

# MODUL I

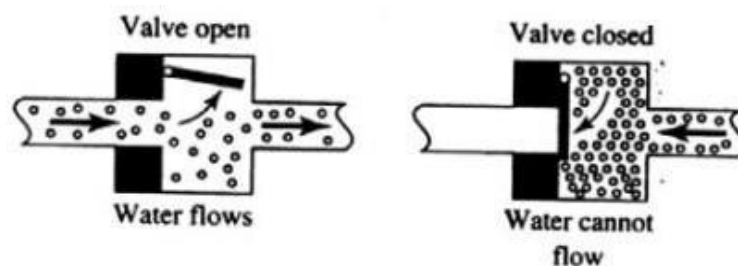
## PENYEARAH GELOMBANG LISTRIK

### 1.1. Tujuan Pratikum

- 1) Mahasiswa dapat mengetahui karakteristik dari setiap dioda.
- 2) Mahasiswa dapat mengobservasi dan mengukur bentuk gelombang output dari rangkaian *Half* dan *Full Wave Rectifier*.
- 3) Mahasiswa dapat mengukur tegangan rata-rata, efektif dan factor ripple dari filter kapasitor.
- 4) Mahasiswa dapat mendemonstrasikan diode zener yang digunakan sebagai regulator tegangan sederhana.

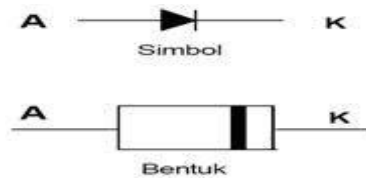
### 1.2. Dasar Teori

Jika Transformer mengeluarkan output sisi sinyal Positif (+) maka Output maka D1 dan D2 akan berada dalam kondisi *Forward Bias* sehingga melewati sinyal Positif tersebut sedangkan D3 dan D4 akan menghambat sinyal sisi Negatifnya. Kemudian pada saat Output Transformer berubah menjadi sisi sinyal Negatif (-) maka D3 dan D4 akan berada dalam kondisi *Forward Bias* sehingga melewati sinyal sisi Positif (+) tersebut sedangkan D1 dan D2 akan menghambat sinyal Negatifnya. Hal ini dapat di ilustrasikan seperti aliranair pada suatu valve pada gambar 1 di bawah :



**Gambar 1.1** Aliran Satu Arah

Hampir semua peralatan elektronika memerlukan sumber arus searah. Penyearah digunakan untuk mendapatkan arus searah dari suatu arus bolak-balik. Arus atau tegangan tersebut harus benar-benar rata tidak boleh berdenyut-denyut agar tidak menimbulkan gangguan bagi peralatan yang dicatu.



**Gambar 1.2** gambar atau bentuk dioda

Dioda sebagai salah satu komponen aktif sangat populer digunakan dalam rangkaian elektronika, karena bentuknya sederhana dan penggunaannya sangat luas. Ada beberapa macam rangkaian dioda, diantaranya: penyearah setengah gelombang (Half-Wave Rectifier), penyearah gelombang penuh (Full-Wave Rectifier), rangkaian pemotong (Clipper), rangkaian penjepit (Clamper) maupun pengganda tegangan (Voltage Multiplier). Setelah mengetahui konstruksi, karakteristik dan model dari diode semikonduktor, diharapkan mahasiswa dapat memahami pula konfigurasi dengan menggunakan model dalam aplikasinya dirangkaian elektronika. Pada kesempatan ini, akan dibahas mengenai penerapan dari beberapa aplikasi diode tersebut, *diantaranya Dioda penyearah Half Wave, Full Wave dan Diode Zener.*

Rectifier (Penyearah Gelombang) adalah suatu bagian dari Rangkaian Catu Daya atau Power Supply yang berfungsi sebagai pengubah sinyal AC (Alternating Current) menjadi sinyal DC (Direct Current). Rangkaian Rectifier atau Penyearah Gelombang ini pada umumnya menggunakan Dioda sebagai Komponen Utamanya. Hal ini dikarenakan Dioda memiliki karakteristik yang hanya melewatkan arus listrik ke satu arah dan menghambat arus listrik dari arah sebaliknya. Jika sebuah Dioda dialiri arus Bolak-balik (AC), maka Dioda tersebut hanya akan melewatkan setengah gelombang, sedangkan setengah gelombangnya lagi diblokir/dipotong (tidak terlihat).

