

MILIK PERPUSTAKAAN
UNIV. NEGERI PADANG

JOB SHEET

ELEKTRONIKA ANALOG DAN DIGITAL



MILIK PERPUSTAKAAN UNIV. NEGERI PADANG	
DITERIMA TGL. :	02-08-2010
SUMBER HARGA :	Hd
KOLEKSI :	F1
NO. INVENTARIS :	343/Hd/2010-e1(1)
KLASIFIKASI :	621.381.59 Muk e.1

OLEH :

RIKI MUKHAIYAR, ST.,MT.

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2010

LEMBARAN PERSETUJUAN
JOB SHEET
ELO-143 – PRAKTIKUM ELEKTRONIKA ANALOG DAN DIGITAL

DIBUAT OLEH :

RIKI MUKHAIYAR, ST.,MT.
NIP. 197806252008121001

DIAJUKAN SEBAGAI BAHAN AJAR
PRAKTIKUM ELEKTRONIKA ANALOG DAN DIGITAL
PADA PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS NEGERI PADANG

DISETUJUI OLEH :

KETUA JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FT-ENP




DRS. ASWARDI, MT.
NIP. 195902211985031014

MENGETAHUI,

DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG



DRS. GANEFRI, M.Pd
NIP. 196312171989031003

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman i dari 6	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

KATA PENGANTAR


Sebagai salah satu persyaratan untuk melengkapi jumlah mata kuliah teori dan praktek yang harus dimiliki oleh mahasiswa teknik elektro universitas negeri padang adalah praktikum elektronika analog dan digital.

Praktikum elektronika analog dan digital (EAD) adalah implementasi langsung dari pengenalan seorang mahasiswa akan bentuk-bentuk rangkaian elektronika, baik itu analog, digital, maupun konversi dari analog to digital dan digital to analog.

Sehingga pada akhir praktikum EAD ini diharapkan mahasiswa tidak mengalami kesulitan dalam menyelesaikan skripsi/tugas akhir yang berhubungan dengan perancangan alat dan dalam dunia kerja juga tentunya.


Padang, Agustus 2010
Penulis,

Riki Mukhaiyar, ST.,MT.

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman ii dari 6	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
I. ELEKTRONIKA ANALOG	1
CHAPTER 1 Dioda	1
1.1. Tujuan Praktikum	1
1.2. Peralatan Yang Digunakan	
1.3. Teori Singkat	1
1.3.1. Karakteristik Dioda	2
1.3.2. Dioda Sebagai Penyearah	3
1.3.3. Dioda Sebagai Filter	3
1.4. Tugas Pendahuluan	3
1.5. Percobaan	4
1.5.1. Karakteristik Dioda	4
1.5.2. Dioda Sebagai Penyearah Gelombang Setengah dan Filter	4
1.5.3. Dioda Sebagai Penyearah Gelombang Penuh dan Filter	5
1.6. Lembaran Kerja	6
1.6.1. Tugas dan Pertanyaan	6
CHAPTER 2 Transistor Bipolar	8
2.1. Tujuan Praktikum	8
2.2. Peralatan Yang Digunakan	8
2.3. Teori Singkat	8
2.3.1. Disipasi Kolektor	9
2.3.2. Garis Beban DC	10
2.3.3. Titik Kerja	10

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman iii dari 6	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
SOP				


2.4. Tugas Pendahuluan	11
2.5. Percobaan	12
2.5.1. Rangkaian Uji Coba Transistor	12
2.5.2. Karakteristik Transistor	13
2.5.3. Garis Beban	13
2.5.4. Mengamati Bentuk Gelombang Keluaran	13
2.6. Lembaran Kerja	14
2.6.1. Tugas dan Pertanyaan	14
CHAPTER 3 Penguat Operasional (OP-AMP)	15
3.1. Tujuan Praktikum	15
3.2. Peralatan Praktikum Yang Digunakan	15
3.3. Teori Singkat	15
3.3.1. Karakteristik Op-Amp	15
3.3.2. Penguat Differensial (Differential Amplifier)	17
3.3.3. Op-Amp Dengan Umpan Balik	18
3.3.3.1. Penguat Inverting	18
3.3.3.2. Penguat Non-Inverting	20
3.3.4. Tegangan dan Arus Offset	21
3.3.4.1. Tegangan Masukan Offset (Input Offset Voltage)	21
3.4. Tugas Pendahuluan	24
3.5. Percobaan	24
3.5.1. Pengukuran Resistansi Keluaran, R_o	25
3.5.2. Pengukuran Penguatan Terbuka	26
3.5.3. Pengukuran Resistansi Input, R_i	27
3.5.4. Pengukuran Tegangan Offset Input dan Pengaruh Suhu	28
3.5.5. Pengukuran Arus Bias dan Arus Offset Input	29

