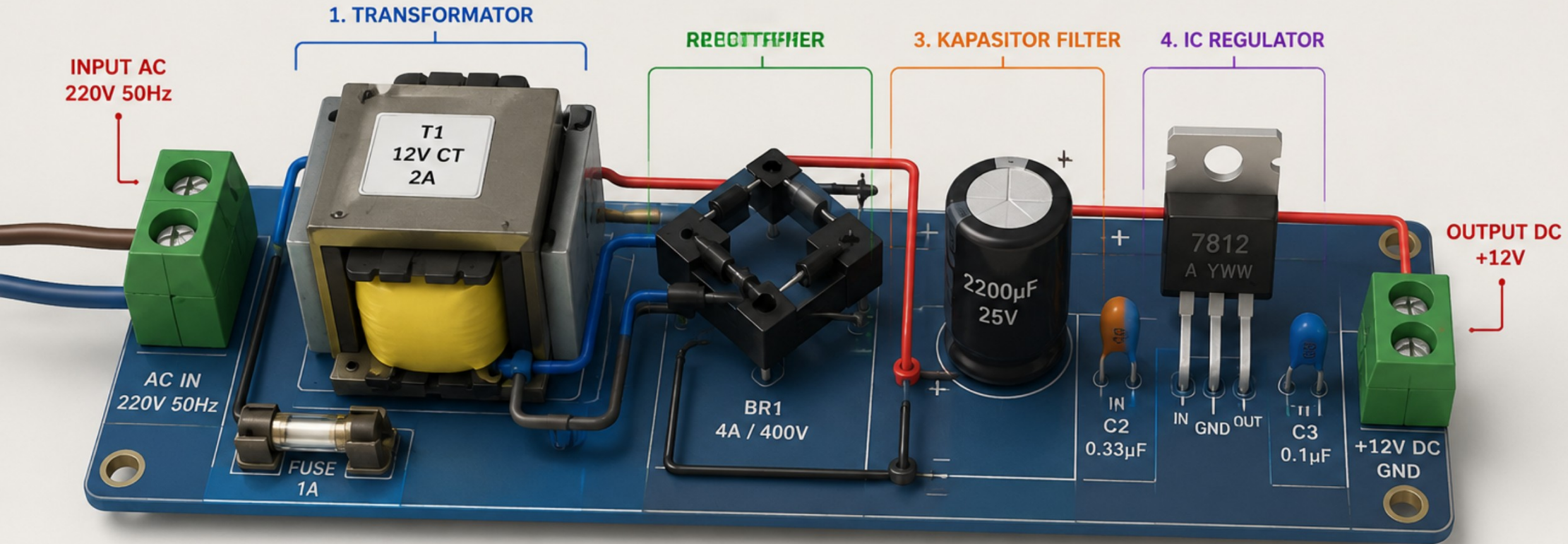


POWER SUPPLY LINEAR



1. TRANSFORMATOR

Menurunkan tegangan AC 220V menjadi 12V AC CT



2. DIODA RECTIFIER

Mengubah AC menjadi DC berdenyut



3. KAPASITOR FILTER

Menyaring DC berdenyut menjadi DC lebih rata



4. IC REGULATOR

Menstabilkan tegangan DC menjadi 12V DC konstan



OUTPUT

+12V DC (Stabil)



SPESIFIKASI CONTOH

- Input AC : 220V AC 50Hz
- Transformator : 12V CT 2A
- Dioda Rectifier : Bridge 4A / 400V
- Kapasitor Filter : 2200µF / 25V
- IC Regulator : 7812 (12V)
- Output : +12V DC / max 1.5A (dengan heatsink)

RUMUS UTAMA

- V_p (puncak) = $V_{rms} \times \sqrt{2}$
- V_{DC} (setelah rectifier) = $V_p - 2 \times V_p$
- V_{ripple} (perkiraan) = $I_{load} / (f \times C)$
- V_{DC} (setelah filter) $\approx V_p - (V_{ripple} / 2)$
- V_{out} (regulator) = 12V DC (stabil)

KETERANGAN KOMPONEN

- F1 = Sekring 1A
- T1 = Transformator 12V CT 2A
- BR1 = Dioda Bridge 4A / 400V
- C1 = Kapasitor Elektrolit 2200µF/25V
- C2 = Kapasitor 0.33µF (stabilitas regulator)
- C3 = Kapasitor 0.1µF (stabilitas regulator)
- IC = IC Regulator 7812 (12V)

TRANSFORMATOR (STEP-DOWN)

Menurunkan Tegangan AC 220 V dari Jala-jala Menjadi Tegangan AC yang Lebih Rendah



Transformator (Trafo) adalah alat listrik statis yang bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik untuk memindahkan energi listrik AC dari satu rangkaian ke rangkaian lain melalui medan magnet, tanpa hubungan listrik langsung.

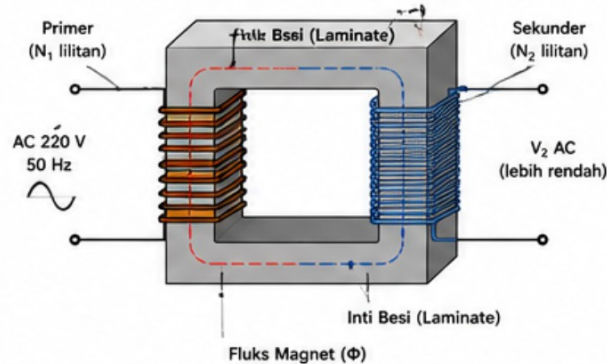
FUNGSI STEP-DOWN

Menurunkan tegangan AC 220 V dari jala-jala menjadi tegangan AC yang lebih rendah sesuai kebutuhan rangkaian.

KARAKTERISTIK UMUM TRAFU IDEAL

- ✓ Frekuensi tidak berubah
- ✓ Daya keluaran $\approx$ daya masukan ($P_{out} \approx P_{in}$)
- ✓ Tidak ada rugi-rugi (kehilangan tembaga & inti diabaikan)
- ✓ Arus berbanding terbalik dengan tegangan

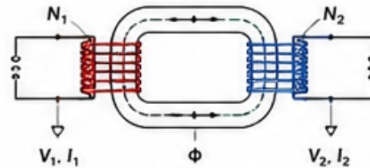
1. KONSTRUKSI TRANSFORMATOR



Inti besi berlaminasi berfungsi memperkuat dan menyalurkan fluks magnet serta mengurangi rugi arus eddy.

2. PRINSIP KERJA

Tegangan AC pada kumparan primer (N_1) menimbulkan fluks magnet bolak-balik (Φ) pada inti besi. Fluks ini menginduksi tegangan pada kumparan sekunder (N_2) sesuai hukum Faraday.