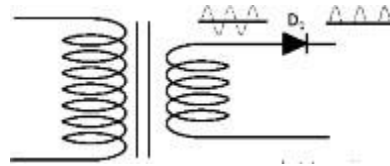


**Gambar 1.3** konsep dasar rectifier

## Jenis-jenis Rectifier (Penyearah Gelombang)

### 1. Half Wave Rectifier (Penyearah Setengah Gelombang)

Half Wave Rectifier atau Penyearah Setengah Gelombang merupakan penyearah yang paling sederhana karena hanya menggunakan 1 buah Dioda untuk menghambat sisi sinyal negatif dari gelombang AC dari Power supply dan melewatkan sisi sinyal Positif-nya.



**Gambar 1.4** *Half Wave Rectifier*

Pada prinsipnya, arus AC terdiri dari 2 sisi gelombang yakni sisi positif dan sisi negatif yang bolak-balik. Sisi Positif gelombang dari arus AC yang masuk ke Dioda akan menyebabkan Dioda menjadi Bias Maju (*Forward Bias*) sehingga melewatkannya, sedangkan sisi Negatif gelombang arus AC yang masuk akan menjadikan Dioda dalam posisi Bias Terbalik (*Reverse Bias*) sehingga menghambat sinyal negatif tersebut.

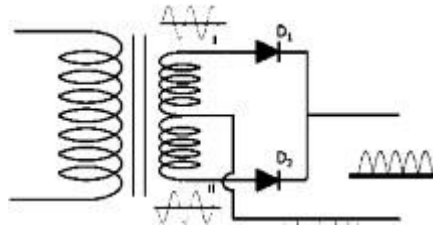
### 2. Full Wave Rectifier (Penyearah Gelombang Penuh)

Terdapat 2 cara untuk membentuk Full Wave Rectifier atau Penyearah Gelombang Penuh. Kedua cara tersebut tetap menggunakan Dioda sebagai Penyearahnya namun dengan jumlah Dioda yang berbeda yaitu dengan menggunakan 2 Dioda dan 4 Dioda. Penyearah Gelombang Penuh dengan 2 Dioda harus menggunakan Transformer CT sedangkan Penyearah 4 Dioda tidak perlu menggunakan Transformer CT, Penyearah 4 Dioda sering disebut juga dengan Full Wave Bridge Rectifier.

### 3. Penyearah Gelombang Penuh 2 Dioda (Center Tap)

Di saat Output Transformer CT pada Terminal Pertama memberikan sinyal Positif pada D1, maka Terminal kedua pada Transformer CT akan memberikan sinyal Negatif (-) yang berbeda fasa  $180^\circ$  dengan Terminal Pertama. D1 yang mendapatkan sinyal Positif (+) akan berada dalam kondisi *Forward Bias* (Bias Maju) dan melewatkan sisi sinyal Positif (+) tersebut

sedangkan D2 yang mendapatkan sinyal Negatif (-) akan berada dalam kondisi *Reverse Bias* (Bias Terbalik) sehingga menghambat sisi sinyal Negatifnya.

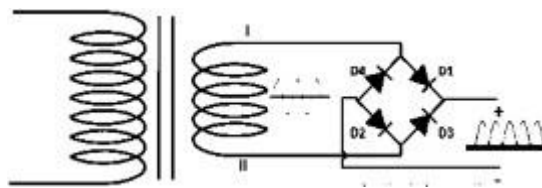


**Gambar 1.5** *Full Wave Rectifier (Center Tap)*

Sebaliknya, pada saat gelombang AC pada Terminal Pertama berubah menjadi sinyal Negatif maka D1 akan berada dalam kondisi *Reverse Bias* dan menghambatnya. Terminal Kedua yang berbeda fasa  $180^\circ$  akan berubah menjadi sinyal Positif sehingga D2 berubah menjadi kondisi *Forward Bias* yang melewatkan sisi sinyal Positif tersebut.

#### 4. Penyearah Gelombang Penuh 4 Dioda (Bridge Rectifier)

Penyearah Gelombang Penuh dengan menggunakan 4 Dioda adalah jenis Rectifier yang paling sering digunakan dalam rangkaian Power Supply karena memberikan kinerja yang lebih baik dari jenis Penyearah lainnya. Penyearah Gelombang Penuh 4 Dioda ini juga sering disebut dengan Bridge Rectifier atau Penyearah Jembatan.