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman iv dari 6	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				


3.5.6. Pengukuran CMRR	30
3.5.7. Penguat Inverting	30
3.5.8. Penguat Non-Inverting	31
3.6. Lembaran Kerja	32
3.6.1. Tugas dan Pertanyaan	32
3.6.1.1. Hasil Pengamatan	32
3.6.1.2. Kesimpulan	33
3.6.1.3. Perhitungan	33
CHAPTER 4 Dasar Penguat	34
4.1. Tujuan Praktikum	34
4.2. Peralatan Praktikum Yang Digunakan	34
4.3. Teori Singkat	34
4.3.1. Impedansi Input	34
4.3.2. Impedansi Output	36
4.3.3. Penguat Daya dan Tegangan	36
4.3.4. Fasa Input dan Fasa Output	36
4.4. Tugas Pendahuluan	37
4.5. Percobaan	37
4.5.1. Mencari Impedansi Input	37
4.5.2. Mencari Impedansi Output	37
4.5.3. Mencari Faktor Penguatan	38
4.6. Lembaran Kerja	38
4.6.1. Tugas dan Pertanyaan	38
CHAPTER 5 Penguat Daya	39
5.1. Tujuan Praktikum	39
5.2. Peralatan Praktikum Yang Digunakan	39

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman v dari 6	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

5.3. Teori Singkat	39
5.3.1. Penguat Daya Kelas A	40
5.3.2. Penguat Daya Kelas B	40
5.3.3. Penguat Daya Kelas AB	41
5.3.4. Penguat Daya Kelas C	41
5.3.5. Penguat Daya Push-Pull	43
5.4. Tugas Pendahuluan	44
5.5. Percobaan	44
5.5.1. Penguat Daya Kelas A	44
5.5.2. Penguat Daya Kelas B	45
5.5.3. Penguat Push-Pull Kelas B	46
5.5.4. Penguat Push-Pull Kelas AB	46
5.6. Lembaran Kerja	47
5.6.1. Tugas dan Pertanyaan	47
II. ELEKTRONIKA DIGITAL	49
CHAPTER 6 Rangkaian Logika	49
6.1. Tujuan Praktikum	49
6.2. Peralatan Praktikum Yang Digunakan	49
6.3. Teori Singkat	49
6.3.1. Gerbang AND	50
6.3.2. Gerbang OR	51
6.3.3. Gerbang NOT	52
6.3.4. Gerbang NAND	52
6.3.5. Gerbang NOR	54
6.4. Tugas Pendahuluan	56

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman vi dari 6	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
SOP				

6.5. Percobaan	56
6.5.1. Gerbang AND, OR, NOT, NAND, dan NOR	56
6.5.2. EXOR Dengan Gerbang NAND	56
6.5.3. EXOR Dengan Gerbang NOR	58
6.6. Lembaran Kerja	59
6.6.1. Tugas dan Pertanyaan	59
CHAPTER 7 Flip-Flop	60
7.1. Tujuan Praktikum	60
7.2. Peralatan Praktikum Yang Digunakan	60
7.3. Teori Singkat	60
7.3.1. RS Flip-Flop Dengan Menggunakan Gerbang NOR	60
7.3.2. RS Flip-Flop Dengan Menggunakan Gerbang NAND	61
7.3.3. D Flip-Flop	62
7.3.4. T Flip-Flop	62
7.4. Tugas Pendahuluan	63
7.5. Percobaan	63
7.5.1. RS Flip-Flop Dengan Menggunakan Gerbang NOR	63
7.5.2. RS Flip-Flop Dengan Menggunakan Gerbang NAND	64
7.5.3. D Flip-Flop Dengan IC SN 7474	65
7.5.4. T Flip-Flop Dengan IC SN 7474	66
7.6. Lembaran Kerja	66
7.6.1. Tugas dan Pertanyaan	66

