



# RECTIFIER

## Penyarah Gelombang

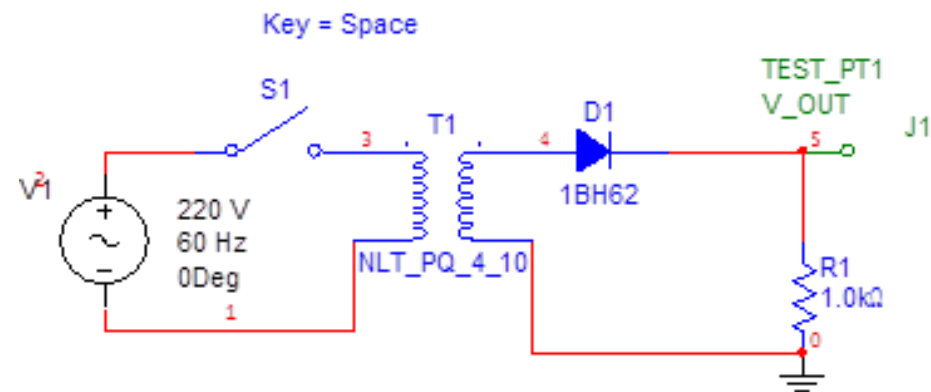
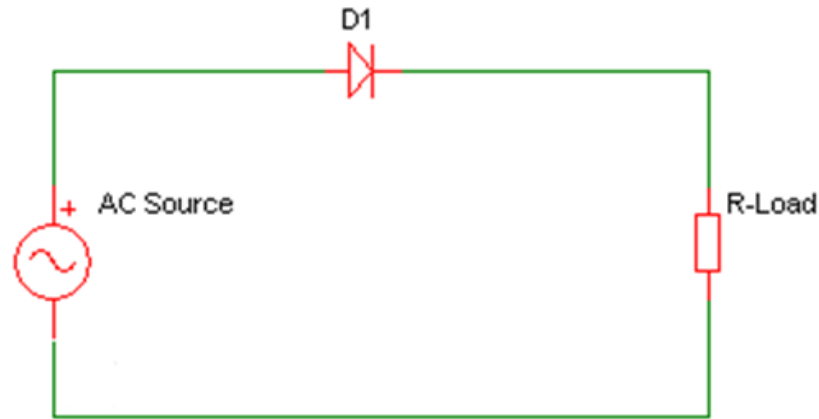
PDS

# RANGKAIAN PENYEARAH (RECTIFIER)

- Rangkaian penyearah gelombang merupakan rangkaian yang berfungsi untuk merubah arus bolak-balik (alternating current/AC) menjadi arus searah (Direct Current/DC).
- Komponen elektronika yang berfungsi sebagai penyearah adalah dioda.
- RANGKAIAN PENYEARAH TERBAGI ATAS:
  1. RANGKAIAN PENYEARAH SETENGAH GELOMBANG
  2. RANGKAIAN PENYEARAH GELOMBANG PENUH

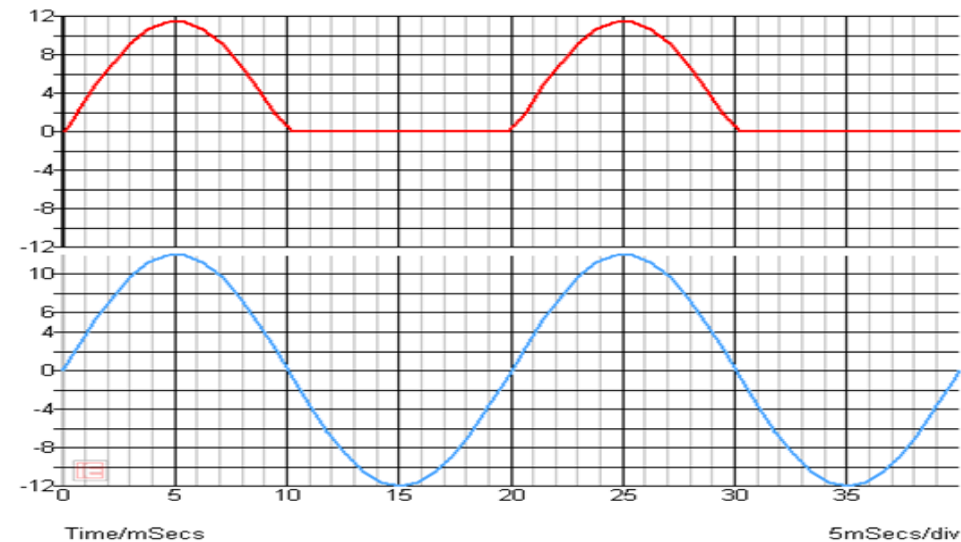
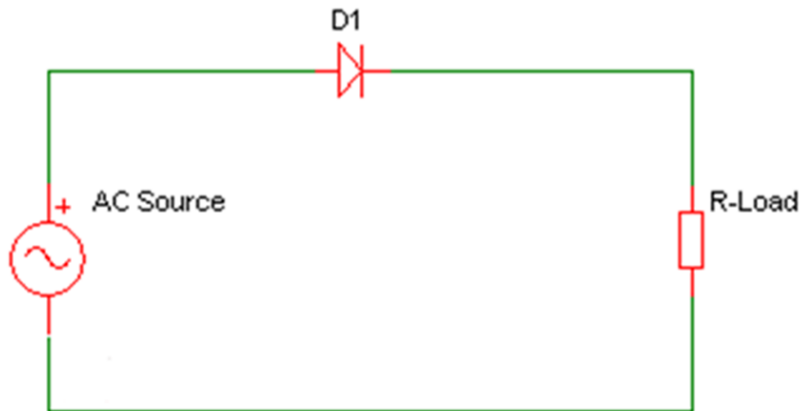
# 1. RANGKAIAN PENYEARAH SETENGAH GELOMBANG