Hukum Transformator (Trafo Ideal)

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

$$P_{in} = P_{out} \quad (V_1 I_1 \approx V_2 I_2)$$

Keterangan:

V_1 = Tegangan primer (input)
 V_2 = Tegangan sekunder (output)
 N_1 = Jumlah lilitan primer
 N_2 = Jumlah lilitan sekunder
 I_1 = Arus primer
 I_2 = Arus sekunder

3. TRAFU STEP-DOWN

Jika jumlah lilitan sekunder (N_2) lebih sedikit daripada lilitan primer (N_1), maka tegangan keluaran akan lebih rendah.

$$\text{Syarat Step-Down : } N_2 < N_1 \rightarrow V_2 < V_1$$

Contoh:

- $V_1 = 220 \text{ V AC}$
- $N_1 = 2200$ lilitan
- $N_2 = 220$ lilitan

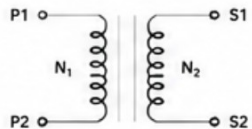
$$V_2 = V_1 \times \frac{N_2}{N_1} \\ = 220 \times \frac{220}{2200} = 22 \text{ V AC}$$

Contoh Perbandingan Lilitan dan Tegangan (Step-Down)

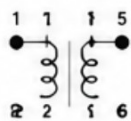
N_1 (Primer)	N_2 (Sekunder)	V_1 (Input)	V_2 (Output)	Jenis
2200	1100	220 V AC	110 V AC	Step-Down
2200	440	220 V AC	44 V AC	Step-Down
2200	220	220 V AC	22 V AC	Step-Down
2200	120	220 V AC	12 V AC	Step-Down
2200	6	220 V AC	0,6 V AC	Step-Down

4. SIMBOL TRANSFORMATOR

Simbol Skematik



Simbol pada PCB



5. JENIS TRAFU STEP-DOWN YANG UMUM DIGUNAKAN



Trafo Laminasi EI
(Plat Besi Silikon)



Trafo Toroid



Trafo PCB
(Encapsulated)



Trafo CT (Center Tap)
(untuk catu daya)

6. APLIKASI TRAFU STEP-DOWN



Catu daya
(PSU)



Rangkaian
elektronika



Amplifier
audio



Penerangan
(LED driver)



Charger
baterai

7. HAL-HAL PENTING DALAM PENGGUNAAN TRAFU

- ✓ Pastikan tegangan dan arus keluaran sesuai kebutuhan rangkaian.
- ✓ Perhatikan daya maksimum (VA) trafo agar tidak kelebihan beban (overload).
- ✓ Jangan menghubungkan trafo ke DC (hanya untuk AC).
- ✓ Gunakan sekering (fuse) pada sisi primer untuk proteksi.
- ✓ Pastikan ventilasi baik agar trafo tidak terlalu panas.

PERHATIAN!



Trafo yang bekerja pada beban lebih akan menjadi panas dan dapat rusak.



Gunakan sesuai spesifikasi tegangan, arus, dan daya.

8. SPESIFIKASI TRAFU (PARAMETER PENTING)

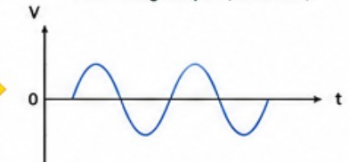
Parameter	Keterangan
Tegangan Primer (V_1)	Tegangan input dari jala-jala AC (umumnya 220 V AC)
Tegangan Sekunder (V_2)	Tegangan output sesuai kebutuhan (lebih rendah)
Arus Sekunder (I_2)	Arus maksimum yang dapat diambil
Daya (VA)	Perkalian maksimum $V_2 \times I_2$ yang boleh dibebankan
Frekuensi	Sesuai jala-jala (50 Hz di Indonesia)
Isolasi	Memberikan isolasi galvanik antara primer dan sekunder

9. BENTUK GELOMBANG

Gelombang Input (Primer)



Gelombang Output (Sekunder)



REFERENSI

1. Malvino, Albert Paul. *Prinsip-Prinsip Elektronika*, Jilid 1. Erlangga, 2011.
2. Rashid, Muhammad H. *Power Electronics: Circuits, Devices, and Applications*, 4th Edition. Pearson, 2014.

3. Chapman, Stephen J. *Electric Machinery Fundamentals*, 5th Edition. McGraw-Hill Education, 2012.
4. Setiawan, Agus. *Dasar-Dasar Teknik Tenaga Listrik & Elektronika Daya*. Andi, 2017.



Ingat: Trafo hanya bekerja pada AC dan tidak mengubah frekuensi, hanya tegangan dan arus sesuai perbandingan lilitan.



PENYEARAH (RECTIFIER)

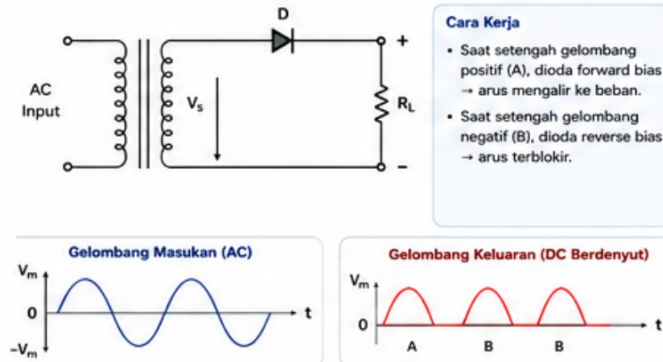
Mengubah Tegangan AC Menjadi Tegangan DC Berdenyut (Pulsating DC)

Penyearah (rectifier) adalah rangkaian elektronika yang berfungsi mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC berdenyut (pulsating DC). Tegangan DC berdenyut ini kemudian akan dihaluskan oleh filter kapasitor untuk menjadi DC yang lebih rata dan stabil.

KETERANGAN UMUM

- Dioda hanya menghantar arus satu arah (forward bias).
- Ketika setengah gelombang AC bernilai positif, dioda menghantar. Ketika negatif, dioda memblokir.
- Frekuensi ripple (riak):
 - Penyearah setengah gelombang : $f_{\text{ripple}} = f_{\text{AC}}$
 - Penyearah gelombang penuh : $f_{\text{ripple}} = 2 f_{\text{AC}}$

1 PENYEARAH SETENGAH GELOMBANG (HALF-WAVE RECTIFIER)



Cara Kerja

- Saat setengah gelombang positif (A), dioda forward bias → arus mengalir ke beban.
- Saat setengah gelombang negatif (B), dioda reverse bias → arus terblokir.

Parameter Penting

Tegangan DC rata-rata (ideal diode)	$V_{\text{DC}} = \frac{V_m}{\pi} = 0,318 V_m$
Tegangan RMS keluaran	$V_{\text{RMS}} = \frac{V_m}{2}$
Efisiensi maksimum	40,6 %
Frekuensi ripple	$f_{\text{ripple}} = f_{\text{AC}}$
PIV dioda (Peak Inverse Voltage)	$V_{\text{PIV}} = V_m$

Catatan: V_m adalah tegangan puncak sekunder trafo.

