

MODUL PEMBELAJARAN

KODE : MKH.LD (1).14 (40 Jam)

RANGKAIAN PENYEARAH

**BIDANG KEAHLIAN : KETENAGALISTRIKAN
PROGRAM KEAHLIAN : TEKNIK PEMBANGKITAN**



**PROYEK PENGEMBANGAN PENDIDIKAN BERORIENTASI KETERAMPILAN HIDUP
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
2003**

KATA PENGANTAR

Bahan ajar ini disusun dalam bentuk modul/paket pembelajaran yang berisi uraian materi untuk mendukung penguasaan kompetensi tertentu yang ditulis secara sequensial, sistematis dan sesuai dengan prinsip pembelajaran dengan pendekatan kompetensi (*Competency Based Training*). Untuk itu modul ini sangat sesuai dan mudah untuk dipelajari secara mandiri dan individual. Oleh karena itu walaupun modul ini dipersiapkan untuk peserta diklat/siswa SMK dapat digunakan juga untuk diklat lain yang sejenis.

Dalam penggunaannya, bahan ajar ini tetap mengharapkan asas keluwesan dan keterlaksanaannya, yang menyesuaikan dengan karakteristik peserta, kondisi fasilitas dan tujuan kurikulum/program diklat, guna merealisasikan penyelenggaraan pembelajaran di SMK. Penyusunan Bahan Ajar Modul bertujuan untuk menyediakan bahan ajar berupa modul produktif sesuai tuntutan penguasaan kompetensi tamatan SMK sesuai program keahlian dan tamatan SMK.

Demikian, mudah-mudahan modul ini dapat bermanfaat dalam mendukung pengembangan pendidikan kejuruan, khususnya dalam pembekalan kompetensi kejuruan peserta diklat.

Jakarta, 01 Desember 2003
Direktur Dikmenjur,

Dr. Ir. Gator Priowirjanto
NIP 130675814

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
PETA KEDUDUKAN MODUL	iv
PERISTILAHAN	vi
I PENDAHULUAN	1
A. Deskripsi	1
B. Prasyarat	1
C. Petunjuk Penggunaan Modul	2
D. Tujuan Akhir.....	2
E. Standar Kompetensi.....	3
F. Cek Kemampuan	5
II PEMBELAJARAN	6
KEGIATAN BELAJAR.	6
KEGIATAN BELAJAR 1	6
A. Tujuan Kegiatan	6
B. Uraian Materi	6
C. Test Formatif 1	18
KEGIATAN BELAJAR 2	19
A. Tujuan Kegiatan	19
B. Uraian Materi	19
C. Test Formatif 2	26
KEGIATAN BELAJAR 3	27
A. Tujuan Kegiatan	27
B. Uraian Materi	27

KEGIATAN BELAJAR 4	31
A. Tujuan Kegiatan	31
B. Uraian Materi	31
C. Test Formatif 4	34
KEGIATAN BELAJAR 5	35
A. Tujuan Kegiatan	35
B. Uraian Materi	35
C. Test Formatif 5	43
KEGIATAN BELAJAR 6	45
A. Tujuan Kegiatan	45
B. Uraian Materi	45
KEGIATAN BELAJAR 7	52
A. Tujuan Kegiatan	52
B. Uraian Materi	52
III EVALUASI	59
KUNCI JAWABAN	63
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	

PERISTILAHAN (GLOSSARY)

Forward Bias	:	Arah maju aliran arus dari anoda ke katoda, saat anoda lebih positif
Reverse Bias	:	Arah mundur /balik bila katoda lebih positif dari anoda
Average	:	menunjukkan bentuk gelombang harga arus Searah a.. 0,637 x harga puncak untuk gelombang penuh b. 0,318 x harga puncak untuk setengah gelombang
Rms	:	Root mean square, harga efektif gelombang ac a. 0,707 x harga puncak untuk gelombang penuh b. 0,5 x harga puncak untuk setengah gelombang
Inverted	:	Keluaran /output berlawanan polaritas dengan masukan/ input
IB	:	Arus basis
IC	:	Arus kolektor
IE	:	Arus Emitor
IL	:	Arus beban
IQ	:	Arus diam regulator / quiescent
Iz	:	Arus zener dioda
PIV	:	Peak Inverse Voltage ,tegangan balik maksimum saat Dioda arah mundur
Ripple	:	Tegangan kerut, fluktuasi atas dan bawah , harga rata- rata
Reg.	:	Regulator / pengatur
RL	:	Tahanan beban
V.Reg	:	Tegangan keluaran –output dari regulator
Uz=Vz	:	Tegangan Zener dioda
ZD	:	Zener dioda

I. PENDAHULUAN

Dalam Sistem Pelatihan Berbasis Kompetensi, modul atau unit ini menggunakan pendekatan kompetensi yang merupakan salah satu cara untuk menyampaikan atau mengajarkan pengetahuan, ketrampilan dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam suatu pekerjaan.

Dalam sistem pelatihan Berbasis Kompetensi, Standar kompetensi diharapkan dapat menjadi panduan bagi peserta pelatihan untuk dapat :

- ✍ mengidentifikasi apa yang harus dikerjakan oleh peserta pelatihan
- ✍ mengidentifikasi apa yang telah dikerjakan peserta pelatihan
- ✍ memeriksa kemajuan peserta pelatihan
- ✍ meyakinkan bahwa semua elemen dan kriteria unjuk kerja telah dimasukkan dalam pelatihan dan penilaian.

A. DESKRIPSI MODUL

Modul ini berjudul Rangkaian Penyearah dipersiapkan untuk siswa Sekolah menengah Kejuruan Kelompok Rekayasa Teknologi Program Keahlian Pembangkitan Level 1

Unit atau modul ini berkaitan dengan pemahaman tentang prosedur pemeliharaan Catu Daya Arus Searah atau DC Power pada stasiun pembangkit. Pekerjaan ini mencakup identifikasi komponen Catu Daya dan prosedur bongkar pasang komponen catu daya sesuai standar dan peraturan yang berlaku serta pembuatan laporan pelaksanaan pekerjaan. Modul ini bertujuan mempersiapkan seorang pengajar / guru atau teknisi listrik yang kompeten dalam memahami aplikasi rangkaian Penyearah satu fasa dan tiga fasa.

B. PRASYARAT (KEMAMPUAN AWAL)

Peserta pelatihan / Siswa harus sudah memiliki kemampuan awal penguasaan materi sebagai berikut:

- ✍ Dasar –dasar Teknik Listrik
- ✍ Membaca gambar /simbol listrik
- ✍ Pengukuran Listrik
- ✍ Komponen dan Piranti Elektronik

C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

1. Modul ini dapat anda gunakan secara klsikal ataupun individual, dimana setiap Kompetensi / Sub.Kompetensi dapat diukur setelah menyelesaikan tugas-tugas atau Tes yang tedapat dalam modul ini.
2. Dalam pembelajaran modul ini diperlukan persiapan komponen ,alat ukur dan contoh model Catu Daya atau Trainer elektronik dan sumber daya searah maupun bolak bali yang tetap maupun variabel.
3. Penilaian unit ini dapat dilakukan oleh Guru/Asesor, Asosiasi atau industri tempat bekerja.

Penilaian seharusnya meliputi penilaian kemampuan praktek unjuk kerja dan penilaian pokok-pokok pengetahuan dengan beberapa metode penilaian.

Fokus penilaian ini sebaiknya mencakup:

- ✍ adanya integrasi antara teori dan praktek
- ✍ penekanan pada prosedur disamping hasil

D. HASIL BELAJAR / TUJUAN AKHIR

Setelah tuntas mempelajari modul ini peserta diharapkan mampu :

1. Mengidentifikasi simbol-simbol komponen Catu Daya
2. Mengidentifikasi komponen-komponen Catu Daya sesuai dengan spesifikasinya
3. Menerapkan Fungsi komponen Penyearah dan Regulator pada rangkaian Catu Daya sesuai standar
4. Menganalisis prinsip kerja Rangkaian Penyearah satu fasa , tiga fasa dan regulator
5. Melakukan pemeliharaan Catu Daya dengan prosedur yang benar

E. STANDAR KOMPETENSI

Kode Kompetensi : K.HLD. (1)
Unit Kompetensi : Memelihara Rangkaian Penyearah (Rectifier)

Elemen Kompetensi dan Kriteria Unjuk Kerja

Adapun elemen kompetensi dan Kriteria Unjuk Kerja yang harus dicapai melalui modul ini adalah sebagai berikut

Sub Kompetensi / Elemen	Kriteria Unjuk Kerja
1.0 Mengidentifikasi komponen utama rangkaian penyearah satu fasa,tiga fasa dan regulator	1.1 Jenis dan spesifikasi komponen penyearah diidentifikasi dan dijelaskan perisip kerjanya 1.2 Jenis dan tipe filter yang digunakan di indentifikasi
2.0. Menganalisa rangkaian penyearah satu fasa dan tiga fasa	2.1 Prinsip kerja Penyearah satu fasa setengah gelombang dan gelombang penuh dijelaskan 2.2 Prinsip kerja Penyearah tiga fasa setengah gelombang dan gelombang penuh dijelaskan
30..Menganalisa rangkaian regulator transistor dan IC regulator	3.1 Fungsi rangkaian regulator dijelaskan 3.2 Suatu fungsi IC regulator tegangan tetap dan tegangan dapat diatur dijelaskan penerapannya.
4.0 Mengidentifikasi kerusakan komponen utama rangkaian penyearah satu fasa,tiga fasa dan regulator	4.1 Jenis kerusakan komponen penyearah, regulator diidentifikasi dan dijelaskan 4.2 Penyebab kerusakan komponen dianalisa dan dijelaskan
5.0 .Menganalisa gangguan rangkaian penyearah satu , tiga fasa dan regulator	5.0. Gangguan pada rangkaian Penyearah satu fasa dan tiga fasadi analisa dan dijelaskan 5.1. Gangguan pada rangkaian regulator transistor dan IC regulator dianalisa dijelaskan

Pengetahuan	:	Memahami susunan konstruksi komponen DC power , perinsip kerja rangkaian penyearah pada catu daya dan perlengkapan kerja pemeliharaan DC power.
Ketrampilan	:	Menganalisa gangguan rangkaian catu daya (DC - power) dan melakukan bongkar pasang komponen / unit peralatan catu daya sesuai dengan prosedur dan rencana kerja pemeliharaan
Sikap	:	Membongkar dan memasang komponen catu daya dilakukan secara cermat berdasarkan prosedur kerja serta mentaati prosedur keselamatan kerja
Kode Modul	:	MKH.LD (1) 14

F. Check List Kemampuan Kegiatan Pembelajaran

<i>Elemen</i>	<i>PENGUASAAN</i>			<i>Catatan</i>
	Kriteria Unjuk Kerja	Ya	Tidak	
1.0 Mengidentifikasi Komponen penyearah sesuai dengan spesifikasi dan fungsinya	1.1 Jenis dan fungsi komponen penyearah diidentifikasi 1.2 Arti simbol dan klasifikasi komponen Dioda, resistor, kapasitor dan induktor dijelaskan			
2.0 Menggunakan alat ukur untuk mengukur arus dan tegangan pada rangkaian penyearah	2.1 Alat ukur untuk mengukur arus dan tegangan ditunjukkan sesuai dengan klasifikasi alat ukur 2.2 cara menggunakan alat ukur dapat dijelaskan			
3.0 Menggunakan alat ukur elektronik (Oscilloscope) untuk mengukur bentuk gelombang penyearah 1 fasa	3.1 Cara mengukur tegangan dan bentuk gelombang penyearah 1 fasa dengan CRO dijelaskan			
3.0 Menggunakan alat ukur elektronik (Oscilloscope) untuk mengukur bentuk gelombang penyearah 3 fasa	3.1 Cara mengukur tegangan dan bentuk gelombang penyearah 3 fasa dengan CRO dijelaskan			
4.0 Menguasai prosedur pemeliharaan catu daya	4.1 Melakukan pemeliharaan dan perbaikan catu daya sesuai SOP			

II. PEMBELAJARAN

KEGIATAN BELAJAR 1

PENYEARAH

TUJUAN :

Setelah menyelesaikan pelajaran ini peserta dapat :

- ? Menghitung tegangan dan arus beban.
- ? Menghitung tegangan dan arus dioda.
- ? Menentukan batas tegangan balik (revers) dioda dalam rangkaian penyearah setebah gelombang dan gelombang penuh.
- ? Membuat hubungan rangkaian penyearah setengah gelombang dan gelombang penuh.

1.1 DIODA SEBAGAI PENYEARAH

Dioda semikonduktor

Bahan dasar yang banyak digunakan untuk membuat piranti elektronik adalah bahan semikonduktor germanium (Ge) dan silikon (Si), yang mana kedua bahan ini mempunyai elektron valensi yang sama.

Sambungan bahan semikonduktor P dan N mendasari suatu piranti elektronik aktif yang disebut sebagai Dioda.

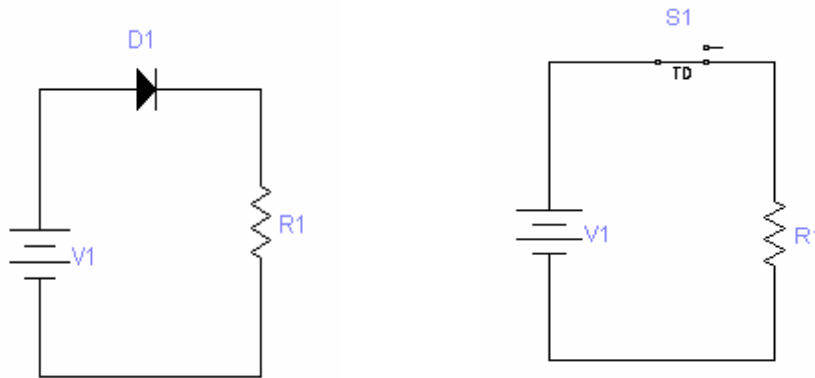
Dioda mempunyai elektroda Anoda yang berkutub positif dan elektroda Katoda yang berkutub negatif. Simbol dioda diperlihatkan seperti pada gambar 1.1.



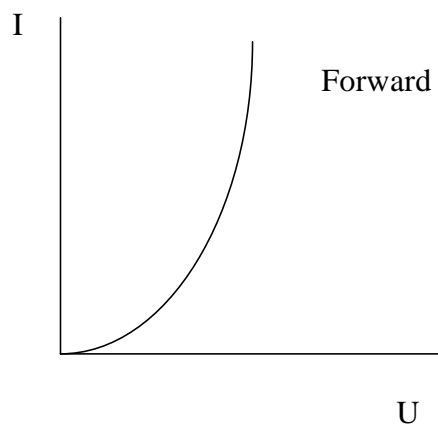
Gambar 1.1 Simbol Dioda

A. Bias Maju Dioda

Jika anoda dihubungkan pada polaritas positif batere, sedangkan katoda pada polaritas negatif seperti gambar 1.2, maka keadaan dioda disebut arah maju (forward-bias) aliran arus dari anoda menuju katoda, dan aksinya sama dengan rangkaian tertutup



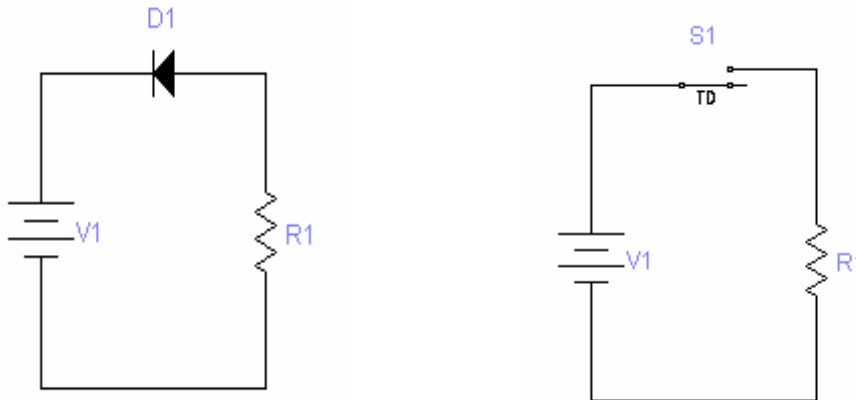
Gambar 1.2 Bias maju-Saklar on



Gambar 1.3 Kurva Hubungan arus dan tegangan bias maju

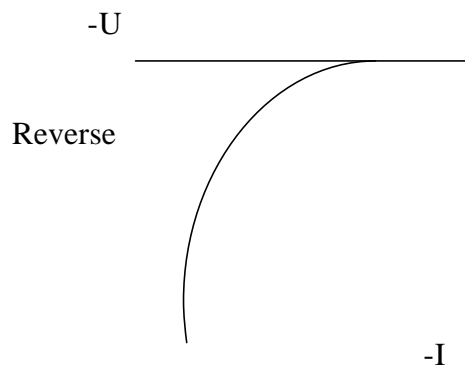
B. Bias Mundur Dioda

Jika katoda dihubungkan pada polaritas positif batere, sedangkan anoda pada polaritas negatif seperti gambar 1.4, maka keadaan dioda disebut arah mundur (reverse-bias) dan aksinya sama dengan rangkaian terbuka.