- Merupakan rangkaian penyearah sederhana yang hanya dibangun menggunakan satu diode saja, seperti diilustrasikan pada gambar berikut:



# Prinsip kerja

- Prinsip kerja dari rangkaian penyearah setengah gelombang :
  - pada saat setengah gelombang pertama (puncak) melewati diode yang bernilai positif menyebabkan diode dalam keadaan “forward bias” sehingga arus dari setengah gelombang pertama ini bisa melewati dioda.
  - Pada setengah gelombang kedua (lembah) yang bernilai negative yang meyebabkan diode dalam keadaan “reverse bias” sehingga arus dan setengah gelombang yang kedua tidak bisa melewati dioda.
  - Gambar hasil keluaran dari penyearah setengah gelombang :



- Rangkaian penyearah setengah gelombang ini memiliki kelemahan pada kualitas arus DC yang dihasilkan.
- Arus DC rata-rata yang dihasilkan dari rangkaian ini hanya 0,318 dari arus maksimumnya.
- Nilai tegangan ripple:

$$V_{rms} = \frac{V_P}{\sqrt{2}} \quad V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} V_p^2 \left( \sin(\varphi) - \frac{1}{\pi} \right)^2 d\varphi} = 0.385V_p$$

- Tegangan rata-rata DC pada penyearah setengah gelombang adalah:

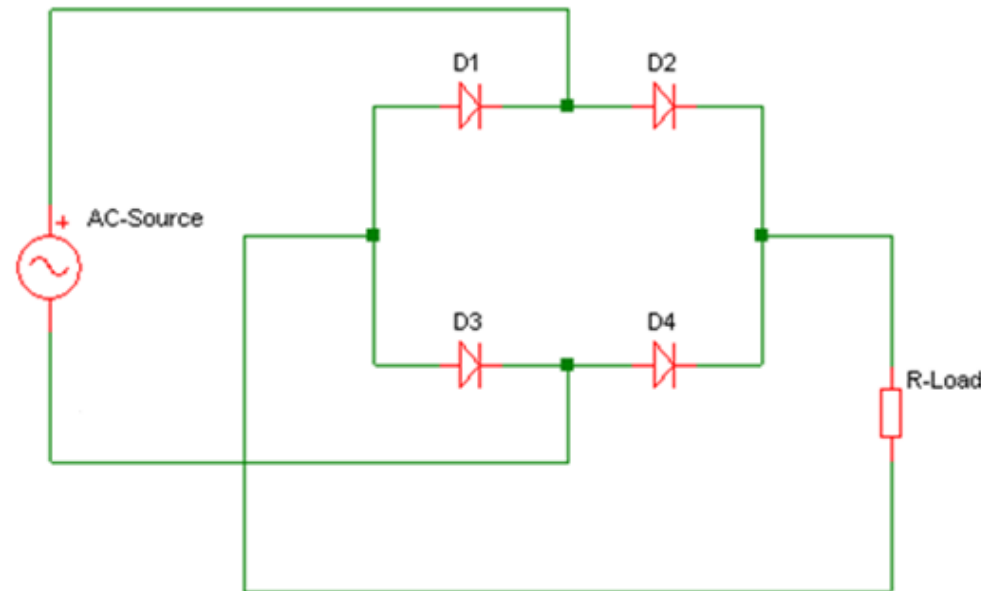
$$V_{dc} = \frac{V_P}{\pi} = 0,318V_P \quad V_{dc} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} V_p \sin(\varphi) d\varphi = \frac{V_p}{\pi} = 0.318V_p$$

- Frekuensi output:

$$f_{OUT} = f_{IN}$$

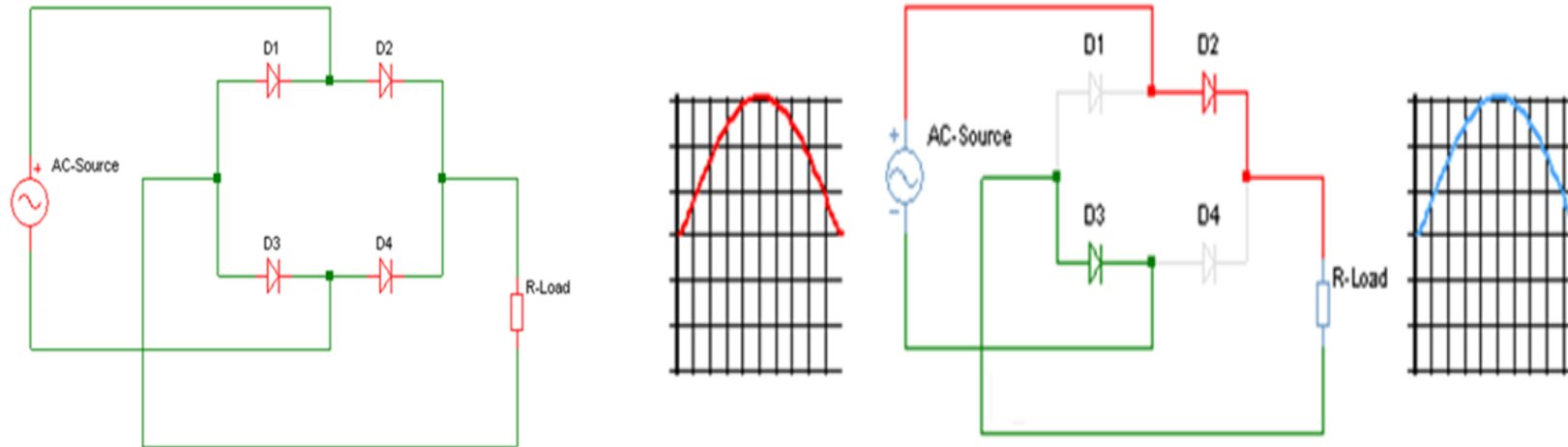
## 2. RANGKAIAN PENYEARAH GELOMBANG PENUH