PERBANDINGAN SINGKAT

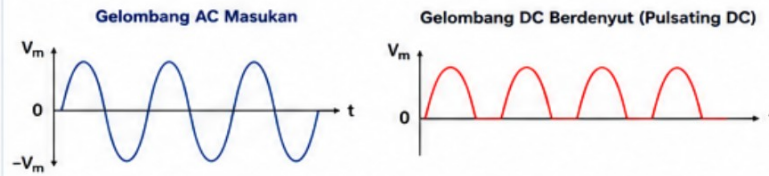
Jenis Penyearah	Tegangan DC Rata-rata (ideal)	Efisiensi Maks.	Frekuensi Ripple	PIV Dioda
Setengah Gelombang	$V_m/\pi = 0,318 V_m$	40,6 %	f_{AC}	V_m
Full-Wave CT	$2V_m/\pi = 0,637 V_m$	81,2 %	$2 f_{\text{AC}}$	$2 V_m$
Bridge (Jembatan)	$2V_m/\pi = 0,637 V_m$	81,2 %	$2 f_{\text{AC}}$	V_m



REFERENSI

1. Malvino, Albert Paul. *Prinsip-Prinsip Elektronika*, Jilid 1. Erlangga, 2011.
2. Sedra, Adel S. & Smith, Kenneth C. *Microelectronic Circuits*. 7th Edition. Oxford University Press, 2015.

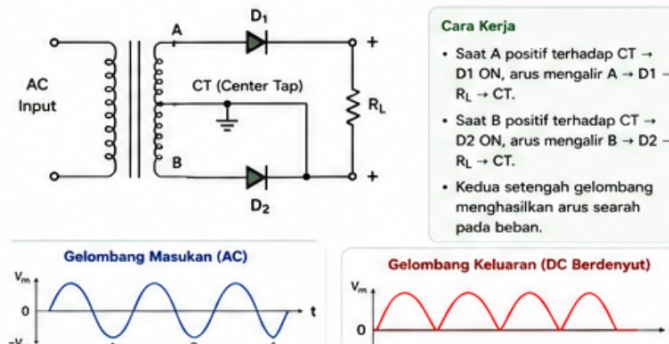
GELOMBANG AC DAN DC BERDENYUT



Catatan:

Setelah melalui rangkaian penyearah, gelombang negatif dihilangkan sehingga tersisa hanya setengah atau seluruh gelombang positif.

2 PENYEARAH GELOMBANG PENUH DENGAN CENTER TAP (FULL-WAVE CT RECTIFIER)



Cara Kerja

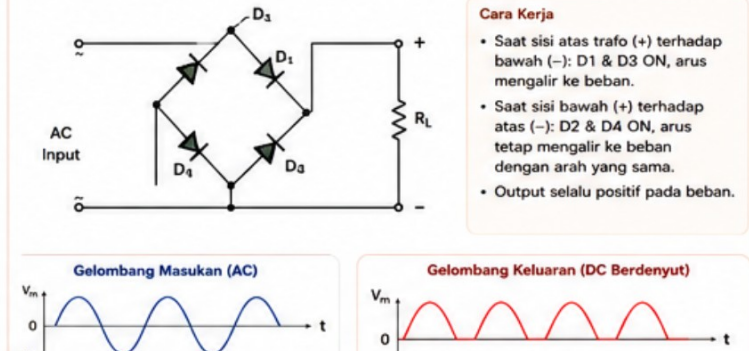
- Saat A positif terhadap CT → D1 ON, arus mengalir A → D1 → R_L → CT.
- Saat B positif terhadap CT → D2 ON, arus mengalir B → D2 → R_L → CT.
- Kedua setengah gelombang menghasilkan arus searah pada beban.

Parameter Penting

Tegangan DC rata-rata (ideal diode)	$V_{\text{DC}} = \frac{2V_m}{\pi} = 0,637 V_m$
Tegangan RMS keluaran	$V_{\text{RMS}} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$
Efisiensi maksimum	81,2 %
Frekuensi ripple	$f_{\text{ripple}} = 2 f_{\text{AC}}$
PIV dioda	$V_{\text{PIV}} = 2 V_m$

Catatan: V_m adalah tegangan puncak setengah lilitan sekunder (A atau B terhadap CT).

3 PENYEARAH JEMBATAN (BRIDGE RECTIFIER)



Cara Kerja

- Saat sisi atas trafo (+) terhadap bawah (-): D1 & D3 ON, arus mengalir ke beban.
- Saat sisi bawah (+) terhadap atas (-): D2 & D4 ON, arus tetap mengalir ke beban dengan arah yang sama.
- Output selalu positif pada beban.

Parameter Penting

Tegangan DC rata-rata (ideal diode)	$V_{\text{DC}} = \frac{2V_m}{\pi} = 0,637 V_m$
Tegangan RMS keluaran	$V_{\text{RMS}} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$
Efisiensi maksimum	81,2 %
Frekuensi ripple	$f_{\text{ripple}} = 2 f_{\text{AC}}$
PIV dioda	$V_{\text{PIV}} = V_m$

Catatan: V_m adalah tegangan puncak sekunder trafo (antara kedua kabel AC).

SETELAH PENYEARAHAN (FILTER CAPACITOR)



TIPS PRAKTIS

- ✓ Gunakan dioda dengan rating arus (I_r) dan tegangan balik (PIV) sesuai spesifikasi.
- ✓ Tambahkan kapasitor filter setelah penyearah untuk mengurangi ripple.
- ✓ Pastikan polaritas kapasitor benar: positif ke (+) keluaran.
- ✓ Jaga disipasi panas dioda pada arus besar (gunakan heatsink jika perlu).

Simbol Dioda



Ingat: Tegangan DC yang dihasilkan masih berdenyut. Untuk aplikasi yang membutuhkan DC stabil, gunakan rangkaian filter dan regulator.

3. Boylestad, Robert L. & Nashelsky, Louis. *Electronic Devices and Circuit Theory*. 11th Edition. Pearson, 2013.
4. Rashid, Muhammad H. *Power Electronics: Circuits, Devices, and Applications*. 4th Edition. Pearson, 2014.
5. Horenstein, Mayer. *Industrial Electronics*. McGraw-Hill Education, 2007.



FILTER (PERATA TEGANGAN)

Meratakan Tegangan DC Berdenyut Menjadi DC yang Lebih Halus Menggunakan Kapasitor Elektrolit (ELCO)



Tujuan: Memahami cara kerja filter kapasitor (ELCO) yang digunakan setelah rangkaian penyearah (rectifier) untuk meratakan tegangan DC berdenyut (pulsating DC) menjadi DC yang lebih halus, namun masih menyisakan riak (ripple) tegangan tertentu.

Inti Konsep

Kapasitor akan mengisi (charge) sampai mencapai tegangan puncak (V_p) penyearah, kemudian melepaskan muatan (discharge) melalui beban saat tegangan input turun. Akibatnya tegangan keluaran menjadi lebih rata.