Gambar 1.4 Bias mundur – Saklar off

Sebagai sifat dioda, pada saat reverse, nilai tahanan dioda relatif sangat besar dan dioda ini tidak dapat menghantarkan arus. Gambar 1.5 memperlihatkan kurva pada saat reverse . Harga-harga nominal baik arus maupun tegangan tidak boleh dilampaui, karena akan mengakibatkan rusaknya dioda.



Gambar 1.5 Kurva Hubungan arus dan tegangan bias maju

Secara umum dioda digunakan sebagai penyearah (rectifier) arus/tegangan arus bolak balik (AC) satu fasa atau tiga fasa kedalam bentuk gelombang arus searah (DC).

Pada dasarnya penyearahan ini ada dua macam yaitu :

- ? Penyearah setengah gelombang (half wave rectifier)
- ? Penyearah gelombang penuh (full wave rectifier)

1.2 PENYEARAH (RECTIFIER)

Tegangan arus searah biasanya dibutuhkan untuk mengoperasikan peralatan elektronik, misalnya pesawat amplifier, peralatan kontrol elektronik, peralatan komunikasi dan sebagainya.

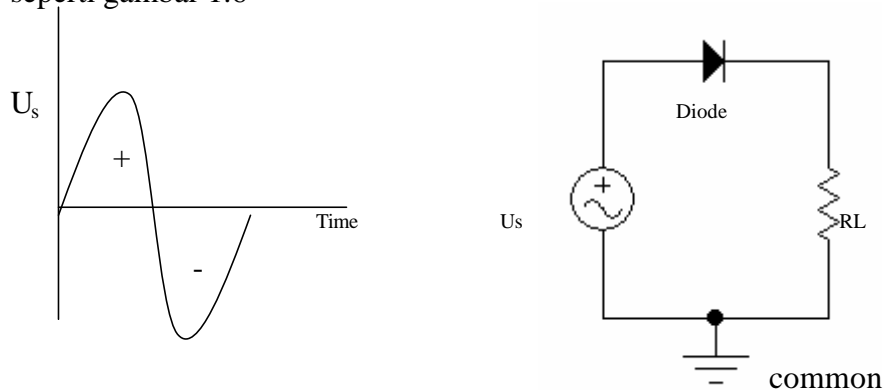
Catu daya arus searah (DC) dapat dipeloreh dari batere atau dari sumber daya listrik 220/240 Volt Ac 50 Hz yang dirubah menjadi arus searah melalui rangkaian penyearah (rectifier).

Pada sistem rangkaian penyearah ada 4 fungsi dasar yang dibahas, yaitu :

- ? Tranformasi tegangan yang diperlukan untuk menurunkan tegangan yang diinginkan.
- ? Rangkaian penyearah , rangkaian ini untuk mengubah tingkat tegangan arus bolak balik ke arus searah.
- ? Filter, merupakan rangkaian untuk memproses fluktuasi penyearahan yang menghasilkan keluaran tegangan DC yang lebih rata.
- ? Regulasi, adalah parameter yang sangat penting pada catu daya dan regulator tegangan dengan bahan bervariasi.

1.2.1 PENYEARAH SETENGAH GELOMBANG

Contoh sederhana rangkaian penyearah setengah gelombang diperlihatkan seperti gambar 1.6



Gambar 1.6 Rangkaian Penyearah setengah gelombang

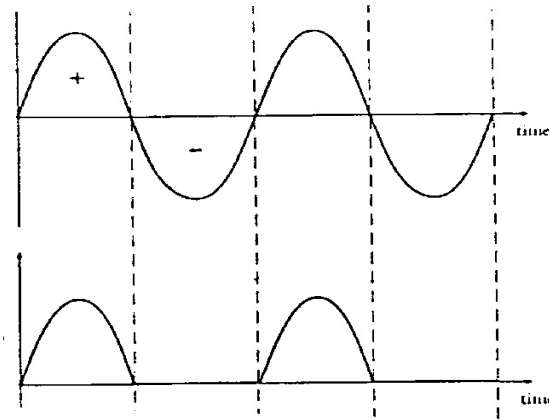
Jika dioda dalam kondisi menghantar (conduct) pada setengah perioda positif, dioda tersebut pada keadaan forward biased sehingga arus mengalir dan melewati tahanan beban R_L .

Pada saat setengah perioda negatif, dioda bersifat menghambat (reverse biased) nilai tahanan dioda sangat tinggi dan dioda tidak menghantar.

Secara praktis, tegangan keluaran (U_L) hampir sama dengan sumber U_s

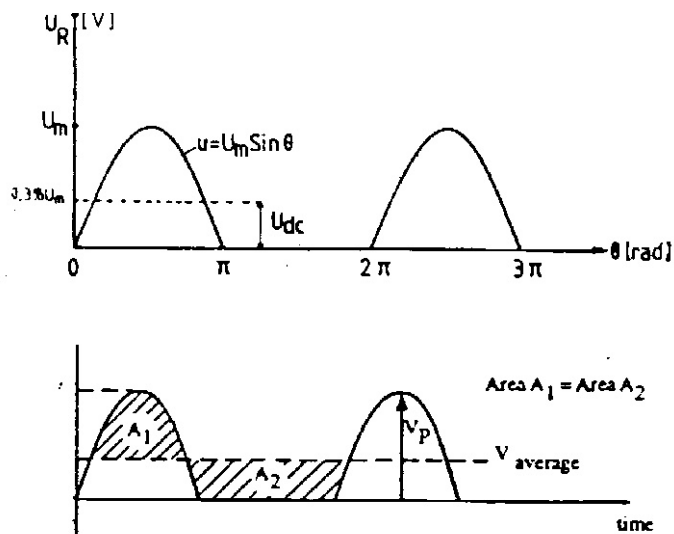
Drop tegangan pada dioda lebih kurang 700mV.

Gambar 1.7 memperlihatkan bentuk gelombang proses penyearahan setengah gelombang.



Gambar 1.7 Bentuk Gelombang Output Penyearah Setengah Gelombang

Untuk menghitung besarnya harga rata-rata dari signal yang disearahkan, kita dapat menghitung dari luas kurva seperti pada gambar 1.8



Gambar 1.8 kurva harga rata-rata

? **Tegangan AC selalu diasumsikan harga RMS**

(U_{rms}) harga efektif RMS = 0,5 x harga puncak (U_m)

(U_{dc}) harga rata-rata = $1/\sqrt{2}$ x $U_m = 0,318$ x U_m

tegangan maximum $U_m = 1,414$ x U_{eff}

disipasi daya pada beban dapat dihitung dari harga RMS tegangan dan arus pada beban.

$$\text{Daya} = U_m \times I_m$$

$$I_m = \frac{U_m}{R_L}$$

$$I_{dc} = \frac{U_{dc}}{R_L}$$

? Arus yang melalui rangkaian seri adalah sama.

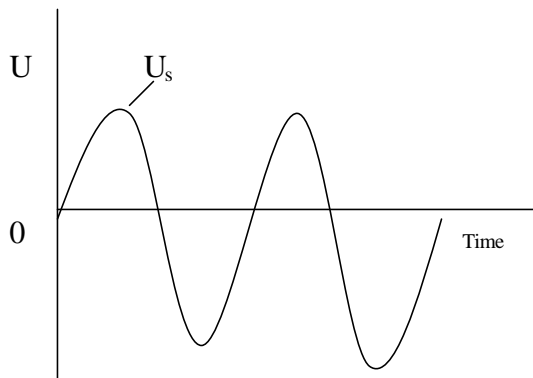
Hal yang perlu diperhatikan dalam penyearahan ini adalah besarnya tegangan balik maksimum (PIV) dari dioda yang digunakan minimal harus sama besarnya dengan tegangan maksimum AC yang akan disearahkan.

Contoh soal

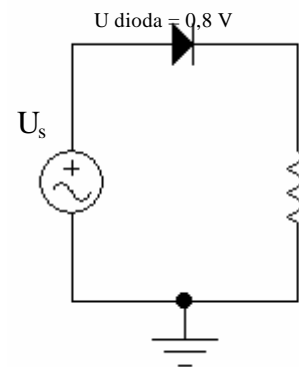
1. Tentukan tegangan rata-rata (U_{dc}) yang melalui beban pada gambar 1.9 dibawah ini, bila :

$U_{eff} = 20$ volt

Drop tegangan dioda 0,8 volt.



Gambar 1.9



Penyelesaian :

$$\begin{aligned}U_m &= 1,414 \times U_{\text{eff}} \\ &= 1,414 \times 20 \text{ volt} \\ &= 28,28 \text{ V}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}U_m (\text{beban}) &= (U_m - 0,8) \text{ volt} \\ &= 28,28 - 0,8 \\ &= 27,48 \text{ V}\end{aligned}$$

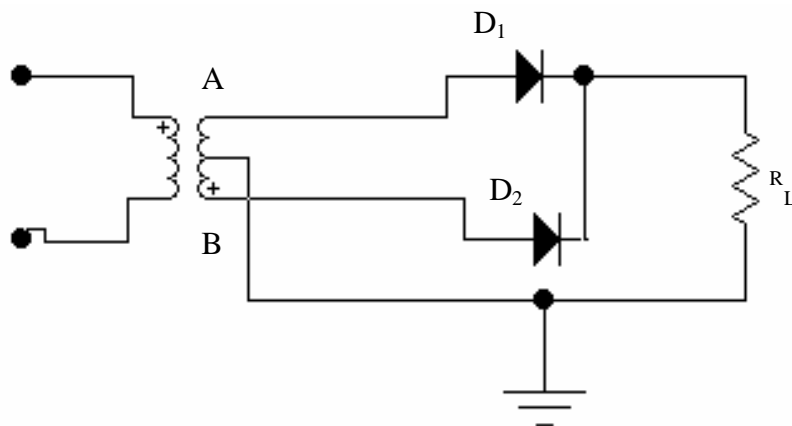
$$\begin{aligned}U_{\text{dc}} &= 0,318 \times U_m \\ &= 0,318 \times 27,48 \\ &= 8,74 \text{ V}\end{aligned}$$

1.2.2 PENYEARAH GELOMBANG PENUH

Rangkaian penyearah gelombang penuh dapat diperoleh dengan dua cara. Cara pertama memerlukan transformator sadapan pusat (Centre Tap-CT). Cara yang lain untuk mendapatkan keluaran (output) gelombang penuh adalah dengan menggunakan empat dioda disebut penyearah jembatan (rectifier bridge).

A. Rangkaian Penyearah Centre tap

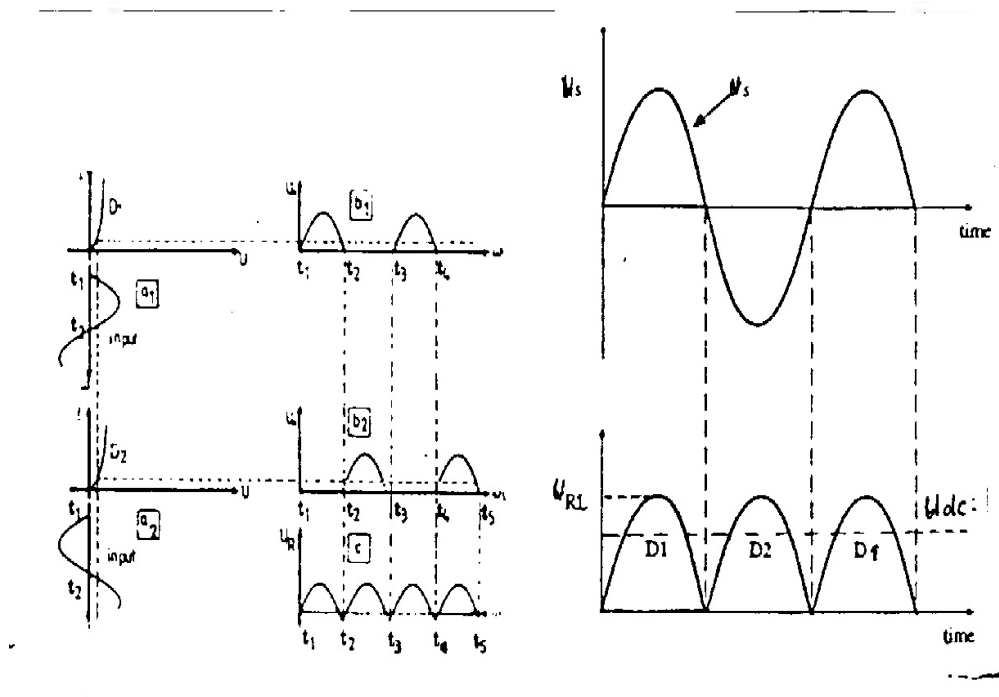
Penyearah gelombang penuh dengan menggunakan transformator sadapan pusat (Center Tap) diperlihatkan seperti gambar 1.10 dan 1.11



Gambar 1.10 Penyearah dengan Trafo CT

Bila U_1 dan U_2 mempunyai polaritas, ujung A berpolaritas positif dan ujung B berpolaritas negatif. Pada saat ini D_1 menghantar (conduct) sedangkan D_2 tidak menghantar (reverse biased).

Pada saat A berpolaritas negatif, sedang B berpolaritas positif, pada saat ini D_2 menghantar sedangkan D_1 tidak menghantar. Bentuk gelombang input dan output ditunjukkan seperti terlihat pada gambar 1.11



Gambar 1.11 Bentuk gelombang Penyearah gelombang penuh

Harga tegangan dapat dihitung :

$$U_{\text{eff}} = 0,707 \times U_m$$

$$U_{\text{dc}} = 0,636 \times U_m$$

Harga arus dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

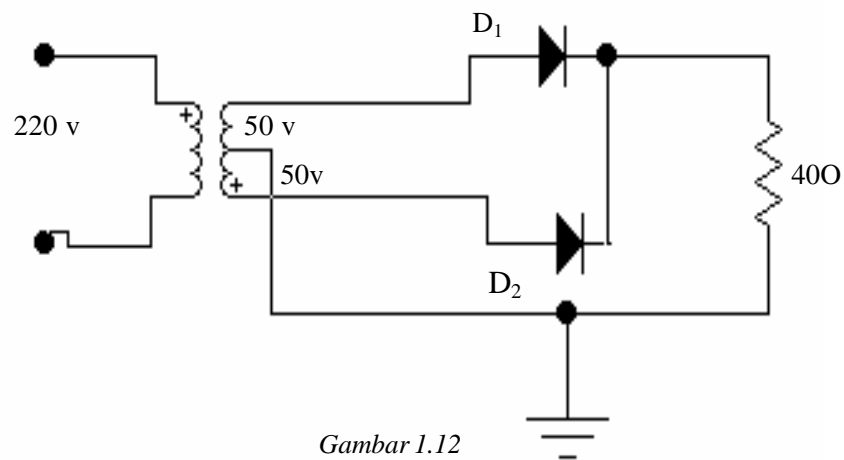
$$I_m = \frac{U_m}{R_L}$$

$$I_{\text{dc}} = \frac{U_{\text{dc}}}{R_L}$$

Soal latihan :

1. Dari gambar 1.12 tentukan :

- a) Harga tegangan maksimum lilitan sekunder trafo
- b) Harga tegangan maksimum pada beban bila drop tegangan dioda 0,6 volt
- c) Harga arus maksimum
- d) Harga arus rata-rata



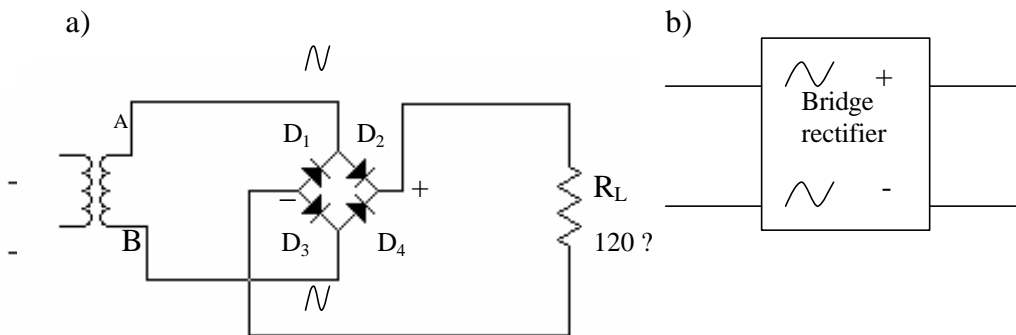
Gambar 1.12

2. dari gambar 1,12 diatas bila D_1 menghantar hitung harga tegangan :

- a) Tegangan maksimum pada katoda D_1
- b) Tegangan maksimum pada anoda D_2
- c) Tegangan antara anoda dan katoda pada D_1
- d) Tegangan antara anoda dan katoda pada D_2

B. Penyearah Gelombang Penuh Sistem Jembatan

Rangkaian penyearah ini memerlukan empat buah dioda yang dipasang dengan konfigurasi jembatan seperti terlihat pada gambar 1.13



Gambar 1.13 Rangkaian penyearah sistem jembatan

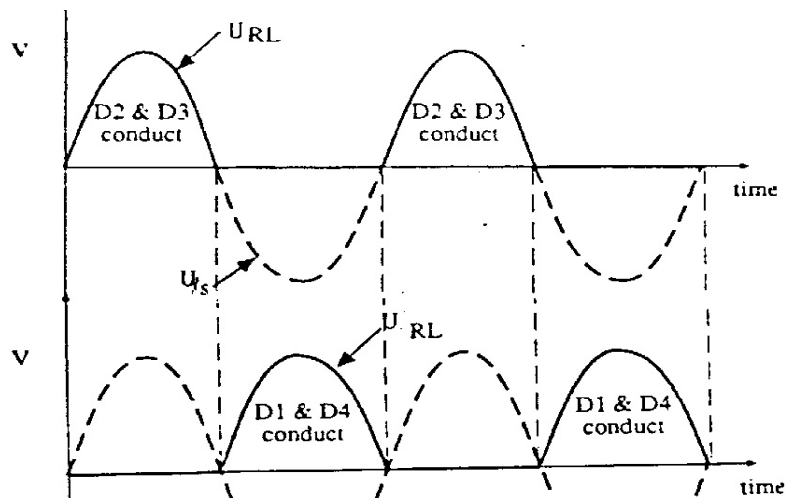
Pada saat terminal A positif dan terminal B negatif, dioda-dioda D₂ dan D₃ berada dalam kondisi menghantar sedangkan D₄ dan D₁ tidak menghantar.