- Rangkaian penyearah gelombang penuh dengan dioda bridge
- Rangkaian diode jembatan adalah rangkaian penyearah gelombang penuh yang paling populer dan paling banyak digunakan dalam rangkaian elektronika.
- Rangkaian diode jembatan menggunakan empat diode sebagai penyearah-nya, seperti terlihat pada gambar berikut :



# Prinsip kerja

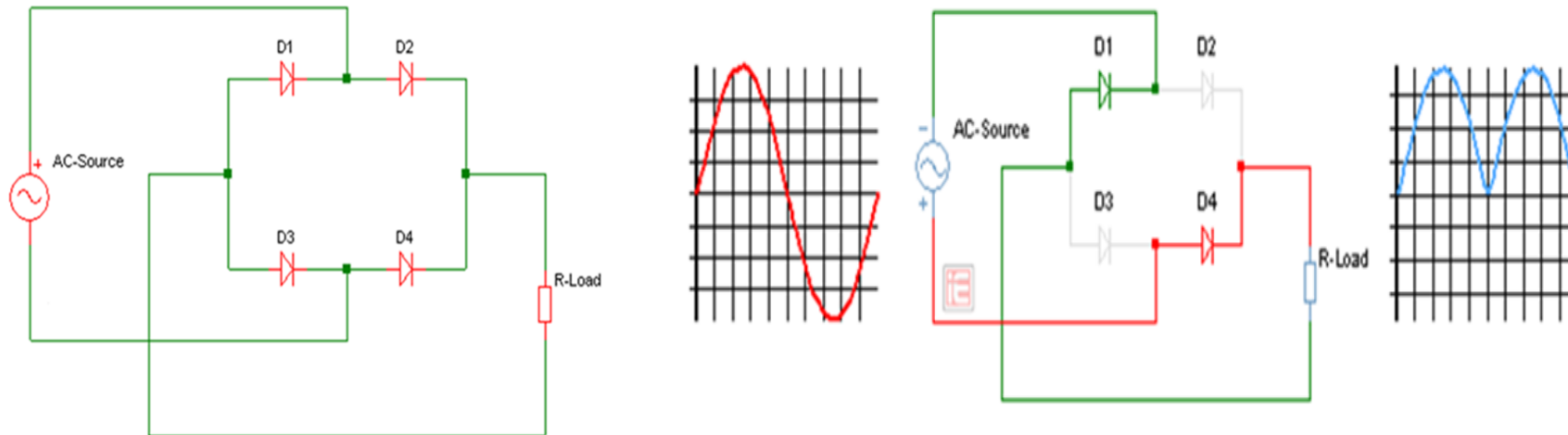
- Prinsip kerja dari rangkaian diode jembatan ini adalah
  - ketika arus setengah gelombang pertama terminal AC-source bagian atas bernilai positif, sehingga arus akan mengalir ke beban (R-load) melalui D2 yang bersifat (forward bias) dan dari R-load akan dikembalikan ke AC-source melalui D3.
- Hal ini diperlihatkan pada ilustrasi gambar dibawah ini, dimana jalur arus yang disearahkan diberi warna merah.



# Prinsip kerja

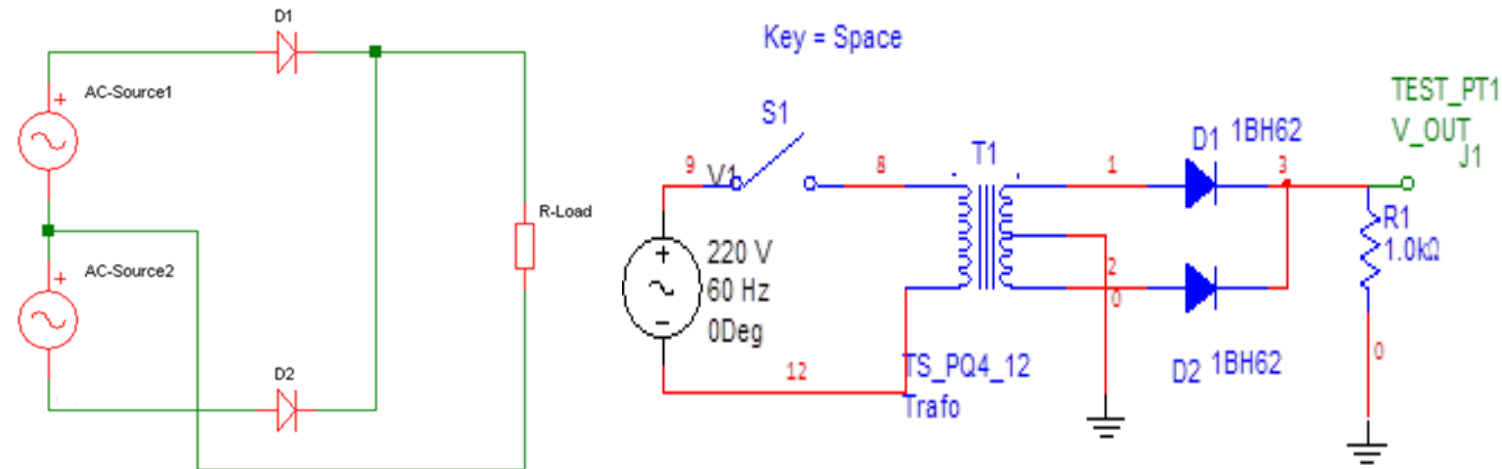
2. Sedangkan pada setengah gelombang kedua, terminal AC-source bagian bawah yang kini bernilai positif sehingga arus yang mengalir ke beban (R-load) melalui D4 (forward bias) dan dari R-load akan dikembalikan ke AC-source melalui D1.