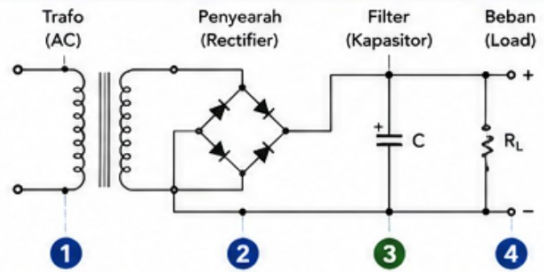
KELEBIHAN

- ✓ Rangkaian sederhana & murah
- ✓ Efektif mengurangi riak tegangan
- ✓ Mudah diaplikasikan

KEKURANGAN

- ✗ Ada riak (ripple) yang tersisa
- ✗ Tegangan turun saat beban besar (drop)
- ✗ Tidak cocok untuk arus sangat besar (tanpa tambahan filter lain)

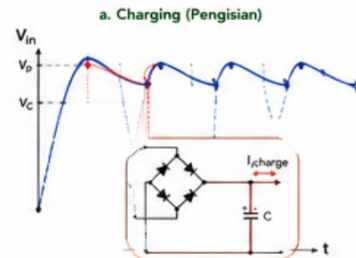
1. LETAK FILTER PADA POWER SUPPLY



2. CARA KERJA KAPASITOR FILTER

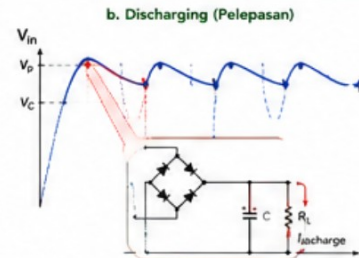
Saat tegangan rectifier naik mendekati puncak (V_p):

- Kapasitor mengisi cepat sampai mendekati V_p (dioda ON).



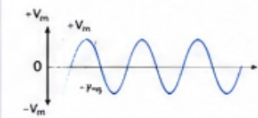
Saat tegangan rectifier turun (setelah puncak):

- Kapasitor melepaskan muatan ke beban (dioda OFF).
- Tegangan turun perlahan, bukan langsung jatuh ke nol.



Hasilnya: Tegangan keluaran (V_{out}) menjadi DC dengan riak kecil.

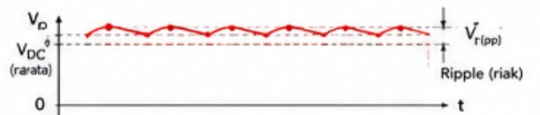
3. BENTUK GELOMBANG



Sesudah Rectifier (DC Berdenyut)



Sesudah Filter (DC Lebih Halus)



4. RUMUS DAN PARAMETER PENTING

4.1 Ripple (Riak) Tegangan

- Untuk penyearah gelombang penuh (full-wave):

$$V_{r(pp)} \approx \frac{I_L}{f_r \cdot C}$$

- Untuk penyearah setengah gelombang (half-wave):

$$V_{r(pp)} \approx \frac{I_L}{f \cdot C}$$

Keterangan:

- $V_{r(pp)}$ = Ripple tegangan puncak-ke-puncak (Volt)
- I_L = Arus beban DC (Ampere)
- C = Kapasitor filter (Farad)
- f = Frekuensi jala-jala (Hz) (50/60 Hz)
- f_r = Frekuensi riak
- $f_r = 2f$ (full-wave) atau f (half-wave)

4.2 Tegangan DC Rata-rata (Pendekatan)

$$V_{DC} \approx V_p - \frac{V_{r(pp)}}{2}$$

di mana $V_p = V_m - 2V_D$ (bridge) atau $V_m - V_D$ (CT)

4.3 Kapasitansi Minimum (Perkiraan)

$$C_{min} = \frac{I_L}{f_r \cdot V_{r(pp)}}$$

Pilih $C \geq (2 \text{ sampai } 3 \text{ kali}) C_{min}$ untuk hasil lebih baik.

5. CONTOH PERHITUNGAN

Diketahui: Rectifier gelombang penuh (bridge)

$I_L = 0,5 \text{ A}$, $f = 50 \text{ Hz}$, $C = 2200 \mu\text{F}$

Tentukan: Ripple tegangan dan tegangan DC rata-rata (Asumsi $V_p = 20 \text{ V}$)

Penyelesaian:

1) Frekuensi riak: $f_r = 2f = 2 \times 50 = 100 \text{ Hz}$

2) Ripple tegangan:

$$V_{r(pp)} \approx \frac{I_L}{f_r \cdot C} = \frac{0,5}{100 \times 2200 \mu\text{F}} = 2,27 \text{ V}_{pp}$$

3) Tegangan DC rata-rata:

$$V_{DC} \approx V_p - \frac{V_{r(pp)}}{2} = 20 - \frac{2,27}{2} = 18,87 \text{ V}$$

6. PENGARUH NILAI KAPASITOR DAN BEBAN

Kondisi	Dampak pada Ripple (V_r)	Dampak pada V_{DC}
C diperbesar	↑ Ripple mengecil (tegangan lebih halus)	↑ V_{DC} naik sedikit (lebih mendekati V_p)
C diperkecil	↓ Ripple membesar (tegangan lebih beriak)	↓ V_{DC} turun
Beban (I_L) diperbesar	↑ Ripple membesar	↓ V_{DC} turun (drop)
Beban (I_L) diperkecil	↓ Ripple mengecil	↑ V_{DC} naik

7. JENIS & KARAKTERISTIK KAPASITOR FILTER (ELCO)



- Kapasitansi besar (μF – mF)
- Polaritas: ada kaki (+) dan (–)
- Tegangan kerja (rated voltage) harus lebih besar dari tegangan kerja rangkaian
- Biasanya $220 \mu\text{F}$ – $10.000 \mu\text{F}$ pada power supply kecil/menengah

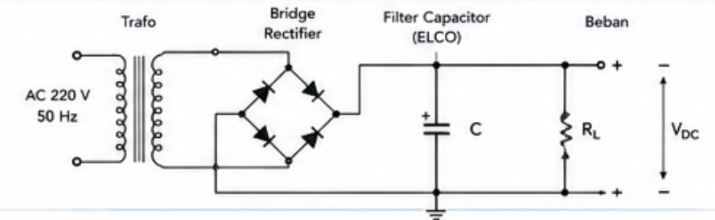
Contoh Nilai C dan Ripple ($I_L = 0,5 \text{ A}$, $f_r = 100 \text{ Hz}$)

C (μF)	$V_{r(pp)}$ (Volt)	V_{DC} ($\pm$ dari 20 V_p)
470	10,64	$\approx 14,68 \text{ V}$
1000	5,00	$\approx 17,50 \text{ V}$
2200	2,27	$\approx 18,87 \text{ V}$
4700	1,06	$\approx 19,47 \text{ V}$

8. TIPS PRAKTIS

- ✓ Gunakan ELCO tegangan kerja minimal 1,5 – 2 kali V_{DC} maksimum.
- ✓ Perhatikan polaritas ELCO, pemasangan terbalik dapat merusak.
- ✓ Tambahkan resistor bleeder ($\approx 10 \text{ k}\Omega$ – $100 \text{ k}\Omega$ / $0,5 \text{ W}$) paralel kapasitor untuk membuang muatan saat power off (keselamatan).
- ✓ Untuk ripple yang lebih kecil lagi, gunakan filter LC atau regulator.