Pada saat terminal A negatif dan B positif, dioda yang menghantar adalah D₄ dan D₁, sedang D₂ dan D₃ tidak menghantar.

Dengan demikian setiap setengah perioda tegangan bolak balik ada dua dioda yang menghantar (conduct) secara bersamaan dan dua buah dioda lainnya tidak menghantar sehingga menghasilkan bentuk gelombang penuh.

Tegangan rata-rata (U_{dc}) sama dengan sistem penyearah dengan menggunakan trafo CT.

Bentuk gelombang keluaran (output) terlihat seperti gambar 1.14.



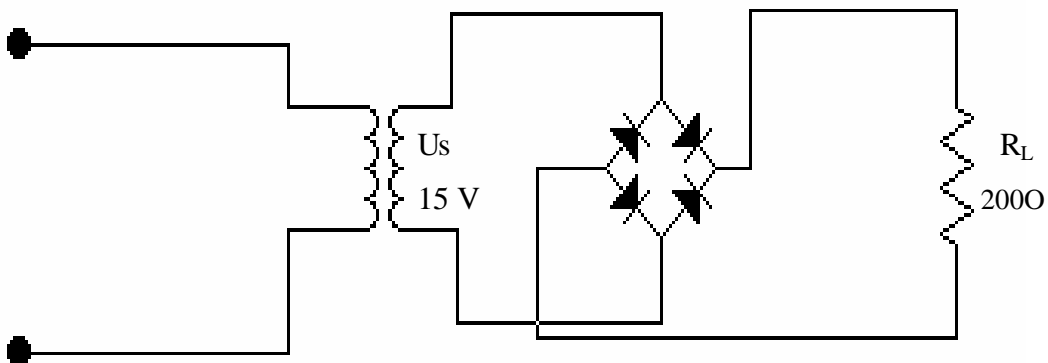
Gambar 1.14 Bentuk Gelombang Tegangan Output

? Kelebihan sistem jembatan terhadap sistem trafo CT adalah adanya dioda yang tersambung seri sehingga masing-masing dioda dapat menahan tegangan balik maksimumnya.

Contoh soal

Dari gambar 1.15 tentukan :

- a. U_m tegangan sekunder trafo
- b. U_m pada beban jika drop tegangan dioda 0,7 volt
- c. U_{dc} pada beban
- d. I_m dan I_{dc}



Gambar 1.15 Hubungan Beban Pada Penyearah Gelombang Penuh

Penyelesaian :

a. U_m pada sekunder

$$\begin{aligned}U_m &= 1,414 \times U_s \\ &= 1,414 \times 15 \\ &= 21,211 \text{ volt}\end{aligned}$$

b. U_m pada beban R_L

$$\begin{aligned}U_m(\text{beban}) &= 21,21 - (2 \times 0,7) \\ &= 19,81 \text{ volt}\end{aligned}$$

c. Tegangan rata-rata :

$$\begin{aligned}U_{dc} &= 0,637 \times U_m(\text{beban}) \\ &= 0,637 \times 19,81 \\ &= 12,64 \text{ volt}\end{aligned}$$

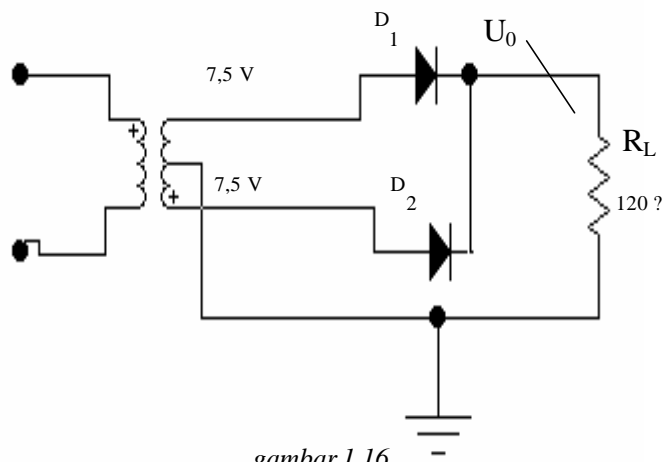
d.

$$\begin{aligned}I_m &= \frac{U_m}{R_L} \\ &= \frac{19,81}{200} \\ &= 99,1 \text{ mA}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}I_{dc} &= \frac{U_{dc}}{R_L} \\ &= \frac{12,56}{200} \\ &= 63,2 \text{ mA}\end{aligned}$$

Review Test 1

Soal 1.



gambar 1.16

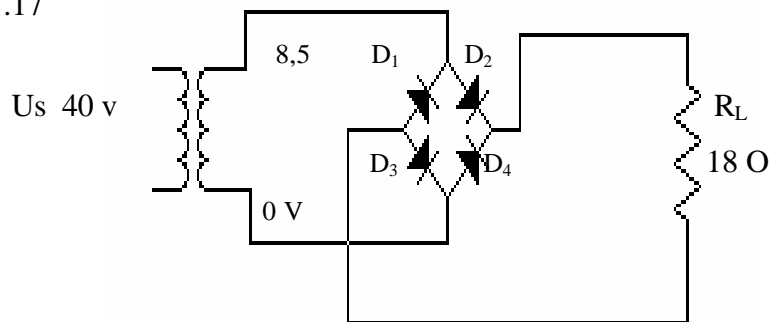
Soal 1.

Dari gambar 1.16

- Hitung tegangan rata-rata pada beban dan arus maksimum yang melalui setiap dioda
- Tentukan besar PIV untuk dioda.

Soal 2.

Dari rangkaian penyearah gelombang penuh seperti terlihat pada gambar 1.17



gambar 1.17

Hitung :

- Tegangan rata-rata keluaran (output)
- Arus melalui beban
- Tegangan balik puncak dioda (PIV)

Soal 3.

Coba jelaskan dari pengalaman anda gangguan-gangguan yang terjadi pada :

- dioda
- transformator

KEGIATAN BELAJAR 2

FILTER

TUJUAN :

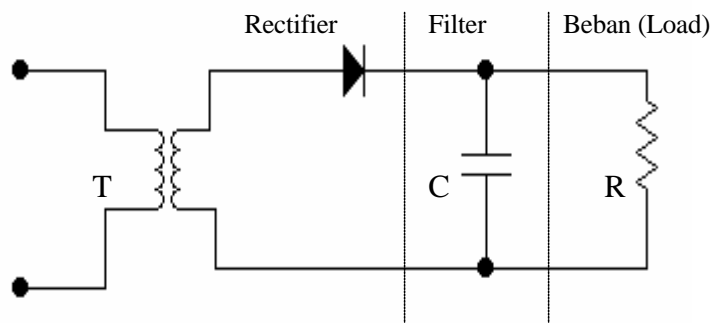
Setelah menyelesaikan pelajaran ini peserta dapat menerapkan :

Nilai kapasitor untuk perubahan tegangan rata-rata dan tegangan kerut.

Effek tegangan rata-rata dan tegangan kerut pada perubahan arus beban.

PERATA DENGAN KAPASITOR

Pada rangkaian penyearah yang dibahas pada kegiatan belajar 2 , sistem penyearah menghasilkan arus gelombang searah masih terdapat pulsa gelombang bolak balik Secara umum peralatan elektronik membutuhkan sumber arus searah (DC) yang halus atau lebih rata. Guna menghilangkan sisa gelombang bolak balik tersebut sering digunakan kondensator elektrolit sebagai tapis perata (Filter) seperti pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Rangkaian penyearah dengan Filter

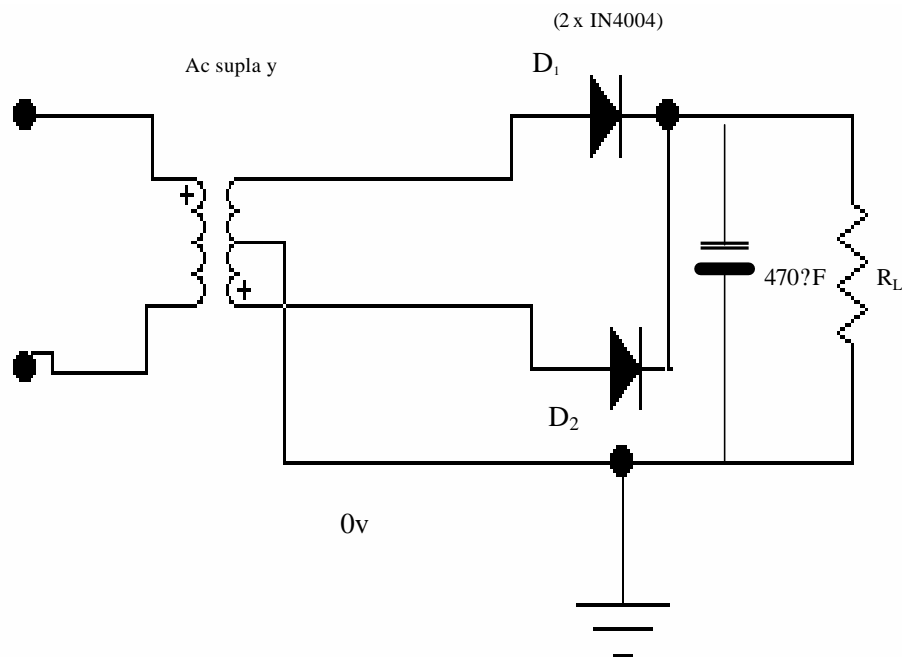
2.1. Filter Kapasitip

Penambahan nilai kapasitor yang dipararel dengan beban akan memberikan efek peralatan pulsa DC yang lebih halus.

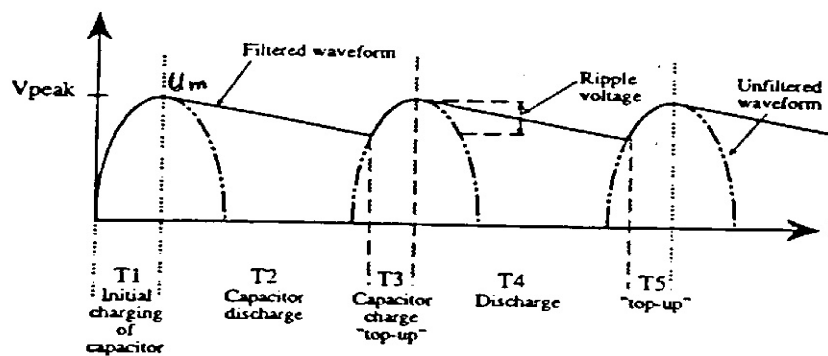
Nilai kapasitor yang lebih besar akan menyimpan muatan pada saat pengisian.

Kecepatan pengosongan muatan kapasitor tergantung dari besarnya konstanta waktu $\tau = R_L \times C$

Gambar 2.2 memperlihatkan rangkaian penyearah gelombang penuh dilengkapi filter kapasitor .



Gambar 2.2 Rangkaian Penyearah gelombang penuh dengan filter kapasitor



Gambar 2.3 bentuk gelombang perataan dengan kapasitor

Perhatikan gambar 2.3 diatas, pada saat T_1 kapasitor terjadi pengisian muatan kapasitor mendekati harga tegangan puncak U_m (maksimum) jika tegangan pulsa turun lebih rendah dari U_m maka kapasitor akan mengosongkan muatannya.

Dengan adanya kapasitor (C) tegangan keluaran tidak segera turun walaupun tegangan masuk sudah turun, hal ini disebabkan karena kapasitor memerlukan waktu mengosongkan muatannya. (Ingat $\tau = R.C$). Sebelum tegangan kapasitor turun banyak, tegangan pada kapasitor keburu naik lagi.

Tegangan berubah yang terjadi tersebut disebut tegangan kerut (ripple voltage) hasil dari transient kapasitor.

2.2 Faktor Kerut (Ripple)

Keluaran dari penyearah terdiri dari tegangan searah dan tegangan bolak balik atau ripple.

Faktor kerut didefinisikan :

$$r = \frac{\text{Harga efektif komponen signal AC}}{\text{Harga rata-rata signal DC}}$$

$$r = \frac{U_r (\text{rms})}{U_{dc}}$$

$$\text{atau \% ripple} = \frac{U_r(\text{rms})}{U_{dc}} \times \frac{100}{1}$$

Dimana :

$U_r (\text{rms})$ = harga tegangan kerut yang terukur oleh volt meter AC.

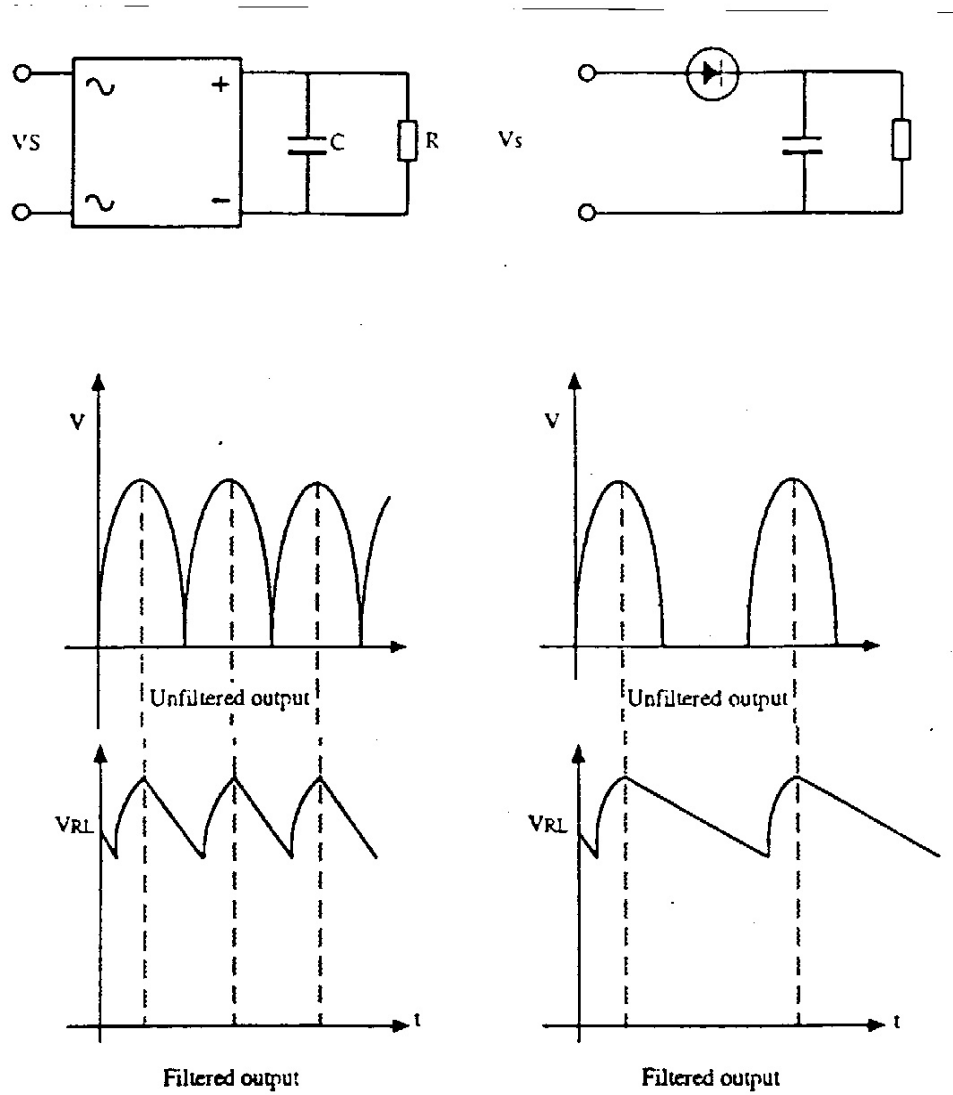
U_{dc} = harga tegangan keluaran DC yang terukur oleh volt meter DC.