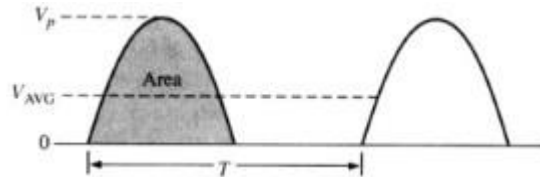


**Gambar 1.6** *Full Wave Rectifier (Brige Rectifier)*

Berdasarkan gambar 1.6, jika Transformer mengeluarkan output sisi sinyal Positif (+) maka Output maka D1 dan D2 akan berada dalam kondisi *Forward Bias* sehingga melewatkan sinyal Positif tersebut sedangkan D3 dan D4 akan menghambat sinyal sisi Negatifnya. Kemudian pada saat Output Transformer berubah menjadi sisi sinyal Negatif (-) maka D3 dan D4 akan berada dalam kondisi *Forward Bias* sehingga melewatkan sinyal sisi Positif (+) tersebut sedangkan D1 dan D2 akan menghambat sinyal Negatifnya.

- Nilai rata-rata (average value) atau nilai dc dari HW

Nilai rata-rata dari output penyearahan setengah gelombang tegangan adalah nilai yang didapat dari hasil pengukuran dengan menggunakan voltmeter dc.



**Gambar 1.7** Nilai Rata-Rata Penyearahan Setengah Gelombang

Nilai rata-rata dari penyearahan setengah gelombang sinus, adalah luasan dibawah kurva dibagi dengan perioda ( $T=2\pi$ ). Persamaan untuk gelombang sinus adalah :

$$v = V_p \sin\theta$$

$$V_{rata-rata} = \frac{\text{Luasan}}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \int_0^x V_p \sin\theta \, d\theta = \frac{V_p}{2\pi} (-\cos\theta) \Big|_0^x$$

$$\begin{aligned} V_{rata-rata} &= \frac{V_p}{2\pi} [-\cos\pi - (-\cos 0)] = \frac{V_p}{2\pi} [ -(-1) - (-1) ] \\ &= \frac{V_p}{2\pi} [2] \end{aligned}$$

$$V_{rata-rata} = \frac{V_p}{\pi}$$

$$r = \frac{V_{r(rms)}}{V_{dc}} \times 100\% = \frac{0,385 V_p}{0,318 V_p} \times 100\% = 121\%$$

- Nilai rata-rata (average value) atau nilai dc dari FW

Pengukuran dengan menggunakan voltmeter dc. Nilai rata-rata dari penyearahan gelombang penuh (FW) sama dengan dua kali nilai rata rata dari penyearah

$$V_{rata-rata}(FW) = 2 \times V_{rata-rata}(HW) = \frac{2V_p}{\pi} = 0,636V_p$$

- Nilai efektif (rms) dari tegangan ripple

Bentuk gelombang yang didapat dari hasil penyearahan setengah gelombang sinus merupakan gelombang yang mempunyai komponen dc dan ac, yang dapat dituliskan sebagai berikut :

$$v = V_{dc} + V_{ac}$$

Sehingga nilai efektif (rms) dari komponen ac adalah :

$$V_{r(rms)} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} V_{ac}^2 d\theta} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (V - V_{dc})^2 d\theta}$$

$$V_{r(rms)} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (v^2 - 2vV_{dc} + V_{dc}^2) d\theta} = \sqrt{V_{(rms)}^2 - 2V_{dc}^2 + V_{dc}^2}$$

$$V_{r(rms)} = \sqrt{V_{(rms)}^2 - V_{dc}^2}$$

Dimana  $V_{(rms)}$  adalah nilai rms dari total tegangan. Untuk sinyal hasil penyearahan setengah gelombang sinus adalah :

$$V_{r(rms)} = \sqrt{\left(\frac{V_p}{2}\right)^2 - \left(\frac{V_p}{\pi}\right)^2} = V_p \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^2 - \left(\frac{1}{\pi}\right)^2} = 0,385 V_p$$

- Faktor ripple (r)

Faktor ripple adalah suatu indikasi ke-efektifan suatu filter yang didefinisikan :

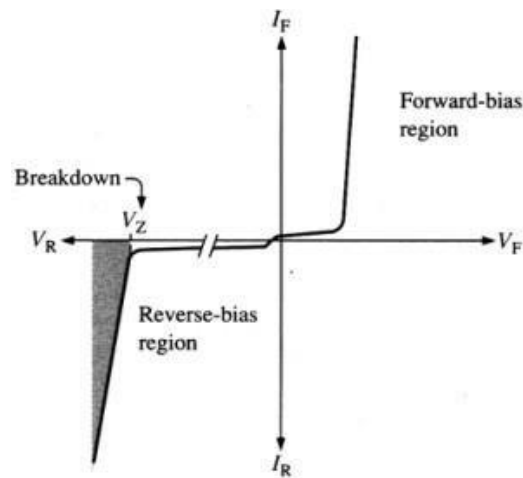
$$r = \frac{\text{tegangan ripple (rms)}}{\text{tegangan dc}} = \frac{V_{r(rms)}}{V_{dc}} \times 100\%$$