9. RANGKAIAN CONTOH



Ingat:

Semakin besar kapasitor filter dan semakin kecil arus beban, semakin kecil ripple dan semakin stabil tegangan DC.



REFERENSI

1. Malvino, Albert Paul. *Prinsip-Prinsip Elektronika*, Jilid 1. Erlangga, 2011.
2. Boylestad, Robert L. & Nashelsky, Louis. *Electronic Devices and Circuit Theory*. 11th Ed. Pearson, 2013.
3. Sedra, Adel S. & Smith, Kenneth C. *Microelectronic Circuits*. 7th Ed. Oxford University Press, 2015.
4. Rashid, Muhammad H. *Power Electronics: Circuits, Devices, and Applications*. 4th Ed. Pearson, 2014.
5. Horowitz, Paul & Hill, Winfield. *The Art of Electronics*. 3rd Ed. Cambridge University Press, 2015.



REGULATOR TEGANGAN

Menstabilkan Tegangan DC Keluaran Agar Tetap Konstan
Meskipun Terjadi Perubahan Tegangan Masukan atau Perubahan Beban (Arus Keluaran)



TUJUAN
Memahami fungsi, cara kerja, karakteristik, dan parameter penting dari regulator tegangan dalam rangkaian catu daya.

PENGERTIAN

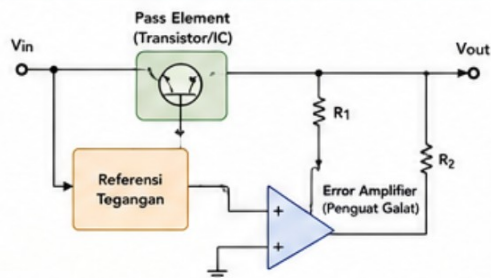
Regulator tegangan adalah rangkaian yang menjaga tegangan DC keluaran (V_{out}) tetap konstan pada nilai tertentu meskipun terjadi perubahan:

- Tegangan masukan (V_{in}) naik atau turun (line variation)
- Arus beban (I_{out}) berubah-ubah (load variation)
- Suhu lingkungan berubah (dalam batas spesifikasi)

SIMBOL UMUM REGULATOR

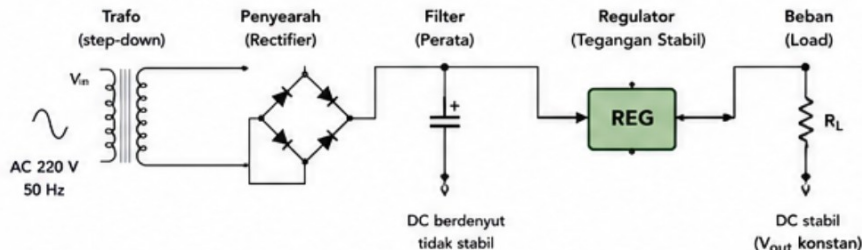


2. PRINSIP KERJA REGULATOR (KONSEP UMUM)



- Tegangan keluaran (V_{out}) diambil sampel melalui pembagi tegangan (R_1 , R_2) dan dibandingkan dengan tegangan referensi (V_{ref}).
- Jika V_{out} turun → error amplifier menaikkan arus ke pass element → V_{out} naik kembali.
- Jika V_{out} naik → error amplifier mengurangi arus ke pass element → V_{out} turun kembali.
- Proses ini menjaga V_{out} tetap konstan.

1. BLOK DIAGRAM POWER SUPPLY DENGAN REGULATOR



MANFAAT REGULATOR

- ✓ Tegangan keluaran stabil dan andal
- ✓ Melindungi rangkaian dari perubahan tegangan
- ✓ Meningkatkan kinerja dan umur peralatan
- ✓ Mengurangi noise akibat ripple dan variasi beban

KEKURANGAN / KETERBATASAN

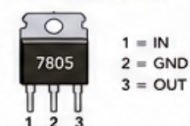
- ✗ Membutuhkan tegangan masukan lebih tinggi (dropout)
- ✗ Sebagian energi hilang dalam bentuk panas
- ✗ Arus keluaran dibatasi sesuai spesifikasi

3. JENIS REGULATOR TEGANGAN DAN CONTOH

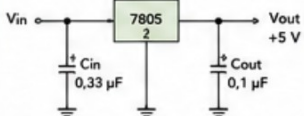
a. Regulator Seri Linier (Menggunakan IC)

- Contoh: 78xx (positif), 79xx (negatif)

Contoh: 7805 (+5 V)



Skema Aplikasi Dasar

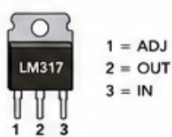


- Sederhana, murah, mudah digunakan
- Dropout relatif besar (± 2 V untuk 78xx)
- Efisiensi rendah pada V_{in} jauh lebih tinggi dari V_{out}

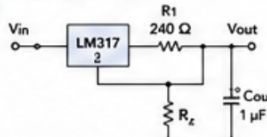
b. Regulator Linier Adjustable

- Contoh: LM317 (positif adjustable)

LM317



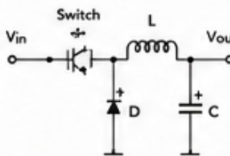
Skema Aplikasi Dasar



$$V_{out} = 1,25 \text{ V} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + I_{adj} \times R_2$$

c. Regulator Switching (DC-DC)

- Contoh: Buck Converter (step-down)



- Efisiensi tinggi (80-95%)
- Ukuran komponen bisa kecil
- Lebih kompleks dan mahal

4. PARAMETER PENTING REGULATOR

Parameter	Penjelasan	Rumus / Keterangan
Line Regulation	Kemampuan regulator menjaga V_{out} saat V_{in} berubah.	$\text{Line Reg} = \frac{\Delta V_{out}}{\Delta V_{in}} \times 100\%$ (semakin kecil semakin baik)
Load Regulation	Kemampuan regulator menjaga V_{out} saat arus beban berubah.	$\text{Load Reg} = \frac{\Delta V_{out}}{\Delta I_{out}} \times 100\%$ (semakin kecil semakin baik)
Dropout Voltage (V_{drop})	Selisih minimum antara V_{in} dan V_{out} agar regulator tetap bekerja.	$V_{drop} = V_{in(min)} - V_{out}$ Regulator tidak dapat mengatur jika $V_{in} < V_{out} + V_{drop}$
Ripple Rejection (PSRR)	Kemampuan menolak ripple (noise) dari input.	$\text{PSRR} = 20 \log \frac{V_{ripple(in)}}{V_{ripple(out)}} \text{ (dB)}$ (semakin besar semakin baik)
Output Voltage Tolerance	Batas toleransi tegangan keluaran terhadap nilai nominal.	Contoh: $\pm 5\%$ berarti 4,75 V – 5,25 V untuk 5 V
Output Current ($I_{out(max)}$)	Arus maksimum yang boleh dialirkan regulator.	Sesuai datasheet IC
Efficiency (η)	Perbandingan daya keluaran terhadap daya masukan.	$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$

5. GELOMBANG PADA TIAP TAHAP



6. KINERJA REGULATOR SAAT TERJADI PERUBAHAN

A. Saat Tegangan Masukan Berubah (Line Variation)



B. Saat Arus Beban Berubah (Load Variation)



Tujuan regulator: menjaga V_{out} tetap pada nilai nominal (garis hijau) di dalam batas spesifikasi.