$\% r$ = persentase dari tegangan kerut.

? Tegangan kerut adalah berbanding langsung terhadap arus beban (R_L).

$$U_r \propto I \cdot R_L$$

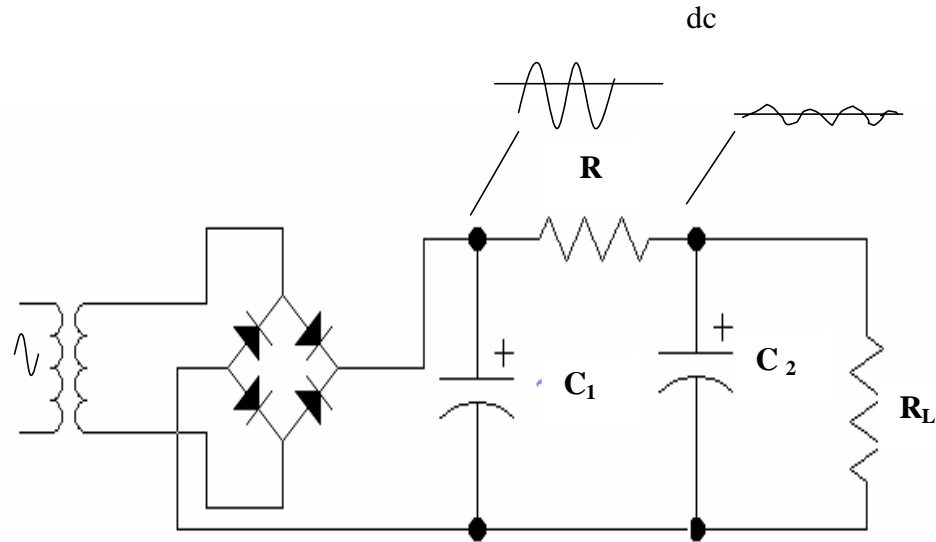
Gambar 2.4 memperlihatkan bentuk gelombang dengan menggunakan filter dan tanpa filter untuk penyearah setengah gelombang dan gelombang penuh.



Gambar 2.4 bentuk gelombang kerut

2.3 Filter CR

Gambar 2.5 memperlihatkan rangkaian penyearah gelombang penuh dengan perata kapasitor dan resistor (C R)



Gambar 2.5 Penyearah dengan filter RC

Tegangan keluaran (output) DC ditentukan oleh R dan R_L sebagai pembagi tegangan.

$$DC.U_o = \frac{R_L}{R + R_L} \times U_{in}(DC)$$

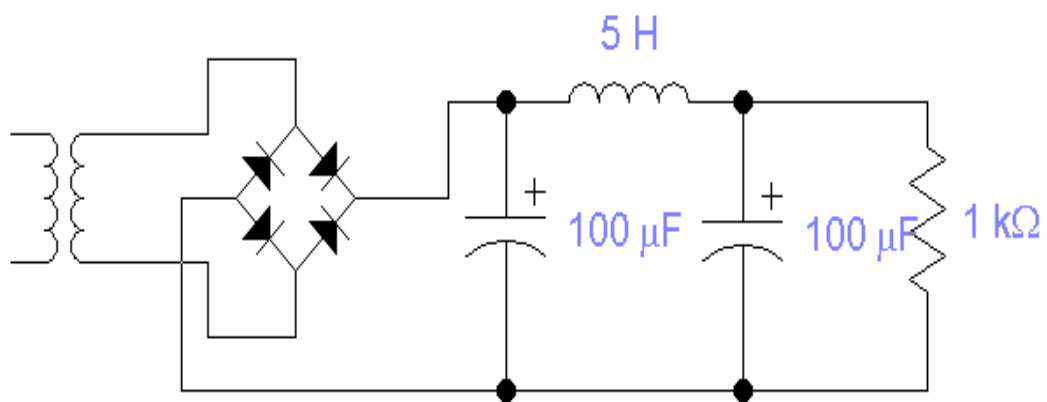
$$X_c = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$\text{tegangan kerut AC} = \frac{X_c}{\sqrt{R^2 + X_c^2}} = U_{in}(\text{rms})$$

- ? Secara umum, R harus lebih rendah dari R_L hal ini untuk memelihara level output DC, X_{c2} harus lebih rendah dari R , hal ini untuk mengurangi level kerut AC pada output dan X_{c2} harus seperlima dari harga R_L .

2.4 Filter LC

Pada gambar 2.6 diperlihatkan diagram rangkaian tipe perata dengan L dan C.



Gambar 2.6 rangkaian filter LC

Induktor atau choke menentang perubahan arus dan energi disimpan pada induktor dalam bentuk medan magnet .

Dari rangkaian dapat dihitung beberapa besaran yaitu :

? $X_L = 2\pi fL$

? $X_c = \frac{1}{2\pi fC}$

impedansi dari rangkaian perata adalah :

$$Z = X_L + X_c$$

dan besarnya $I = \frac{U}{Z}$

Tegangan kerut melalui kapasitor C adalah:

$$U_c \text{ (rms)} = I \times X_c$$

2.5. Regulasi Tegangan

Perubahan besarnya tegangan output, dari suatu tegangan arus searah tanpa beban ke keadaan berbeban penuh disebut sebagai regulasi tegangan.

$$\% V_R = \frac{U_{NL} - U_{FL}}{U_{FL}} \times 100$$

Keterangan :

V_R = regulasi tegangan (%)

U_{NL} = tegangan tanpa beban

U_{FL} = tegangan beban penuh

Sebagai contoh, catu daya tanpa beban dengan dengan tegangan output 100 volt. Arus beban penuh mengalir bila beban dihubungkan, tegangan outputnya jatuh menjadi 80 volt, maka regulasi tegangan dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \% V_R &= \frac{(100 - 80)}{80} \times 100 \\ &= 25\% \end{aligned}$$

Catatan;

Jika persentase regulasinya rendah maka dapat dikatakan bahwa penyearah tersebut mempunyai regulasi yang baik.

Penyearah yang sederhana dan rangkaian perata (filter) nya kurang baik regulasinya dapat diperbaiki dengan cara :

1. Gunakan penyearahan gelombang penuh.
2. Pastikan tahanan kedua transformator dan filter choke rendah (minimum).
3. Gunakan LC filter jika arusnya tinggi.
4. Pastikan dioda yang digunakan mempunyai tegangan jatuh yang rendah.

Review Test 2

- Soal 1. Apa tujuan pemasangan filter pada penyearah ?
- Soal 2. Bila pada rangkaian filter menggunakan kapasitor dan nilai kapasitornya dirubah menjadi lebih besar. Efek apa yang terjadi pada :
- output rata-rata
 - arus dioda
- soal 3. Suatu rangkaian penyearah gelombang penuh menggunakan filter LC dan beban RL. Tegangan kerut = 12 V (rms) dengan frekuensi 100Hz, $L = 5$ H dan $C = 100$ F.
- gambaran diagram rangkaiannya?
 - hitunglah :
 - X_L
 - Arus yang mengalir
 - Tegangan kerut yang melalui kapasitor C.

KEGIATAN BELAJAR 3

REGULATOR ZENER

TUJUAN :

Setelah menyelesaikan pelajaran ini peserta dapat :

- ? Menghitung tegangan, arus dan disipasi daya dari komponen zener regulator.

3.1 Dioda Zener

Dioda zener adalah dioda silikon (si) yang khusus dibuat sebagai penstabil tegangan pada catu daya DC. Tujuannya agar tegangan searah yang dihasilkan yaitu tegangan keluarannya (output) tidak berubah jika dibebani dalam batas-batas tertentu.

Dioda zener dibuat dengan potensial pada nilai tertentu antara 2,4 V sampai 200 V dengan disipasi daya dari $\frac{1}{4}$ W sampai 50 W.

Dioda zener dengan tegangan zener diatas 6 V mempunyai koefisien suhu positif dan dibawah 6 V mempunyai koefisien suhu negatif.

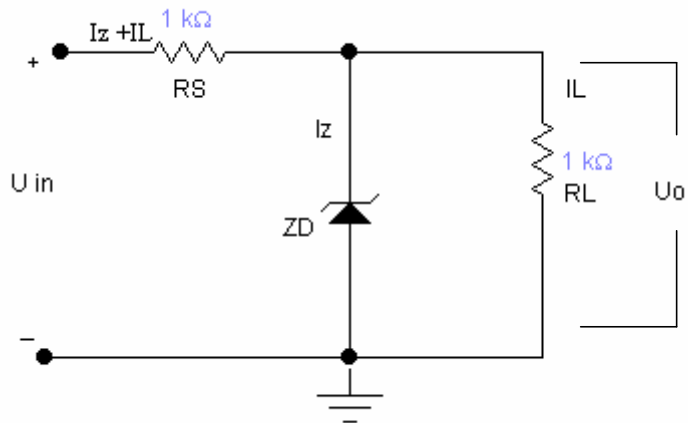
Koefisien suhu minimum terjadi pada zener 6 V untuk arus 40 mA

3.2 Dioda Zener Sebagai Pengatur Tegangan

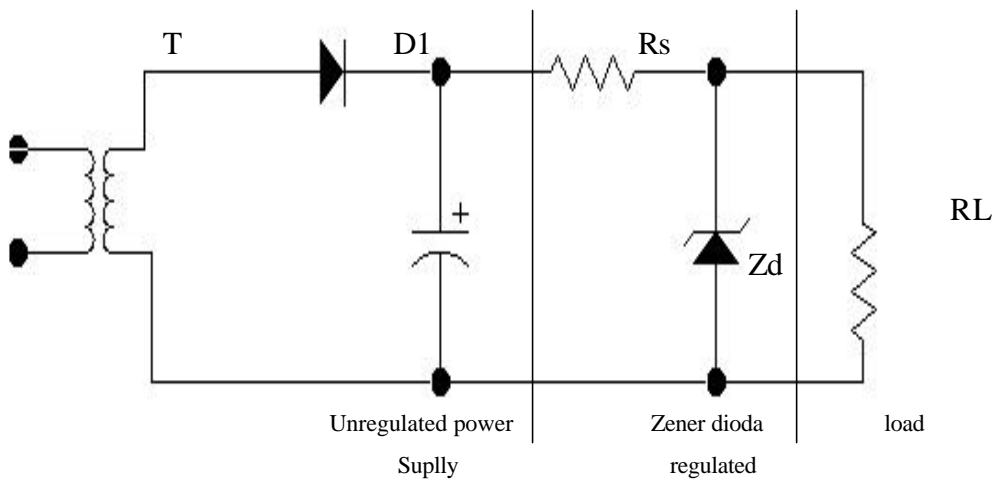
Penyebab ke tidakstabilan suatu sumber tegangan, biasanya terjadi akibat adanya fluktuasi tegangan pada jala-jala input dan variasi beban yang berubah-ubah.

Rangkaian sederhana Zener regulator ditunjukkan seperti gambar 3.1 dan gambar 3.2

Gambar 3.1 memperlihatkan rangkaian regulator dioda zener yang sederhana.



Gambar 3.1 rangkaian regulator sederhana



Gambar 3.2 Rangkaian regulator zener

Dari diagram rangkaian diatas dapat dihitung besarnya arus dan tegangan yang terjadi pada rangkaian.

Dengan membuat tegangan masukan (input) lebih besar dari tegangan zener maka dioda zener bekerja pada daerah tegangan balik (VIP), sehingga tegangan

keluaran (output) tetap untuk berbagai nilai arus beban selama tegangan pada zener tidak kurang dari 12 V untuk tegangan kerja zener 12 volt.

Tegangan pada R_s adalah :

$$U_{RS} = U_i - U_z$$

Tegangan pada beban R_L adalah sama dengan tegangan zener.

$$U_{RL} = U_z$$

Arus maksimum yang melalui R_s adalah I_s atau $I_{maks} = I_z + I_L$

$$I_z = I_{maks} - I_L$$

$I_{maks} \times R_s$ harus sama dengan $U_i - U_z$

atau

$$R_s = \frac{U_i - U_z}{I_{maks}}$$

Disipasi daya (Pd) pada resistor R_s adalah :

$$\begin{aligned} P_d &= U_{RS} \times I_{maks} \\ &= (I_{maks})^2 \times R_s \end{aligned}$$

Dari prinsip kerja rangkaian diatas dapat disimpulkan bahwa :

apabila I_L turun akibat kenaikan beban R_L dan karena I_{maks} tetap , akhirnya I_z akan naik sehingga harga U_z akan selalu tetap.

Dari analisa diatas, walaupun arus beban (I_L) berubah-ubah , tegangan pada beban akan tetap stabil dan yang selalu berubah adalah arus pada zener dioda (I_z) yang mengikuti perubahan arus beban.

Contoh Soal

Dari rangkaian gambar 3.1 diketahui :

Tegangan zener = 12 volt

Tegangan input = 20 volt

Arus Zener = 10 mA

Arus beban = 60 mA

Ditanya berapa harga R_s dan Disipasi daya pada hambatan R_s

Penyelesaian:

Arus maksimum yang melalui R_s adalah $I_z + I_L = 60 + 10 \text{ mA} = 70 \text{ mA}$

Drop tegangan akan terjadi pada R_s adalah sama dengan $U_{in} - U_o$

$$U_{in} - U_o$$

$$R_s = \text{-----}$$

$$I_{maks}$$

$$20 - 12$$

$$R_s = \text{-----}$$

$$70 \times 10^{-3}$$

$$= 114 \text{ O}$$

Disipasi daya pada R_s adalah $0,07^2 \times 114 = 559 \text{ miliwatt}$

KEGIATAN BELAJAR 4

REGULATOR TRANSISTOR SERI

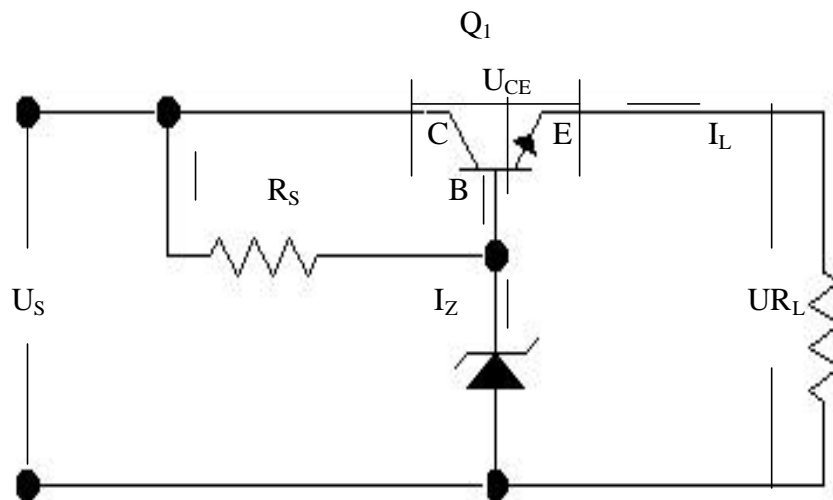
TUJUAN :

- ? Menyebutkan alasan penggunaan regulator transistor seri.
- ? Menghitung arus dan tegangan rangkaian regulator seri.
- ? Menerapkan operasi regulator secara benar.

4.1 Regulator Seri

Rangkaian regulator seri menggunakan transistor bipolar seperti pada gambar 4.1 arus beban lewat melalui transistor dari kolektor ke emitor.

Rangkaian ini memberikan kerja yang lebih efisien dan arus beban yang lebih besar.



Gambar 4.1 Rangkaian regulator seri

R_S dan zener dalam rangkaian ini adalah bentuk yang sederhana dari regulator zener yang mempertahankan tegangan konstan pada basis transistor Q_1 .

Resistor R_S memberikan arus basis (I_B) Q_1 dan arus ke dioda zener (I_Z).

Transistor tersebut akan berfungsi sebagai pengatur tegangan (voltage regulator).