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 1 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

PRAKTIKUM ELEKTRONIKA ANALOG DAN DIGITAL

FAKULTAS TEKNIK UNP	JOBSHEET/LABSHEET
JURUSAN : Teknik Elektro	NOMOR : 1
PROGRAM STUDI : Pendidikan Teknik Elektro	WAKTU : 6 jam
KODE : ELO 143	TOPIK : Dioda (Karakteristik, Dioda Sebagai Penyearah, dan Dioda Sebagai Filter)

1.1. Tujuan Praktikum


- 3.1. Memahami karakteristik dioda biasa dan dioda zener serta dapat juga memahami penggunaan dari masing-masing dioda tersebut.
- 3.2. Mempelajari bermacam-macam rangkaian *filter*/penapis yang biasa digunakan pada suatu sumber tegangan DC.

1.2. Peralatan Praktikum Yang Digunakan

1. Kit Praktikum Dioda
2. CRO
3. AFG
4. Tahanan Geser
5. Multimeter
6. Kabel Penghubung

1.3. Teori Singkat

Penggunaan dioda yang paling umum adalah sebagai penyearah. Dioda menyearahkan tegangan AC menjadi tegangan DC. Analisa penyearahan gelombang penuh dengan filter C dapat dilihat pada buku karangan *Millman and Halkias, Integrated Electronics, page 113*.

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 2 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

Persamaan penyearahan memperlihatkan tegangan DC [volt] yang dihasilkan oleh penyearah berupa dioda adalah :

$$V_{dc} = V_m - \left[\frac{I_{dc}}{4fC} \right] \text{ dan } R_o = \frac{1}{4fC} \dots\dots\dots [1]$$

Dimana :

- V_m : adalah tegangan puncak atau tegangan maksimum AC [volt]
- f : adalah frekuensi dari sinyal AC [Hz]
- C : adalah besar kapasitor yang terpasang, dimana kapasitor berfungsi sebagai *filter* di keluaran penyearah [F, *farad*]


Tegangan DC ideal adalah tegangan yang memiliki nilai $R_o = 0$.

Dari persamaan [1], terlihat bahwa kondisi ini akan terpenuhi dengan memasang kapasitansi C sebesar mungkin. Proses penyearah menghasilkan tegangan DC yang masih mengandung *ripple* atau riak, yaitu tegangan AC kecil yang menumpang di atas sinyal DC. Dengan memperbesar nilai C , diharapkan dapat menekan tegangan riak serendah mungkin. Selain itu kapasitansi C berfungsi sebagai *regulator* atau pengstabil sinyal DC yang dihasilkan.

Dalam percobaan ini praktikan akan mencari nilai tahanan keluaran rangkaian sumber tegangan DC, R_o , dan membandingkan R_o untuk berbagai bentuk *filter*, dan melihat pengaruh pembebanan pada besar tegangan riak.

1.3.1. Karakteristik Dioda

Dalam percobaan ini, praktikan akan mengamati karakteristik I-V dari tiga jenis dioda, yaitu : dioda germanium (*Ge*), dioda silikon (*Si*), dan dioda *Zener*. Dioda *Ge* dan dioda *Si* adalah dioda yang umum, yang berbeda hanya bahannya. Sedangkan dioda *zener* adalah dioda silikon yang dibuat khusus sebagai penstabil tegangan DC.

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 3 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

Dengan menggunakan rangkaian praktikum yang tersedia, amati dan pahami: tegangan nyala dioda (*cut-in*) dan tegangan rusak (*breakdown*). Dari kurva karakteristik yang diperoleh, nantinya praktikan dapat menghitung besar resistansi dinamis dioda pada suatu titik kerja yang ada di kurva. Terakhir adalah praktikan dapat mempelajari penggunaan dioda berdasarkan karakteristik tersebut.