- Hal ini diperlihatkan pada ilustrasi gambar dibawah ini, dimana jalur arus yang di searahkan diberi warna merah.



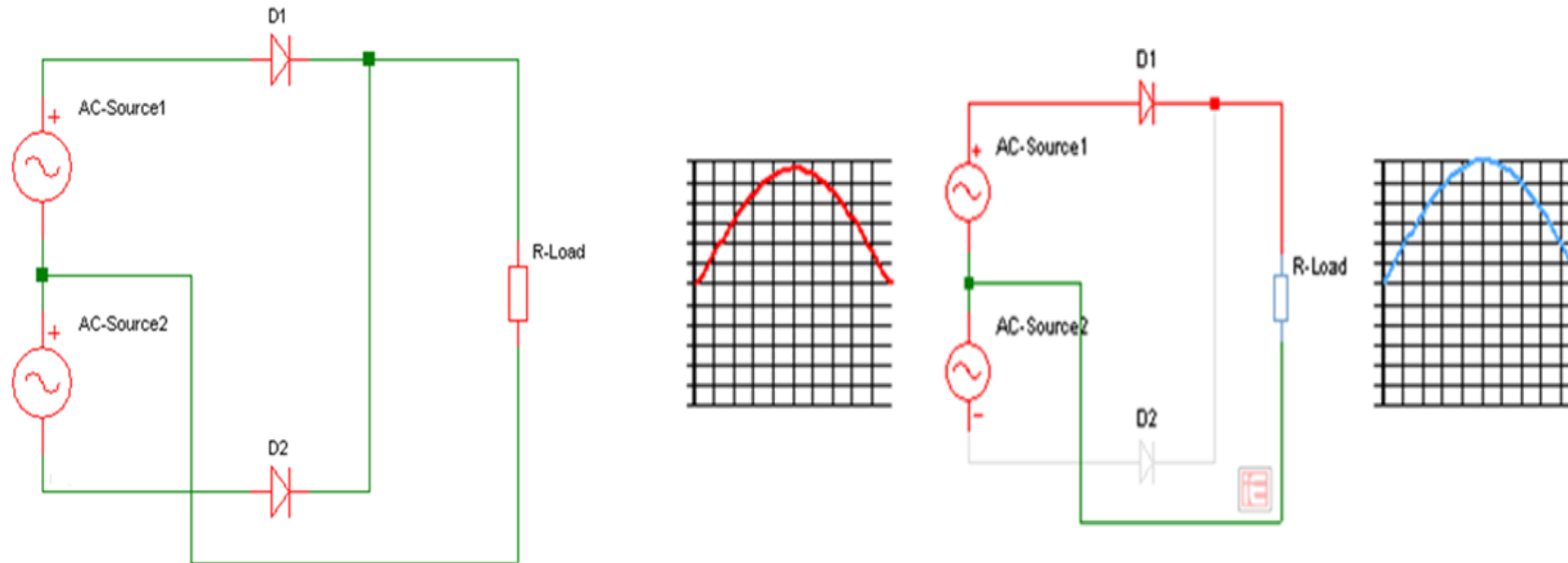


- **Rangkaian penyearah gelombang penuh dengan center tap**
- rangkaian penyearah gelombang penuh yang menggunakan “center tap design” digunakan pada sumber arus bolak-balik(AC) yang memiliki “Center Tap (CT)” contohnya pada transformator CT.
- Contoh penyearah “center tap design” diperlihatkan pada gambar berikut ini:



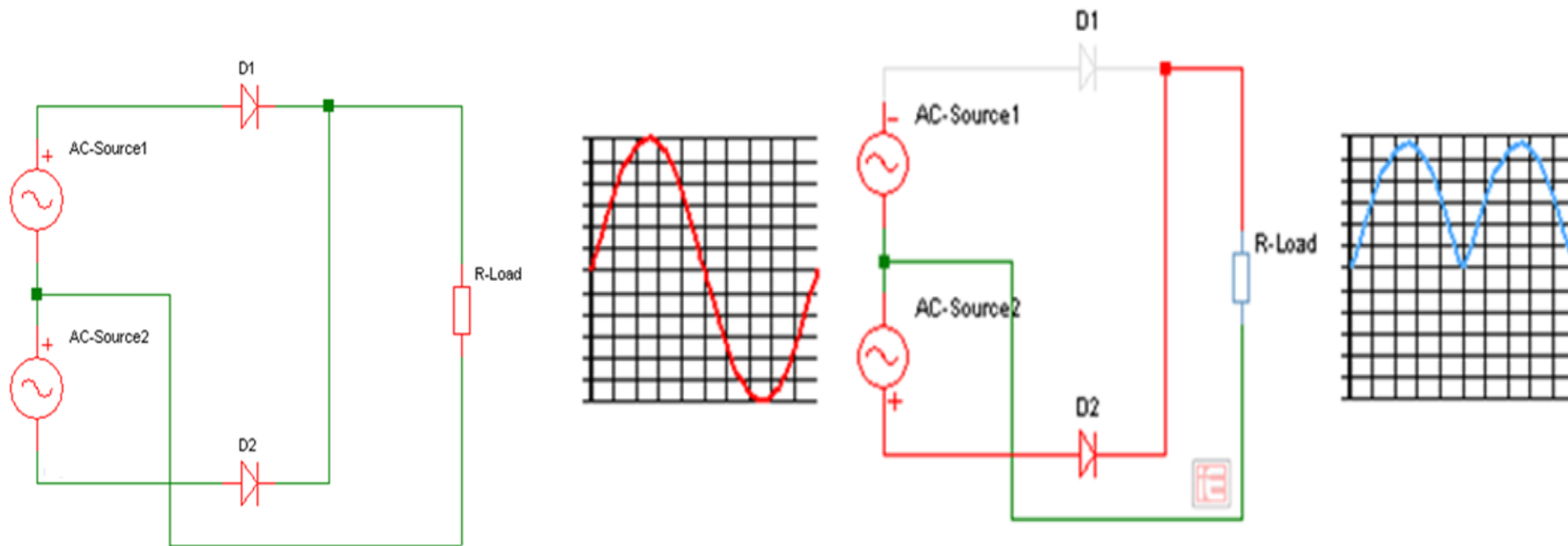
# Prinsip kerja

- Prinsip kerja dari rangkaian penyearah “center tap design” ini adalah
- pada suatu saat arus setengah gelombang pertama pada AC-source 1 bernilai positif, maka arus akan mengalir ke beban (R-load) melalui D1 (forward bias).
- Sedangkan pada arus setengah gelombang pertama pada AC-source 2 bernilai negatif akan ditahan (blocking) oleh D2 (reverse bias) sehingga tidak dapat mengalir ke beban, hal ini diilustrasikan pada gambar berikut:



# Prinsip kerja

- Pada arus setengah gelombang kedua pada AC-source1 bernilai negative sehingga arus ditahan (blocking) oleh D1 (reverse bias) dan tidak dapat mengalir ke beban, tetapi sebaliknya pada saat arus setengah gelombang kedua pada AC-source2 bernilai positif, maka arus akan mengalir ke beban (R-load) melalui D2 (forward bias). Sehingga menghasilkan penyearah gelombang penuh dari AC ke DC, seperti diilustrasikan pada gambar berikut:



- Tegangan rata-rata DC pada penyearah sinyal gelombang penuh:

$$V_{dc} = \frac{2V_p}{\pi} \quad V_{dc} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} V_p \sin(\varphi) d\varphi = \frac{2V_p}{\pi} = 0.636V_p$$

- Frekuensi output:

$$f_{OUT} = 2f_{IN}$$

- Nilai tegangan ripple :

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} V_p^2 \left( \sin(\varphi) - \frac{2}{\pi} \right)^2 d\varphi} = 0.308V_p$$

- Arus DC rata-rata yang dihasilkan dari rangkaian penyearah gelombang penuh ini adalah dua kali dari arus rata-rata yang dihasilkan oleh penyearah setengah gelombang yakni:

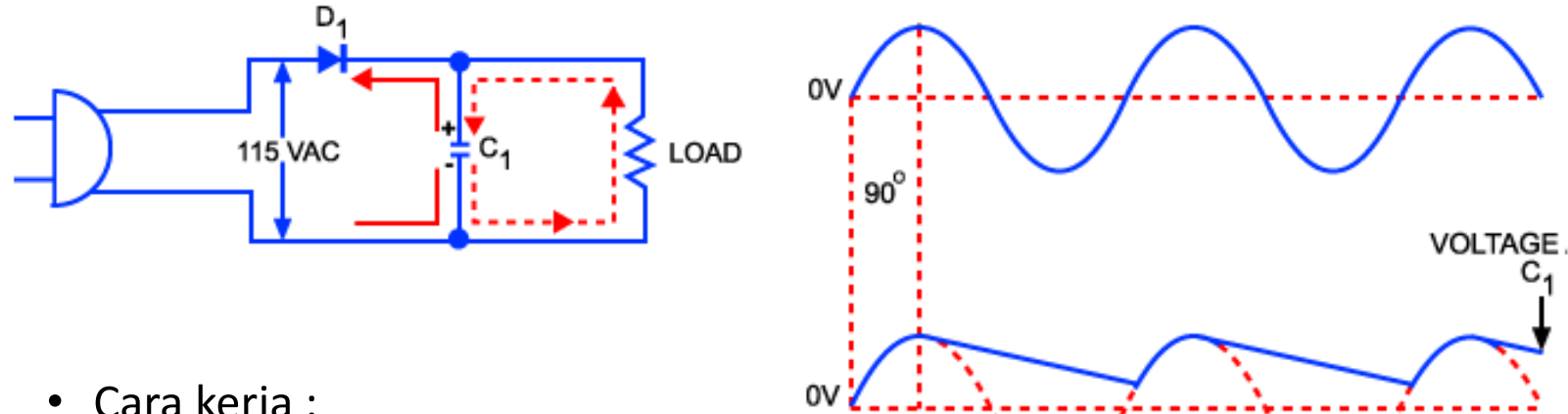
$$I_{AV} = 0.637 I_{max}$$

# CATU DAYA TEREGULASI

- Suatu cara yang digunakan untuk menghilangkan gangguan pada rangkaian penyearah gelombang, sehingga arus DC yang dihasilkan menjadi lebih halus dan ideal.
- Gangguan atau sinyal yang tidak diinginkan disebut sebagai ripple.
- Ripple tidak bisa dihilangkan tetapi hanya bisa dikurangi.
- Cara yang digunakan untuk menghilangkan ripple adalah dengan cara filtering atau penyaringan.
- Komponen yang digunakan untuk filter adalah kapasitor.
- Faktor ripple adalah perbandingan antara tegangan ripple dengan tegangan DC yang dihasilkan. Dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$r = \frac{V_{rms}}{V_{dc}} \times 100\%$$

