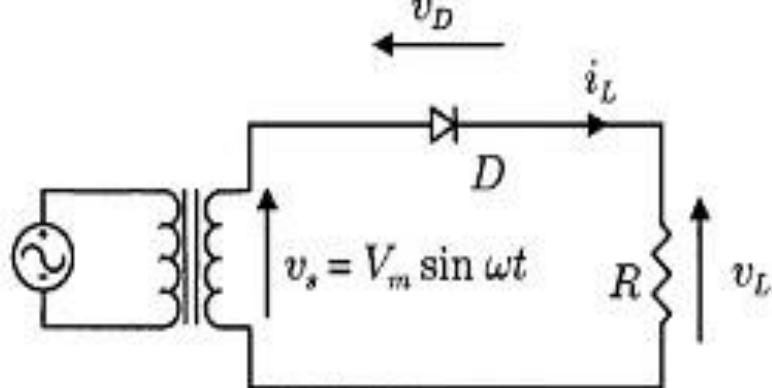
$$TUF = \frac{P_{dc}}{V_s I_s}$$

$$V_s = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = 0.707 \times V_m \quad (V_s = \text{Tegangan rms trafo sekunder})$$

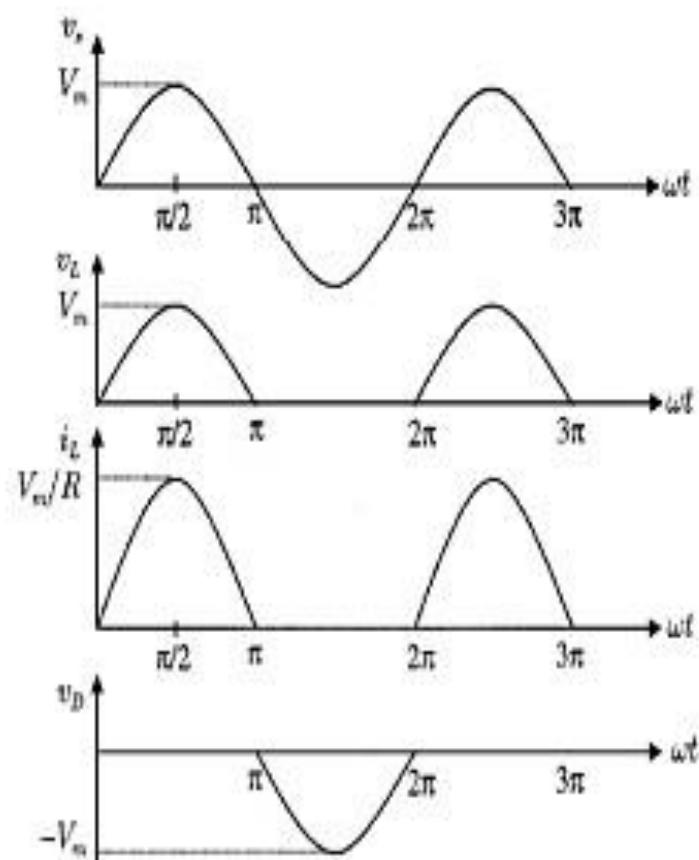
$$I_s = \frac{0.5V_m}{R} \quad (\text{Nilai rms trafo sekunder sama dengan nilai rms arusnya})$$

Rating Volt Ampere (VA) trafo

$$VA = V_s \times I_s$$



A single-phase half-wave rectifier with resistive load.



Tegangan dan arus keluaran V_{dc} , I_{dc}

$$V_{dc} = \frac{V_m}{\pi} = 0,318 V_m$$

$$I_{dc} = \frac{V_{dc}}{R} = \frac{0,318 V_m}{R}$$

Tegangan dan arus rms (efektif)

$$V_{rms} = \frac{V_m}{2} = 0,5 V_m$$

$$I_{rms} = \frac{V_{rms}}{R} = \frac{0,5 \times V_m}{R}$$

Tegangan Balik Puncak

$$PIV = V_m$$

Crest Factor (CF)

$$I_s(\text{peak}) = \frac{V_m}{R}, \text{ dan } I_s = \frac{0,5 V_m}{R}$$

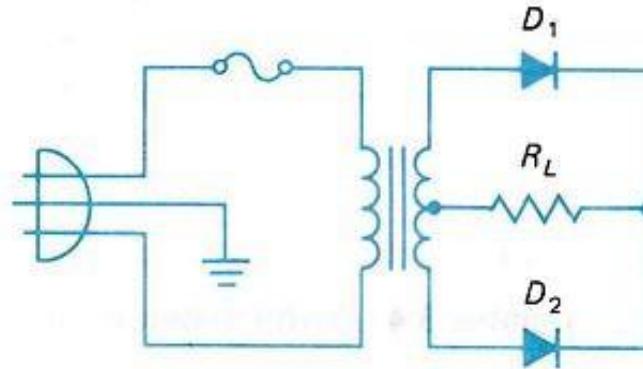
$$CF = \frac{I_{peak}}{I_s} = \frac{1}{0,5} = 2$$