Prosentase ripple untuk sinyal HW dapat dihitung sebagai berikut :

$$r = \frac{V_{r(rms)}}{V_{dc}} \times 100\% = \frac{0,385 V_p}{0,318 V_p} \times 100\% = 121\%$$

## 5. Diode zener

Sebagian besar penggunaan diode zener adalah untuk regulator tegangan pada dc power supplies. Diode zener adalah device pn junction silicon yang berbeda dengan diode rectifier, karena diode zener beroperasi pada daerah reverse. Pada gambar 8. ditunjukkan kurva karakteristik diode zener. Dari kurva tersebut terlihat bahwa, ketika diode mencapai tegangan breakdown, maka tegangannya hampir dapat dikatakan konstan, meskipun terjadi perubahan arus yang besar.



**Gambar 1.8** Karakteristik Kurva V-I Dari Diode Zener Yang Umum

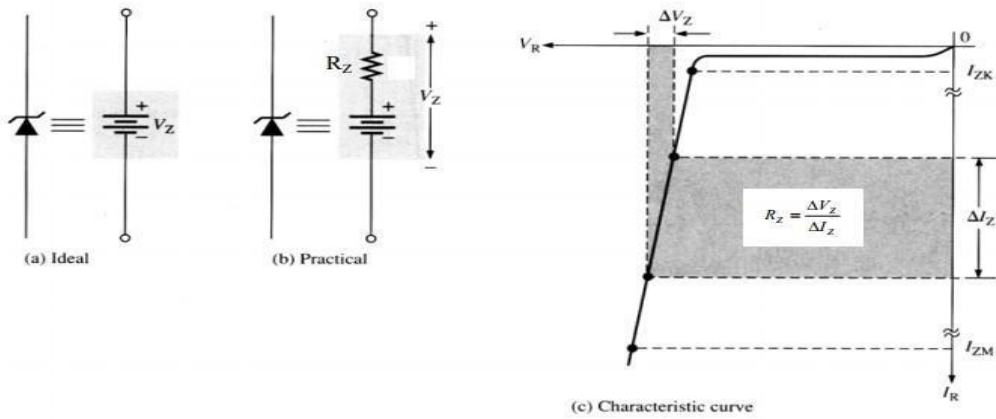
Diode zener di desain untuk ber-operasi pada reverse breakdown. Kemampuan untuk menjaga tegangan konstan pada terminalnya adalah kunci utama dari diode zener. Nilai minimum arus reverse ( $I_{ZK}$ ), harus dijaga agar diode tetap pada breakdown untuk dapat menghasilkan regulasi tegangan. Begitu juga arus maksimumnya ( $I_{ZM}$ ) harus dijaga agar tidak melebihi power dissipasinya, yang dapat merusakkan diode.

## 6. Rangkaian Equivalen Diode Zener

Pada gambar 9(a) memperlihatkan model ideal dari dioda zener pada reverse breakdown. Pada keadaan ini tegangan konstan yang diberikan oleh dioda sama dengan tegangan nominalnya. Pada gambar 9(b) ditunjukkan practical model (model dalam praktek) dari dioda zener, dimana terdapat resistansi zener ( $R_Z$ ). Karena kurva tegangan tidak benar benar vertikal, maka perubahan arus zener menghasilkan perubahan kecil pada tegangan zener,

seperti diilustrasikan pada gambar 9(c). Perbandingan antara tegangan dan arus zener adalah resistansi zener.

$$R_Z = \frac{\Delta V_Z}{\Delta I_Z}$$



**Gambar 1.9** Rangkaian Equivalen Dioda Zener

Diode zener beroperasi pada nilai daya tertentu. Besarnya daya maksimum yang diperbolehkan, dispesifikasikan dengan power dissipasi dc [ $PD(max)$ ]. Sebagai contoh, dioda zener dengan seri 1N746 mempunyai nilai  $PD(max) = 500$  mW dan seri 1N3305A mempunyai nilai  $PD(max) = 50$  W. Power dissipasi dc ditentukan dengan persamaan :

$$P_D = V_Z \times I_Z$$

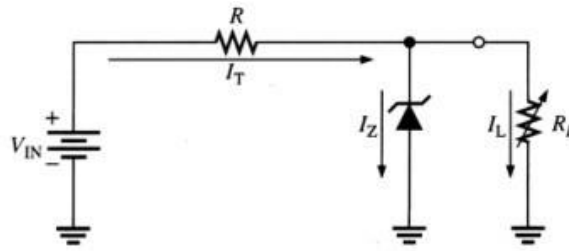
Masing-masing diode zener mempunyai tegangan nominal  $V_Z$ . Sebagai contoh, dioda zener dengan seri 1N4738 mempunyai nilai tegangan nominal  $V_Z = 8,2$  Volt, dengan toleransi 10 %, sehingga nilai tegangannya 7,38 Volt sampai dengan 9,02 Volt. Sedangkan arus dc maksimum untuk diode zener ( $I_{ZM}$ ) dapat didekati dengan persamaan :