7. TIPS PRAKTIS

- ✓ Pastikan $V_{in} \geq V_{out} + V_{drop} + \text{margin}$ (minimal 2-3 V lebih tinggi).
- ✓ Gunakan kapasitor bypass sesuai datasheet (C_{in} dan C_{out}) sedekat mungkin dengan pin IC.
- ✓ Perhatikan disipasi daya: $P_{diss} = (V_{in} - V_{out}) \times I_{out}$. Gunakan heatsink bila perlu.
- ✓ Perhatikan polaritas kapasitor dan arah simbol dioda.
- ✓ Cek datasheet untuk parameter maksimum ($V_{in \text{ max}}$, $I_{out \text{ max}}$, suhu kerja).

PERHATIAN!

Melebihi batas maksimum dapat menyebabkan regulator rusak panas (thermal runaway).



REFERENSI

1. Malvino, Albert Paul. *Prinsip-Prinsip Elektronika*, Jilid 1. Erlangga, 2011.
2. Boylestad, Robert L. & Nashelsky, Louis. *Electronic Devices and Circuit Theory*. 11th Ed. Pearson, 2013.
3. Sedra, Adel S. & Smith, Kenneth C. *Microelectronic Circuits*. 7th Ed. Oxford University Press, 2015.
4. Rashid, Muhammad H. *Power Electronics: Circuits, Devices and Applications*. 4th Ed. Pearson, 2014.
5. Horowitz, Paul & Hill, Winfield. *The Art of Electronics*. 3rd Ed. Cambridge University Press, 2015.



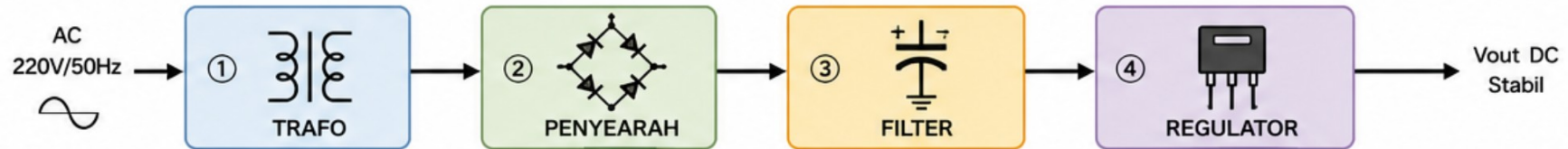
Ingat:

Regulator linier sederhana dan murah, namun kurang efisien. Untuk efisiensi tinggi, gunakan regulator switching (DC-DC).

BLOK FUNGSI POWER SUPPLY LINEAR

(Trafo – Penyearah – Filter – Regulator)

Power supply linear adalah rangkaian catu daya yang menghasilkan tegangan DC stabil dari sumber AC. Urutan prosesnya terdiri dari transformator (trafo), penyearah (rectifier), filter, dan regulator.

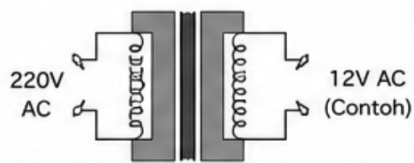


1. TRAFO (TRANSFORMATOR)

Trafo menurunkan tegangan AC tinggi (220V) menjadi AC rendah sesuai kebutuhan.

Fungsi:

- Menyesuaikan level tegangan
- Memberikan isolasi antara input dan rangkaian



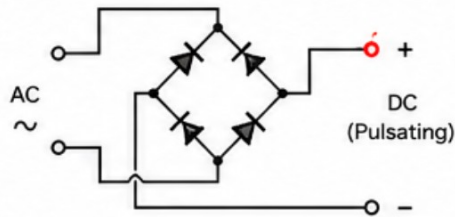
Contoh: Trafo 220V/12V 2A

2. PENYEARAH (RECTIFIER)

Mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC berdenyut (pulsating DC).

Komponen:

- Dioda penyearah (bridge rectifier)



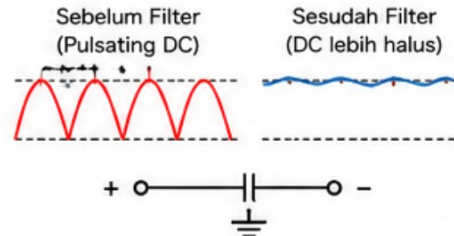
Contoh: Bridge Rectifier 4A / 600V

3. FILTER

Meratakan tegangan DC berdenyut menjadi DC yang lebih halus dengan mengurangi ripple (riak tegangan).

Komponen:

- Kapasitor elektrolit



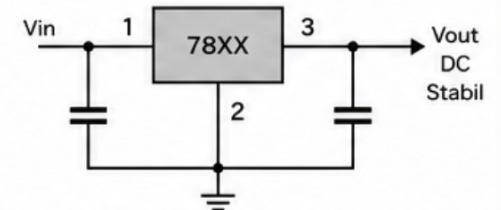
Contoh: Kapasitor 2200µF / 25V

4. REGULATOR

Menstabilkan tegangan DC agar tetap konstan walaupun terjadi perubahan beban atau tegangan input.

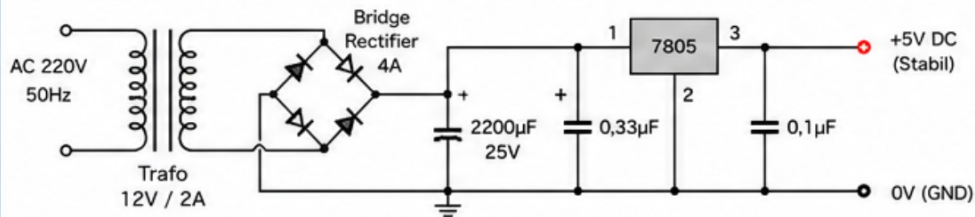
Komponen:

- IC Regulator (misal 78XX untuk positif, 79XX untuk negatif)



Contoh: IC 7805 (Output 5V DC)

CONTOH RANGKAIAN POWER SUPPLY LINEAR 5V



KARAKTERISTIK POWER SUPPLY LINEAR

- ✓ Tegangan output stabil dan noise/ripple kecil.
- ✓ Rangkaian sederhana dan mudah dibuat.
- ✓ Efisiensi lebih rendah dibanding switching power supply (karena disipasi daya pada regulator).
- ✓ Cocok untuk aplikasi yang membutuhkan tegangan DC bersih dan stabil seperti audio, instrumen, dan elektronika presisi.

