

KEGIATAN V

DIODA ZENER

A. Tujuan

1. Dapat mengobservasi dan pengukuran karakteristik diode zener.
2. Dapat mengaplikasikan diode zener sebagai regulator tegangan sederhana.

B. Dasar Teori

Bila diode silicon dialiri arus yang polaritasnya berlawanan, maka tegangan terminal dari diode tidak akan berubah, bila suatu harga yang konstan telah dicapainya, meskipun arus yang mengalirinya bertambah besar. Diode silicon yang dibuat untuk kepentingan tersebut dinamakan diode zener. Biasanya arus yang dipergunakan untuknya adalah mA. Tegangan yang tetap bisa didapat disekitar 5 sampai 40 Volt (Soedjana Sapiie, 2005: 152).

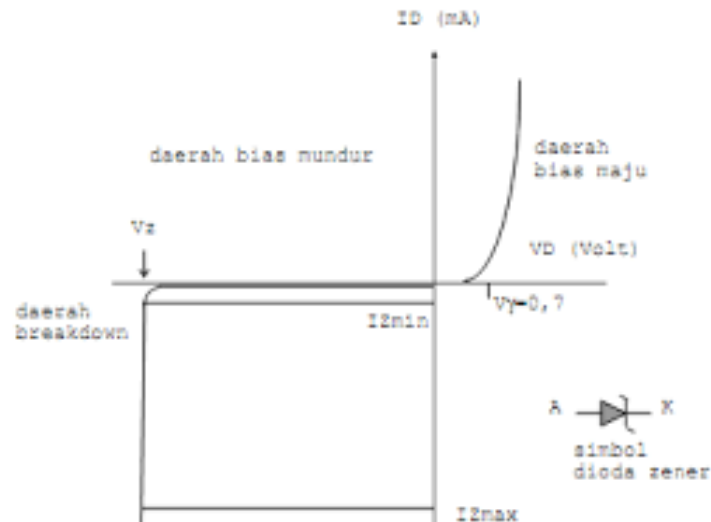
Diode zener adalah suatu diode yang mempunyai sifat bahwa tegangan terbaliknya sangat stabil, tegangan ini dinamakan tegangan zener. Diode ini digunakan sebagai voltage stabilizer atau voltage regulator. Bentuk diode ini seperti diode biasa, perbedaan hanya terdapat dilihat dari type yang tertulis pada bodynya dan zener voltage dilihat pada vedemicum (Wahyu Restuadhi, 2008: 17).

Berikut merupakan symbol dari Dioda Zener:



Menurut Restuadhi (2008: 17), sebuah diode zener memiliki p-n junction yang memiliki doping berat yang memungkinkan electron untuk tembus (tunnel) dari pita valensi material tipe p ke dalam material pita konduksi tipe n. sebuah diode zener yang dicatu balik akan menuju perilaku rusak yang terkontrol dan akan melewatkan arus listrik untuk menjaga tegangan jatuh supaya tetap pada tegangan zener.

Menurut Sutrisno (1986: 111), jika tegangan mundur pada diode p-n diperbesar pada suatu nilai tegangan, maka arus mundur naik dengan cepat sekali, seperti pada gambar berikut.



Pristiwa ini terjadi karena dadalnya ikatan kovalen silicon didalam daerah pengosongan pada sambungan p-n. ada dua macam mekanisme, yang pertama PIV berkurang dengan naiknya suhu, sedangkan mekanisme ke dua yaitu dadal townsend (electron bebas mendapat percepatan tinggi), sehingga tegangan dadal bertambah jika suhu naik.