PENYARAH SETENGAH GELOMBANG

PENYARAH GELOMBANG PENUH



Penyearah Gelombang Penuh

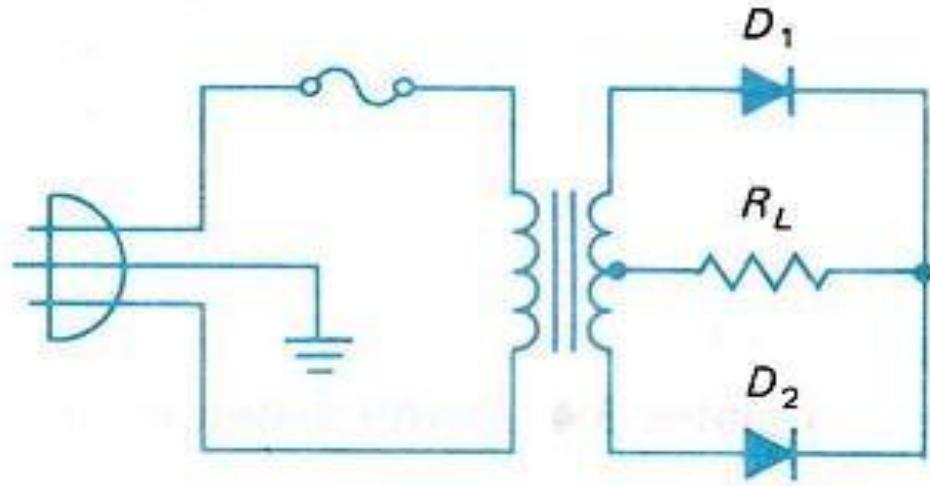


Rectifier gelombang penuh adalah equivalen dengan dua kali rectifier stengah gelombang, sebab *center tap* masing-masing Rectifier mempunyai tegangan masukan yang equal dengan setengah tegangan sekunder



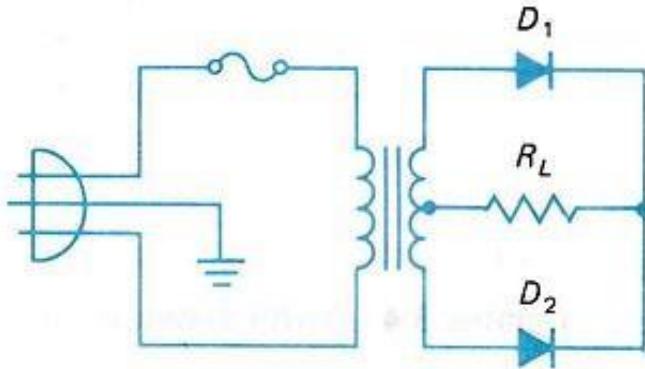
Dioda D1 menghantar ke putaran setengah positif dan Dioda D2 menghantar ke putaran setengah negatif. Sebagai hasilnya arus beban rectifier mengalir selama setengah putaran bersama-sama





Rangkaian equivalen pada putaran maju tengah siklus positif, D₁ merupakan Dioda dengan bias maju yang akan menghasilkan sebuah tegangan beban positif yang diindikasikan sebagai *Polarity Plus-Minus* melalui Resistor beban.