$$I_{ZM} = \frac{P_{D(max)}}{V_Z}$$

## 7. Regulasi Zener Dengan Beban yang Bervariasi

Gambar 1.10 memperlihatkan regulator tegangan zener dengan beban resistor yang bervariasi. Dari rangkaian tersebut diode zener akan menjaga tegangan output pada  $R_L$  mendekati konstan, sepanjang arus zener lebih besar dari  $I_{ZK}$  dan lebih kecil dari  $I_{ZM}$ .





**Gambar 1.10** *Regulasi Zener Dengan Variasi Beban*

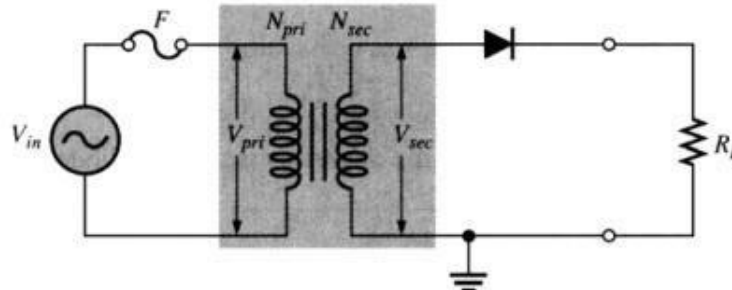
Ketika terminal output pada regulator zener adalah open ( $R_L = \infty$ ), maka arus bebannya adalah nol, sehingga semua arus melalui zener. Keadaan seperti ini disebut dengan tanpa beban (no load). Apabila terminal output pada regulator zener dihubungkan dengan  $R_L$ , maka sebagian arus akan melewati zener, dan sebagian lain akan melewati beban  $R_L$ . Apabila nilai  $R_L$  dikurangi, maka arus beban  $I_L$  akan bertambah dan arus zener  $I_Z$  akan berkurang. Apabila nilai  $I_Z$  minimum, atau sama dengan  $I_{ZK}$  maka arus beban menjadi maksimum. Pada keadaan ini disebut dengan beban maksimum (full load).

### 1.3 Alat dan Bahan

- 1) Modul praktikum dan kit modul 1
- 2) AVO meter
- 3) Power supply
- 4) Osiloscope
- 5) Kalkulator
- 6) *Handphone* (hanya diperbolehkan untuk menfoto hasil percobaan)

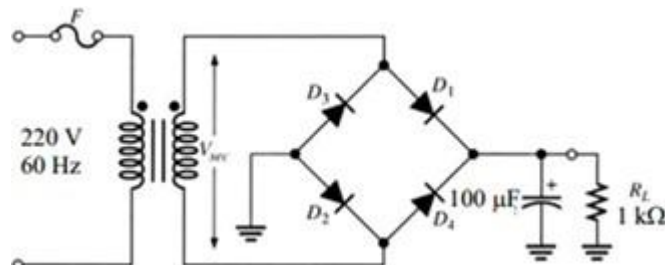
## 1.4 Rangkaian Percobaan

### a) Rangkaian *Half Wave Rectifier*



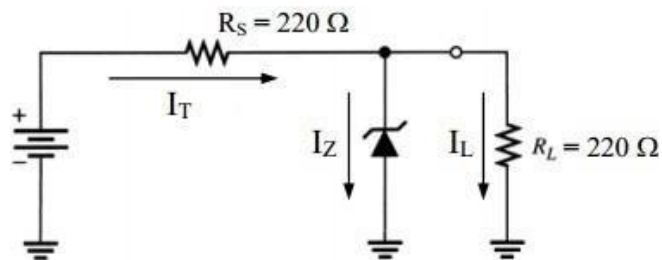
**Gambar 1.11** Rangkaian percobaan regulasi zener

### b) Rangkaian *Full Wave Rectifier*



**Gambar 1.12** Rangkaian percobaan regulasi zener

### c) Rangkaian Zener



**Gambar 1.13** Rangkaian percobaan regulasi zener

## 1.5 Langkah Percobaan

(Harap waktu praktikum diperhatikan)

## 1.6 Tugas Modul

1. Jelaskan kelebihan dari dioda zener !
2. Jelaskan prinsip kerja dioda zener dan rectifier !