## Contoh filtering pada rangkaian penyearah setengah gelombang.



- Cara kerja :
- ketika suatu capasitor d..... Pada saat anoda  $D_1$  mendapat pulsa positif,  $D_1$  langsung konduksi dan capasitor mulai mengisi.
- Ketika capasitor telah mencapai tegangan puncak,  $D_1$  menyumbat karena katodanya lebih positif daripada anodanya.
- Capasitor harus membuang (discharge) muatannya melalui beban yang mempunyai resisten tertentu.
- Oleh karenanya waktu discharge capasitor lebih lama dibanding waktu yang dibutuhkan AC untuk melakukan satu periode (cycle).
- Akibatnya sebelum capasitor mencapai nol volt diisi kembali oleh pulsa berikutnya.



- Tegangan yang keluar akan berbentuk gigi gergaji dengan tegangan *ripple* yang besarnya adalah :

.....(1)

$$V_r = V_M - V_L$$

- Dengan tegangan DC adalah:

$$V_{dc} = V_M + V_r/2$$

• ..... (2)

- Rangkaian penyearah yang baik adalah yang memiliki tegangan ripple yang paling kecil.
- $V_L$  adalah tegangan *discharge* atau *pengosongan* kapasitor  $C$ , sehingga dapat ditulis :

$$V_L = V_m e^{-T/RC} \dots\dots\dots(3)$$

- Jika persamaan (3) disubsitusi ke rumus (1), maka diperoleh :

$$V_r = V_m (1 - e^{-T/RC}) \dots\dots\dots(4)$$

- Jika  $T \ll RC$ , dapat ditulis :

$$e^{-T/RC} = 1 - T / RC \dots\dots\dots(5)$$

- sehingga jika ini disubsitusi ke rumus (4) dapat diperoleh persamaan yang lebih sederhana :

$$V_r = V_m (T / RC) \dots\dots\dots(6)$$

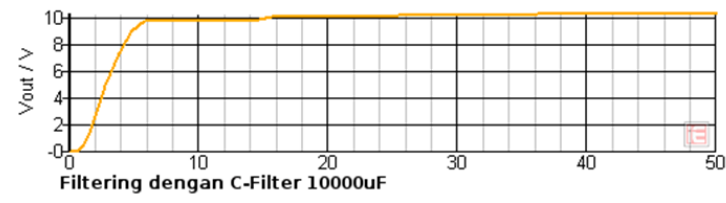
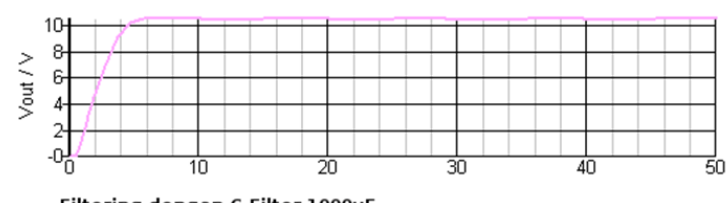
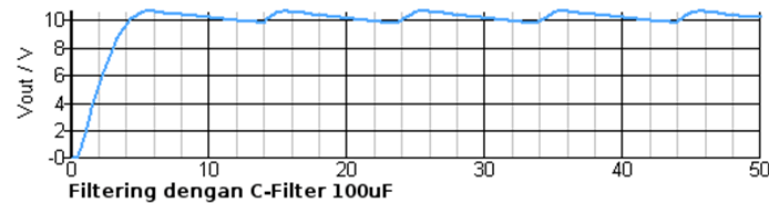
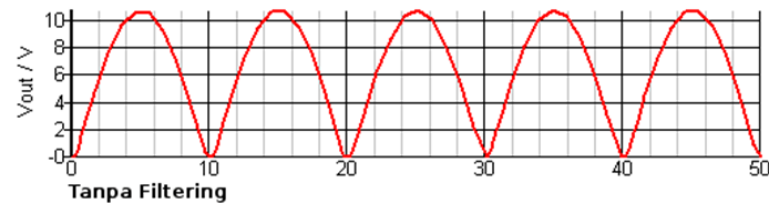