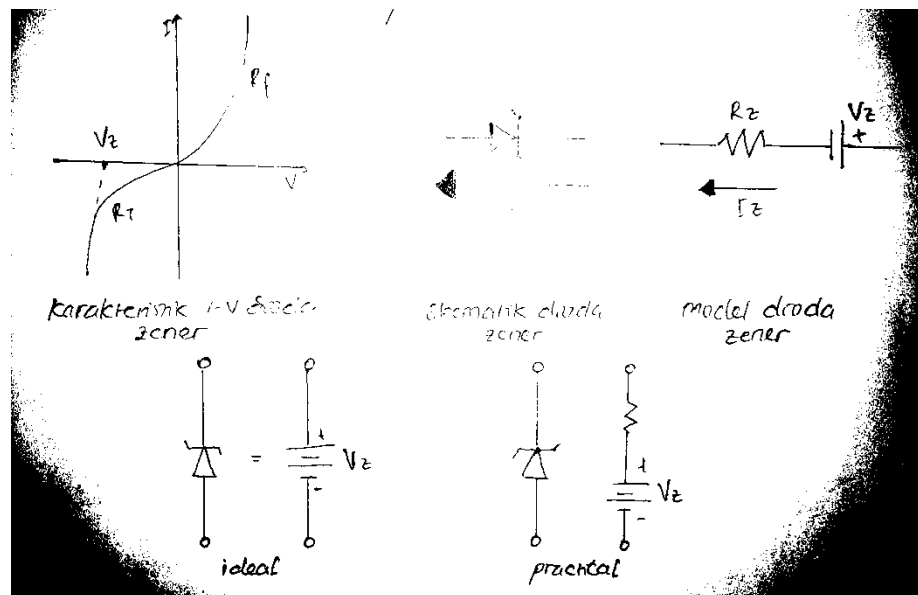
Menurut Sutrisno (1986: 111) diode zener merupakan diode yang digunakan untuk pengaturan tegangan, agar sumber tegangan searah tak berubah tegangan keluarannya jika diberi atau diambil arusnya (dibebani) dalam batas-batas tertentu. Diode zener dibuat agar mempunyai tegangan dadal (tegangan zener) pada nilai tertentu antara 3V dan 100V.

Menurut Budris (2015: 15) kurva karekteristik diode zener sama seperti diode pada umumnya, namun pada daerah breakdown dimana pada saat bias mndur mencapai tegangan breakdown maka arus akan naik dengan cepat. Daerah breakdown inilah yang menjadi referensi untuk penerapan dari diode zener. Sedangkan pada diode biasa daerah breakdown merupakan daerah kritis yang harus dihindari dan tidak diperbulehkan pemberian tegangan mundur sampai pada daerah breakdown.

Menurut Herman (2009: 23) regulator tegangan digunakan untuk menyetabilkan keluaran tegangan dari sumber daya atau power supply. Unit sumber daya (power supply) biasanya terdiri dari rangkaian penyearah dan filter. Keluaran tegangan dari sumber daya yang belum di stabilkan sangat dipengaruhi oleh perubahan tegangan masukan (listrik jala-jala) dan perubahan beban. Oleh karena itu tujuan dari regulator tegangan adalah untuk mengatasi kedua pengaruh tersebut, sehingga diperoleh tegangan keluaran yang stabil.

Rangkaian equivalen dioda zener

Menurut Kusuma (2009: 127) berikut merupakan karakteristik I-V dari diode zener, dan berikut juga merupakan skematik diode zener, serta model dari diode zener, ideal dan praktikal.



$$P_D = V_Z \times I_Z$$

$$I_{Zmax} = \frac{P_{Dmax}}{V_Z}$$

Menurut Irwan Arifin (2004: 33) nama diode zener lebih umum digunakan untuk diode-dioda breakdown, walaupun tegangan operasinya tinggi. Diode silicon yang beroperasi pada breakdown avalanche mampu mempertahankan

tegangan dari beberapa volt hingga ratusan volt, dengan daya sekitar 50 watt. Karakteristik temperature pada diode zener yang mana koefisienyya dinyatakan dalam prosentase perubahan tegangan perderajat selsius perubahan suhu. Koefisien bisa bernilai positif maupun negative, dengan nlai sekitar $\pm 0,1$ persen derajat Celsius ($\pm 0,1 \text{ \%}/^{\circ}\text{C}$). Didaerah zener murni (dibawah 6 Volt) koefisien bernilai negative, karena kenaikan suhu akan meningkatkan energy electron valensi, sehingga lebih mudah lepas dari ikatan. Jadi didaerah ini, semakin tinggi suhu, tegangan breakdown akan semakin rendah.