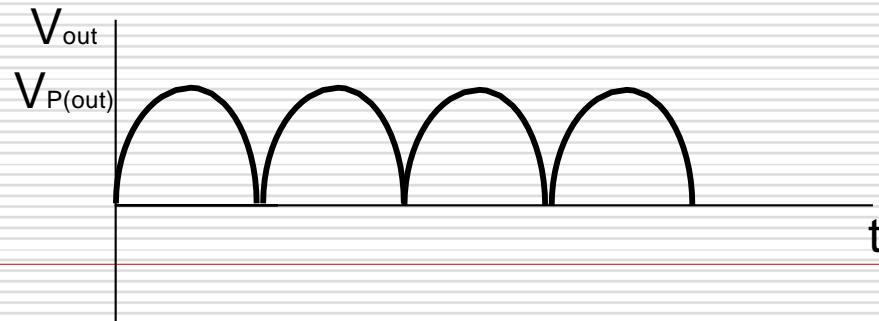


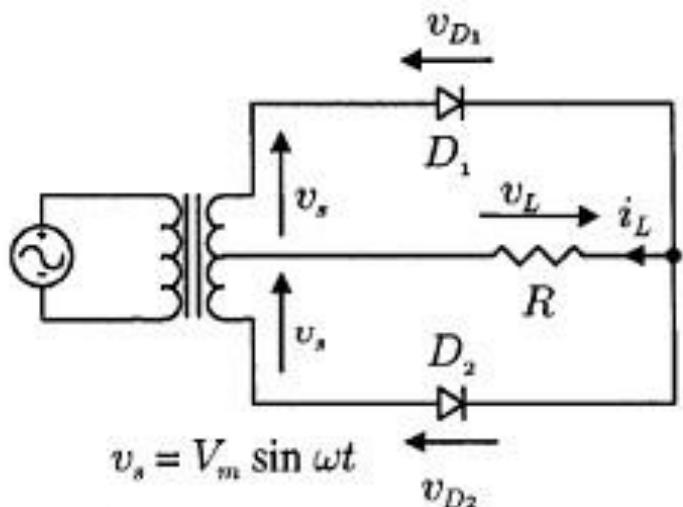


Rangkaian equivalen pada putaran maju stengah siklus Negatif, D2 merupakan Dioda dengan bias maju yang akan menghasilkan sebuah tegangan beban positif.



Selama kedua putaran setengah, tegangan beban mempunyai polaritas yang sama dan arus beban berada dalam satu arah, Rangkaian ini disebut sebagai Rectifier gelombang penuh, sebab mengganti tegangan masukan AC ke Pulsating (getaran) tegangan keluaran DC