1.3.2. Dioda Sebagai Penyearah

Dalam percobaan ini, praktikan akan mengamati tiga jenis penyearah gelombang sinus, yaitu penyearah gelombang setengah (*half-wave*), penyearah gelombang penuh (*full-wave*) menggunakan transformator ber-*center tap*, dan penyearah gelombang penuh (*full-wave*) yang menggunakan transformator yang tidak ber-*center tap* (dengan rangkaian jembatan).

Dengan menggunakan rangkaian percobaan yang ada, praktikan diharapkan dapat mengamati dan memahami : perbedaan penyearahan gelombang setengah dan penyearahan gelombang penuh, pengaruh tegangan nyala atau *cut-in* serta bentuk karakteristik dioda pada keluaran, dan pengaruh beban untuk masing-masing jenis penyearah.

1.3.3. Dioda Sebagai Filter

Dalam percobaan ini praktikan hanya akan mengamati beberapa jenis *filter*, khususnya tipe RC, yaitu *filter C*, *filter R-C*, dan *filter C-R-C*.

1.4. Tugas Pendahuluan

1. Turunkan persamaan [1].
2. Carilah besar R_o untuk filter C = 1000 μ F dan frekuensi input = 50 Hz (penyearah jembatan)
3. Terangkan bagaimana cara memperoleh R_o ?

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 4 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

- Carilah apa keuntungan dari penambahan komponen induktansi L (*filter* LC dan *filter* CLC) dibandingkan *filter* C, RC, dan CRC.

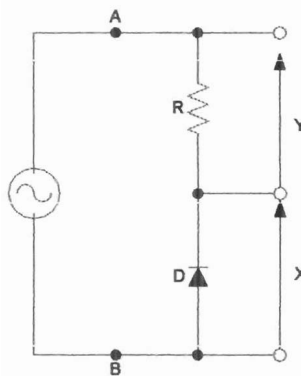
Catatan :

Jawaban tugas ini sebagian besar diperoleh setelah mempelajari bab 4.8, 4.9, dan 4.10 dari *Millman and Halkias, Integrated Electronics*.

1.5. Percobaan

1.5.1. Karakteristik Dioda


- Buatlah rangkaian percobaan seperti Gambar 1.1.
- Hubungkan terminal X dan Y ke kanal CRO.
- Dengan mengubah-ubah besar tegangan masukan V_i amati dan catat tegangan *cut-in*, tegangan *breakdown* dan bentuk karakteristik dioda.
- Ulangi untuk beberapa jenis dioda lainnya.

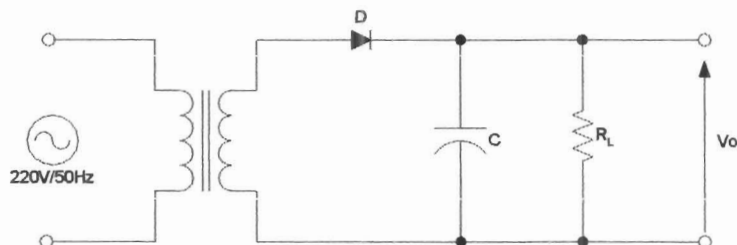


Gambar 1.1. Pengukuran Karakteristik Dioda

1.5.2. Dioda Sebagai Penyearah Gelombang Setengah dan *Filter*

- Buat rangkaian penyearah gelombang setengah (Gambar 1.2).