Besarnya tegangan output didapat dari persamaan :

$$U_{CE} = U_{in} - U_o$$

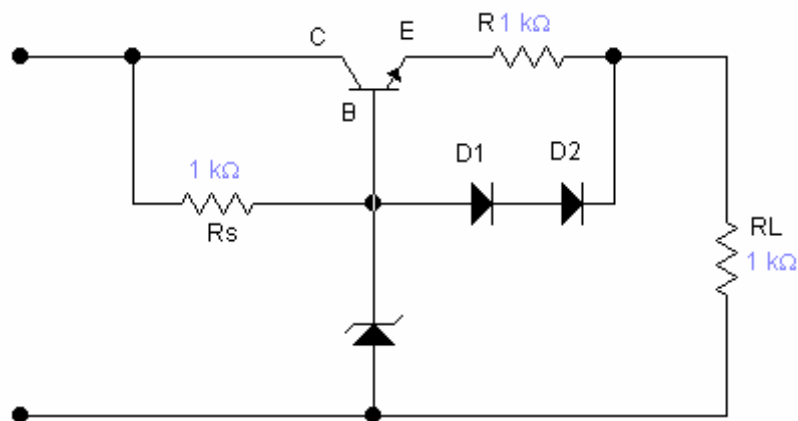
$$U_o = U_Z + U_{BE}$$

Karena besarnya U_{BE} relatif kecil, maka $U_o = U_Z$ dan selalu konstan.

Perinsip kerja rangkaian adalah sebagai berikut : Jika tahanan beban dari rangkaian turun , tegangan output akan jatuh , menjadi kurang positif. Ini artinya tegangan Emitor (V_E) dari transistor dikurangi , kemudian U_{BE} naik .

Arus beban melalui R_{CE} , kemudian akan terjadi drop tegangan pada transistor , dan tegangan output kembali keharga semula . Bila arus beban naik ,tegangan output akan naik terhadap tegangan awal. Hal ini akan mengurangi U_{BE} dan U_{CE} akan naik sehingga tegangan output kembali normal. Jadi jika tegangan input naik , tegangan output akan naikn juga., dengan adanya zener dioda maka tegangan out put dapat dipr\ertahankan stabil.

Rangkaian lainnya adalah transistor sebagai regulator arus seperti pada gambar rangkaian 4.2



Gambar 4.2 Regulator Arus

Rangkaian ini dirancang untuk mempertahankan harga arus yang melewati beban ketika terjadi perubahan beban pada tegangan tetap.

Dari rangkaian didapat persamaan :

$$I_E = \frac{U_Z}{R_1}$$
$$I_L = I_C = I_E - I_B$$

$$I_E = I_C + I_B$$

Keterangan :

- ? I_E = arus emitor
- ? I_C = arus kolektor
- ? I_B = arus basis
- ? I_L = arus beban

Penurunan arus beban $I_L = I_C$ akan mengakibatkan penurunan arus emitor dan akan mengurangi drop tegangan pada R_1 ($U_{R_1} = I_E \times R_1$).

Efek terhadap bias Q_1 adalah : $U_{BE} = U_Z - U_{R_1}$

Karena harga U_Z selalu konstan, maka penurunan pada U_{R_1} akan mengakibatkan kenaikan pada U_{BE} transistor dan sekaligus menaikkan konduktifitas dari transistor sehingga arus beban I_L dapat dipertahankan pada harga yang tetap.

Regulasi arus dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Regulasi arus} = \frac{I_{NL} - I_{FL}}{I_{FL}} \times 100\%$$

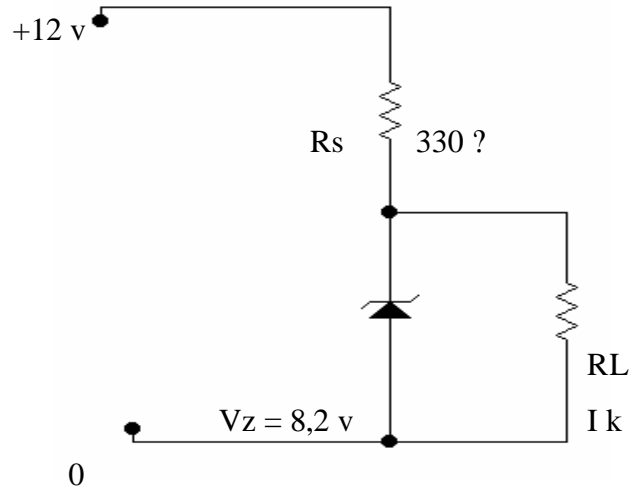
Dimana :

I_{NL} = arus tanpa beban.

I_{FL} = arus beban penuh.

Review Test 3

Soal 1. Perhatikan gambar rangkaian dibawah ini :



gambar 3.3 Rangkaian zener

Hitung berapa besarnya :

- tegangan pada beban R_L
- tegangan pada resistor seri R_s
- arus maksimum
- arus dioda zener
- disipasi daya pada R_s ; Z_d dan R_L

Soal 2 .

Rangkaian regulator seri (lihat gambar 4.1) mempunyai tegangan input 15 volt, tegangan Zener 12,5 volt dan arus zener 100 mA. Jika arus beban 1 ampere, hitunglah :

- Efisiensi rangkaian
- Daya pada Zener
- Disipasi daya transistor

Soal 3

Apakah fungsi regulator arus konstan ? Jika perubahan arus dari 1,5 A tanpa beban ke beban penuh menjadi 1,2 A , berapa persen regulasi yang terjadi ?

KEGIATAN BELAJAR 5

REGULATOR TEGANGAN

TUJUAN :

Setelah menyelesaikan pelajaran ini peserta dapat :

- ? Membaca parameter esensial regulator tiga terminal dari lembar data.
- ? Menghitung tegangan output dari rangkaian regulator.
- ? Mengukur arus dan tegangan dan menentukan rangkaian regulator bekerja dengan benar.

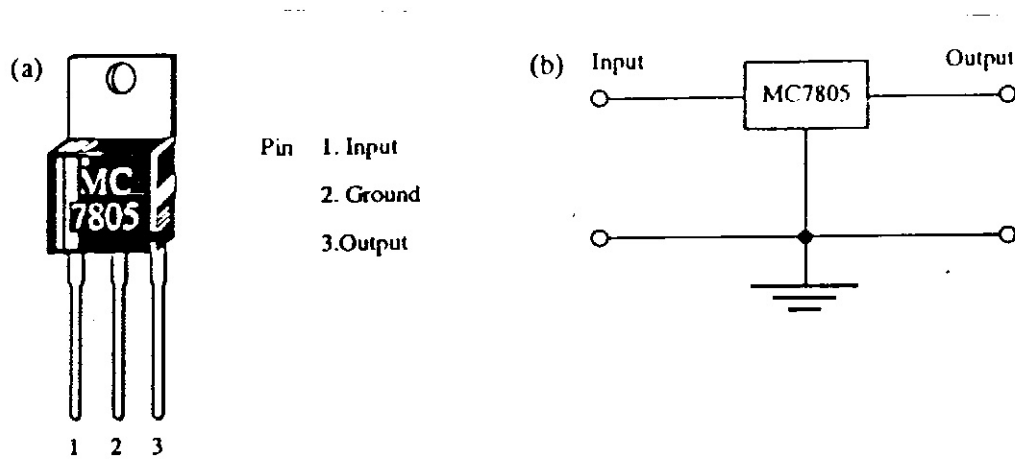
5.1 IC Regulator Tiga Terminal.

Regulator tiga terminal adalah “ Integrated Voltage Regulator Circuit “ yang dirancang untuk mempertahankan tegangan outputnya tetap dan mudah untuk dirangkai.

Keuntungannya adalah :

1. Membutuhkan penambahan komponen luar yang sangat sedikit, ukuran kecil
2. Mempunyai proteksi terhadap arus hubung singkat.
3. Mempunyai automatic thermal shutdown.
4. Mempunyai tegangan output yang sangat konstan
5. Mempunyai arus rendah
6. Mempunyai ripple output yang sangat kecil.
7. Pembinaan rendah

Gambar 5.1 memperlihatkan contoh IC regulator Tegangan Positif tiga terminal MC 7805.



Gambar 5.1 bentuk IC regulator dan simbol rangkain

Seri LM 78XX adalah regulator dengan tiga terminal, dapat diperoleh dengan berbagai tegangan tetap

Beberapa IC regulator mempunyai kode yang dibuat oleh pabrik pembuat komponen , sebagai contoh : IC LM.7805 AC Z yang artinya sebagai berikut:

LM *Linear Monolithic*

78L *Bagian nomor dasar yang menyatakan tegangan positif*

06 *Tegangan output*

AC *Standart ketepatan*

Z *Tipe pembungkus , ZTO-92 Plastic*

Seri LM 78XXC dapat diperoleh dalam kemasan TO-3 aluminium , arus keluaran (output) 1A ,boleh lebih asalkan IC regulator dilengkapi dengan pendingin (heat-sink). Regulator LM 78XXC mudah dipakai dan tambahan komponen-komponen ektern tidak banyak .

Sifat-sifat IC regulator LM 78XX adalah sebagai berikut :

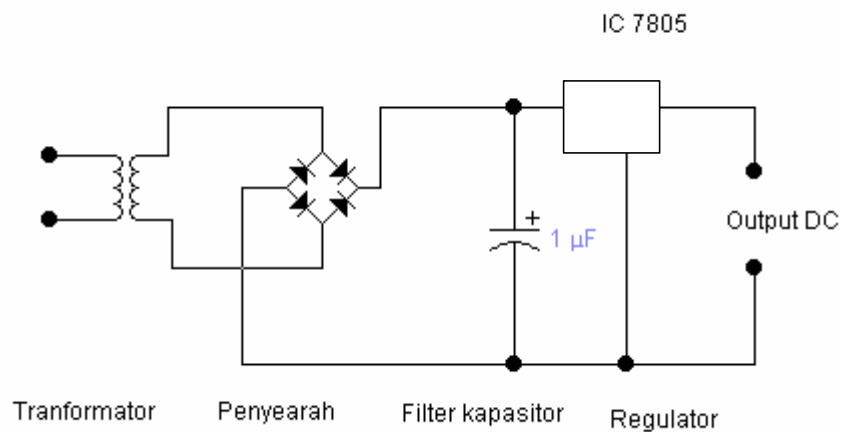
- ? Arus keluaran melebihi 1A
- ? Pengamanan pembebanan lebih termik
- ? Tidak diperlukan komponen tambahan
- ? Ada pengamanan untuk transistor keluaran (output)
- ? Dapat diperoleh dalam kemasan TO-3 aluminium

Karakteristik Elektrik Tipe Regulator Tegangan

Tipe	U out (V)	I out (A)			Uin (V)	
		78XX C	78 LXX	78 MXX		
7805	5	1	0,1	0,5	7,5	20
7806	6	1	0,1	0,5	8,6	21
7808	8	1	0,1	0,5	10,6	23
7810	10	1	0,1	0,5	12,7	25
7812	12	1	0,1	0,5	14,8	27
7815	15	1	0,1	0,5	18	30
7818	18	1	0,1	0,5	21	33
7824	24	1	0,1	0,5	27,3	38

? Sumber National Semiconductor , IC linier

Contoh rangkaian lengkap catu daya menggunakan regulator tiga terminal IC 7805 untuk tegangan output 5 volt konstan ditunjukkan pada gambar 5.2



Gambar 5.2 rangkaian catu daya dengan IC regulator

Arus maksimum regulator IC yang dikirim ke beban tergantung pada tiga faktor, yaitu:

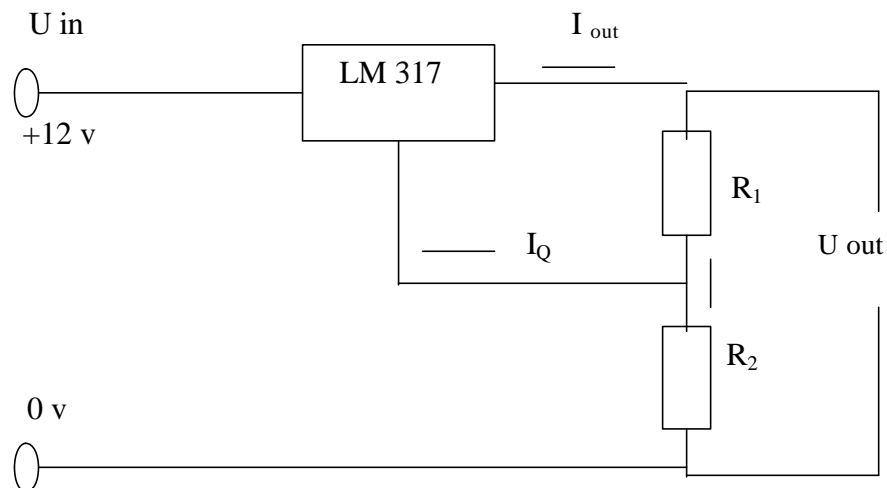
1. Temperatur.
2. Perbedaan antara tegangan input dan output atau disebut diferensial input output.
3. Arus beban.

Uraian lengkap mengenai parameter IC regulator dapat dilihat dari data sheet yang dibuat oleh pabrik pembuat komponen . Contoh IC 7805 C mempunyai output nominal 5 volt. Dari data sheet Motorola didapat temperatur junction 25^0 C ($T_j \pm 25^0\text{ C}$) ,tegangan output antara low 4,8 volt atau high 5,2 volt ; arus output $> 100\text{ mA}$.

5.2 Regulator Positif Sebagai Sumber Arus.

Regulator tegangan positif dimana outputnya dapat diatur antara lain : LM 117 , LM 217 , LM 317

Pada gambar 5.3 diperlihatkan rangkaian IC Positif regulator yang digunakan sebagai sumber arus.



gambar 5.3 regulator tegangan tetap

Dari rangkaian diatas, tegangan output dihasilkan dari penjumlahan UR_1 dan UR_2

Tegangan output , $U_0 = UR_1 + UR_2$

Dimana tegangan UR_1 adalah tegangan output IC regulator 7805 yaitu sebesar 5 volt.

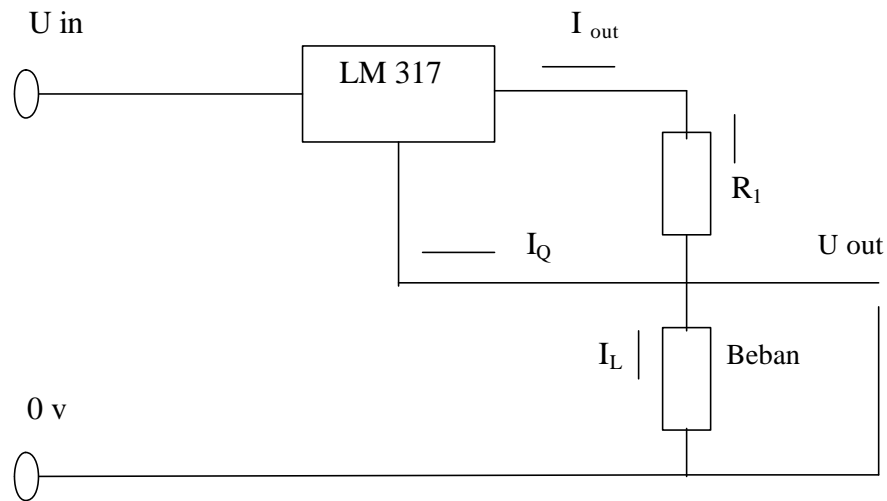
$$IR_1 = \frac{UR_1}{R_1}$$

$$IR_2 = IR_1 + I_Q$$

Tegangan pada R_2 adalah :

$$U_{R_2} = I_{R_2} \times R_2$$

Pada gambar 5.4 diperlihatkan rangkaian tegangan output yang diukur dari pembebanan (R_{load})



Gambar 5.4 Regulator arus

$$I_L = \frac{U_{Reg}}{R} + I_Q$$

Tegangan output adalah $U_{out} = I_L \times R_{Load}$

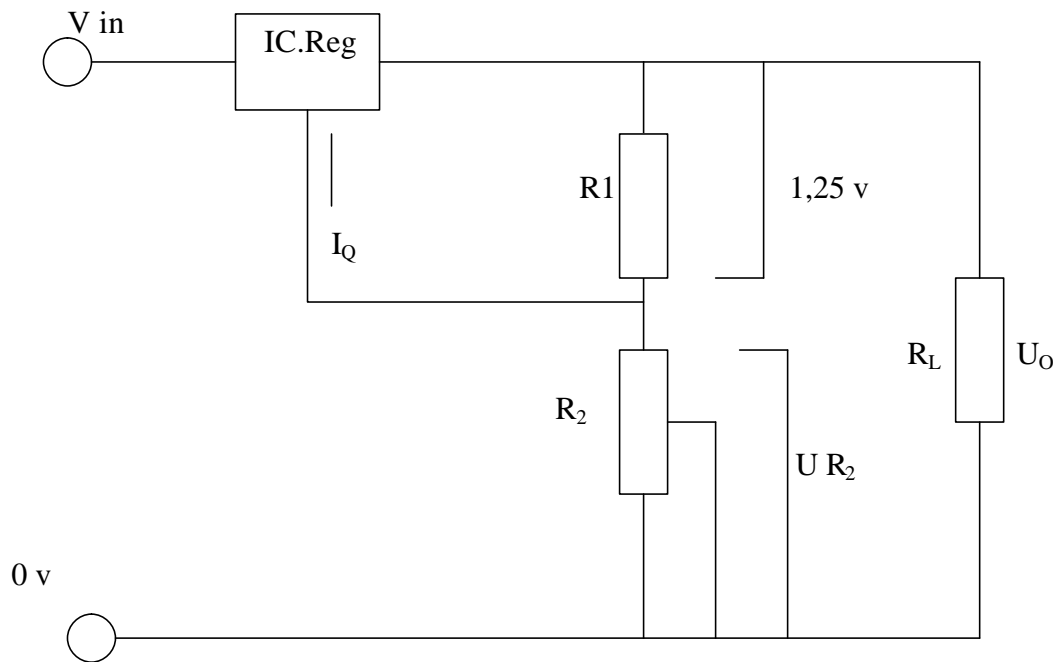
Dimana I_Q adalah arus pada regulator ,dan U_{Reg} batas tegangan regulator

5.3 Regulator Tegangan Yang dapat Diatur

Konsep baru dalam rangkaian regulator yang tegangan outputnya dapat diatur adalah regulator daya. Regulator tegangan positif dimana outputnya dapat diatur antara lain : LM 117 , LM 217 .