TIPS PRAKTIS

- 💡 Pastikan rating arus trafo lebih besar dari arus beban.
- 💡 Gunakan kapasitor filter dengan nilai cukup besar untuk mengurangi ripple.
- 💡 Pasang heatsink pada IC regulator jika arus beban besar.

REFERENSI BUKU

1. Muhammad H. Rashid, *Power Electronics: Circuits, Devices, and Applications*, 4th Edition, Pearson, 2014.
2. Robert Boylestad & Louis Nashelsky, *Electronic Devices and Circuit Theory*, 11th Edition, Pearson, 2013.
3. Adel S. Sedra & Kenneth C. Smith, *Microelectronic Circuits*, 7th Edition, Oxford University Press, 2015.

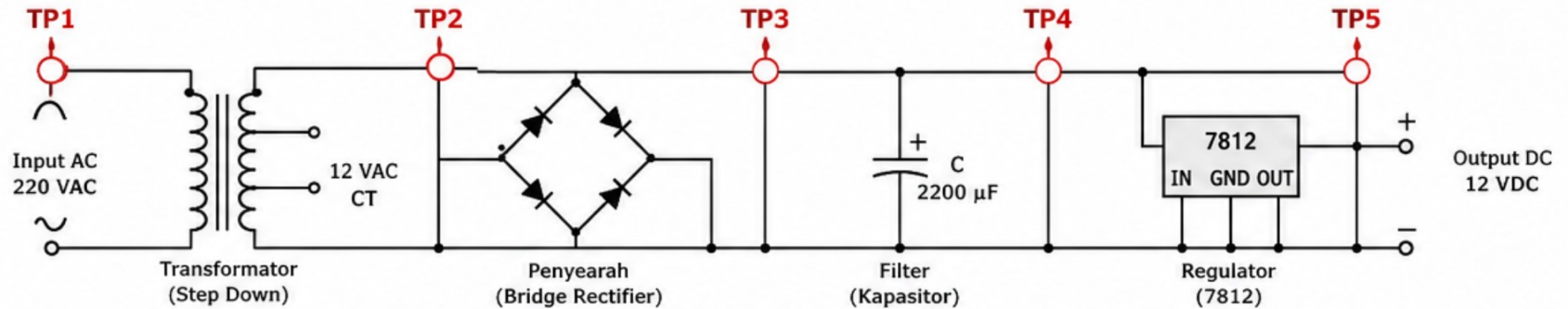
4. Malvino, Albert Paul, *Prinsip-Prinsip Elektronika*, Jilid 1, Edisi 8, Erlangga, 2011.
5. Daryanto, *Teknik Elektronika*, Penerbit PT Rineka Cipta, 2017.



PERHITUNGAN PADA TIAP TITIK UJI – PENGUJIAN POWER SUPPLY LINEAR

SPEKIFIKASI CONTOH

- Tegangan PLN (V_p) : 220 VAC, 50 Hz
- Transformator : 220 VAC / 12 VAC CT
- Dioda penyearah : Bridge Rectifier (Si) = 0,7 V / dioda
- Kapasitor filter (C) : 2200 μ F / 25 V
- Beban (I_L) : 0,5 A
- Regulator : 7812 (12 V)



TP1 – PRIMER TRANSFORMATOR (Tegangan AC Input)

RUMUS

$$V_{TP1} = V_{PLN}$$

PERHITUNGAN

$$V_{TP1} = 220 \text{ VAC}$$

HASIL TEORITIS

$$V_{TP1} \approx 220 \text{ VAC}$$

BENTUK GELOMBANG



(Gelombang AC 50 Hz)

TP2 – SEKUNDER TRANSFORMATOR (Tegangan AC Sekunder)

RUMUS

$$V_s = V_p \times \frac{N_s}{N_p}$$

PERHITUNGAN

$$V_s = 220 \times \frac{12}{220}$$
$$V_s = 12 \text{ VAC}$$

HASIL TEORITIS

$$V_{TP2} \approx 12 \text{ VAC}$$

BENTUK GELOMBANG



(Gelombang AC 50 Hz)

TP3 – OUTPUT PENYEARAH (Tegangan DC setelah Bridge)

RUMUS

$$V_{DC} = V_{puncak} - 2 \times V_D$$
$$V_{puncak} = V_{AC} \times \sqrt{2}$$

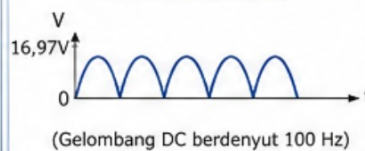
PERHITUNGAN

$$V_{puncak} = 12 \times 1,414 = 16,97 \text{ V}$$
$$V_{DC} = 16,97 - 2(0,7)$$
$$V_{DC} = 16,97 - 1,4$$
$$V_{DC} = 15,57 \text{ V}$$

HASIL TEORITIS

$$V_{TP3} \approx 15,57 \text{ VDC}$$

BENTUK GELOMBANG



(Gelombang DC berdenyut 100 Hz)

TP4 – OUTPUT FILTER (Tegangan DC setelah Filter)

RUMUS

$$V_{ripple} = \frac{I_L}{f \times C}$$
$$V_{DC(filter)} \approx V_{puncak} - \frac{V_{ripple}}{2}$$
$$f_{ripple} = 2 \times f_{PLN} \text{ (Full Wave)}$$

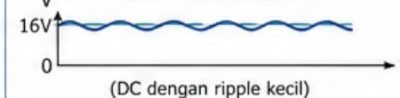
PERHITUNGAN

$$V_{ripple} = \frac{0,5}{(100)(2200 \times 10^{-6})}$$
$$V_{ripple} = 2,27 \text{ V}_{p-p}$$
$$V_{DC(filter)} = 15,57 - \frac{2,27}{2}$$
$$V_{DC(filter)} = 15,57 - 1,14$$
$$V_{DC(filter)} = 14,43 \text{ V}$$

HASIL TEORITIS

$$V_{TP4} \approx 14,43 \text{ VDC} \quad \text{Ripple} \approx 2,27 \text{ V}_{p-p}$$

BENTUK GELOMBANG



(DC dengan ripple kecil)

TP5 – OUTPUT REGULATOR (Tegangan DC Akhir)

RUMUS

$$V_{out} = V_{regulator}$$

(Sesuai tipe IC regulator)

PERHITUNGAN

Untuk IC 7812

$$V_{out} = 12 \text{ VDC}$$

HASIL TEORITIS

$$V_{TP5} = 12 \text{ VDC}$$

BENTUK GELOMBANG



(DC stabil)

RINGKASAN HASIL PERHITUNGAN

Titik Uji	Besaran	Rumus	Hasil Teoritis (Contoh)
TP1	V AC	$V_{TP1} = V_{PLN}$	220 VAC
TP2	V AC	$V_s = V_p \times \frac{N_s}{N_p}$	12 VAC
TP3	V DC	$V_{DC} = V_{AC} \sqrt{2} - 2V_D$	15,57 VDC
TP4	V DC / V_{ripple}	$V_{DC} \approx V_{puncak} - \frac{V_{ripple}}{2}$	14,43 VDC $V_{ripple} \approx 2,27 \text{ V}_{p-p}$
TP5	V DC	$V_{out} = V_{regulator}$	12 VDC

KETERANGAN:

- V_D (dioda silikon) $\approx 0,7 \text{ V}$ per dioda.
- f_{ripple} untuk penyearah gelombang penuh = $2 \times f_{PLN} = 100 \text{ Hz}$.
- Nilai hasil ukur dapat berbeda sedikit tergantung komponen dan beban yang digunakan.

RUMUS TAMBAHAN (ANALISIS)

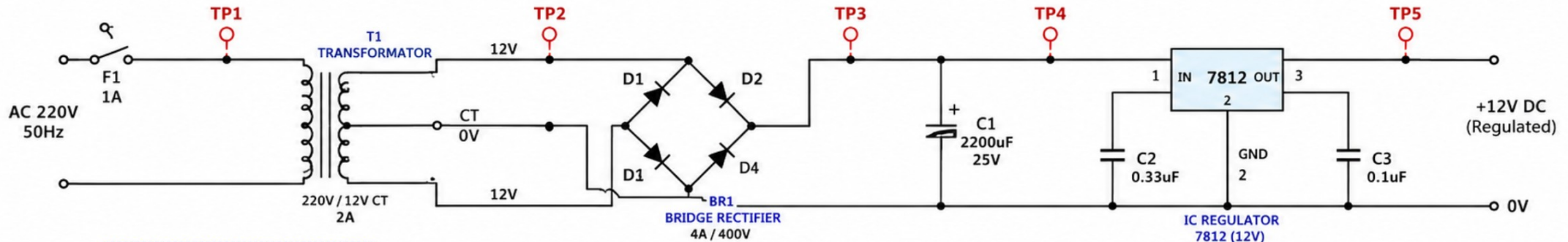
1. Persentase Error

$$\%Error = \frac{|V_{ukur} - V_{teori}|}{V_{teori}} \times 100\%$$

2. Regulasi Tegangan

$$\%Regulasi = \frac{V_{tanpa \text{ beban}} - V_{berbeban}}{V_{berbeban}} \times 100\%$$

RANGKAIAN POWER SUPPLY LINEAR (TRANSFORMATOR – DIODA RECTIFIER – KAPASITOR FILTER – IC REGULATOR)



1. TRANSFORMATOR

Menurunkan tegangan AC 220V menjadi 12V AC CT

2. DIODA RECTIFIER

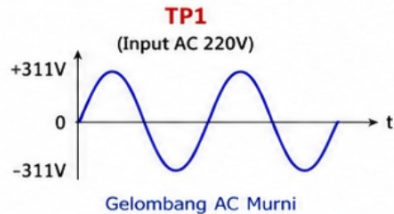
Menyearahkan tegangan AC menjadi DC berdenyut

3. KAPASITOR FILTER

Menyaring tegangan DC berdenyut menjadi DC lebih rata

4. IC REGULATOR

Menstabilkan tegangan DC menjadi 12V DC konstan

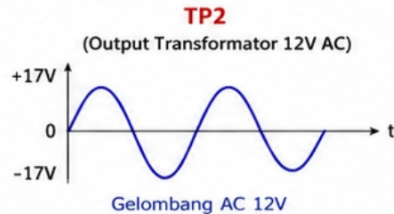


Perhitungan :

$$V_p = V_{rms} \times \sqrt{2}$$

$$= 220 \times 1.414$$

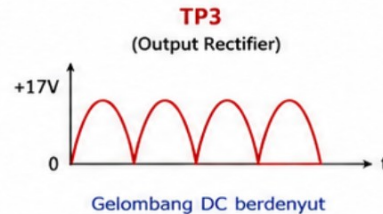
$$= 311 \text{ V (puncak)}$$



Perhitungan :

$$V_p = 12 \times 1.414$$

$$= 17 \text{ V (puncak)}$$

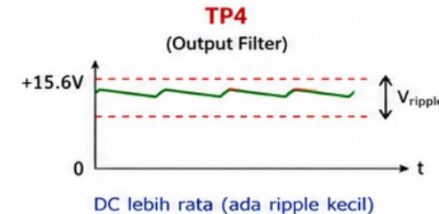


Perhitungan :

$$V_{DC} \approx V_p - 2 \times V_D$$

$$= 17 - 2(0.7)$$

$$= 15.6 \text{ VDC (tanpa filter)}$$



Perhitungan Ripple :

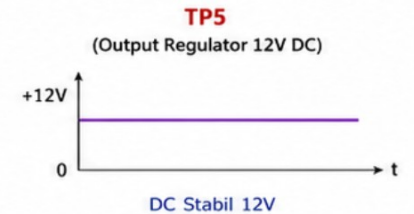
$$V_{ripple} \approx I_{load} / (f \times C)$$

(F_{UL} wave $\rightarrow f = 2 \times 50 = 100\text{Hz}$)

Contoh : $I_{load} = 0.5\text{A}$, $C = 2200\mu\text{F}$

$$V_{ripple} \approx 0.5 / (100 \times 2200\mu) = 2.27 \text{ Vpp}$$

$$V_{DC} \approx 15.6 - (2.27/2) \approx 14.46 \text{ VDC}$$



Perhitungan :

$$V_{out} = 12 \text{ VDC (stabil)}$$

Sesuai spesifikasi IC 7812

Keterangan :

- F1 = Sekring 1A
- D1-D4 = Dioda 1N5408 (4A/1000V) atau setara
- C1 = Kapasitor Elektrolit 2200uF/25V
- C2 = 0.33uF (stabilitas regulator)
- C3 = 0.1uF (stabilitas regulator)
- IC Regulator = 7812 (Keluaran 12V / max 2A)

RUMUS RINGKAS :

- $V_p = V_{rms} \times \sqrt{2}$
- $V_{DC} \text{ (tanpa filter)} \approx V_p - 2 \times V_D$
- $V_{DC} \text{ (setelah filter)} \approx V_p - (V_{ripple} / 2)$
- $V_{out} = \text{Tegangan sesuai IC regulator (contoh 7812} \rightarrow 12\text{V)}$
- $V_{ripple} \approx I_{load} / (f \times C)$

Titik Uji :

- TP1 = Input AC 220V (sebelum transformator)
- TP2 = Output sekunder transformator (12V AC)
- TP3 = Output penyearah (DC berdenyut)
- TP4 = Output filter (DC dengan ripple kecil)
- TP5 = Output regulator (DC stabil)