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 5 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				




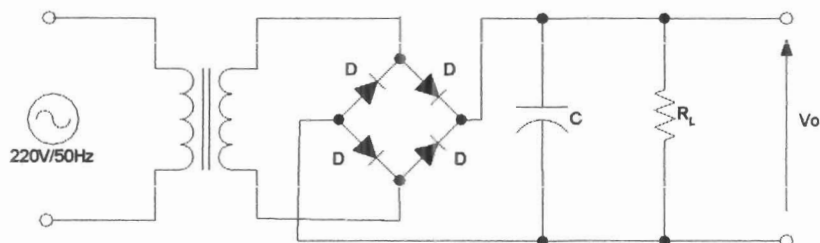
Gambar 1.2. Penyearah Setengah-Gelombang

2. Hubungkan CT (*center-tap*) trafo dengan C, pasang beban berupa tahanan geser. Hitung V_o .
3. Amati secara kualitatif bentuk gelombang, frekuensi gelombang, dan pengaruh pemasangan C terhadap tegangan riak.
4. Untuk suatu nilai C konstan, ubah-ubahlah besarnya beban dan amati pengaruhnya pada tegangan riak.

1.5.3. Dioda Sebagai Penyearah Gelombang Penuh dan *Filter*

1. Buat rangkaian penyearah gelombang penuh (Gambar 1.3)
2. Amati secara kualitatif bentuk dan frekuensi gelombangnya.
3. Pasanglah sebuah nilai C dan amati bentuk riaknya dan amati juga pengaruh pembebanan pada bentuk riaknya.
4. Pengukuran R_o :
Lepaskan beban. Ukur dengan multimeter tegangan keluarannya. Hubungkan kembali beban dan aturlah hingga diperoleh tegangan output = setengah tegangan hasil pengukuran di atas.

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 6 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
SOP				




Gambar 1.3. Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh

5. Gantilah *filter*-nya dengan *filter* C-R-C dengan memasang penghubung yang sesuai.
6. Ulangi langkah kerja 5 dengan *filter* C-L-C.


1.6. Lembaran Kerja

1.6.1. Tugas dan Pertanyaan

1. Tegangan *cut-in* dioda [volt] :
 - Ge = Volt
 - Si = Volt
 - Zener = Volt
2. Tegangan *break down* [volt]
 - Ge = Volt
 - Si = Volt
 - Zener = Volt
3. Sebutkan perbedaan utama karakteristik masing-masing dioda!
4. Dari percobaan penyearah, sebutkan perbedaan penyearah gelombang penuh dua dioda dengan penyearah jembatan!
5. Jika :
 - a. $C = 1000\mu\text{F}$, tentukan resistansi keluaran, R_o !

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 7 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

- b. $C = 2200\mu\text{F}$, tentukan resistansi keluaran, R_o !
 - c. C-R-C, tentukan resistansi keluaran, R_o !
6. Sebutkan hubungan antara besar R_L , besar tegangan riak, dan regulasi tegangan!

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 8 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

PRAKTIKUM ELEKTRONIKA ANALOG DAN DIGITAL

FAKULTAS TEKNIK UNP	JOBSHEET/LABSHEET
JURUSAN : Teknik Elektro	NOMOR : 2
PROGRAM STUDI : Pendidikan Teknik Elektro	WAKTU : 6 jam
KODE : ELO 143	TOPIK : Transistor Bipolar (Karakteristik Transistor Bipolar)


