

Analisis Grafik Rangkaian (*Bipolar Junction Transistors*) BJT *Common Emitter* Terkait Perubahan Nilai Resistansi dan *Feedback* Negatif Menggunakan Kit Praktikum

1st Arkan Anis Shafry
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

arkanshafry@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Iswahyudi Hidayat
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

iswahyudihidayat@telkomuniversity.ac.id

3rd Wahmisari Priharti
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

wpriharti@telkomuniversity.ac.id

Abstrak - Dalam penelitian ini, peneliti melakukan uji keakuratan dan kelinearan bentuk grafik dalam kit pembelajaran yang digunakan, menggunakan salah satu penguat dasar BJT *Common emitter* untuk menguji serta menganalisis kelinearan bentuk grafik dan pengaruh resistansi serta *feedback negative* dalam pengamatan grafik output yang ditampilkan. Penelitian ini juga mencakup alat penunjang dalam melakukan Analisa grafik kelinearan diantaranya osiloskop yang digunakan sebagai penampil grafik serta menganalisis bentuk penguatan yang terbentuk, power supply yang digunakan untuk memberi tegangan pada kit pembelajaran serta function generator sebagai pembangkit sinyal atau pemberi sinyal pada kit pembelajaran. Output yang nanti dianalisis berupa penguatan yang terbentuk dari rangkaian dasar *common emitter* serta pengaruh perubahan nilai resistansi serta *feedback negative* pada rangkaian dasar yang peneliti ujikan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa grafik input output pada rangkaian *common emitter* berbeda fasa dan kelinearan yang dihasilkan mencapai lebih dari 90%, dibuktikan dengan kesesuaian teori, software dan praktik secara langsung. Perubahan tegangan pada power supply dan function generator juga mempengaruhi kelinearan bentuk grafik yang dihasilkan.

Kata kunci - *common emitter*, kelinearan, resistansi, *feedback negatif*

I. PENDAHULUAN

Respon frekuensi merupakan suatu sistem yang dimana fokus pembahasannya sebagai penggambaran dari hasil perhitungan matematis frekuensi kompleks dan fungsi transfer dengan menggunakan komponen pasif seperti; resistor, induktor, dan kapasitor. Pada dasarnya materi respon frekuensi penguat merupakan materi inti untuk lebih mudah memahami komponen transistor serta alat - alat elektronika lainnya yang berfungsi berdasarkan sinyal. Respon frekuensi dapat dinyatakan dalam bentuk grafik atau fungsi yang menunjukkan amplitudo (magnitudo) dan fasa (fase) keluaran sistem sebagai fungsi dari frekuensi masukan. Dalam grafik respon frekuensi, sumbu x biasanya menunjukkan frekuensi, sementara sumbu y menunjukkan magnitudo atau fase respon.

Dalam proses praktik analisis rangkaian, sebelum menganalisa grafik respon frekuensi penguat, perlu dilakukan validasi mengenai kestabilan rangkaian. Rangkaian yang digunakan hanyalah rangkaian konfigurasi dasar *common emitter* yang nilai komponennya telah dirancang hingga

mencapai kelinearan. Adapun proses validasi kestabilan rangkaian dengan cara melakukan pembuktian bahwa rangkaian yang akan digunakan telah sesuai dengan kriteria tertentu. Salah satu konsep yang dapat digunakan dalam menentukan kestabilan rangkaian *common emitter* adalah konsep *feedback negative*. *Feedback negative* menawarkan beberapa keuntungan seperti: meningkatkan kestabilan penguat, meningkatkan linearitas penguat, dan meningkatkan bandwidth atau daerah kerja frekuensi.

Penelitian menggunakan 1 buah resistor 100k ohm, 2 buah resistor 10 kohm, 2 buah kapasitor 100 uF, 1 buah resistor 1k ohm, 1 buah resistor 4.7k ohm, untuk alat penunjang dalam melakukan eksperimen berupa 1 buah function generator, 1 buah osiloskop 2 kanal dan kabel secukupnya., Power Supply, Osiloskop digital dan Generator Sinyal, Multimeter Digital. Perangkat lunak yang digunakan untuk mendesain rangkaian penguat dasar *common emitter* adalah circuit lab. Perancangan ini bertujuan untuk mengetahui hasil analisis rangkaian (*Bipolar Junction Transistors*) BJT *Common Emitter* terkait perubahan nilai resistansi dan *feedback negatif* menggunakan kit praktikum.

II. STUDI TERKAIT

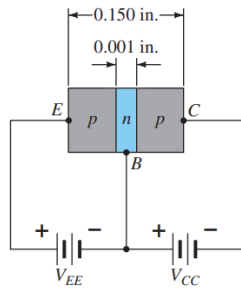
A. Bipolar Junction Transistor (BJT)

Bipolar Junction Transistor (BJT) adalah salah satu komponen elektronika yang memiliki tiga terminal utama: Emitter, Base, dan Collector. BJT digunakan secara umum sebagai penguat arus listrik atau sakelar yang dikontrol oleh arus masukan (input) pada terminal Base. Untuk menjalankan fungsi penguat atau sakelar, BJT memerlukan tegangan minimal sekitar 0,7 Volt pada terminal Base-Emitter atau Collector-Base, tergantung pada jenis BJT yang digunakan. Selain itu, aliran arus pada terminal Base akan mempengaruhi besarnya arus yang mengalir pada terminal lainnya, sesuai dengan tipe BJT yang digunakan. Terdapat dua tipe BJT yaitu NPN dan PNP. PNP ditandai dengan simbol tanda panah yang menunjuk dari terminal Collector menuju terminal Base. Di sisi lain, NPN memiliki tanda panah pada terminal Emitter yang menunjuk keluar dari terminal Emitter.

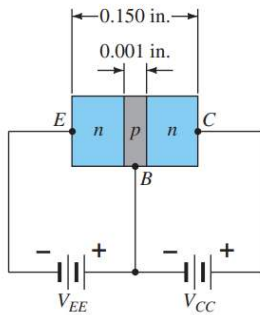
BJT tipe NPN, transistor dapat bekerja jika terdapat arus Transistor BJT berfungsi saat terdapat tegangan minimal 0,7 Volt pada terminal Base-Emitter untuk tipe NPN, dan pada

terminal Collector-Base untuk tipe PNP. Pada transistor NPN, arus mengalir dari Collector menuju Emitter, sementara pada transistor PNP, arus mengalir dari Emitter ke Collector. Penguat Common Emitter memiliki beberapa karakteristik yaitu sinyal output-nya berfase terbalik 180 derajat dibandingkan dengan sinyal input, ada kemungkinan terjadinya isolasi karena umpan balik positif, yang dapat diatasi dengan menggunakan umpan balik negatif. Transistor ini sering digunakan pada penguat frekuensi rendah, terutama untuk sinyal audio, namun stabilitas penguatannya rendah karena rentan terhadap perubahan suhu dan bias pada transistor [1].

Lapisan bagian luar memiliki dimensi yang signifikan lebih besar daripada lapisan tipe p atau n yang berada di antara keduanya. Dalam konteks transistor, perbandingan antara dimensi total lapisan dengan dimensi lapisan tengah adalah sekitar 150:1. Konsentrasi bahan doping pada lapisan yang diapit jauh lebih rendah dibandingkan dengan lapisan bagian luar, seringkali berada pada perbandingan 1:10 atau bahkan lebih rendah. Konsentrasi doping yang lebih rendah ini mengakibatkan penurunan konduktivitas (dan peningkatan resistivitas) dari bahan tersebut dengan menghambat jumlah pembawa muatan "bebas" [2].



GAMBAR 1
Transistor Tipe PNP



GAMBAR 2
Transistor Tipe NPN

B. Resistansi

Resistansi atau penolakan adalah suatu sikap atau tindakan untuk menentang, melawan, atau menolak tekanan, perintah, atau anjuran yang berasal dari pihak luar [3]. Resistansi merupakan sifat atau kemampuan suatu benda untuk menghalangi dan membatasi aliran arus listrik. Sebuah komponen elektronika yang digunakan untuk menghambat aliran arus listrik dalam suatu rangkaian dikenal sebagai resistor [4]. Resistansi merupakan sifat fisik dari suatu komponen atau alat yang merintang jalannya arus listrik, dan biasanya dicontohkan dengan simbol R. [5].

Satuan resistansi adalah Ohm (Ω), yang diambil dari nama ilmuwan Jerman bernama Georg Simon Ohm, penemu hukum ohm. Menurut hukum ohm, aliran arus listrik melalui

sebuah penghantar akan berbanding lurus dengan tegangan yang diterapkan kepadanya dan berbanding terbalik dengan besarnya hambatan penghantar tersebut.

C. Kapasitor

Kapasitor adalah suatu komponen yang memiliki kemampuan untuk menyimpan muatan listrik. Struktur kapasitor terdiri dari dua pelat konduktor yang ditempatkan dekat satu sama lain, namun tidak bersentuhan. Dalam berbagai aplikasi praktis, kapasitor berfungsi dengan mendeteksi perubahan kapasitansi yang terjadi. Satuan SI untuk kapasitor adalah Farad (F), yang disimbolkan dengan huruf C. Ketika kapasitor diisi atau diberi muatan, grafik tegangan akan meningkat hingga mencapai keadaan stabil [6].

D. Feedback (Umpan Balik)

Umpan balik dalam sistem penguat adalah mekanisme di mana sebagian sinyal keluaran dikembalikan ke terminal masukan. Tergantung pada polaritas sinyal yang dikembalikan, umpan balik dapat dibagi menjadi umpan balik negatif dan umpan balik positif. Penguat dengan umpan balik negatif memiliki faktor penguatan yang lebih rendah, tetapi dapat meningkatkan beberapa parameter penguat lainnya. Sementara itu, penguat dengan umpan balik positif digunakan dalam rangkaian osilator. Pada pembahasan ini, fokus akan diberikan pada penguat dengan umpan balik negatif [7].

E. Kelinearan

Linieritas adalah ukuran yang menunjukkan persentase penyimpangan dari kurva output terhadap garis lurus best-fit selama proses kalibrasi. Hal ini menggambarkan deviasi maksimum dari kurva output dibandingkan dengan garis lurus referensi. Linearitas atau bisa disebut kelinearan adalah bentuk kemiripan grafik terhadap bentuk aslinya dan merepresentasikan sama dengan teori. Linieritas absolut berkaitan dengan kesalahan maksimum pada setiap titik dalam rentang skala terhadap nilai pengukuran absolut atau garis lurus teoritis. Nilainya diberikan sebagai x % dari skala penuh [8].

III. PERANCANGAN SISTEM

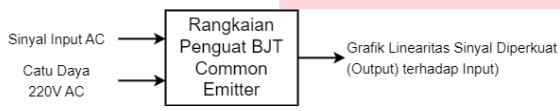
Penelitian ini dilakukan secara eksperimen, mulai dari tahap perancangan rangkaian hingga pengambilan data. Alat yang dibutuhkan pada eksperimen ini adalah pcb bolong, 1 buah resistor 100k ohm, 2 buah resistor 10 kohm, 2 buah kapasitor 100 uF, 1 buah resistor 1k ohm, 1 buah resistor 4.7k ohm, untuk alat penunjang dalam melakukan eksperimen berupa 1 buah function generator, 1 buah osiloskop 2 kanal dan kabel secukupnya., Power Supply, Osiloskop digital dan Generator Sinyal, Multimeter Digital. Perangkat lunak atau software yang digunakan untuk merangkai rangkaian dasar common emitter menggunakan circuit lab.

TABEL 1
Nilai Rangkaian Common Emitter

R1 (RB1)	R2 (RB2)	R3 (RC)	R4 (RE)	R5 (RL)	C1	C2
100K Ω	10K Ω	10K Ω	1K Ω	4.7K Ω	100uF	100uF

Pengumpulan data penelitian dilakukan melalui dua tahapan sesuai dengan fungsi rangkaian yang dibuat yaitu rangkaian penguat common emitter default dan dengan tambahan feedback negative dengan menggunakan beberapa nilai resistor seperti 1K ohm, 10K ohm, dan 100K ohm.

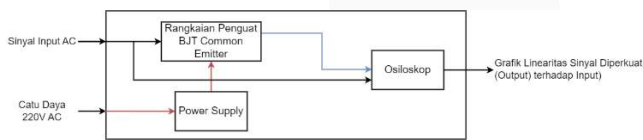
Analisis data yang ditampilkan berupa grafik linearitas dan dilakukan juga dengan perbandingan data yang dihasilkan dalam bentuk simulasi maupun hardware atau pcb. Sistem ini akan bekerja dengan memerlukan power 220V AC untuk memberikan sinyal input AC ke dalam rangkaian yang akan diuji. Selanjutnya, rangkaian akan memproses sinyal dan tegangan masukan untuk diperkuat. Grafik bentuk sinyal akan dilakukan pengamatan pada dua komponen penampil sinyal, yang dalam kasus ini digunakan osiloskop. Osiloskop sendiri akan memperlihatkan grafik linearitas output terhadap input untuk mengecek apakah rangkaian yang digunakan sudah stabil atau belum dengan melakukan pendekatan kemiripan bentuk sinyal output minimal 90% dari sinyal input. Serta, mengumpulkan data yang dapat diambil dari tampilan osiloskop untuk menganalisa respon frekuensinya.



GAMBAR 3
Diagram Fungsi Rangkaian Common Emitter

TABEL 2
Keterangan Diagram Fungsi Rangkaian Common Emitter

Modul	Rangkaian Penguat Common Emitter
Masukan	Sinyal AC dan Catu Daya 220V AC
Keluaran	- Grafik Linearitas Sinyal Diperkuat (Output) terhadap Input - Grafik Domain Frekuensi Penguat
Fungsi	Memperkuat Sinyal

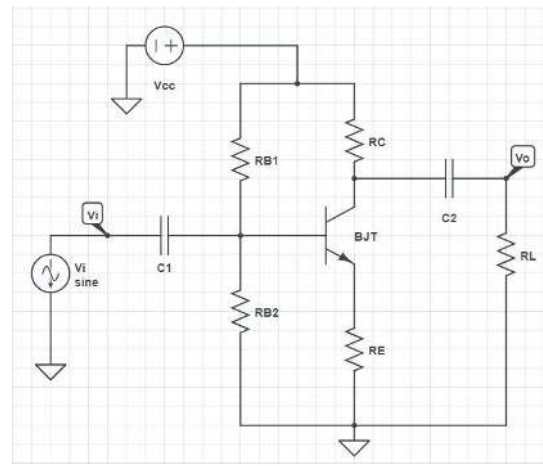


GAMBAR 4
Diagram Fungsi Rangkaian Common Emitter Level 1

TABEL 3
Keterangan Diagram Fungsi Rangkaian Common Emitter Level 1

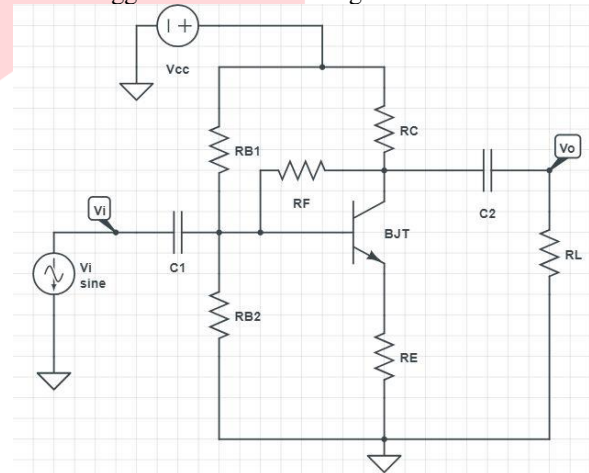
Modul	- Penguat Sinyal - Osiloskop Membaca Linearitas
Masukan	Sinyal AC dan Catu Daya 220V AC
Keluaran	Grafik Linearitas Sinyal Diperkuat (Output) terhadap Input
Fungsi	Memperkuat Sinyal sehingga dapat dianalisis linearitasnya

A. Hasil Rangkaian Common Emitter menggunakan Circuit lab tanpa feedback negative



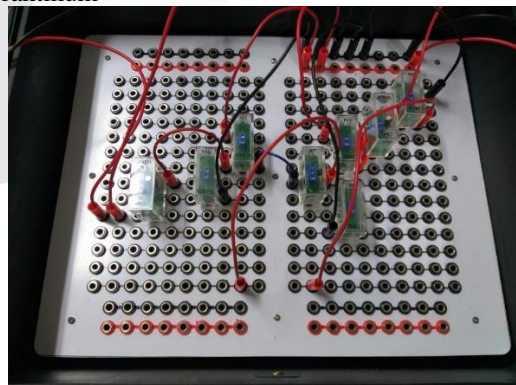
GAMBAR 5
Bentuk Rangkaian Common Emitter Menggunakan Circuit Lab Tanpa Feedback Negative

B. Hasil Rangkaian Common Emitter menggunakan circuit lab menggunakan feedback negative

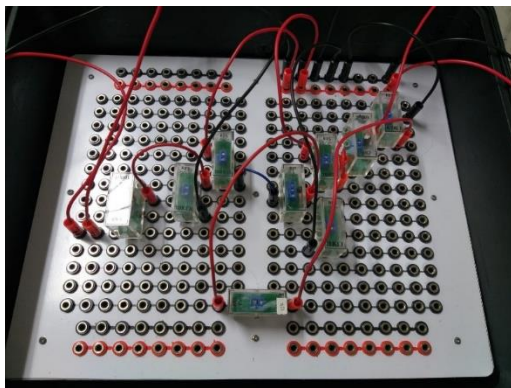


GAMBAR 6
Bentuk Rangkaian Common Emitter Menggunakan Circuit Lab Dengan Feedback Negative

C. Hasil Rangkaian Common Emitter menggunakan Kit Praktikum



Gambar 7
Bentuk Rangkaian Common Emitter menggunakan Kit Praktikum tanpa Rf



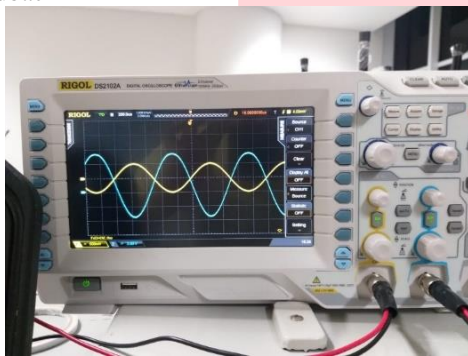
GAMBAR 8

Common Emitter menggunakan Kit Praktikum dengan $R_f = 10K$

IV. HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

A. Common Emitter

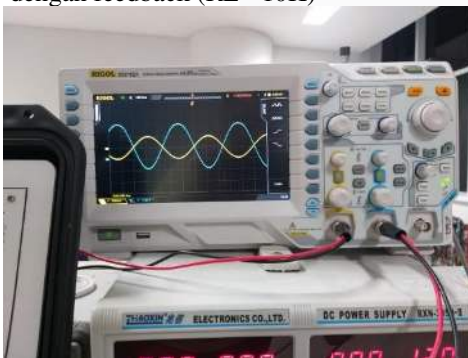
1. Hasil keluaran sinyal Rangkaian Common Emitter
 - a. Hasil Keluaran sinyal rangkaian common emitter tanpa feedback



GAMBAR 9

Rangkaian Common Emitter Tanpa Feedback

- b. Hasil Keluaran sinyal rangkaian common emitter dengan feedback ($R_L = 10K$)



GAMBAR 10

Rangkaian Common Emitter Dengan Feedback ($R_L = 10K$)

2. Langkah merangkai
 - a. Buatlah rangkaian tipikal terlebih dahulu seperti foto yang terlampir pada gambar no 6 dan no 7.
 - b. Atur nilai tegangan dengan menggunakan DC Power Supply yang terhubung melalui kabel banana.
 - c. Berikan input frekuensi dan amplitudo melalui Function Generator yang terhubung menggunakan kabel probe.
 - d. Gunakan osiloskop untuk melihat sinyal input dan output pada rangkaian yang telah dibentuk.

- e. Amati bentuk grafik sinyal input, output, dan pergeseran fasa serta faktor gain dengan melakukan perubahan nilai frekuensi pada function generator.
- f. Gunakan tambahan feedback negative untuk meningkatkan kelinieran.

3. Tabel Analisis

Tabel analisis dengan/ tanpa Feedback Negatif

TABEL 4
Perubahan Nilai RL

R5 (RL) Ω	Vpp		AV
	In	Out	
4.7K	1.12v	3.12v	2.78
-	1.12v	9.12v	8.14
1K	1.16v	960m	0.82
10k	1.16v	4.6v	3.9
100k	1.16v	8.4v	7.2

Berdasarkan hasil eksperimen perubahan nilai RL maka didapatkan pengaruh mengenai penguatan yang dihasilkan, semakin besar penguatan terjadi apabila nilai RL diperbesar.

TABEL 5
Perubahan Nilai RB

R1 (RB) Ω	R2 (RB) Ω	Vpp		AV
		In	Out	
100K	100K	1.12v	2.24v	2
10K	10K	1.02v	940v	0.92
10K	100K	1.02v	960v	0.94

Pada hasil eksperimen perubahan nilai RB1 dan RB2, apabila kedua nilai RB digabungkan dengan cara paralel, sesuai konsep dari bentuk rangkaian *common emitter voltage divider*. Akan didapat bahwa semakin besar nilai RB maka akan semakin besar juga nilai penguatan yang didapat, hal ini juga mempengaruhi daerah kerja frekuensi hasil eksperimen yang telah dilakukan seperti pada grafik dibawah ini.

TABEL 6
Perubahan Nilai RC

R3 (RC) Ω	Vpp		AV
	In	Out	
2K	1.12v	1.44	1.28
5.1K	280m	740m	2.64
20K	1.08v	3.50v	3.2

Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan pada nilai RC, didapat hasil bahwa semakin besar nilai RC yang digunakan maka akan semakin besar pula nilai penguatan yang dihasilkan.

TABEL 7
Perubahan Nilai RE

R4 (RE) Ω	Vpp		AV
	In	Out	
1K	1.08v	2.98v	2.75
2K	1.08v	1.64v	1.5
3K	1.08v	1.1v	0.95

Pada hasil eksperimen yang telah dilakukan mengenai perubahan nilai RE, akan didapat pengaruh semakin besar nilai RE maka akan semakin kecil penguatan yang dihasilkan.

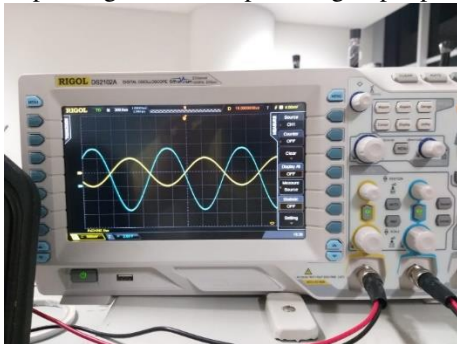
TABEL 8
Perubahan Nilai Rf (Feedback)

Rf Ω	Vpp		AV
	In	Out	
5.1K	1.06v	2.88v	2.7
10K	860m	1.68v	1.95
20K	980m	2.34v	2.38

Pada perubahan nilai feedback negative melalui resistor (RF) yaitu, apabila nilai resistor diperbesar, maka akan membuat nilai Av semakin besar.

4. Kelinearan grafik Output dan Input

Jika dilihat dari rangkaian dasar penguat Common emitter baik menggunakan feedback maupun tanpa menggunakan feedback, dapat dilihat pada gambar dibawah ini, jika berbeda fasa dan linear dengan grafik input maka dapat dinyatakan bahwa sinyal output mengalami kelinearan dengan bentuk sinyal input dan prosentasi kelinearan mencapai 100%. AV atau gain dari setiap perubahan merupakan pembagian dari Output dibagi input pada Vpp.



GAMBAR 11
Grafik Rangkaian Common Emitter

V. KESIMPULAN

Eksperimen dan simulasi terhadap rangkaian common emitter telah dilakukan. Hasilnya menunjukkan bahwa pada rangkaian common emitter tanpa feedback yang telah dirancang dan disimulasikan melalui pendekatan hardware

maupun menggunakan kit praktikum, ketika frekuensi dinaikkan sampai 10kHz dan amplitudonya dinaikkan menjadi 2Vpp, maka hasil keluaran output tidak berubah tanpa adanya tegangan dari power supply, akan tetapi jika power supply dinaikkan sebesar 12V maka output akan berbentuk fullwave dan berbeda fasa dengan hasil inputannya, jika nilai resistor dan kapasitor sesuai dengan rangkaian diatas maka penguatan output akan menjadi 9x dari inputannya dilihat dari factor gainnya.

Berbeda jika rangkaian common emitter menggunakan feedback negative, maka hasil output akan diredam dan akan sedikit berbeda penguatan dengan tanpa feedback negative, sesuai dengan nilai Rf yang diberikan, jika semakin kecil nilai Rf yang diberikan pada rangkaian common emitter maka semakin kecil juga sinyal output dan bahkan tidak ada penguatan yang diberikan pada sinyal output terhadap sinyal input.

REFERENSI

- [1] Sutono, *Modul Elektronika*. 2017.
- [2] R. L. Boylestad and L. Nashelsky, *Electronic Devices and Circuit Theory*. 2013.
- [3] V. Tarsan, "No Title," *J. Inov. Pendidik. Dasar*, vol. 2, no. 1, 2018.
- [4] K. Zhang *et al.*, "Tunable Negative Differential Resistance and Resistive Switching Properties of Amorphous WO_x Devices," *IEEE Trans. Electron Devices*, vol. 68, no. 8, pp. 3807–3812, 2021, doi: 10.1109/TED.2021.3091656.
- [5] R. C. Dorf and J. A. Svoboda, *Introduction to Electric Circuits*. 2010.
- [6] V. G. V. Putra, A. Wijayono, E. Purnomosari, Ngadiono, and Irwan, "Metode Pengukuran Kapasitansi Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno," *JIPFRI (Jurnal Inov. Pendidik. Fis. dan Ris. Ilmiah)*, vol. 3, no. 1, pp. 36–45, 2019, doi: 10.30599/jipfri.v3i1.425.
- [7] H. D. Surjono, *Elektronika Lanjut*. 2009.
- [8] S. Samadikun, R. Rio, and T. Mengko, *Diktat Sistem Instrumentasi Elektronika*. 1989.