Regulator LM 317 dapat memberika arus keluaran (output) lebih dari 1,5 amper dengan tegangan antara 1,2 volt sampai 37 volt.
 dan IC LM 350 mampu memberikan arus 3A dan jangkauan tegangan output 1,2 V sampai 33 V.

Gambar 5.7 memberikan dasar rangkaian regulator yang dapat diatur tegangan outputnya.



Gambar 5.7 regulator tegangan output dapat diatur

Arus regulator adalah $I_{Reg} = \frac{U_{Reg}}{R_1}$

Tegangan output diperoleh dari rumus:

$$U_{out} = U_{Reg} + \left(\frac{U_{Rreg}}{R_1} + I_Q \right) R_2$$

Atau

$$U_{out} = U_{Reg} + \left(\frac{R_2}{R_1} + 1 \right) I_Q R_2$$

5.4 Regulator Tegangan Negatif

Pada rangkaian operational amplifier dan microprocessor dibutuhkan catu daya yang membutuhkan dua polaritas sumber tegangan, misal +5V dan -5V.

Seri LM 79XXC , LM 79LXX adalah regulator tegangan negatif 3 terminal .

Seri LM 79XXC dikemas dalam kemasan daya TO-200 dan mampu mengeluarkan arus 1,5 amper .

Sifat-sifat regulator LM79XXC adalah sebagai berikut:

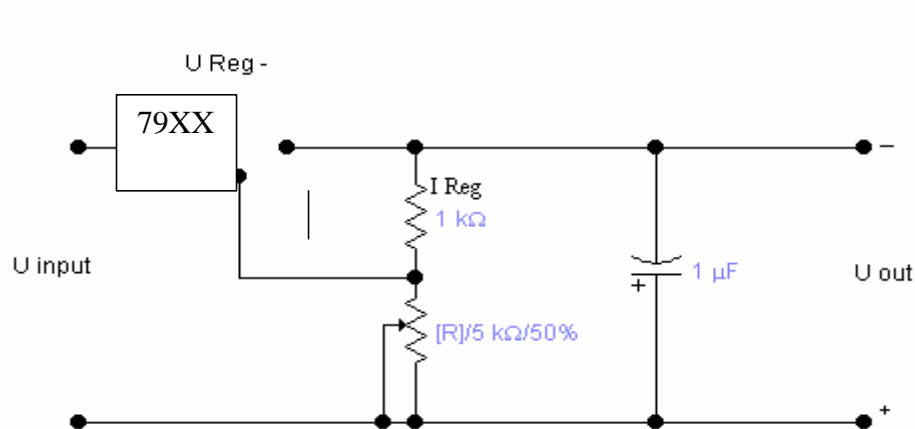
- ? Mempunyai pengaman daerah, hubung singkat dan termik
- ? Penindasan kerut (ripple) tinggi
- ? Arus keluaran 1,5 A
- ? Tegangan keluaran stelan pendahuluan 4%

Untuk seri LM79LXX AC , piranti ini telah dirancang untuk mengeluarkan tegangan tetap dan dapat diperoleh dalam kemasan TO-92 dengan 3 kawat.

Sifat-sifat regulator ini adalah sebagai berikut :

- ? Arus keluaran 100mA
- ? Mudah dikompensasi dengan kodensator kapasitas kecil 0,1 μ A
- ? Mudah distel untuk tegangan keluaran tinggi
- ? Penyimpangan tegangan keluaran stelan ± 5 %

Gambar 5.6 memperlihatkan regulator negatif tiga terminal yang tegangan outputnya dapat diatur



Gambar 5.6 regulator negatif

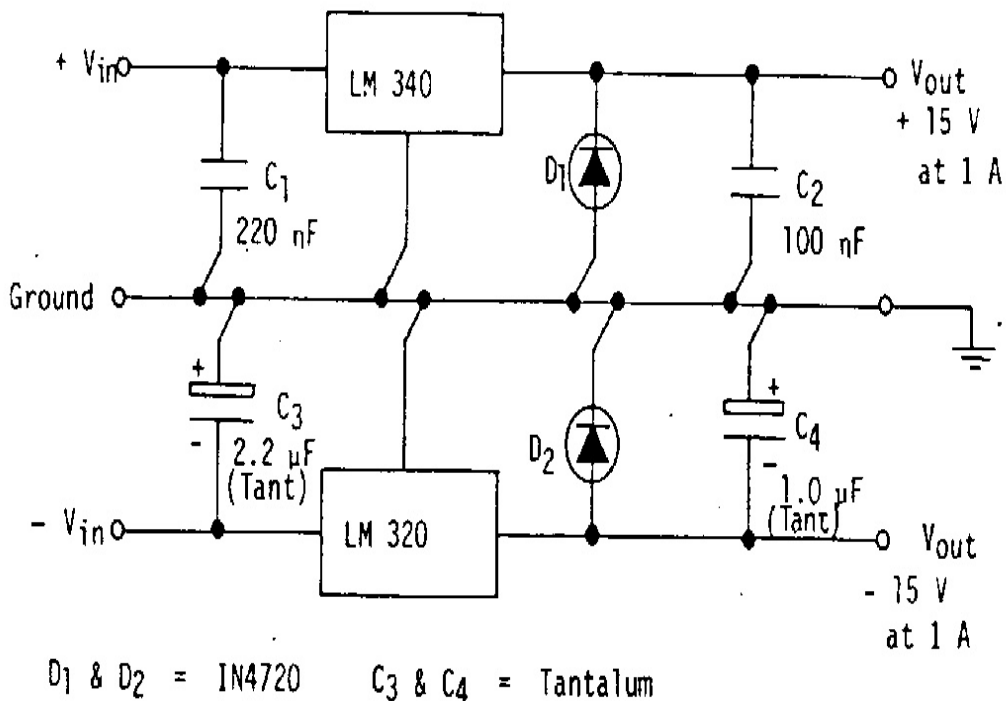
5.5 Catu daya Dua Polaritas.

Contoh diagram rangkaian pada gambar 5.7 menggunakan LM 340 positif regulator yang dihubungkan dengan negatif regulator LM 320.

D_1 dan D_2 adalah dioda proteksi bekerjanya regulator pada common load dan akan membatasi arus hubung singkat regulator.

Jenis rangkaian kombinasi regulator positif dan negatif adalah sebagai berikut :

1. Suplai ? 15 volt , 1A
LM 340 T, LM 320-15 , (D_1 D_2 IN 4720)
2. Suplai ? 12 volt , 1 A
LM 340 T-12 , LM 320 T-12 , (D_1 D_2 IN 4720)
3. Suplai ? 15 volt , 200mA
LM 342H-15 , LM 320 T -15 , (D_1 D_2 IN 4001)

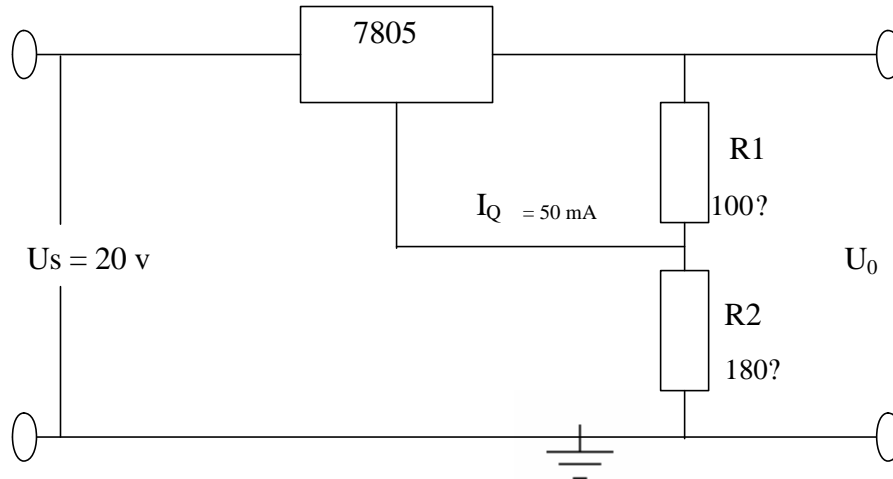


Gambar 5.7 dasar catu daya dua tegangan

Review Test 4

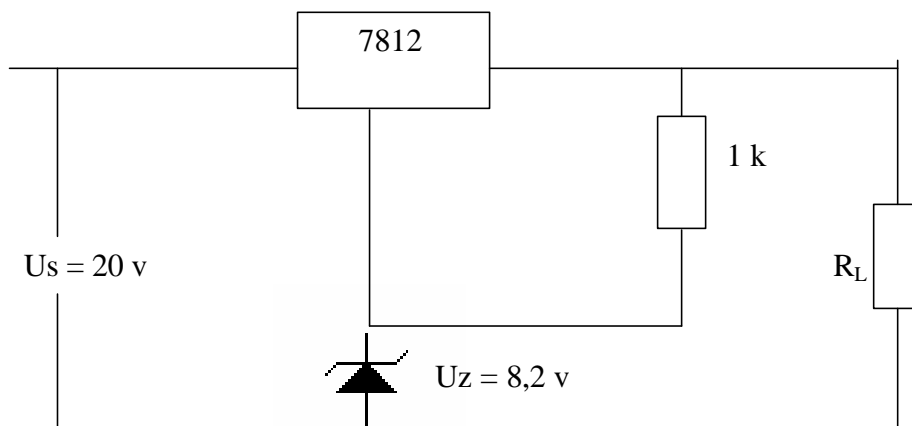
Hitung berapa tegangan output yang dihasilkan.dari rangkaian regulator tegangan gambar dibawah ini ;

Soal 1



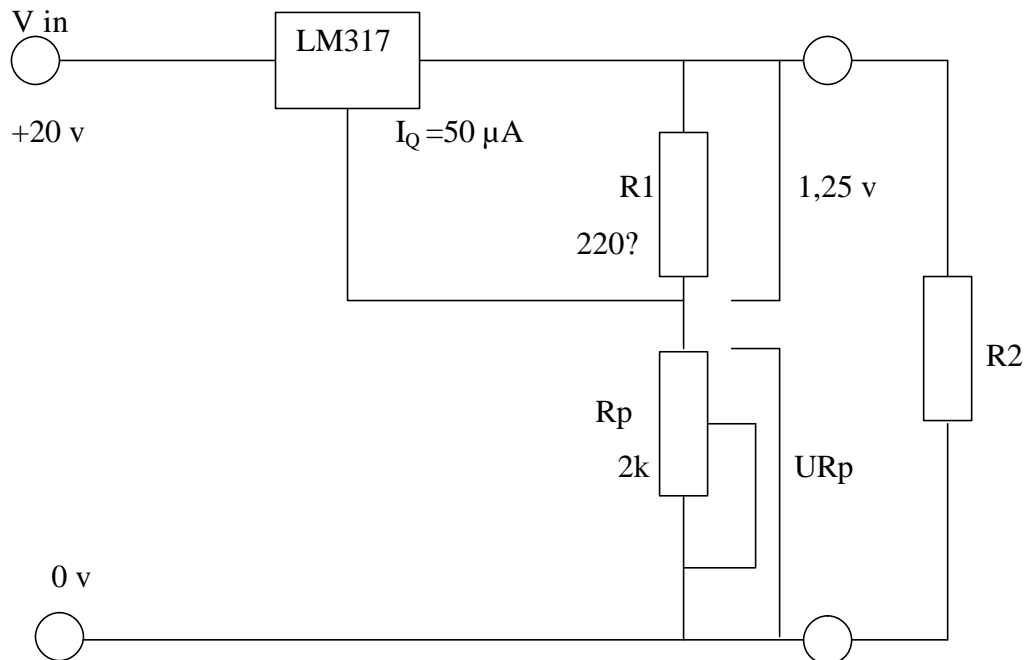
gambar 5.4

Soal .2



Gambar 5.5

Soal 3



Gambar 5.7 regulator tegangan menggunakan LM 317

Dari gambar 5.7 diatas coba anda analisa prinsip kerjanya dan jawablah pertanyaan dibawah ini., bila $I_Q = 50\ \mu\text{ A}$

- Berapa tegangan pada R_p bila harga R_p diset pada nol ohm?
- Berapa tegangan output bila R_p diset pada nol ohm tersebut?
- Bila R_p diset ke maksimum 2 kilo ohm, hitung tegangan output rangkaian catu daya.

KEGIATAN BELAJAR 6

PENYEARAH TIGA FASA

PENDAHULUAN

Penyearah tiga fasa banyak dipakai , karena penyearah tiga fasa ini menghasilkan daya yang cukup besar serta banyak dipakai antara lain pada pengisian batere atau accumulator, elektroplating , AVR alternator dan sebagainya.

Penyearah tiga fasa lebih efisien serta menghasilkan daya output yang konstan sehingga dapat dipakai pada sistem yang lebih kompleks dengan beban yang tetap. Penyearah tiga fasa dengan filter menghasilkan output DC yang lebih rata., karena pulsa yang terbentuk lebih berdekatan satu sama lainnya serta lebih rendah setengah dari tegangan puncak outputnya..

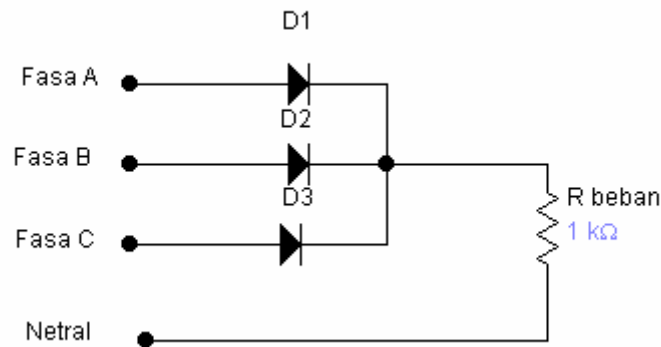
Pada rangkaian penyearah tiga fasa dapat dipasang sebanyak tiga, enam atau dua belas komponen penyearah dioda atau SCR, dalam hal ini sangat tergantung pada keperluan yang dibutuhkan.

6.1. Penyearah Setengah Gelombang 3 Fasa.

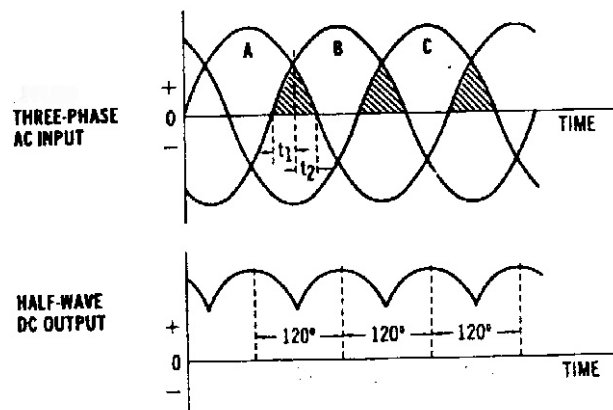
Gambar 6,1 memperlihatkan penyearahan tiga fasa setengah gelombang yang tidak menggunakan transformator.

Fasa A, B dan C sebagai sumber tegangan tiga fasa memberikan tegangan ke anoda dari dioda-dioda D_1 , D_2 , dan D_3 .

Bagian beban dihubungkan antara katoda dari dioda D_1 , D_2 , dan D_3 dan titik netral dari sumber yang dihubungkan bintang.



Gambar 6.1 a. diagram rangkaian penyearah 3 fasa



Gambar 6. 1.b bentuk gelombang tegangan input / output

Dengan adanya perioda tegangan positif akan membuat dioda menjadi menghantar, dengan tegangan positif ini akan menyebabkan tegangan yang lebih positif terhadap katoda dari dua titik yang lain; akibatnya kedua dioda saja yang menghantar pada perioda ini.