2.1. Tujuan Praktikum

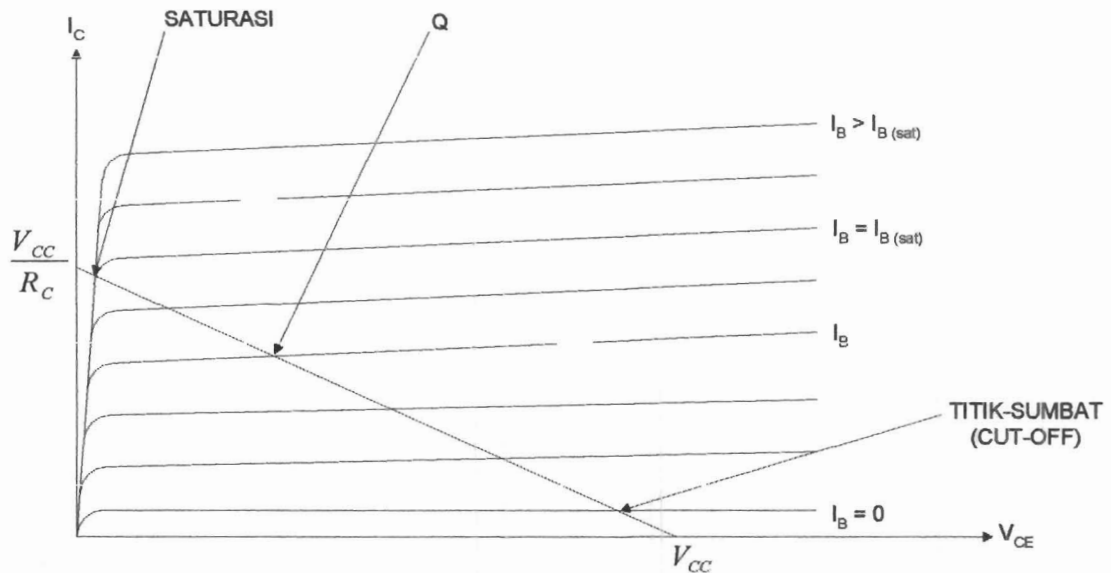
Mempelajari karakteristik I_C - V_{CE} transistor dan pengertian mengenai garis beban serta titik kerja.

2.2. Peralatan Praktikum Yang Digunakan

1. Kit Praktikum Karakteristik Transistor Bipolar
2. Perekam X-Y (*recorder*)
3. Generator Fungsi
4. Sumber Daya
5. Multimeter Analog
6. Kabel Penghubung

2.3. Teori Singkat

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
 SOP	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 9 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		




Gambar 2.1. Karakteristik I_C - V_{CE} Sebuah Transistor Bipolar

Transistor harus dioperasikan di daerah linier agar diperoleh sinyal keluaran yang tidak mengalami *distorsi* (cacat). Untuk dapat mengoperasikan transistor secara tepat, pengertian dari karakteristik, titik-kerja, disipasi daya transistor, dan rangkaian bias (ada yang menyebut pra-tegangan, tegangan-kerja awal), sangatlah penting.

i) Disipasi Kolektor

Gambar 2.1. menunjukkan karakteristik besar arus yang mengalir di kolektor sebuah transistor jenis bipolar, I_C , terhadap perubahan tegangan kolektor-emitor (V_{CE}). Karakteristik ini disebut karakteristik I_C - V_{CE} . Transistor bekerja dengan aman di daerah sebelah kiri (dan bawah) dari kurva disipasi daya kolektor (garis putus-putus). Besar daya yang didisipasikan di kolektor transistor, merupakan hasil kali tegangan kolektor-emitor dengan arus kolektor, $P = V_{CE} \times I_C$. Daya disipasi

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 10 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

maksimum transistor tidak boleh dilampaui. Hal ini ditentukan oleh pabrik pembuat transistor tersebut yang dapat dilihat pada lembaran data atau *data sheet* dari buku data transistor.

ii) Garis Beban DC

Perilaku penguat transistor dapat dianalisa secara grafis. Dengan bantuan karakteristik I_C - V_{CE} dan sebuah garis beban yang kita tarik di kurva tersebut, dapat kita tentukan besar sinyal masukan V_i yang dapat diberikan ke transistor.

Persamaan garis beban

Garis beban dapat digambar melalui persamaan garis beban. Persamaan diperoleh dari hukum persamaan tegangan kirchoff, yaitu :


$$V_{CC} = I_C R_C + V_{CE} \dots\dots\dots [2.1]$$

Dari persamaan [2.1], tempat kedudukan dapat ditentukan dengan menghitung sepasang koordinat (I_C , V_{CE}) yang dengan mudah diperoleh dengan memasukkan nilai istimewa, yaitu $I_C = 0$ dan $V_{CE} = 0$. Diperoleh koordinat (I_C , V_{CE}) pertama = (V_{CC} , 0) dan koordinat kedua (0, V_{CC}/R_C).