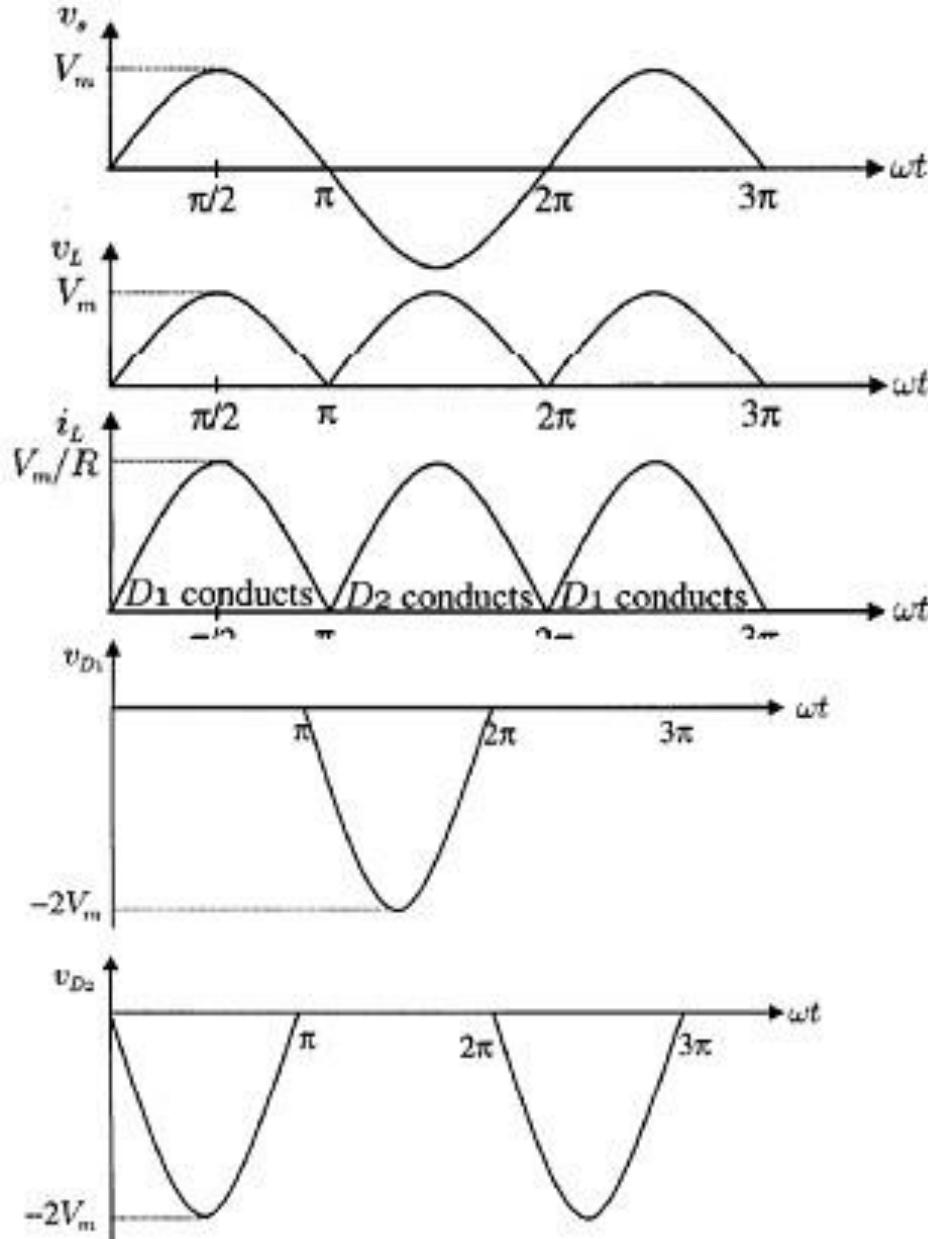




Full-wave rectifier with center-tapped transformer.

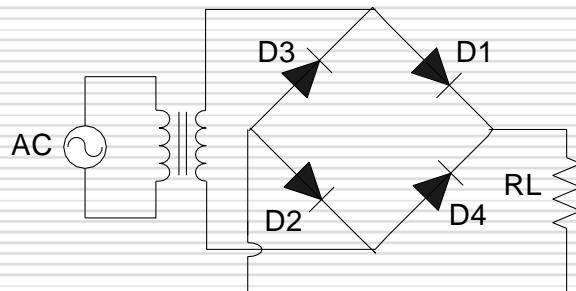
Proses penyearahan :

Ketika setengah periode pertama (polaritas +), dioda D1 ON sedangkan dioda D2 OFF. Selanjutnya, setengah periode kedua (polaritas -), dioda D2 ON sedangkan dioda D1 OFF



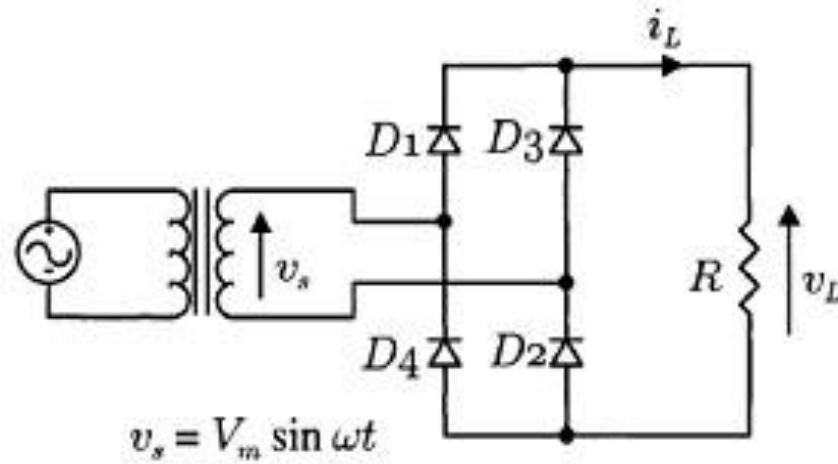
Voltage and current waveforms of the full-wave rectifier with center-tapped transformer.

Rectifier Jembatan



Rectifier jembatan menyerupai Rectifier gelombang penuh sebab menghasilkan tegangan keluaran gelombang penuh, Dioda D1 dan D2 menghantar di atas setengah siklus positif da D3 dan D4 menghantar di atas setengah siklus negatif

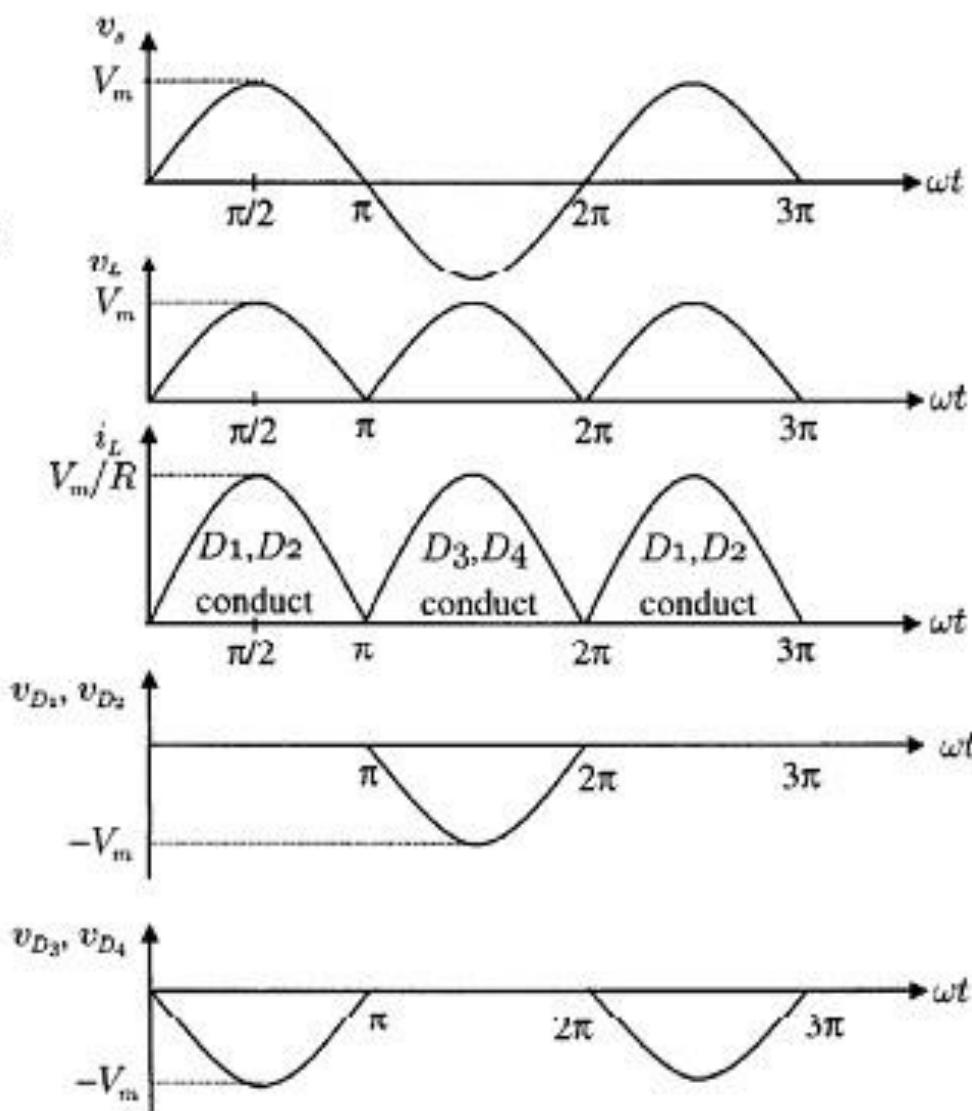




Bridge rectifier.

Proses penyearahan :

Ketika setengah periode pertama (polaritas +), dioda D1 dan D2 ON sedangkan dioda D3 dan D4 OFF. Selanjutnya, setengah periode kedua (polaritas -), dioda D3 dan D4 ON sedangkan dioda D1 dan D2 OFF



Voltage and current waveforms of the bridge rectifier.

Tegangan dan arus keluaran V_{dc} , I_{dc}

$$V_{dc} = \frac{2V_m}{\pi} = 0,6366 \text{ V}_m$$

$$I_{dc} = \frac{V_{dc}}{R} = \frac{0,6366 V_m}{R}$$

Tegangan dan arus rms (efektif)

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = 0,707 \text{ V}_m$$

$$I_{rms} = \frac{V_{rms}}{R} = \frac{0,707 \times V_m}{R}$$

Tegangan Balik Puncak

$$PIV = 2 \text{ V}_m$$

Crest Factor (CF)

$$I_s(\text{peak}) = \frac{V_m}{R}, \text{ dan } I_s = \frac{0,707 V_m}{R}$$

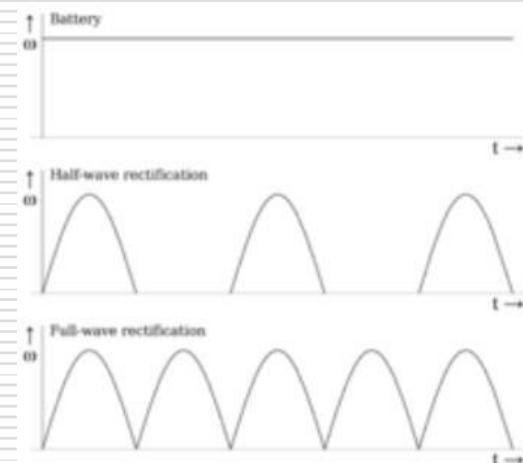
$$CF = \frac{I_{peak}}{I_s} = \frac{1}{0,707} = \sqrt{2}$$

☐ Tabel Kesimpulan Penyearah arus

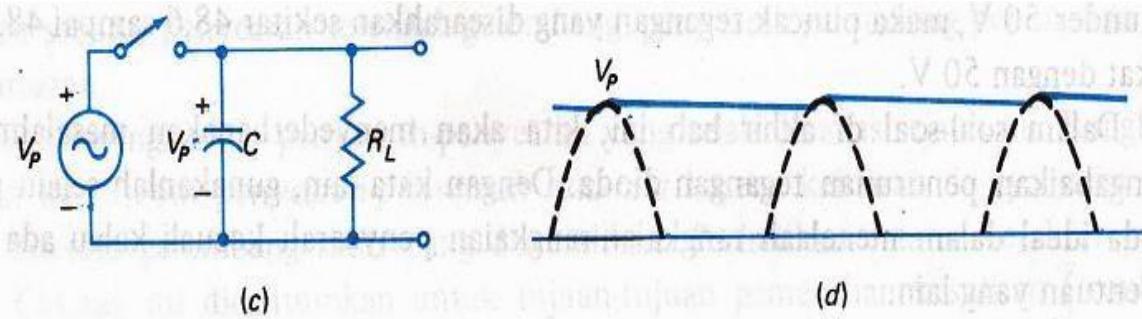
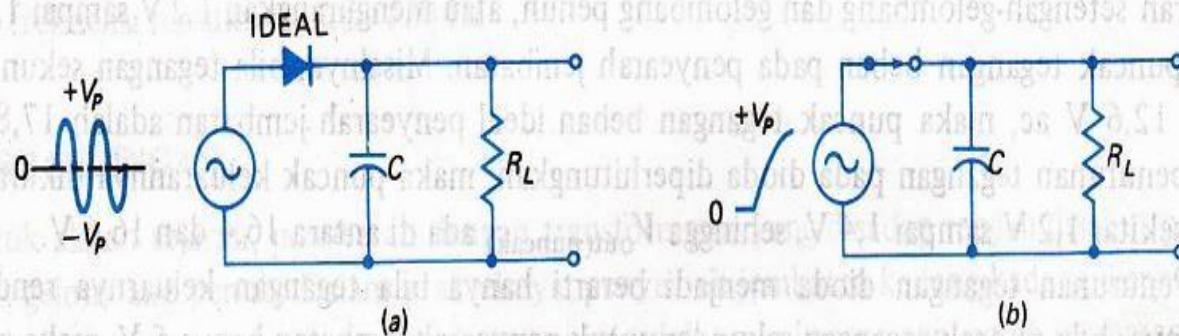
	Setengah-gelombang	Gelombang penuh	Jembatan
Banyaknya dioda	1	2	4
Puncak tegangan keluar	$V_2(\text{puncak})$	$0,5V_2(\text{puncak})$	$V_2(\text{puncak})$
Tegangan keluar dc	$0,318V_{\text{out}(\text{puncak})}$	$0,636V_{\text{out}(\text{puncak})}$	$0,636V_{\text{out}(\text{puncak})}$
Arus dioda dc	I_{dc}	$0,5I_{dc}$	$0,5I_{dc}$
Puncak tegangan balik	$V_2(\text{puncak})$	$V_2(\text{puncak})$	$V_2(\text{puncak})$
Frekuensi riak	f_{in}	$2f_{in}$	$2f_{in}$
Tegangan keluar dc	$0,45V_{2(\text{rms})}$	$0,45V_{2(\text{rms})}$	$0,9V_{2(\text{rms})}$

4. PENAPIS / FILTER KAPASITOR

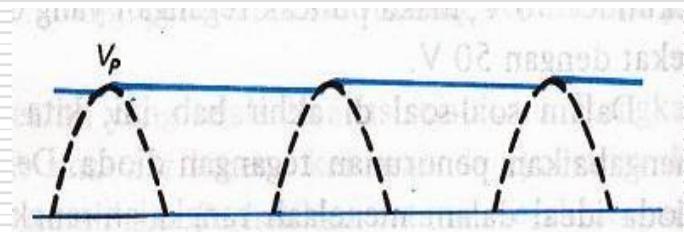
- ❑ Alasan penggunaan filter kapasitor pada penyearah arus adalah karena tegangan keluaran yang dihasilkan oleh penyearah arus, baik itu penyearah setengah gelombang, gelombang penuh atau jembatan masih berupa gelombang berdenyut.
- ❑ Penggunaan gelombang tegangan seperti ini hanya terbatas untuk pengisian baterai, menjalankan motor DC dan sedikit pemakaian lain.
- ❑ Kebanyakan rangkaian elektronika justru membutuhkan tegangan dengan bentuk gelombang yang sudah stabil dan besarnya tetap seperti tegangan yang berasal dari baterai.



4.1 Penapis / Filter Setengah Gelombang



- Hasil gelombang yang telah difilter dengan kapasitor seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



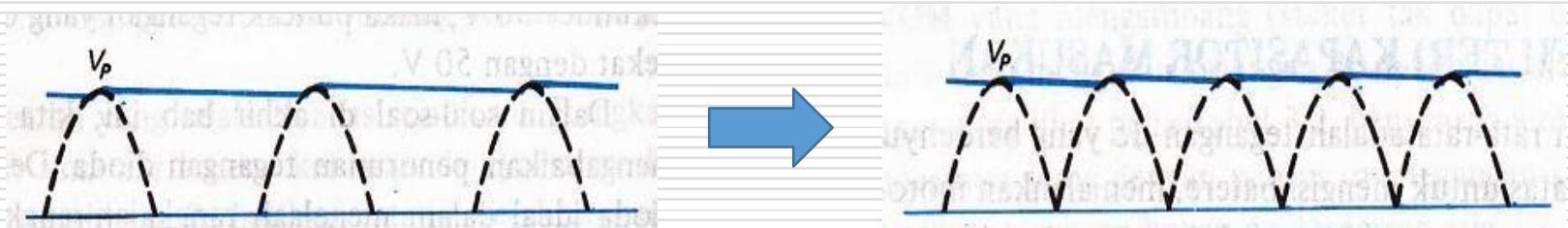
- Gelombang diatas hamper menyerupai tegangan DC yang sempurna, penyimpangan dari gelombang DC yang murni hanyalah riak (ripple) kecil yang disebabkan oleh pengisian dan pembuangan kapasitor.
- Sehingga gagasan pokok pada filter kapasitor adalah dengan membuat tetapan waktu pembuangan (perkalian RL dan C) lebih besar dari periode sinyal masukan.
- Tetapan pembuangan kapasitor :

$$T_p = RL * C$$



4.2 Penapis / Filter Gelombang Penuh

- ❑ Salah satu cara untuk mengurangi riak adalah dengan menggunakan penyearah gelombang penuh atau penyearah jembatan.
- ❑ Jadi frekuensinya menjadi 2x frekuensi setengah gelombang.
- ❑ kapasitornya diisi dua kali lebih sering dan hanya mempunyai setengah waktu pembuangan.
- ❑ Akibatkannya riak menjadi lebih kecil dan tegangan keluaran DC-nya lebih mendekati tegangan puncak.



□ Tegangan Riak (Vrip)

Tegangan riak pada penapis gelombang penuh atau jembatan besarnya adalah :

$$V_{rip} = \frac{I}{fC}$$

Dimana :

Vrip = tegangan riak ke puncak

F = frekuensi riak

C = kapasitansi

I = Arus beban DC

Contoh :

Sebuah penyiaran jembatan dengan filter kapasitor sebesar 470 uF dihubungkan dengan jala-jala PLN yang mempunyai frekuensi sebesar 60 Hz dan menghasilkan arus beban DC sebesar 10 mA. Hitung tegangan riak?

Jawab :

$$V_{rip} = \frac{10mA}{120Hz \cdot 470uF} = 0,177V$$

☐ Tuntunan Perancangan Filter

- ✓ Tegangan keluaran yang baik adalah tegangan yang mana tegangan riaknya kecil.
- ✓ Untuk merancang filter pada penyearah arus, digunakan aturan 10 %, artinya kapasitor yang dipilih untuk menjaga agar tegangan riak sekitar 10% dari tegangan puncak.
- ✓ Misalnya, jika tegangan puncak 15 V, maka pilihlah kapasitor yang membuat tegangan riak sekitar 1,5 V.