Didaerah avalence (tegangan operasi tinggi, $> 6 \text{ Volt}$), kenaikan suhu akan meningkatkan vibrasi atom yang berarti akan meningkatkan peluang terjadinya tumbukan antara partikel intrinsic dengan atom. Hal ini memperkecil peluang partikel intrinsic untuk menembus junction. Berarti, tegangan breakdown semakin tinggi jika suhu dinaikkan (koefisien positif) (Arifin, 2004: 33).

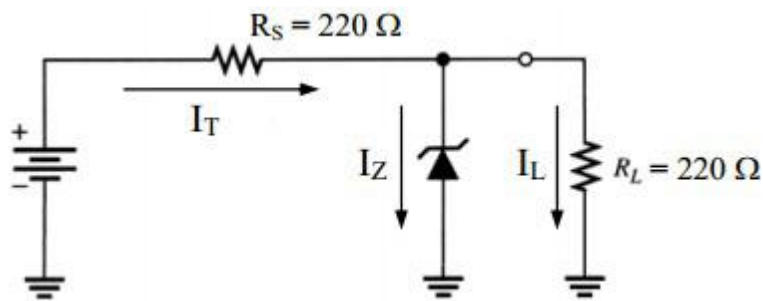
C. Alat dan Komponen

Adapun alat dan komponen yang digunakan yaitu:

1. Modul praktikum, breadboard dan komponennya;
2. Mikro dan Mili-Ammeter dc;
3. Voltmeter dc;
4. DC Power supply.

D. Prosedur Percobaan

1. Diraangkai alat dan komponen seperti pada gambar berikut yang bersesuaian dengan modul praktikum atau dengan menggunakan breadboard.



2. Pada percobaan kurva karakteristik zener, beban RL dilepas dan tegangan dari dc power supply di set pada 0 V. Ukurlah V_Z dan I_Z mulai dari 0 V, kemudian dinaikkan secara perlahan dengan step 1 V sampai mencapai kurang lebih 15 V, kemudian tuliskan datanya pada tabel 3.1. diusahakan arus zener I_Z jangan sampai melebihi 50 mA.
3. Dari data pada tabel 3.1, digambarkan kurva karakteristik zener untuk kondisi bias reverse.
4. Dicarilah tegangan knee dan resistansi zener (R_Z) dari gambar hasil langkah ke (3), dan dicatat hasilnya pada tabel 3.2.
5. Pada percobaan regulasi tegangan, dipasang kembali beban RL (untuk beban penuh) kemudian ukurlah arus source I_T , arus zener I_Z , arus beban I_L , dan tegangan output beban penuh $V_O(FL)$, kemudian dituliskan datanya pada tabel 3.3.
6. Diperhitungkan tegangan zener dan resistansi zener hasil dari langkah (4), dihitungkan arus source I_T , arus zener I_Z , arus beban I_L , dan tegangan output beban penuh $V_O(FL)$, kemudian dituliskan hasilnya pada tabel 3.3 dan bandingkan kedua hasil tersebut.

$$I_T = \frac{V_{in} - V_{out}}{R_S}, \quad I_T = I_Z + I_L \quad \text{dan} \quad V_{out} = V_Z + I_Z \cdot R_Z$$

7. Untuk pengukuran tanpa beban (no load), resistansi beban RL dilepas, kemudian ukurlah arus source I_T , arus zener I_Z , dan tegangan output tanpa beban $V_O(NL)$, dan catatlah datanya pada tabel 3.4.
8. Diperhitungkan tegangan zener dan resistansi zener hasil dari langkah (4), hitunglah arus source I_T , arus zener I_Z , dan tegangan output tanpa beban $V_O(NL)$, kemudian tuliskan hasilnya pada tabel 3.4 dan bandingkan kedua hasil tersebut.
9. Dari hasil langkah (5) sampai dengan (8), ditentukan prosentase regulasi dari zener, kemudian tuliskan hasilnya pada tabel 3.3 dan 3.4 kemudian dibandingkan kedua hasil tersebut