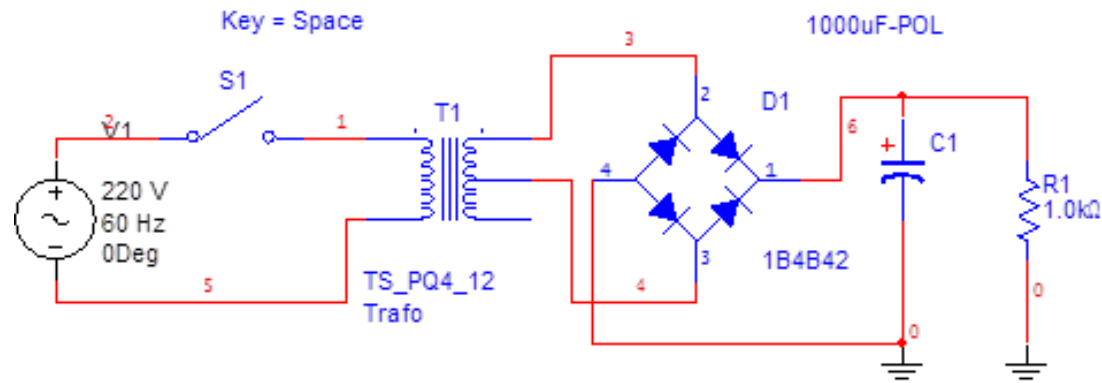
- $V_m/R$  tidak lain adalah beban  $I$ , sehingga dengan ini terlihat hubungan antara beban arus  $I$  dan nilai kapasitor  $C$  terhadap tegangan *ripple*  $V_r$
- Perhitungan ini efektif untuk mendapatkan nilai tegangan ripple yang diinginkan.

- Sehingga:

$$V_r = I(T / C) \dots \dots \dots (7)$$

- Untuk penyederhanaan biasanya dianggap  $T=T_p$ , yaitu periode satu gelombang sinus dari jala-jala listrik yang frekuensinya 50Hz atau 60Hz.
- Jika frekuensi jala-jala listrik 50Hz, maka pada penyearah setengah gelombang berlaku:  $T = T_p = 1/f = 1/50 = 0.02$  det..
- Untuk penyearah gelombang penuh, tentu saja frekuensi gelombangnya dua kali dari setengah gelombang.





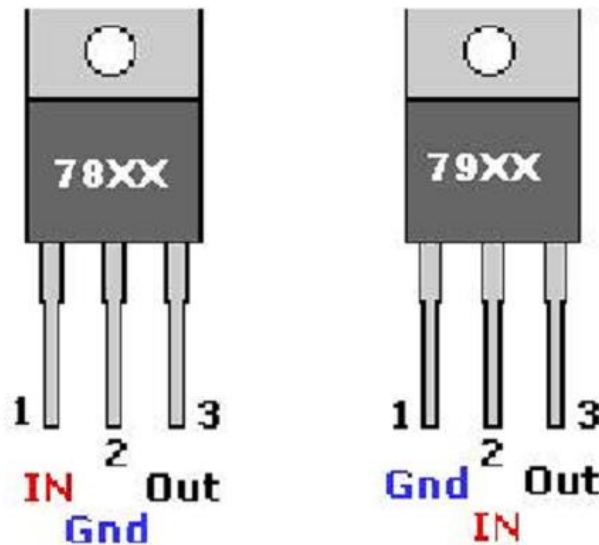
## Contoh:

- Sebagai contoh, anda mendisain rangkaian penyearah gelombang penuh dari catu jalajala listrik 220V/50Hz untuk mensuplai beban sebesar 0.5 A. Berapa nilai kapasitor yang diperlukan sehingga rangkaian ini memiliki tegangan *ripple* yang tidak lebih dari 0.75 Vpp.
- $C = I.T/V_r = (0.5) (0.01)/0.75 = 6600 \text{ uF}.$

# Voltage regulator

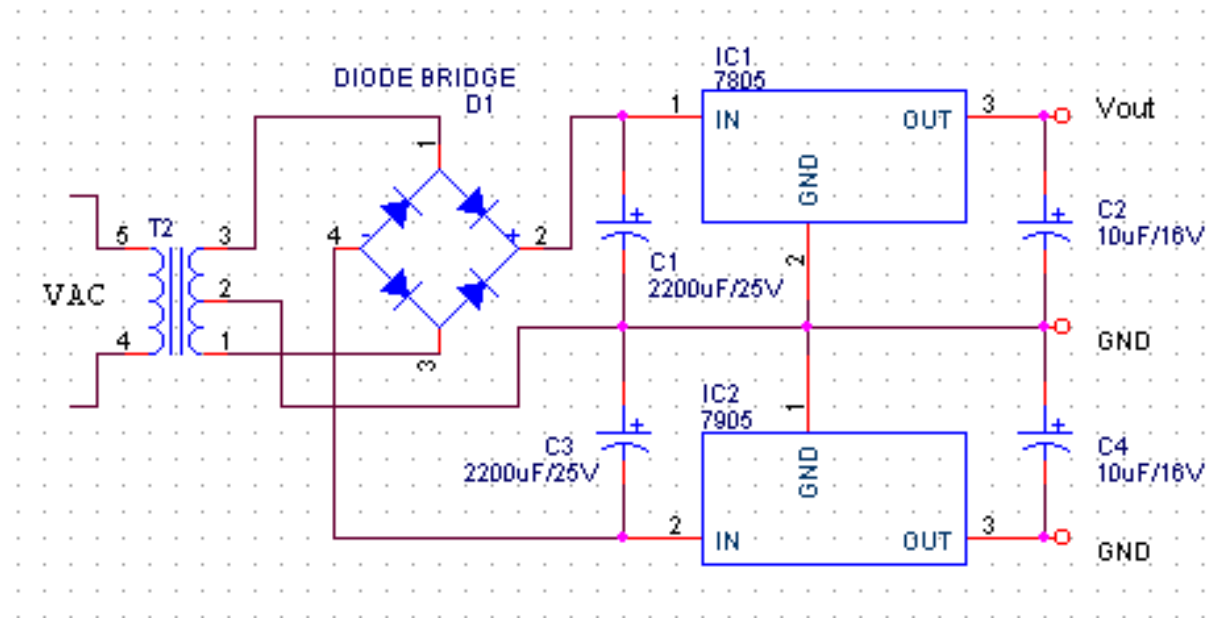
- Regulator Voltage berfungsi sebagai filter tegangan agar sesuai dengan keinginan.
- Oleh karena itu biasanya dalam rangkaian power supply maka IC Regulator tegangan ini selalu dipakai untuk stabilnya outputan tegangan.
- Berikut susunan kaki IC regulator tersebut.