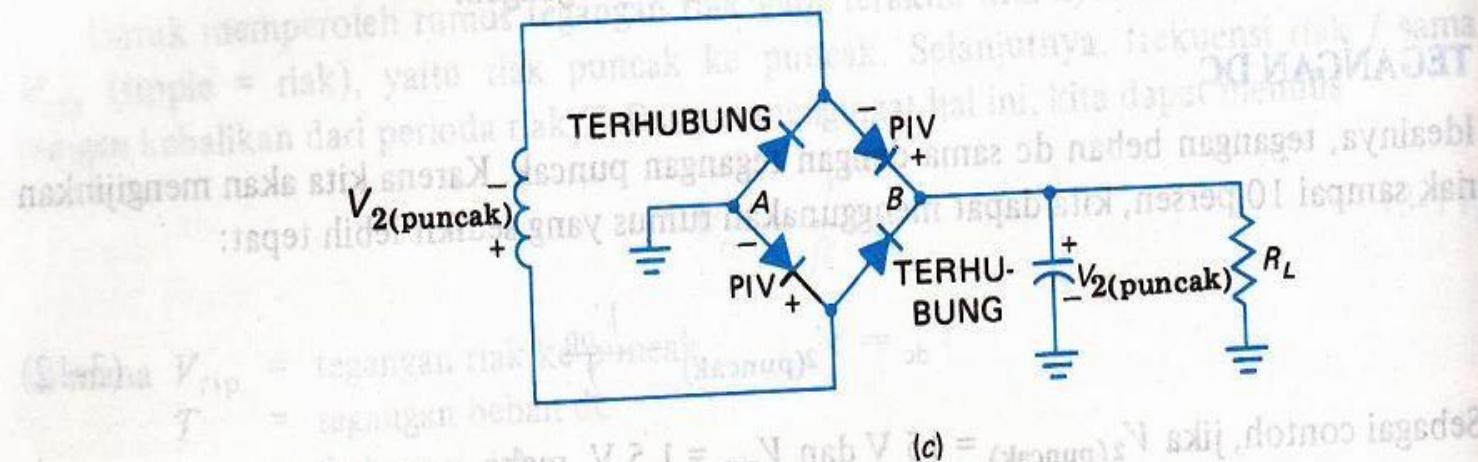
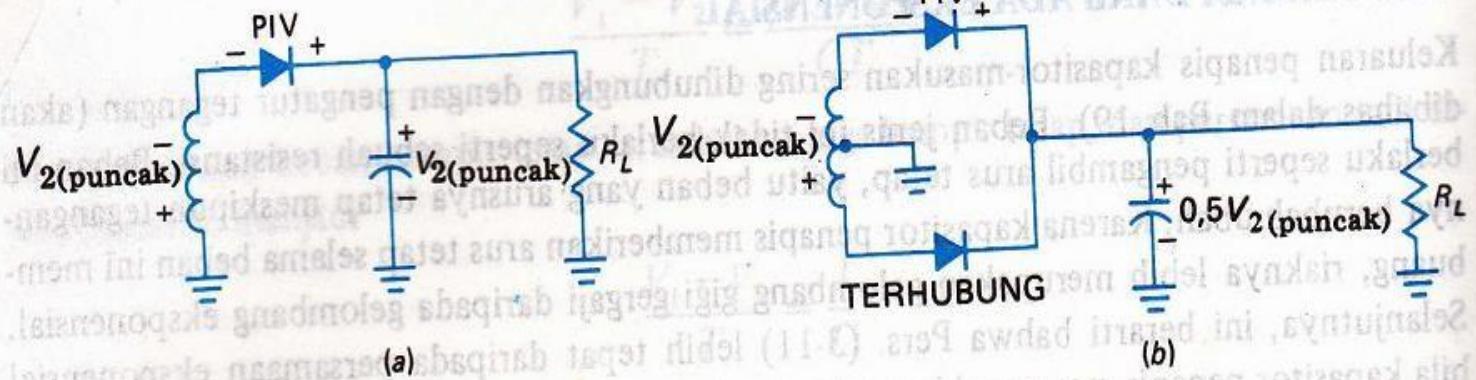
☐ Tegangan DC

- ✓ Idealnya, tegangan beban DC sama dengan tegangan puncak. Karena digunakan aturan 10%, maka digunakan rumus yang lebih tepat sbb:

$$V_{dc} = V_{2 \text{ (puncak)}} - \frac{V_{rip}}{2}$$

Contoh: Jika $V_2(\text{puncak}) = 15 \text{ V}$ dan $V_{rip} = 1,5 \text{ V}$ maka

$$V_{dc} = 15 - \frac{1,5}{2} = 14,25 \text{ V}$$



Tabel 3-3. Penyearah ideal dengan penapis kapasitor masukan.

	Setengah gelombang	Gelombang penuh	Jembatan
Jumlah dioda	1	2	4
Tegangan keluar dc	$V_2(\text{puncak})$	$0,5V_2(\text{puncak})$	$V_2(\text{puncak})$
Arus dioda dc	I_{dc}	$0,5I_{dc}$	$0,5I_{dc}$
Puncak tegangan balik	$2V_2(\text{puncak})$	$V_2(\text{puncak})$	$V_2(\text{puncak})$
Frekuensi riak	f_{in}	$2f_{in}$	$2f_{in}$
Tegangan keluar dc	$1,41V_2(\text{rms})$	$0,707V_2(\text{rms})$	$1,41V_2(\text{rms})$



TERIMA KASIH