E. Data Hasil

1. Data Hasil Pengukuran Karakteristik Dioda Zener

Tegangan Input (V_{in})	Tegangan Zener (V_Z)	Arus Zener (I_Z)
0 Volt	0 Volt	0 mA
1 Volt	1 Volt	4 mA
2 Volt	1,8 Volt	5,2 mA
3 Volt	2,8 Volt	5,2 mA
4 Volt	3,8 Volt	4,6 mA
5 Volt	5,2 Volt	3,6 mA
6 Volt	6,2 Volt	2,4 mA
7 Volt	6,8 Volt	1,6 mA
8 Volt	6,6 Volt	0,4 mA
9 Volt	6,6 Volt	3,6 mA
10 Volt	6,6 Volt	4,4 mA
11 Volt	6,6 Volt	6 mA
12 Volt	6,6 Volt	7 mA
13 Volt	6,6 Volt	∞ mA
14 Volt	6,6 Volt	∞ mA

2. Data Hasil Pengukuran Tegangan Knee dan Resistansi Zener

Tegangan Knee Zener	6,6 Volt
Resistansi Zener (I_Z)	70 Ω

3. Data Hasil Pengukuran Dioda Zener Regulator Penuh Beban

V_{in} = 15 Volt, V_{out} = 0,032, R_S = 220 Ω

Parameter	Pengukuran	Perhitungan	Error (%)
I_T	16,5 mA	6,67 mA	100
I_Z	1,5 mA	4,67 mA	67
I_L	6,8 mA	2 mA	240
V_o (FL)	3,2 Volt	0,78 Volt	300

4. Data Hasil Pengukuran Dioda Zener Tanpa Beban

$V_{in} = 15$ Volt

Parameter	Pengukuran	Perhitungan	Error (%)
I_R	9,6 mA	6,6 mA	45
I_Z	37,68 mA	4,667 mA	80
V_o (NL)	6,8 Volt	0,32 Volt	200
V_R (%)	7 Volt	0,6 Volt	100

F. Pembahasan

Pada praktikum kali ini yaitu mengenai diode zener, tujuan diadakannya praktikum ini adalah supaya praktikan dapat mengobservasi dan mengukur karakteristik dari diode zener, serta supaya praktikan dapat mengaplikasikan diode zener sebagai suatu regulasi tegangan.

Diode zener memiliki sifat yang berbeda dengan diode biasa, perbedaannya yaitu pada saat diode zener dialiri arus yang cukup besar, diode tidak akan rusak, namun tegangan masukan yang berubah semakin besar dapat distabilkan oleh diode zener. Sedangkan pada diode biasa, jika diberi arus yang cukup besar maka diode lama klamaan akan bocor dan diode nantinya akan rusak.

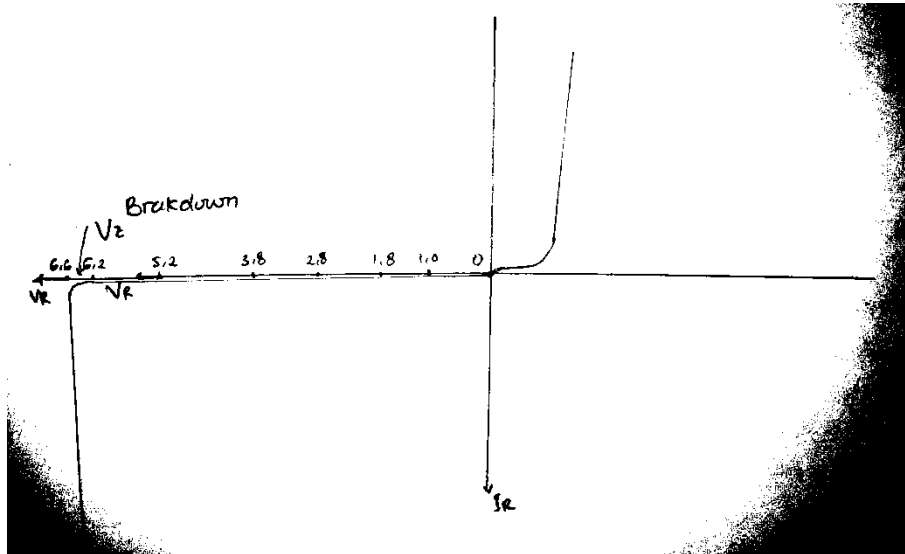
Pada percobaan kali ini dilakukan empat macam percobaan, diantaranya yaitu pengukuran terhadap karakteristik diode zener, tegangan knee dan resistansi pada diode zener, rangkaian tegulator diode zener penuh beban, dan diode zener regulator tanpa beban.