Susunan Kaki IC Regulator



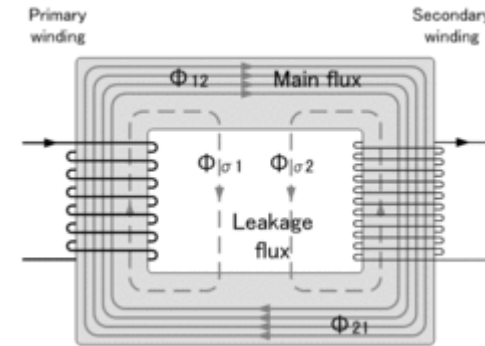
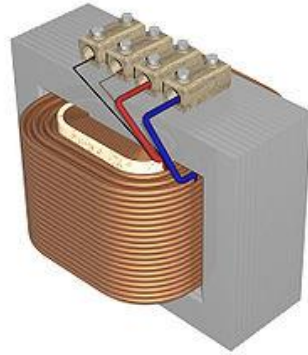
- Tipe 78XX untuk regulator tegangan positif
- Tipe 79XX untuk regulator tegangan negatif

- Misalnya 7805 adalah regulator untuk mendapat tegangan 5 volt dan 7812 regulator tegangan 12 volt dan seterusnya.
- Sedangkan seri 79XX misalnya adalah 7905 dan 7912 yang berturut-turut adalah regulator tegangan negatif 5 dan 12 volt.



# TRANSFORMATOR

- **Transformer** atau transformer atau trafo adalah komponen elektromagnetik yang dapat mengubah taraf suatu tegangan AC ke taraf yang lain.



- Hal ini berhubungan dengan jumlah lilitan primer dan lilitan sekunder pada trafo.
- Hubungan antara lilitan primer dan sekunder adalah :

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} , \text{ dengan daya pada trafo adalah } P_p = P_s$$

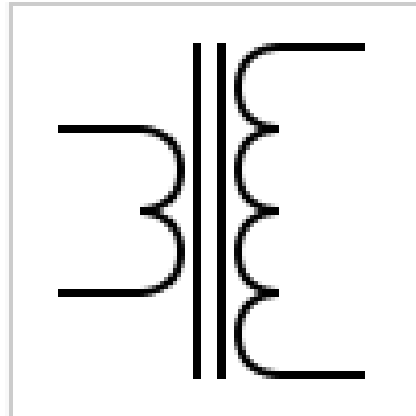
Dimana  $P_p = V_p \cdot I_p$  dan  $P_s = V_s \cdot I_s$

maka  $V_p \cdot I_p = V_s \cdot I_s$

# JENIS-JENIS TRAFO

## 1. Step-Up

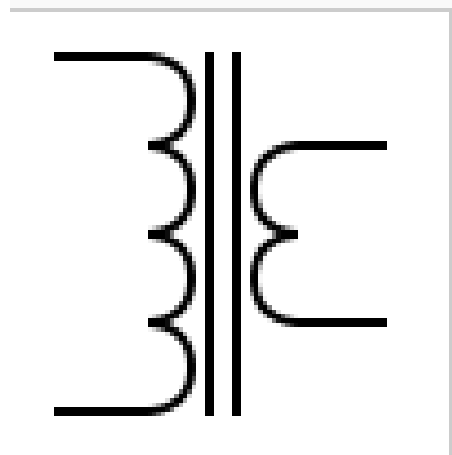
- Transformator step-up adalah transformator yang memiliki lilitan sekunder lebih banyak daripada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penaik tegangan.
- Transformator ini biasa ditemui pada pembangkit tenaga listrik sebagai penaik tegangan yang dihasilkan generator menjadi tegangan tinggi yang digunakan dalam transmisi jarak jauh.
- lambang transformator step-up



# JENIS-JENIS TRAF0

## 2. Step-Down

- Transformator step-down memiliki lilitan sekunder lebih sedikit daripada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penurun tegangan.
- Transformator jenis ini sangat mudah ditemui, terutama dalam adaptor AC-DC.
- lambang transformator step-down



Berikut adalah rumus untuk menentukan tegangan , arus dan lilitan pada sebuah trafo.

**Contoh :**

*Jika diketahui :*

$V_P$  : 220 V

$N_P$  : 734 lilit

$N_S$  : 80 lilit

$I_S$  : 0,8 A

Hitung tegangan sekunder trafo ( $V_S$ ):

Jawab:

$$\frac{V_S}{V_P} = \frac{N_S}{N_P} \longrightarrow V_S = V_P \cdot \frac{N_S}{N_P} = 220V \cdot \frac{80}{734} = 24V$$

Menghitung arus sekunder trafo:

$$\frac{V_S}{V_P} = \frac{I_P}{I_S} \longrightarrow I_P = I_S \cdot \frac{N_S}{N_P} = 0,8A \cdot \frac{80}{734} = 0,087A = 87mA$$

Menghitung daya trafo:

$$P = V_S \cdot I_S = V_P \cdot I_P \longrightarrow P = V_S \cdot I_S = 24V \cdot 0,8A = 19,2W$$



Thank You