Dari kurva bentuk gelombang dapat dianalisa bahwa mulai dari 0° sampai 30° , dari fasa C (V_C) mempunyai tegangan yang lebih positif dan ini akan memberi bias maju pada dioda D_3 serta akan menghasilkan tegangan pada beban R yaitu sebesar U_0 .

kemudaian dari sudut 30° sampai 150° dari fasa A (V_A) mempunyai tegangan yang lebih positif yang membuat dioda D_1 dipicu kearah maju sehingga akan menghasilkan tegangan pada beban R. Pada sudut 150° V_B menjadi lebih positif dan dioda D_2 akan

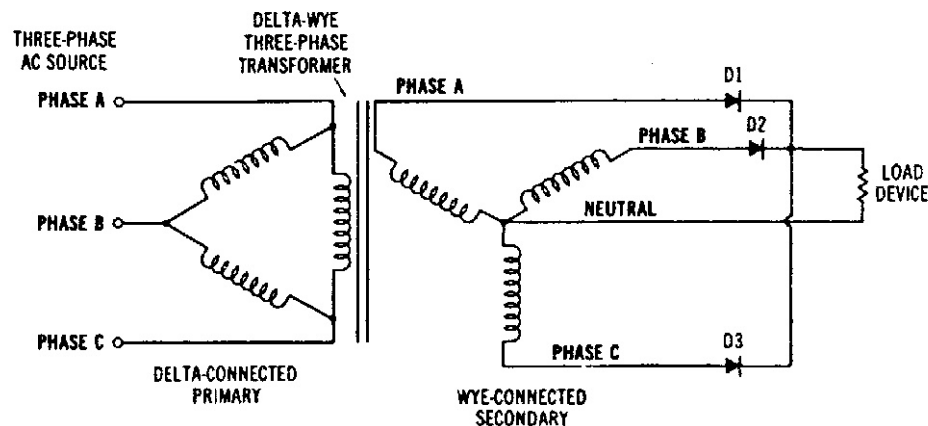
menghantar sehingga akan menghasilkan tegangan pada beban R. Demikian seterusnya pada 270^0 , D_3 menghantar kembali selama satu periode.

Catatan : Tegangan output DC tidak pernah jatuh sampai nol.

Tegangan rata-rata output DC (U_{dc}) tiga fasa dinyatakan sebagai berikut :

$$U_{dc} = 0,831 \times U_{maks}$$

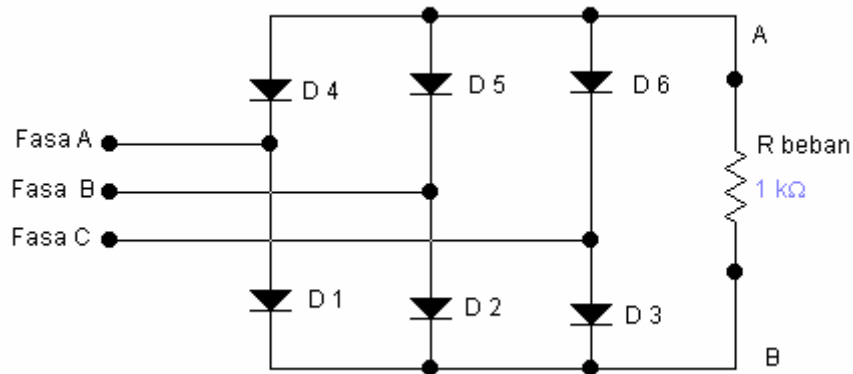
Pada gambar 6.2 adalah bentuk yang sama dengan penyearah setengah gelombang tiga fasa yang menggunakan transformator 3 fasa. Tegangan sekunder dimungkinkan dinaikkan atau diturunkan dengan seleksi yang sesuai dengan kebutuhan tegangan output DC yang diinginkan .



Gambar 6.2 penyearah setengah gelombang tiga fasa menggunakan trafo

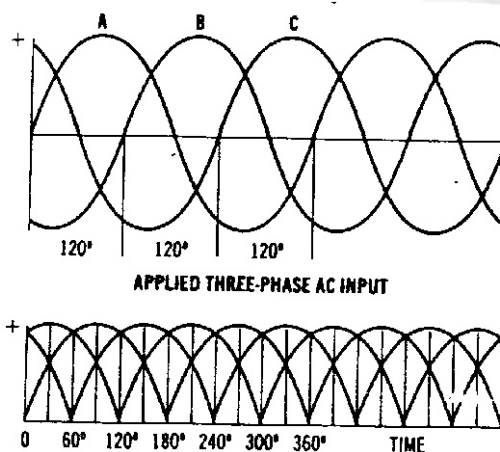
6.2. Penyearah Gelombang Penuh Tiga Fasa

pada gambar 6.3 dan 6.4 diperlihatkan diagram rangkaian penyearah tiga fasa gelombang penuh dan bentuk gelombang output



Gambar 6.3 Rangkaian penyearah tiga fasa gelombang penuh

Rangkaian penyearah gelombang penuh tiga fasa ini dapat dilengkapi/dipasang untuk dua keadaan yaitu untuk setengah bagian positif dan setengah bagian negatif dari inputnya seperti halnya pada penyearah gelombang penuh untuk satu fasa.



Gambar 6.4 bentuk gelombang tegangan input dan output

Terdapat tiga hal yang harus diperhatikan pada waktu menganalisa kerja untuk rangkaian penyearah tiga fasa gelombang penuh ini, yaitu:

- a. dua dioda selalu menghantar, berarti empat dioda yang lain dalam keadaan tidak menghantar .
- b. Satu dari dioda-dioda yang bernomor genap (D_2, D_4 dan D_6) dalam keadaan menghantar dan satu dari dioda-dioda yang bernomor ganjil (D_1, D_3 dan D_5), juga selalu menghantar.
- c. Arus selalu mengalir dari sumber yang mempunyai tegangan positif tertinggi melalui dioda-dioda yang bernomor genap menuju beban terus mengalir pada dioda-dioda yang bernomor ganjil dan seterusnya kembali ke terminal sumber yang mempunyai tegangan negatif tertinggi.

Pada rangkaian diatas, I_{dc} adalah $0,995 \times I_m$ melalui tiap dioda dan hanya sepertiganya yang mengalir melalui tiap dioda.

Tegangan rata-rata U_{dc} adalah dua kali dari penyearah setengah gelombang tiga fasa atau $U_{dc} = 2,34 \times U_{rms} (ac)$

Penyearah gelombang penuh dipersiapkan untuk daya tinggi, sebab :

- a. Tiap sekunder membawa arus untuk $1/3$ siklus.
- b. Tiap primer membawa arus $2/3$ siklus.
- c. Kerugian tembaga dalam belitan transformator adalah lebih rendah.

Untuk instalasi yang besar, penyearah mercury arc yang dipilih untuk digunakan.

Contoh soal

Harga efektif (rms) tegangan sekunder transformator (U_s) pada penyearah gelombang penuh segitiga / bintang adalah 150 volt.

Jika harga rata-rata arus beban adalah 2A, hitunglah :

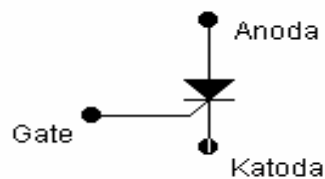
- tegangan output DC.
- Arus puncak /maksimum yang melalui tiap dioda
- Daya rata-rata yang dikiram ke beban.

Penyelesaian :

- $U_{dc} = 2,34 \times U_s = 2,34 \times 150 = 351 \text{ V}$
- $I_{m/ \text{dioda}} = (1/ 0, 955) \times I_{dc}$
 $= 2,1 \text{ A}$
- $P_{dc} = U_{dc} \times I_{dc}$
 $= 351 \times 2 = 720 \text{ W}$

6.3 Penyearah Tiga Fasa Menggunakan SCR

SCR digunakan seperti penyearah dioda , perbedaannya waktu kondisinya dari penyearah SCR dapat divariasikan untuk mengatur tegangan output dan level arus searah (dc) .Simbol SCR diperlihatkan pada gambar 6.5



Gambar 6.5 Simbol SCR

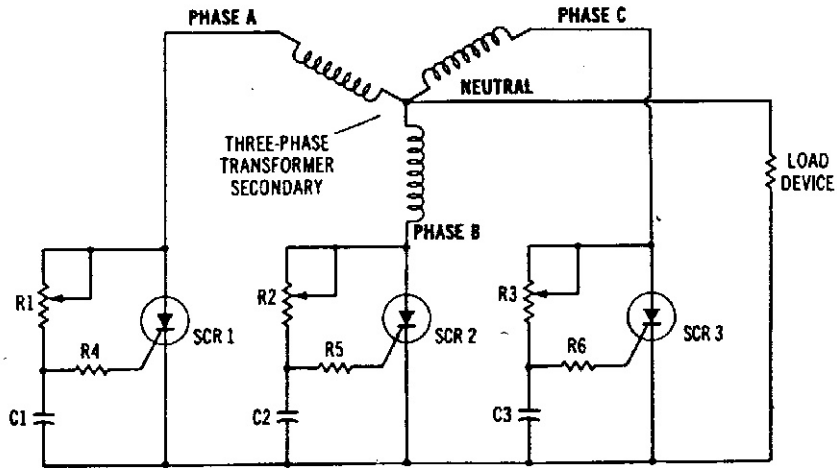
SCR dapat dihidupkan oleh suatu arus penyulutan singkat ke dalam gatenya.

Arus gate ini (I_g) mengalir melalui persambungan (junction) antara gate dan katoda.

Kebanyakan SCR membutuhkan arus gate untuk penyalaan antara 0,1 sampai 20 mA, sedangkan tegangan antara gate dan katodanya (U_{GK}) harus lebih besar dari 0,6 volt.

Untuk memperdalam penguasaan prinsip kerja dari SCR perlu dipelajari secara khusus

Contoh rangkaian penyearah tiga fasa menggunakan Silicon Controlled Rectifier (SCR) diperlihatkan pada gambar 6.6



Gambar 6.6 penyearah SCR tiga fasa

Untuk mengontrol SCR diperlukan rangkaian phase shift, $R_1 - C_1$; $R_2 - C_2$; dan $R_3 - C_3$ sebagai rangkaian RC phase shifting.

Tiga buah rheostat dijadikan satu untuk memperoleh kontrol penyalan atau penyulutan SCR secara bersamaan.

Kerja dari rangkaian penyearah tiga fasa menggunakan SCR adalah sama seperti penyearah setengah gelombang tiga fasa yang sudah dibahas terdahulu..

Tegangan output rangkaian lebih mudah dikontrol atau diatur dengan mengatur rheostat penyalan untuk SCR tersebut.

KEGIATAN BELAJAR 7

MENCARI LETAK GANGGUAN

PENDAHULUAN

Gangguan atau kesalahan yang paling banyak terjadi pada rangkaian catu daya adalah diakibatkan oleh beban yang terus menerus yang dipikul oleh catu daya tersebut atau beban yang tidak sesuai dengan kemampuan / kapasitas catudaya.

Asumsi dasar yang harus dibuat untuk melakukan pemeliharaan (service unit) catu daya adalah mencari penyebab kesalahan , memeriksa rangkaian dan komponen yang rusak dengan menggunakan alat ukur yang cocok misalnya AVO meter dan CRO.

7.1 Kesalahan Komponen

A. Kapasitor

Kesalahan pada kapasitor seperti :

- a. rangkaian terbuka.
- b. Rangkaian hubung singkat
- c. Terjadi kebocoran pada rangkaian kapasitor.

B. Resistor, kesalahan arus yang melaluinya lebih besar sehingga terjadi disipasi panas yang menyebabkan resistor terbakar.

C. Transistor atau IC

Problem yang terjadi pada semi konduktor adalah :

- a. titik sambungan hubung singkat disebabkan sentaka tegangan tinggi.
- b. Titik sambungan rangkaian terbuka, disebabkan beban lebih.
- c. Arus bocor yang besar, biasanya ditujukan oleh penguatan rendah atau level kebisingan tinggi.

7.2 Mengganti Komponen

Bila mengganti komponen yang rusak pada rangkaian yang penting harus diperhatikan :

- a. Lepas dan ganti komponen yang sesuai dengan aslinya atau ekuivalen dari karakteristik komponen yaitu kemampuan arus, tegangan dan daya yang sesuai dengan spesifikasinya.

Data dan spesifikasi komponen dapat dilihat pada buku data komponen yang diterbitkan oleh perusahaan /pabrik pembuat komponen.

- b. Tempatkan komponen yang diganti secara pasti dan tepat.

7.3 Pemeriksaan Catu Daya

Poin utama yang harus diperiksa setelah anda melakukan perbaikan adalah sebagai berikut :

1. Tegangan output DC , apakah sudah sesuai dengan tegangan yang dibutuhkan
2. Arus output DC yang diperlukan.
3. Tegangan kerut (ripple) dari amplitudo output diukur dengan Oscilloscope (CRO.)
4. Regulasi tegangan atau regulasi arus.

Pada tabel berikut ini diberikan pedoman dasar sebagai langkah awal mendiagnosa gangguan atau kesalahan suatu rangkaian.

Dan ingat dalam melakukan pemeriksaan dan perbaikan harus diperhatikan Standart Operasional Procedure (SOP) yang berlaku dan disepakati.

ANALISA GANGGUAN RANGKAIAN CATU DAYA.

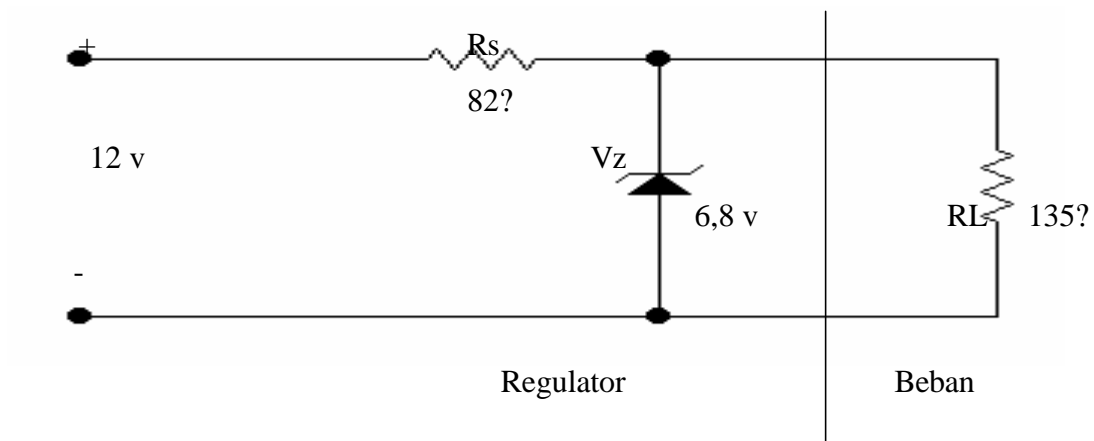
GEJALA	KESALAHAN
<u>Kesalahan Transformator :</u> 1. output DC nol dan tegangan sekunder tidak ada.	Rangkaian input AC terbuka atau sekring putus.
2. ouput DC rendah dan transformer putus	Lilitan trafo primer dan sekumder hubung singkat
<u>Kesalahan Penyearah :</u> 1. output DC rendah dengan riple 50 Hz	Rangkaian dioda penyearah terbuka
2. sekring putus arus lebih transformator baik.	Rangkaian dioda hubung singkat.
3. rangkaianbekerja baik, tetapi output DC rendah dari yang seharusnya	Tahanan dioda terlalu besar (tegangan jatuh saat forward besar)
<u>Kesalahan Filter kapasitor :</u> 1. output DC rendah dengan level riple tinggi. Regulasi sangat jelek.	Filter kapasitor rangkaian terbuka.
2. sekring putus	Filter kapasior hubung singakat
3. output DC rendah dengan naiknya level riple, regulasi jelek	Filter kapasitor bocor

LATIHAN MENCARI GANGGUAN/KESALAHAN.

