

B A B III

METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan bahan

3.1.1 Bahan

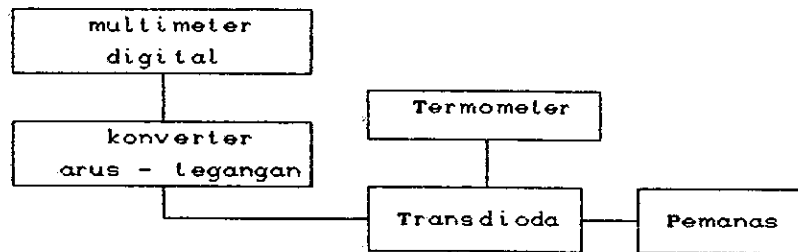
- Transistor tipe TIP 31A dan TIP 31C Silikon buatan Philips Gloeilampenfabriek dan BD 203 Silikon buatan Texas Instrumen ketiganya jenis NPN.

3.1.2 Alat

- 2 buah multi meter digital, digunakan untuk membaca tegangan. Alat ini mempunyai skala terkecil 0,1 mV
- Konverter arus tegangan, digunakan untuk mengubah arus keluaran menjadi tegangan keluar.
- 2 buah tabung tembaga
- Lapisan alumunium tipis
- Pemanas
- Termometer, digunakan untuk membaca temperatur. Alat ini mempunyai skala terkecil 1°C.
- Power supply

3.2 Rangkaian peralatan

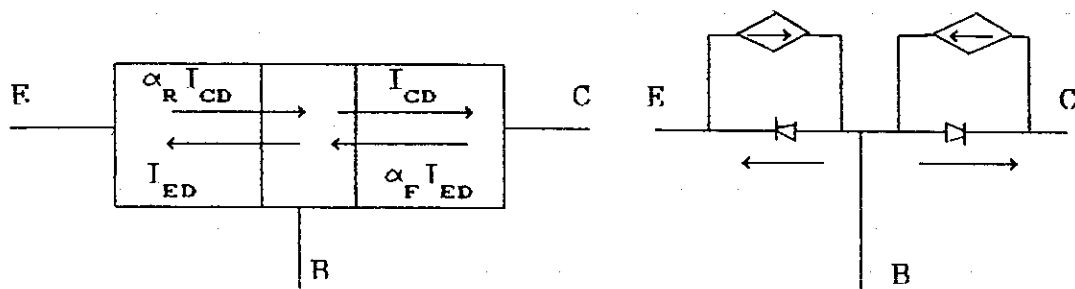
Gambaran rangkaian peralatan yang digunakan pada penelitian ini diperlihatkan pada gambar (3.1)



Gambar 3-1. Diagram rangkaian peralatan yang digunakan dalam penelitian.

Dalam penelitian ini digunakan transdioda sebagai persambungan p-n. Transdioda merupakan konfigurasi dari transistor dimana tegangan antara collector dan basis dibuat sama dengan nol ($V_{CB}=0$) dengan demikian transistor berfungsi sebagai dioda. (Sconza, Torzo, Viola, 1994)

Transistor dapat digambarkan sebagai dua buah dioda yang katoda-katodanya dihubungkan atau anoda-anodanya dihubungkan gambar 3-2. Arus kolektor adalah jumlah dari arus dioda kolektor-basis ditandai oleh I_{CB} ditambah dengan fraksi arus dari dioda emiter-basis yang sampai ke kolektor ditandai oleh $\alpha_F I_{ED}$ (Milman, Arvin Gabel, 1988)



Gambar 3-2. Transistor digambarkan sebagai dua buah hubungan dioda

$$I_c = \alpha_F I_{ED} - I_{CD}$$

$$I_c = \alpha_F I_{EO} (e^{-V_{EB}/V_T} - 1) - I_{CO} (e^{-V_{CB}/V_T} - 1)$$

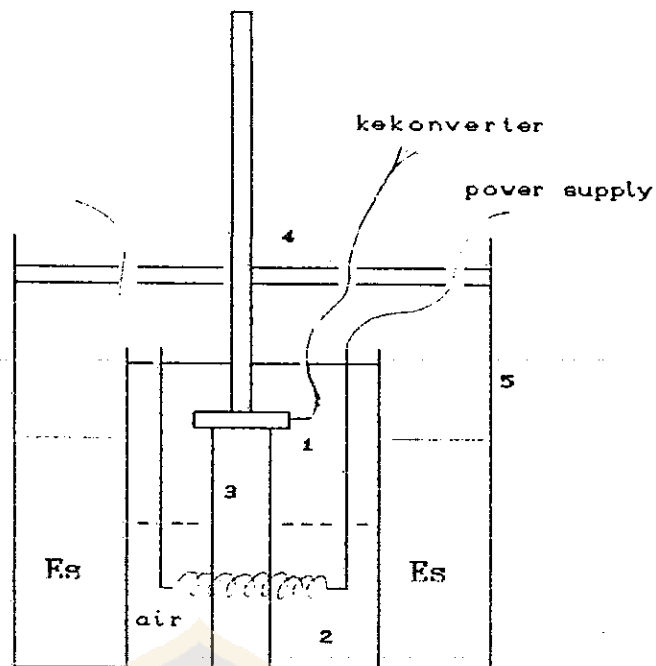
dengan mengambil $V_{CB} = 0$ maka persamaan diatas menjadi

$$I_c = \alpha_F I_{EO} (\exp -V_{EB}/V_T - 1) \quad (3.1)$$

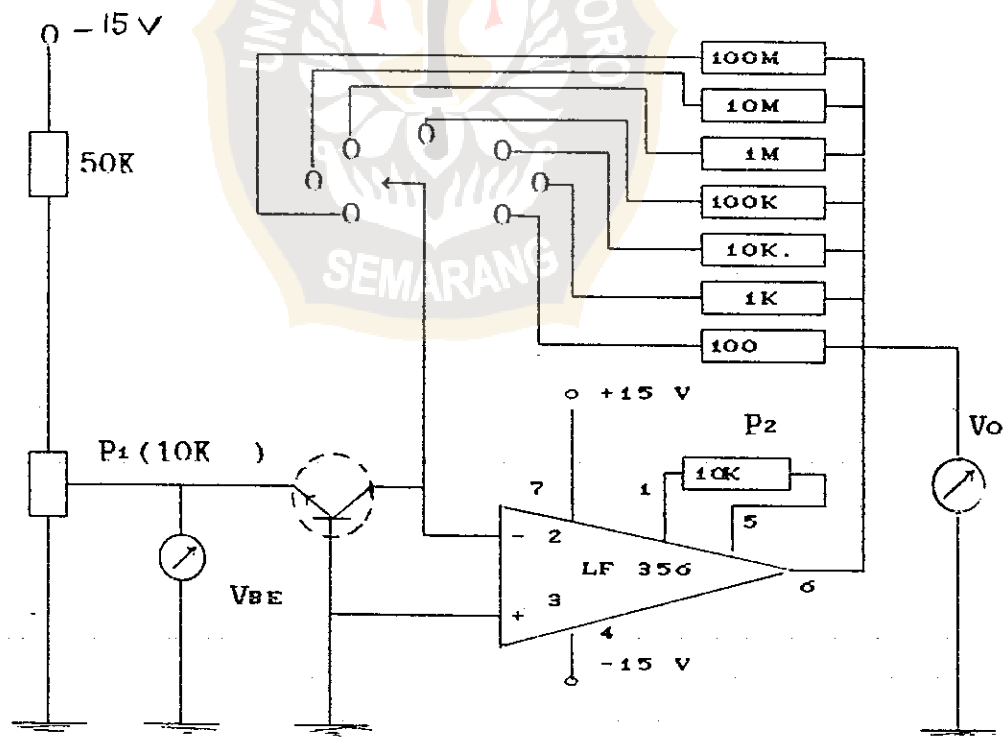
persamaan (3.1) merupakan persamaan dioda dengan $\alpha_F \approx 1$ dan I_{EO} adalah arus baik jenuh di persambungan emiter. Dengan demikian transistor beroperasi sebagai dioda.

Transistor ditempelkan pada lapisan Alumunium tipis yang terdapat dalam tabung tembaga kecil. Bagian bawah dari lapisan ini dibenamkan kedalam air. untuk menaikkan temperatur digunakan kumparan pemanas yang dihubungkan ke power supply. Tabung tembaga, pemanas dan transdioda dimasukkan kedalam tabung tembaga kedua yang lebih besar. Untuk pendingin digunakan es yang dimasukkan kedalam tabung tembaga kedua. Suhu dibaca oleh termometer yang diletakkan diatas transdioda, gambar 3-3.

Kaki-kaki transistor dihubungkan pada konverter arus tegangan. Konverter ini digunakan untuk mengubah arus keluaran menjadi tegangan keluar V_o . Rangkaian konverter diperlihatkan pada gambar 3-4.

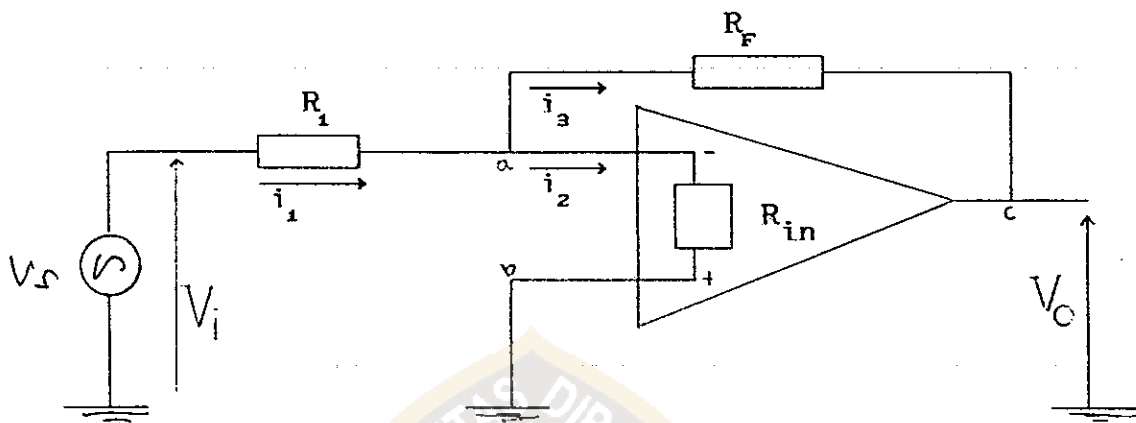


Gambar 3-3. Tabung tempat pengukuran karakteristik transdioda. 1. Transdioda, 2. Pemanas, 3. Lapisan Aluminium tipis, 4. Termometer, 5. Tabung tembaga.



Gambar 3-4. Rangkaian konverter arus-tegangan

Rangkaian ini menggunakan IC LF 356 yang merupakan operational amplifier . Prinsip dasar dari rangkaian ini adalah penguat membalik, gambar 3-5.



Gambar 3-5. Rangkaian dasar penguat membalik.

Pada penguat membalik sumber isyarat dihubungkan dengan inverting input dan noninverting input dihubungkan dengan ground. Tegangan keluar dari gambar diatas adalah

$$V_o = A_v V_{ab}$$

A_v adalah Open loop gain, yang besarnya tak hingga. Dengan demikian

$$V_{ab} = 0 \text{ dan } V_a = V_b$$

Karena titik b dihubungkan dengan ground, $V_b = 0$ maka titik a dikatakan berada pada ground semu. Antara inverting input dan noninverting input terdapat tahanan masukan

yang tinggi mengakibatkan arus yang mengalir ke dalamnya sangat kecil, sehingga $i_2 = 0$. Karena titik a berada pada ground semu, $V_a = 0$ maka

$$V_i = i_1 R_1$$

Besar tegangan antara titik a dan titik c adalah

$$V_a - V_c = i_3 R_F$$

karena $V_c = V_o$ dan $i_1 = i_3$ maka besar tegangan keluar adalah

$$V_o = i_1 R_F$$

Dari rangkaian pada gambar 3-3, i_1 adalah arus kolektor, dengan demikian bila V_o diketahui dapat ditentukan besar arus kolektor. Arus kolektor ini sama dengan arus dioda emiter basis.

Harga konversi arus tegangan dapat diubah-ubah dengan menggunakan saklar yang dihubungkan dengan satu dari tujuh buah tahanan umpan balik R_F dengan toleransi 1%. Tegangan emiter ke basis V_{BE} dan tegangan keluar $V_o = I R_F$ dibaca oleh dua buah multi meter digital.

3.3 Pengambilan data

3.3.1 Uji transistor

Sebelum mengukur karakteristik volt ampere dari transdioda terlebih dahulu diuji keadaan transistor apakah berada dalam keadaan baik. Cara menguji transistor adalah sebagai berikut:

- a. Positip dari AVO meter dihubungkan pada basis sedangkan negatip dihubungkan dengan emiter atau kolektor. Saklar dari AVO meter berada pada skala $\times 10$ (ohm). Bila transistor jenis NPN maka jarum akan menyimpang sangat kecil, sedangkan untuk PNP penyimpangan cukup besar (tidaksampai nol).
- b. Pindahkan positip dari AVO meter dari kaki basis ke kaki emiter atau kolektor. Untuk jenis NPN jarum menunjukkan penyimpangan cukup besar, sedangkan untuk jenis PNP penyimpangan sangat kecil.

3.3.2 Karakteristik V/I pada temperatur kamar

Sebelum mengamati karakteristik volt-ampere dari masing-masing transdioda pada beberapa temperatur terlebih dahulu diamati karakteristik V/I pada temperatur kamar.

Prosedur pengukuran adalah sebagai berikut :

1. Tegangan $V_{emula-mula}$ dibuat nol dengan menghubungkan singkatkan emiter-basis. Tegangan keluar V_o dibuat sama dengan nol dengan memutar potensiometer P_1 . Posisi

saklar pada tahanan $R_F = 10 \text{ M ohm}$.

2. Tegangan V_{BE} dan V_o dibaca oleh dua buah multimeter digital pada skala 2 mV untuk V_{BE} dan 200 mV untuk V_o .
3. Tegangan V_{BE} divariasikan dengan kenaikan 0,02V terhadap kenaikan V_o dengan memutar potensiometer.
4. Bila pada tegangan keluar tidak terdapat perubahan berarti pindahkan posisi saklar pada tahanan $R_F = 10 \text{ M ohm}$

3.3.3 Karakteristik pada beberapa temperatur

Setelah mengamati karakteristik transdioda pada temperatur kamar selanjutnya suhu transdioda diturunkan dengan memasukkan es kedalam tabung tembaga. Bila suhu transdioda telah mencapai harga terendah, dengan cara yang sama pada sub bab (3.3.2) diamati besarnya tegangan V_{BE} dan V_o .

Suhu transdioda selanjutnya dinaikkan dengan menghidupkan power supply. Suhu divariasikan setiap kenaikan 5°C . Untuk menjaga agar suhu tetap konstan digunakan cara manual dengan menghidupkan dan mematikan power supply. Setiap kenaikan suhu 5°C diamati besarnya variasi tegangan V_{BE} dan V_o .

3.4 Analisa data

Persamaan volt-ampere dioda Si untuk arus-arus kecil diberikan oleh

$$I = I_o (\exp qV/2kT - 1) \quad (3.1)$$

Bila $V > V_T$ maka nilai satu dari persamaan diatas dapat diabaikan, persamaan (3.1) dapat ditulis

$$I = I_0 \exp qV/2kT \quad (3.2)$$

Dengan mengambil nilai logaritma dasar dari persamaan diatas didapat

$$\ln I = \ln I_0 + qV/2kT \quad (3.3)$$

Bila T konstan maka I_0 merupakan sebuah konstanta, sehingga persamaan (3.3) merupakan persamaan garis lurus dengan persamaan (Sujana, 1992)

$$\hat{Y} = A + BX.$$

dengan

$$B = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i) (\sum Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$A = \frac{\sum Y_i (\sum X_i)^2 - (\sum X_i) (\sum X_i Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

Adanya hubungan linier antara variable-variable X dan Y ditentukan oleh besarnya koefisien korelasi, r yang diberikan oleh persamaan

$$r = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{(n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2) (n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2)}}$$

Nilai r terletak antara $-1 \leq r \leq 1$

Rata-rata kuadrat penyimpangan sekitar regresi untuk koefisien A dan B diberikan oleh

$$S_B^2 = S_{Y,X}^2 / \sum (X_i - \bar{X})$$

$$S_A^2 = S_{Y,X}^2 \left[\frac{1}{n} + \frac{\bar{X}^2}{\sum (X_i - \bar{X})^2} \right]$$

dengan

$$S_{Y,X}^2 = \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 / (n - 2)$$

A adalah perpotongan grafik dengan sumbu $V_{BE} = 0$, memberikan nilai arus balik jenuh. Dan B adalah slope dari grafik $B = q/2kT$. Nilai q/k diperoleh dari persamaan

$$q/k = 2 B T$$

$$S_{q/k} = \sqrt{\left[\frac{\partial q/k}{\partial B} S_B \right]^2 + \left[\frac{\partial q/k}{\partial T} S_T \right]^2}$$

Dari hasil pengukuran karakteristik volt ampere pada beberapa temperatur didapat nilai arus balik I_0 , dengan demikian dapat dibuat grafik arus balik terhadap temperatur.

Hubungan arus balik dengan temperatur diberikan oleh persamaan (2.48)

$$I_0 = K T^{1.5} \exp - E_{G0}/2kT$$

Ketergantungan temperatur pada bentuk $T^{1.5}$ tidak penting dibandingkan bentuk eksponensial maka bentuk $T^{1.5}$ dapat diabaikan.

$$I_0 = K \exp - E_{G0}/2kT \quad (3.4)$$

Dengan mengambil nilai logaritma dasar dari persamaan diatas didapat

$$\ln I_0 = \ln k - E_{G0}/2kT \quad (3.5)$$

Persamaan (3.5) adalah persamaan garis lurus dengan slope $B = - E_{G0}/ 2kT$. Nilai E_{G0} diperoleh dari persamaan

$$E_{G0} = - 2 k T$$

$$S_E = \sqrt{\left(\frac{\partial S_E}{\partial T} \quad S_T \right)^2}$$