1. Karakteristik diode zener

Pada percobaan untuk menentukan karakteristik dari diode zener, dilakukan pengukuran terhadap tegangan input, tegangan pada diode zener dan arus yang mengalir pada zener. Untuk melihat hasil pengukuran, dapat dilihat pada table data hasil percobaan.

Saat pengukuran tegangan pada diode zener, voltmeter yang akan digunakan harus dirangkai parallel, dan tegangan masukan (V_{in}) adalah tegangan DC. Sedangkan arus (pengukuran terhadap arus) pada diode zener,

maka amperemeter harus dirangkai seri pada rangkaian (seri dengan diode zener), berdasarkan data yang diperoleh, kita dapat menggambarkan kurva karakteristik dari dioda zener yang digunakan, kurvanya yaitu:



Jika dilihat dari kurva karakteristik diode zener yang didapat melalui percobaan, kurva tersebut sesuai dengan teori yang ada, jadi percobaan kami pada sub bab mengenai kurva karakteristik dari diode zener telah berhasil kami lakukan.

2. Tegangan Knee dan resistansi zener

Tegangan knee merupakan tegangan yang menunjukkan bahwa terjadi penurunan arus yang sangat besar. Tegangan knee adalah tegangan saat arus mulai naik secara cepat pada saat diode dan beban yang terdapat dalam rangkaian yang menghasilkan tegangan knee ini, yaitu tegangan yang mencapai titik minimum dan turun pada saat minimum.

Artinya tegangan knee merupakan tegangan yang terjadi saat arus yang mengalir diode menghasilkan tegangan pada kondisi breakdown, sehingga pada percobaan ini, tegangan knee yaitu berada pada 6,6 Volt, sedangkan resistansi pada zener yaitu 70Ω .

3. Diode zener regulator penuh beban

Pada sub percobaan ini, digunakan parameter tentang apa yang akan dihitung (diukur) pada parameter-parameternya antara lain I_T , I_Z , I_L , dan V_o (FL), dimana tegangan yang dimasukkan (V_{in}) sebesar 15 Volt. Data mengenai hasil pengukuran dapat dilihat pada table data. Namun, disini praktikan ingin menghitung seberapa besar presentase kesalahan dari pengukuran, namun terlebih dahulu kita harus menghitung besar nilai dari beberapa parameter tadi menggunakan persamaan (perhitungan secara teori):

- I_T

Praktek : 16,6 mA

Perhitungan : $\frac{V_{in}-V_{out}}{R_s} = \frac{15 \text{ volt}-14,33 \text{ Volt}}{100\Omega} = 0,0068 \text{ A} = 6,8 \text{ mA}$

- I_Z

Sama halnya dengan I_T , parameter I_Z juga dapat ditentukan nilainya dengan menggunakan hukum Kirchoff, I_Z sebesar 4,667mA. Arus yang mengalir pada sumber tegangan (I_T) nantinya akan terbagi jika rangkaian adalah parallel, artinya I total akan terbagi menjadi I_Z dan I_L .

$$I_T = I_Z + I_L$$

$$I_L = I_T - I_Z$$

$$I_L = 6,667 \text{ mA} - 4,667 \text{ mA}$$

$$I_L = 2 \text{ mA}$$

Jika dilihat dari hasil praktek dan hasil secara perhitungan dengan teori, memiliki nilai yang berbeda yaitu 6,8mA dan 2mA. Berarti telah terjadi kesalahan, sehingga dapat ditentukan presentase kesalahannya dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\% \text{ Error} = \frac{\text{Hasil}_{praktek} - \text{Hasil}_{teori}}{\text{Hasil}_{teori}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Error } I_T = \frac{16,5 \text{ mA} - 6,667 \text{ mA}}{6,667 \text{ mA}} \times 100\% = \pm 147\%$$

$$\% \text{ Error } I_Z = \frac{1,50 \text{ mA} - 4,667 \text{ mA}}{4,667 \text{ mA}} \times 100\% = \pm 67\%$$

$$\% Error I_L = \frac{6,80 mA - 2 mA}{2 mA} \times 100\% = \pm 240\%$$

$$\% Error V_o = \frac{3,2 Volt - 0,78 Volt}{0,78 Volt} \times 100\% = \pm 310\%$$

4. Diode zener regulator tanpa beban

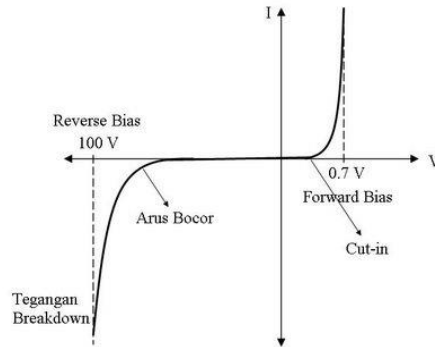
Pada percobaan sub ke empat, dari serangkaian kegiatan praktikum yang telah dilakukan, sama halnya dengan rangkaian diode zener regulator penuh beban, yang membedakan hanyalah pada tambahan beban pada regulator penuh beban. Data hasil perhitungan serta persentase kesalahan (Error) dapat dihitung dan ditentukan seperti pada cara diatas.

Dari percobaan ke-3 dan ke-4, didapatkan presentase (%) kesalahan yang sangat besar, hal ini dapat dikarenakan oleh kesalahan praktikan dalam menjalankan kegiatan/merangkai alat, sehingga terjadi selisih yang cukup besar antara hasil praktek dan perhitungan secara teori. Kesalahan juga bisa disebabkan oleh ketidak akuratan alat yang digunakan (alat kemungkinan dalam kondisi kurang baik/rusak).

G. Kesimpulan

Berdasarkan kegiatan praktikum yang telah dilakukan dengan topic diode zener, dapat disimpulkan bahwa:

1. Dalam menentukan dan mengukur karakteristik dari diode zener diperlukan data berupa I_R dan V_R dengan tegangan masukan yang divariasikan, sehingga didapat bentuk karakteristik seperti berikut:



2. Diode zener berbeda dengan diode biasa, karena pada diode biasa yang dialiri arus besar maka diode akan rusak, sedangkan pada diode zener tidak, karena diode zener mampu menstabilkan tegangannya (pada kondisi breakdown) walaupun arus yang mengalirinya terlalu besar.
3. Diode zener sebagai regulator tegangan artinya, karakteristik dari diode zener yang tidak rusak bila dialiri arus besar dan dapat dimanfaatkan sebagai suatu regulator (penstabil) tegangan. Regulator tegangan adalah suatu komponen atau alat yang digunakan untuk menstabilkan tegangan keluaran dari sumber daya atau power supply.

Daftar Pustaka

- Arifin. 2004. *Dioda Zener*. <http://www.elektronika-dasar-macam-macam-dioda.com>. Diakses pada: 02 November 2016.
- Budris, dkk. 2015. *Diode Zener Sebagai Regulator Tegangan*. <http://www.academia.edu.dioda-zener.com>. Diakses pada: 02 November 2016.
- Herman. 2009. *Elektronika Lanjut*. Jawa Timur: Cerdas Ulet Kreatif.
- Kusuma. 2011. *Rangkaian Dioda*. <http://www.staff.ui.ac.id/system/sastra.kusuma/Material/06Rangkaian-dioda.pdf>. Diakses pada: 02 November 2016.
- Restuadhi. Wahyu. 2008. *Elektronika Industri*. http://www.pusat_pengembangan_bahan_ajar_UMB_elektronika_dasar_dioda. Diakses pada: 02 November 2016.
- Sapiie. Soedjana. 2005. *Pengukuran dan Alat-Alat Ukur Listrik*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sutrisno. 1986. *Elektronika Teori dan Penerapannya*. Bandung: ITB.