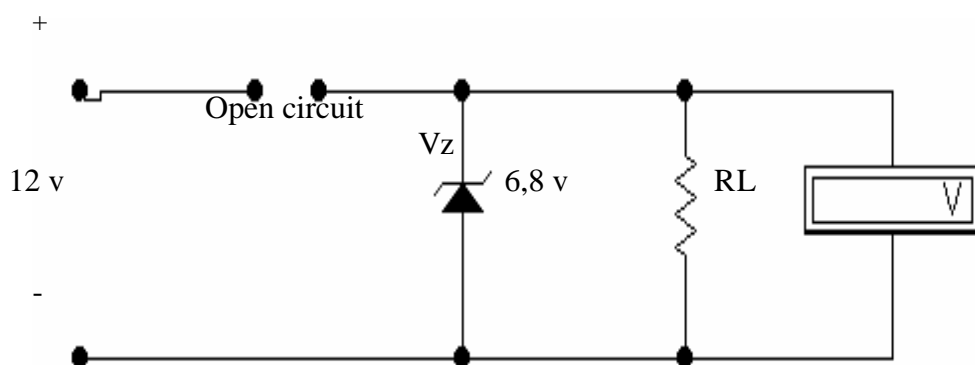
1. Zener Regulator

Dari gambar 7.1 apa yang akan terjadi bila :

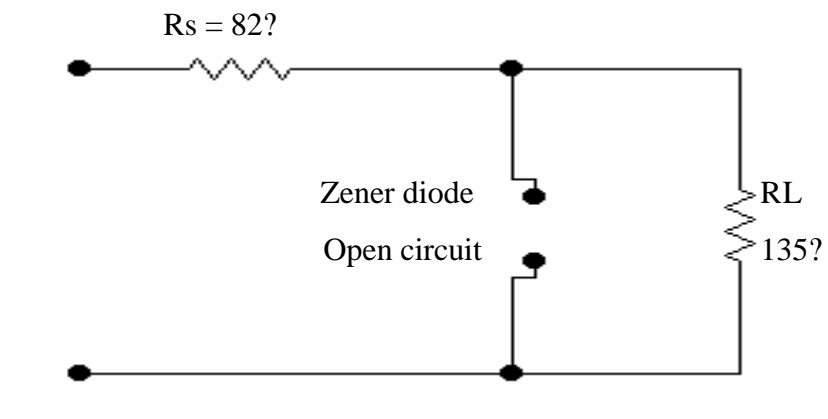
- a. R_S putus (rangkaian terbuka)
- b. Dioda zener putus (rangkaian terbuka)
- c. Dioda zener hubung singkat.



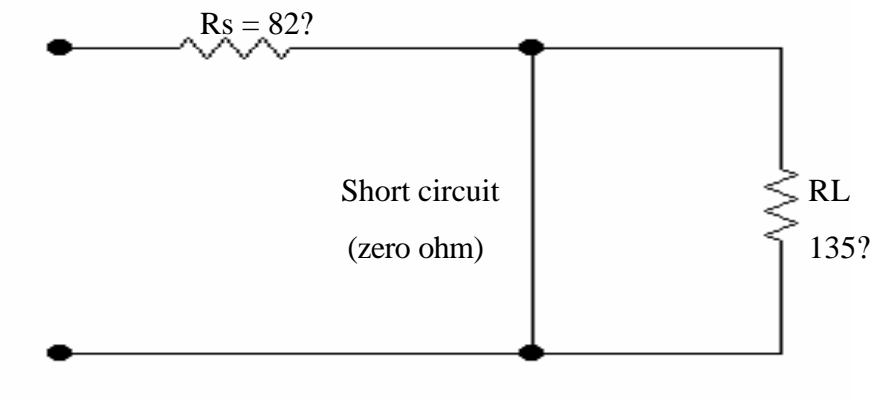
Gambar 7.1 Zener regulator



Gambar 7.1a. R_S terbuka

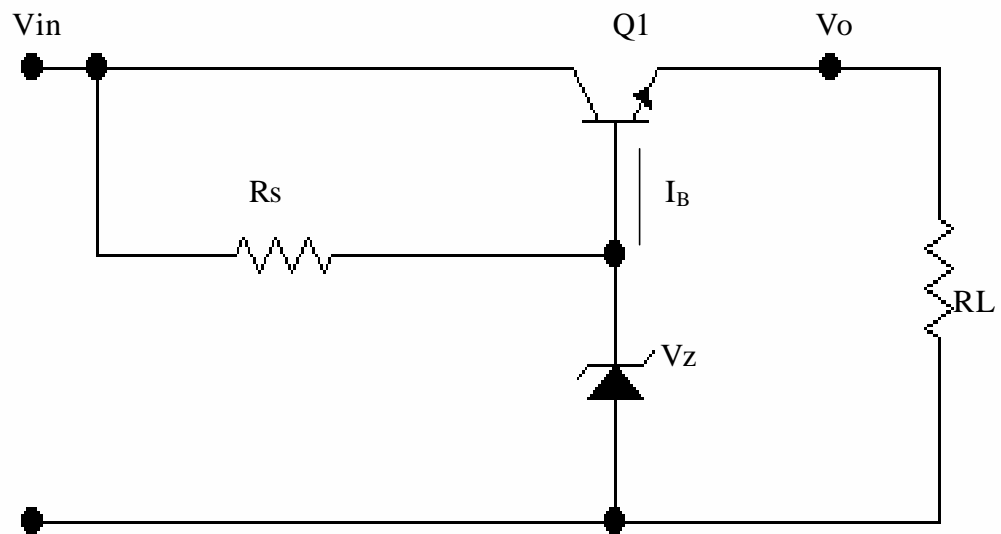


GAMBAR 7.1 b. Zener terbuka



Gambar 7.1c. Zener hubung singkat

2. Regulator Seri

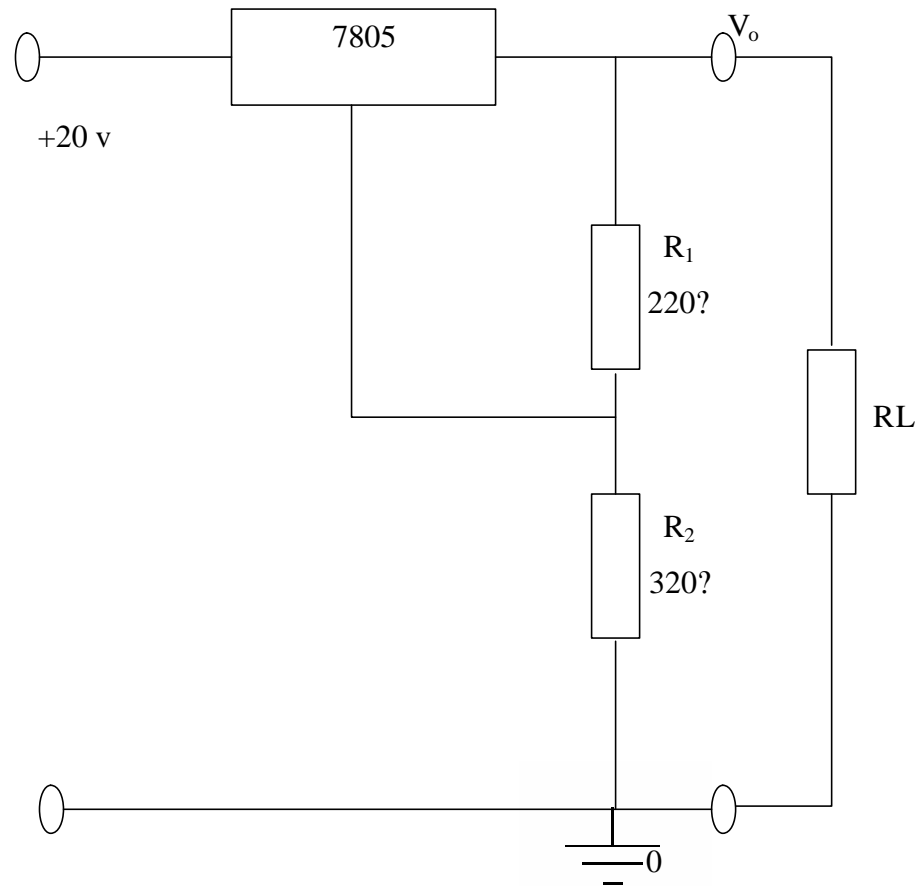


Gambar 7.2 regulasi seri

Analisa rangkaian diatas bila terjadi :

- R_s rangkaian terbuka
- Zener rangkaian terbuka
- Zener hubung singkat
- Transistor hubung singkat

3. IC Regulator



Gambar 7.3 Regulator

Analisa rangkaian diatas bila terjadi :

- R_1 rangkaian terbuka
- R_2 hubung singkat
- R_L rangkaian terbuka

III. EVALUASI

TES TEORI

I. Rangkaian Penyearah

Untuk setiap pertanyaan, pilihlah jawaban yang paling benar a,b,c atau d

1. Pada rangkaian penyearah 1 fasa setengah gelombang dibutuhkan dioda minimal :
 - a. 1 , b. 2 , c. 3 , d. 4

2. Perbandingan tegangan output dan input penyearah setengah gelombang adalah:
 - a. 0,3 , b. 0,35 , c. 0,4 , d. 0,45

3. Frekuensi tegangan kerut (ripple) dari output penyearah setengah gelombang adalah :
 - a. 25 Hz , b. 50 Hz , c. 75 Hz , d. 100Hz

4. Frekuensi tegangan kerut (ripple) dari output penyearah gelombang penuh adalah :
 - a. 25 Hz , b. 50 Hz , c. 100 Hz , d. 200 Hz

5. Pilter pada rangkaian penyearan digunakan untuk :
 - a. menaikkan tegangan kerut (ripple)
 - b. menaikkan frekuensi ripple
 - c. mengurangi tegangan beban
 - d. mengurangi tegangan ripple

6. Filter dihubungkan :
 - a. sebelum penyearah
 - b. antara penyearah dengan beban
 - c. sesudah beban
 - d. sesudah regulator

7. Bila kapasitor digunakan sebagai filter, maka harus dihubungkan :
 - a. paralel dengan beban
 - b. seri dengan beban
 - c. paralel dengan dioda penyearah
 - d. paralel dengan input penyearah

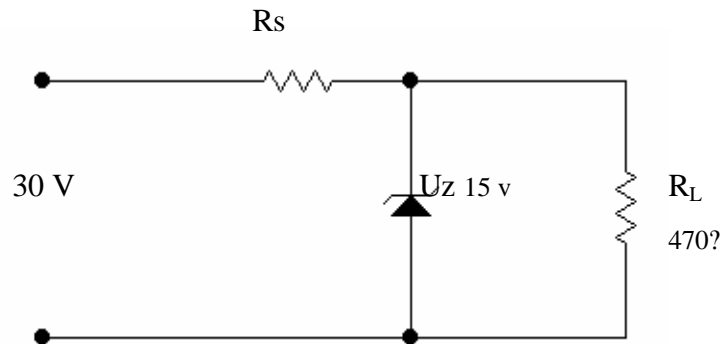
8. Bila induktor digunakan sebagai filter, maka harus dihubungkan :
 - a. paralel dengan beban
 - b. seri dengan beban
 - c. paralel dengan dioda penyearah
 - d. paralel dengan input penyearah

9. Hitung tegangan output tanpa beban penyearah setengah gelombang bila dihubungkan pada tegangan sumber 24 v ac:
 - a. 10 v
 - b. 12v
 - c. 10,8v
 - d. 24 v

10. Hitung tegangan output pada beban bila penyearah gelombang penuh sistem jembatan dihubungkan dengan sumber 20 v ac.
 - a. 1,44 v
 - b. 9 v
 - c. 18 v
 - d. 20 v

II. Regulator Zener

1. Tegangan jatuh /drop pada R_s dalam gambar 1 adalah:



- a. 0,6 v b. 0 v c. 15 v d. 30 v
2. Tegangan beban U_L dalam rangkaian gambar 1 adalah :
- a. 10 v b. 15 v c. 30 v d. 0,6 v
3. Arus beban I_L dalam rangkaian gambar 1 adalah:
- a. 10 mA b. 20 mA c. 32 mA d. 39 mA
4. Besarnya R_s dalam rangkaian gambar 1 adalah :
- a. 100 b. 144 c. 204 d. 268
5. Jika zener dioda menjadi rangkaian terbuka, maka tegangan output adalah:
- a. 18,5 v b. 15 v c. 30 v d. 0,5 v

III. IC .Regulator

1. Regulator tegangan digunakan untuk :
 - a. mendapatkan arus beban konstan
 - b. mendapatkan tegangan beban konstan
 - c. mendapatkan tegangan sumber konstan
 - d. mendapatkan arus sumber konstan
2. Tegangan output regulator 7805 yang dihubungkan kesumber tegangan 12 v adalah :
 - a. 5 v
 - b. 7 v
 - c. 8 v
 - d. 12 v
3. Tegangan output regulator 7805 yang dihubungkan kesumber tegangan 4 v adalah :
 - a. 5 v
 - b. 7 v
 - c. 8 v
 - d. 4 v
4. Regulator tegangan tiga terminal dihubungkan pada :
 - a. Sebelum sumber tegangan input
 - b. Sesudah beban
 - c. Antara sumber dan beban
 - d. Antara penyearah dan filter
5. Regulator tegangan tiga terminal 7912 ,output tegangan nya adalah :
 - a. positif 12 v
 - b. negatif 12 v
 - c. negatif 7 v
 - d. positif 9 v

KUNCI JAWABAN REVIEW TEST

REVIEW TEST 1

1.
 - a. $U_{dc} = 6.75$ volt
 - b. PIV dioda = 21,2 volt
2.
 - a. $U_{dc} = 7,64$ volt
 - b. I beban = 424,44mA
 - c. PIV dioda = 12 volt
3.
 - a. - Rangkaian terbuka
 - Hubung Singkat
 - Tahanan arah maju (forward) tinggi

REVIEW TEST 2

1. Untuk mengurangi tegangan kerut (ripple voltage) AC pada perubahan beban dalam %
2.
 - a. Level rata-rata naik
 - b. Arus dioda berkurang
3. Filter LC
 - a. $X_L = 1340 \Omega$
 - b. $I = 3,8$ mA
 - c. Tegangan kerut = 86.26 mV

REVIEW TEST 3

- 1
 - a. 8,2 volt
 - b. 3,8 volt
 - c. $I_{maks} = 11,5 \text{ mA}$
 - d. $I_z = 3,3 \text{ mA}$
 - e. Disipasi daya $R_s = 43,6 \text{ mW}$
 $Z_d = 27 \text{ mW}$
 $R_L = 67,24 \text{ mW}$

- 2
 - a 72 %
 - b = 1,25 watt.
 - c. 3,1 volt

4. Untuk memberikan arus yang konstan dengan bermacam- macam beban ,
Regulasi adalah 25 %

REVIEW TEST 4

- 1 .U output = 14 volt
- 2 U output = 11,8 volt
3. a. = 0 volt
 - b. $U_o = 1,25 \text{ volt}$
 - c. $U_o = 11,45 \text{ volt}$

KUNCI JAWABAN SOAL TEORI

I. Tes Rangkaian Penyearah

- 1.a
- 2.d
- 3.b
- 4.c
- 5.d
- 6.b
- 7.a
- 8.b
- 9.c
- 10.c

II.Regulator Zener

- 4. d
- 5. b
- 6. c
- 7. c
- 8. a

III. Regulator Tegangan

- 1 .d
- 4. b
- 5. c
- 6. c
- 7. a

Self Assesment Check List Kegiatan pembelajaran

Elemen	Kriteria Unjuk Kerja	Ya	Tidak	Training Lanjut
1.0 Mengidentifikasi Komponen penyearah sesuai dengan spesifikasi dan fungsinya	1.1 Jenis dan fungsi komponen penyearah diidentifikasi 1.3 Arti simbol dan klasifikasi komponen Dioda, resistor, kapasitor dan induktor dijelaskan			
2.0 Menggunakan alat ukur untuk mengukur arus dan tegangan pada rangkaian penyearah	2.1 Alat ukur untuk mengukur arus dan tegangan ditunjukkan sesuai dengan klasifikasi alat ukur 2.2 cara menggunakan alat ukur dapat dijelaskan			
3.0 Menggunakan alat ukur (CRO) untuk mengukur bentuk gelombang penyearah 1 fasa	3.1 Cara mengukur tegangan dan bentuk gelombang penyearah 1 fasa dengan CRO dijelaskan			
3.0 Menggunakan alat ukur (CRO) untuk mengukur bentuk gelombang penyearah 3 fasa	3.1 Cara mengukur tegangan dan bentuk gelombang penyearah 3 fasa dengan CRO dijelaskan			

DAFTAR PUSTAKA

Barry Davis, Under standing DC Power Suppllies, Prentice-Hall of Australia Pty Ltd,1981

Edy Burnawi , Catu Daya , PPPGTeknologi Bandung ,1996

Emst Hornermann , Electrical Power Engineering Profinciency Course, GTZ GmbHEscbom (Federal Republic of Germany), 1988

Fardo and Patrick , Electrical Power Systems Technology , Howard W.Sams &Co,Inc

James F.Lowe , Electronics for Electrical Trades , McGraw-Hill,Book Company Sydney, 1977

LEMBAR PENILAIAN

Modul : RANGKAIAN PENTEARAH

Nama Peserta :

Nama Penilai :

Beri tanda (v)

No	METODA PENILAIAN	KOMPETEN	BELUM KOMPRTEN	KETERANGAN
1	Tertulis			
2	Praktik			

Hasil : **Kompeten**

Belun kompeten

CATATAN:

Tanada Tangan Peserta

Tanada Tangan Penilai

Tanggal: