

BJT DC Analysis

Mohammad Istajarul Alim, Muchamad Fauzy

Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail: muchamad_fauzy@yahoo.com

Abstract—Bipolar junction transistor or also known as BJT is a transistor who have three node, called emitter, base, and collector. Purpose of the experiment are to know BJT transistor characteristics by collector current, base current, emitter current, and base voltage or collector voltage. The other purpose are to know constant value of collector-base current amplifier or called by β and collector-emitter current amplifier or called by α from BJT transistor. The principle of this experiment by pnp and npn transistor type. When the circuit has been arranged, then current will flow. One node would impede the flow toward of other node. Potentiometers are also used to shear resistance. Then, the indicator lights will be appear base on current flow. Such experiments would draw value of current and voltage. Last, the results have been obtained are for NPN, α value by 0,584, β value by 11,895. And for PNP, α value by 0,566, β value by 13,571.

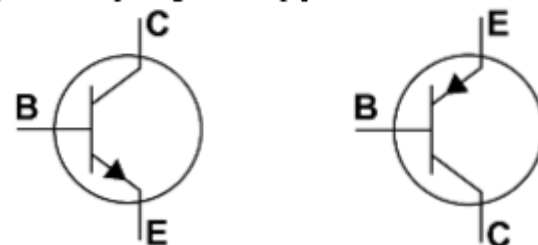
Keywords—base, BJT, collector, emitter, potentiometer, transistor.

I. PENDAHULUAN

Tidak dapat dipungkiri bahwa berbagai alat yang kita gunakan dalam kehidupan sehari-hari merupakan suatu alat elektronik. Tentunya, didalam rangkaian alat elektronik tersebut terdapat berbagai komponen listrik yang digunakan. Mulai dari komponen yang sederhana seperti resistor hingga berbagai komponen kompleks. Tak terkecuali penggunaan transistor didalam rangkaian elektronika tersebut. Transistor memiliki peranan penting didalam suatu rangkaian alat elektronik. Berdasarkan tujuannya, transistor memiliki dua buah tujuan. Tujuan tersebut yaitu transistor dapat digunakan sebagai saklar untuk memutus dan menyambungkan arus listrik dan sebagai penguat dari arus listrik yang mengalir. Berdasarkan tujuan tersebut, maka diperlukan analisa mendalam mengenai seluk beluk transistor. Tentunya hal tersebut yang akan menjadi latarbelakang dalam percobaan BJT DC analisis kali ini.

Transistor merupakan sebuah komponen listrik aktif dengan memiliki tiga buah kaki yang dapat disebut base, collector, dan emitter. Transistor dapat disebut sebagai alat semikonduktor yang digunakan untuk penguat arus, sebagai saklar listrik, stabilisasi tegangan dan lain sebagainya. Transistor dapat berfungsi semacam kran listrik, di mana berdasarkan arus inputnya (BJT) atau tegangan inputnya (FET), memungkinkan pengaliran listrik yang sangat akurat dari sirkuit sumber listriknya. Transistor merupakan komponen yang sangat penting dalam dunia elektronik modern. Dalam rangkaian analog, transistor digunakan dalam amplifier (penguat). Rangkaian analog melingkupi pengeras suara, sumber listrik stabil (stabilisator) dan penguat sinyal radio. Dalam rangkaian-rangkaian digital, transistor digunakan sebagai saklar berkecepatan tinggi. Beberapa transistor juga dapat dirangkai sedemikian rupa sehingga berfungsi sebagai logic gate, memori dan fungsi lainnya [1].

Transistor memiliki beberapa jenis yang dapat digunakan dalam berbagai komponen elektronika. Berdasarkan polaritasnya, transistor dapat dibedakan menjadi transistor unipolar dan transistor bipolar. Dari masing-masing nama yang telah dituliskan tersebut, uni dapat diartikan kesatuan dan bi dapat diartikan dua. Artinya, transistor unipolar memiliki polaritas yang hanya satu, sedangkan transistor bipolar hanya memiliki dua buah polaritas. Transistor Bipolar atau yang disebut dengan BJT adalah alah satu dari dua jenis transistor. BJT memiliki 3 terminal yaitu emitor, kolektor, dan Basis. Perubahan arus listrik dalam jumlah kecil pada terminal basis dapat menghasilkan perubahan arus listrik dalam jumlah besar pada terminal kolektor. Prinsip itulah sejatinya yang menjadi dasar untuk transistor sebagai penguat arus pada rangkaian elektronik. Pada transistor bipolar, dapat dibedakan lagi berdasarkan tipe semikonduktornya. Perbedaan tersebut terdiri dari transistor PNP dan NPN. Dimana transistor PNP merupakan transistor yang collector nya mendapat kutub negative sumber tegangan sedangkan emitter mendapat kutub positive sumber tegangan. Selanjutnya untuk transistor NPN merupakan transistor yang collector nya mendapat kutub positive sumber tegangan sedangkan emitter mendapat kutub negative sumber tegangan. Perbedaan simbol transistor PNP dan NPN dapat digambarkan pada gambar 1 [1].

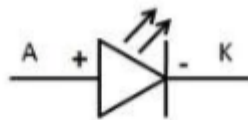


Gambar 1. Simbol transistor (a) NPN, (b) PNP

Kemudian transistor yang memiliki satu polaritas atau disebut dengan transistor unipolar adalah salah satu transistor yang hanya memiliki satu sambungan kutub dan terbagi menjadi dua yaitu FET (Field Effect Transistor) yang memiliki JFET kanal P dan N, dan MOSFET memiliki kanal P dan N. Fungsinya membuat N - Channel JFET menjadi sebuah versi solid - state dari tabung vakum, yang juga membentuk sebuah dioda antara grid dan katode. Keduanya bekerja di depletion mode, dan juga memiliki impedansi input tinggi dan menghantarkan arus listrik dibawah kontrol tegangan input [1].

Potensiometer (POT) adalah salah satu jenis resistor yang nilai resistansinya dapat diatur sesuai dengan kebutuhan rangkaian elektronika ataupun kebutuhan pemakainya. Potensiometer merupakan keluarga resistor yang tergolong dalam kategori variable resistor. secara struktur, potensiometer terdiri dari 3 kaki Terminal dengan sebuah shaft atau tuas yang berfungsi sebagai pengaturnya [2].

Lampu indikator LED merupakan jenis dioda yang dapat memancarkan cahaya dan banyak digunakan sebagai lampu indikator karena sifatnya yang dapat memancarkan cahaya. LED bekerja pada tegangan maju seperti pada dioda jenis biasa. Dioda LED biasanya disebut sebagai pencampuran komponen elektronika dengan optik karena sifatnya yang dapat memancarkan cahaya. Cahaya yang dihasilkan sendiri tergantung pada bahan pembuatan dioda LED. Beda bahan pembuatannya, maka akan menghasilkan cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda juga. Rentang panjang gelombang yang dihasilkan merupakan cahaya tampak hingga cahaya inframerah. Dengan begitu, dioda jenis ini juga banyak digunakan sebagai sistem *remote control*. Selain itu, intensitas cahaya yang dihasilkan pada dioda jenis ini dapat diatur sesuai dengan arus yang mengalir dalam dioda ini. Namun perlu diketahui juga, bahwa dioda jenis ini hanya dapat dialirkan arus searah karena memiliki polaritas kutub positif dan kutub negatif. Adapun simbol dioda jenis ini seperti pada gambar 2 [2].



Gambar 2. Simbol dioda LED

Resistor merupakan suatu komponen elektronika pasif yang memiliki dua pin dan didesain untuk mengatur nilai tegangan dan arus yang melewati resistor tersebut. Resistor pada dasarnya dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu resistor dengan nilai resistansi yang tetap dan resistor dengan nilai resistansi yang dapat berubah-ubah. Untuk resistor yang memiliki nilai resistansi yang berubah-ubah dapat dicontohkan seperti potensiometer. Sedangkan untuk resistor yang memiliki nilai resistansi tetap dapat disebut dengan resistor biasa. Adapun berbagai simbol resistor dalam rangkaian elektronika dapat digambarkan seperti pada gambar 3 [3].

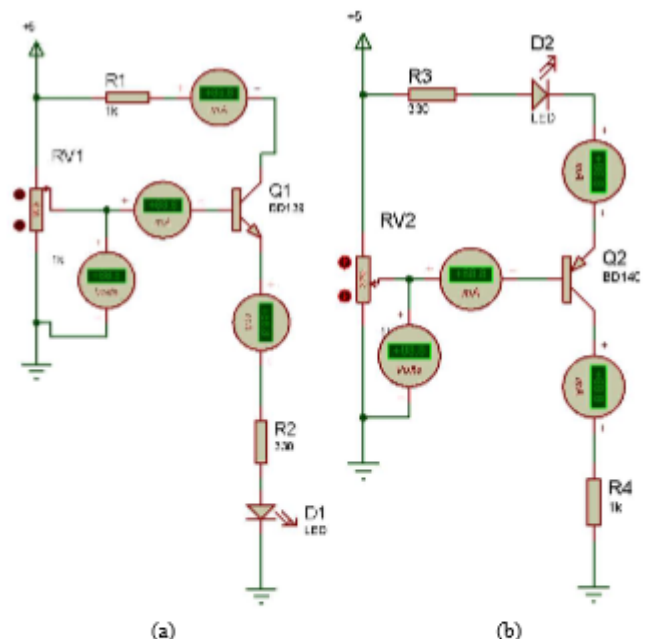
Component	European Symbol	American Symbol
Resistor		
Variable Resistor		
Potentiometer		
Thermistor		
Light Dependent Resistor (LDR)		

Gambar 3. Simbol berbagai jenis resistor

Arus listrik DC (Direct current) merupakan arus listrik searah. Pada awalnya aliran arus pada listrik DC dikatakan mengalir dari ujung positif menuju ujung negatif. Namun, berdasarkan teknologi yang lebih maju, pengamatan-pengamatan yang dilakukan oleh para ahli menunjukkan bahwa pada arus searah merupakan arus yang alirannya dari negatif (elektron) menuju kutub positif. Aliran-aliran ini menyebabkan timbulnya lubang-lubang bermuatan positif yang terlihat mengalir dari positif ke negatif [3].

II. METODE PENELITIAN

Pada percobaan BJT DC Analisis digunakan beberapa alat dan bahan untuk menunjang dalam pengambilan data percobaan. Adapun peralatan dan bahan yang dimaksud yaitu sebuah power supply yang digunakan sebagai sumber arus DC yang dianalisa. Digunakan pula AVO meter untuk dilakukan pengukuran arus kolektor, arus base, arus emitter dan tegangan base. Selain itu digunakan pula kabel penghubung dan kabel jumper untuk menghubungkan berbagai komponen elektronika yang ada. Transistor juga digunakan pada percobaan ini sebagai komponen tiga kaki yang dapat digunakan sebagai saklar dan penguat arus listrik. Digunakan pula dioda LED yang berfungsi sebagai lampu indikator. Dan yang terakhir, digunakan pula resistor sebagai penghambat arus listrik yang mengalir dalam rangkaian NPN dan PNP.



Gambar 4. Rangkaian percobaan BJT DC analisis (a) NPN, (b) PNP

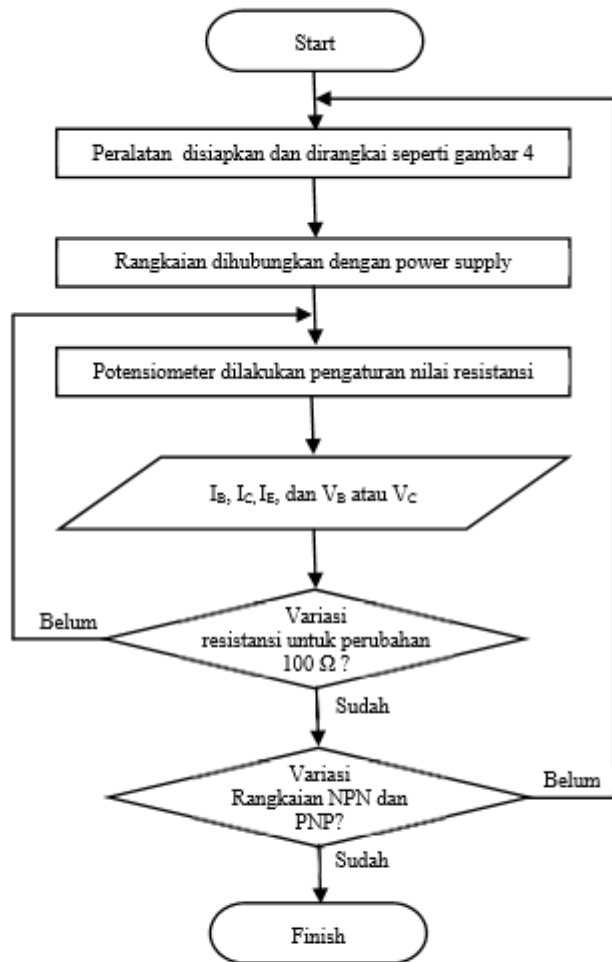
Langkah kerja dilakukannya percobaan BJT DC Analisis yaitu peralatan dan bahan disiapkan dan disusun seperti pada gambar 4 (a) untuk tipe NPN. Rangkaian kemudian dihubungkan dengan power supply. Potensiometer diatur untuk nilai resistansi sesuai ketentuan. Nilai dari arus base, arus collector, arus emitter, dan tegangan base atau tegangan collector dilakukan pengukuran. Percobaan dilakukan variasi untuk pertambahan hambatan potensiometer sebesar 100 Ω hingga hambatan potensiometer bernilai 1000 Ω. Langkah tersebut kemudian dilakukan pula untuk percobaan BJT DC analisis untuk tipe PNP seperti pada gambar 4 (b).

Hasil dari percobaan BJT DC analisis dapat dihitung untuk besarnya α dan β yang merupakan nilai konstanta penguat arus atau h_{fe}. Untuk nilai α merupakan konstanta penguat arus pada collector-emitter dalam persamaan (1) dan nilai β merupakan konstanta penguat arus pada collector-base dalam persamaan (2).

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} \tag{1}$$

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} \tag{2}$$

Dalam dilakukannya percobaan BJT DC analisis dapat disusun dalam bentuk diagram alir. Adapun diagram alir yang dimaksud dapat digambarkan seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir percobaan BJT DC Analisis

III. HASIL DAN DISKUSI

Hasil yang telah didapatkan pada percobaan Bipolar Junction Transistor DC analisis dapat dilakukan penyusunan dalam bentuk tabel analisa data. Data tersebut kemudian dapat digunakan untuk menentukan besarnya nilai konstanta penguat arus α dan β . Hasil akhir yang telah didapatkan kemudian dapat dilakukan pembahasan mengenai percobaan BJT DC analisis.

3.1 Analisa Data

Berdasarkan hasil percobaan, didapatkan nilai resistansi untuk potensiometer, arus base, arus collector, arus emittor, dan tegangan base pada rangkaian NPN atau tegangan collector pada rangkaian PNP. Adapun data untuk percobaan rangkaian NPN dapat disusun pada tabel 1 dan rangkaian PNP dapat disusun pada tabel 2.

Tabel 1
Data hasil percobaan BJT DC analisis untuk NPN sumber 5 volt

R (Ω)	I _B (mA)	I _C (mA)	I _E (mA)	V _B (volt)
1,7	0,00	0,02	0,01	0,43
99,7	0,00	0,00	0,01	0,48
207	0,00	0,00	0,02	0,90
300	0,00	0,00	0,01	1,30
404	0,00	0,00	0,00	1,85
501	0,00	0,06	0,06	2,50
600	0,02	1,00	1,10	2,90
699	0,27	2,06	2,31	3,50
806	1,48	1,81	3,23	3,80
902	3,21	1,37	4,55	4,20
959	4,75	0,94	5,32	4,70

Tabel 2
Data hasil percobaan BJT DC analisis untuk PNP sumber 10 volt

R (Ω)	I _B (mA)	I _C (mA)	I _E (mA)	V _C (volt)
0	21,0	0,62	21,6	0,00
100	12,6	2,73	15,3	2,13
200	8,01	3,87	11,9	3,28
300	5,00	4,62	9,62	4,05
400	2,68	5,20	7,88	4,64
500	0,67	5,68	6,35	5,17
600	0,09	3,78	3,87	6,02
700	0,02	1,09	1,11	7,01
800	0,00	0,00	0,00	8,00
900	0,00	0,00	0,00	9,00
1000	0,00	0,00	0,00	10,0

3.2 Perhitungan

Nilai arus yang telah didapatkan pada percobaan, kemudian dapat dilakukan perhitungan untuk menentukan konstanta penguat arus α dan β . Adapun contoh perhitungan menentukan konstanta penguat arus α dan β dapat dilakukan sebagai berikut.

Diketahui : I_B = 21 mA
 I_C = 0,62 mA
 I_E = 21,6 mA
 Ditanya : konstanta penguat arus α dan β ?
 Jawab :

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{0,62}{21,6} = 0,028$$

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{0,62}{21} = 0,029$$

Berdasarkan contoh perhitungan tersebut, maka dapat dilakukan perhitungan untuk menentukan α dan β yang lain. Adapun data tersebut dapat disusun dalam tabel 3 berikut.

Tabel 3
Data hasil perhitungan BJT DC analisis

Jenis rangkaian	R (Ω)	α	β
NPN	1,7	2,000	Tak terdefinisi
	99,7	0,000	Tak terdefinisi
	207	0,000	Tak terdefinisi
	300	0,000	Tak terdefinisi
	404	Tak terdefinisi	Tak terdefinisi
	501	1,000	Tak terdefinisi
	600	0,909	50,000
	699	0,892	7,630
	806	0,560	1,223
	902	0,301	0,427
	959	0,177	0,198
Rata-rata		0,584	11,895
PNP	0	0,03	0,03
	100	0,18	0,22
	200	0,33	0,48
	300	0,48	0,92
	400	0,66	1,94
	500	0,89	8,48
	600	0,98	42,0
	700	0,98	54,5
	800	Tak terdefinisi	Tak terdefinisi
	900	Tak terdefinisi	Tak terdefinisi
	1000	Tak terdefinisi	Tak terdefinisi
Rata-rata		0,566	13,571

3.3 Pembahasan

Dalam percobaan BJT DC analisis yang telah dilakukan, jenis rangkaian yang digunakan merupakan NPN dan PNP. Dimana pada rangkaian tersebut perbedaan yang digunakan ada pada jenis transistor yang digunakan. Prinsip kerja dari kedua rangkaian tersebut memiliki perbedaan. Adapun untuk NPN, prinsip kerja yang digunakan terjadi ketika suatu arus akan mengalir dari collector ke emitter jika basisnya dihubungkan dengan ground. Ground yang dimaksud merupakan suatu kutub negatif. Arus tersebut yang akan mengalir dari basis harus lebih kecil daripada arus yang mengalir dari collector menuju ke emitter. Oleh sebab itu maka pin basis dipasang sebuah resistor untuk menstabilkan tegangan yang ada. Kemudian untuk prinsip kerja dari transistor PNP yaitu ketika ada suatu arus yang mengalir dari emitter menuju ke collector jika pada pin basis dihubungkan ke sumber tegangan. Arus yang mengalir ke basis harus lebih kecil daripada arus yang mengalir dari emitter menuju ke collector. Oleh sebab itu, pin basis harus dipasangkan sebuah resistor untuk menstabilkan tegangan dan arus yang telah mengalir pada rangkaian.

Transistor pada dasarnya dapat digunakan sebagai sebuah saklar. Dimaksud saklar karena pada transistor dapat dilakukan penyambungan dan pemutusan arus berdasarkan tiga kaki yang berbeda. Dimana ketiga kaki yang dimaksud adalah kaki emitter, kaki base, dan kaki collector. Arus yang mengalir tersebut berasal dari arus base menuju ke daerah emitter atau daerah collector. Dengan begitu, arus akan mengalir dari base menuju ke emitter atau dapat diputuskan dan disambungkan kembali dari base menuju ke collector.

Transistor memiliki fungsi umum sebagai saklar dan sebagai penguat arus. Namun, pada percobaan ini, transistor yang digunakan berfungsi sebagai penguat arus. Hal ini dikarenakan berdasarkan data yang telah didapatkan, arus base, arus collector, dan arus emitter terdapat aliran arus yang mengalir. Dengan begitu, fungsi transistor sebagai saklar dapat dihilangkan. Kemudian untuk fungsi transistor sebagai penguat arus, tentunya dapat diketahui berdasarkan nilai penguat arus yang telah didapatkan. Penguat arus yang dimaksud merupakan nilai perbedaan antara arus collector dengan arus emitter dan nilai perbedaan antara arus collector dengan arus base.

Arus emitter yang digunakan pada percobaan ini merupakan arus output. Dimana arus output ini merupakan Arus penjumlahan dari seluruh kaki yang lain. Dengan begitu, berdasarkan data yang telah didapatkan maka nilai arus emitter merupakan penjumlahan dari arus base dengan arus collector. Hal tersebut dapat dilihat secara jelas pada percobaan untuk rangkaian PNP. Penjumlahan dari arus base dengan arus collector merupakan nilai dari arus emitter. Hasil untuk PNP penjumlahannya mendekati nilai benar, hal ini tentunya dikarenakan pada percobaan PNP menggunakan rangkaian yang telah disusun berdasarkan software program proteus. Tentunya hal lain yang berbeda untuk percobaan rangkaian NPN, dimana pada percobaan ini tidak ditemukan hubungan nilai dari arus emitter, arus collector, dengan arus base. Namun pada dasarnya, seharusnya memiliki konsep yang sama dengan percobaan rangkaian PNP. Terjadinya ketidak adanya hubungan tersebut kemungkinan besar disebabkan oleh eror yang ada. Karena pada percobaan NPN menggunakan hasil dari percobaan secara manual tanpa adanya bantuan dari software aplikasi proteus, yang seperti digunakan pada rangkaian PNP.

Resistor yang digunakan pada percobaan BJT DC analisis merupakan komponen elektronika untuk menghambat arus yang ada. Sehingga arus yang melewati dalam rangkaian dapat dikurangi dari arus awal yang ada. Hal tersebut tentunya digunakan agar arus yang mengalir sesuai dengan tegangan maksimum yang ada pada dioda LED. Apabila arus yang mengalir terlampaui batas, maka dioda yang digunakan LED yang digunakan akan mengalami kerusakan komponen baik fisik maupun didalamnya.

Dalam melakukan percobaan kali ini, tentunya terdapat faktor eror yang didapatkan. Dimana faktor eror yang ada pada rangkaian NPN lebih banyak daripada rangkaian PNP. Hal ini dikarenakan pada rangkaian NPN menggunakan hasil percobaan, sedangkan rangkaian PNP menggunakan hasil dari aplikasi program proteus. Untuk hasil eror yang didapatkan sendiri terdapat dua jenis eror, yaitu faktor eror dikarenakan kesalahan manusia dan faktor eror karena lingkungan. Untuk faktor eror karena kesalahan manusia, terjadi pada percobaan NPN. Eror yang dimaksud seperti pada saat pengambilan data yang mengalami kesalahan. Kesalahan tersebut terjadi kemungkinan pada kesalahan dalam rangkaian. Kemudian untuk kesalahan karena faktor lingkungan terjadi pada saat penggunaan power supply. Dimana power supply yang digunakan tentunya memiliki fluktuasi output tegangan yang ada. Selanjutnya untuk rangkaian PNP, faktor eror yang terjadi hanya karena faktor pembulatan angka yang ada.

IV. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapatkan pada percobaan BJT DC analisis yaitu untuk rangkaian NPN diperoleh nilai I_B , I_E , dan V_B secara keseluruhan terhadap pertambahan nilai resistansi adalah semakin besar dan nilai I_C tidak memiliki hubungan linieritas. Kemudian untuk rangkaian PNP diperoleh nilai I_B dan I_E terhadap pertambahan nilai resistansi adalah semakin kecil, sedangkan untuk V_C adalah semakin besar dan I_C tidak memiliki hubungan linieritas. Selanjutnya untuk nilai konstanta penguat arus pada rangkaian NPN didapatkan nilai α adalah 0,584 dan nilai β adalah 11,895. Sedangkan penguat arus pada rangkaian PNP didapatkan nilai α adalah 0,566 dan nilai β adalah 13,571.

UCAPAN TERIMAKASIH

Saya selaku penulis laporan ini dan praktikan dari percobaan BJT DC analisis mengucapkan terimakasih kepada segenap asisten laboratorium elektronika. Terimakasih saya sampaikan kepada saudara Muchamad Fauzy sebagai asisten laboratorium dari percobaan BJT DC analisis. Ucapan terimakasih saya sampaikan kepada rekan-rekan dan semua pihak yang terkait dalam praktikum BJT DC analisis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tipler A P. "Fisika Untuk Sains dan Teknik". Jakarta : Erlangga (1998)
- [2] Grob B. "Basic Electronics". New York : McGraw-Hill, Inc (1997)
- [3] Alexander C K, Sadiku M N O. "Fundamental of Electric Circuits". New York : Mc Graw-Hill, Inc (2013)