Kedua titik merupakan titik potong garis beban dengan sumbu-datar V_{CE} dan sumbu tegak I_C . Garis beban kini dapat digambarkan ke atas kurva karakteristik I_C , V_{CE} . Garis beban kemudian dapat kita gunakan untuk menentukan besar sinyal masukan V_i ke transistor. Besar simpangan maksimum V_i tergantung kepada faktor kemiringan garis beban, $= -1/R_L$. Kemiringan garis beban, diatur dengan mengubah tegangan sumber V_{CC} dan nilai resistor kolektor R_C .

iii) Titik Kerja

Garis beban akan memotong sekelompok kurva arus basis konstan I_B . Dengan I_B tertentu (yang diatur rangkaian bias), garis beban akan memotong kurva I_B tersebut di titik Q. Titik ini disebut titik kerja transistor. Titik kerja (tegangan

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 11 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

dan arus) menjadi kondisi awal pengoperasian transistor sebelum diberi sinyal untuk diproses. Sinyal yang diterapkan ke transistor kelak, akan menggeser titik kerja awal (Q) dari posisi semula. Artinya, lihat Gambar 2.1, sama dengan mengubah nilai I_B yang mengalir di transistor.

Perilaku Penguat

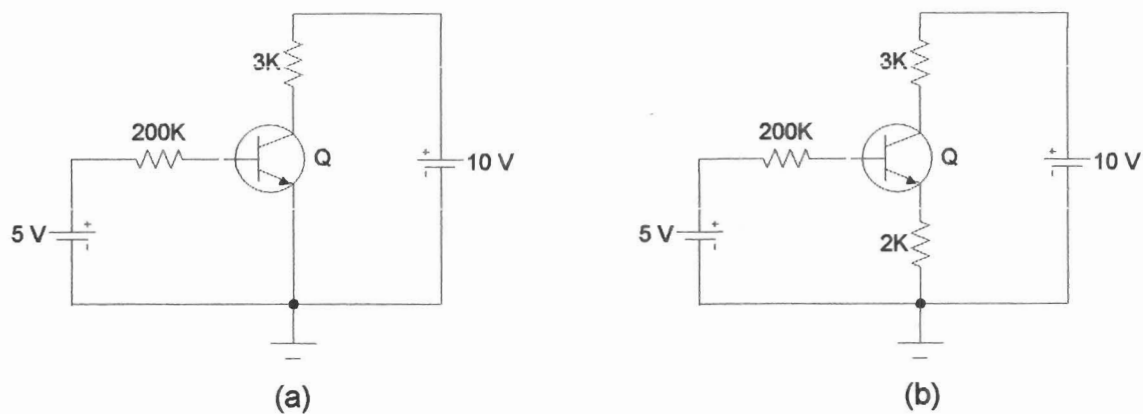
Dengan hadirnya sinyal V_i , titik kerja akan digeser dari posisi awal, naik-turun sepanjang garis beban sesuai dengan perubahan sinyal. Sinyal masukan ini mungkin saja membawa titik kerja di garis beban I_C - V_{CE} , ke batas atas (A) atau batas bawah (B). Pada batas atas (kiri), arus mengalir penuh. Pada kondisi ini, $V_{CE} \approx 0$, $I_C = V_{CC}/R_C$ (dicari dari persamaan garis beban di atas); transistor tersebut jenuh karena bekerja di daerah jenuh atau saturasi. Sinyal masukan mungkin pula menggeser titik kerja transistor hingga ke batas bawah (kanan). Disini sama sekali tidak arus kolektor, $I_C = 0$, tegangan $V_{CE} = V_{CC}$. Transistor disebut berada dalam keadaan padan atau *cut-off*.

Dalam percobaan praktikan akan mengamati pengaruh letak titik kerja yang ditentukan dengan mengubah rangkaian bias, sehingga mendapatkan I_B tertentu. Untuk dicatat, pengaturan I_B harus dilakukan berhati-hati agar disipasi maksimum kolektor tidak dilampaui.

2.4. Tugas Pendahuluan

1. Tentukan besar arus I_B dan I_C rangkaian transistor Gambar 2.2 (a). Dimana $\beta = 100$ dan $I_{CO} = 20 \text{ nA}$
2. Lakukan hal serupa untuk Gambar 2.2 (b)

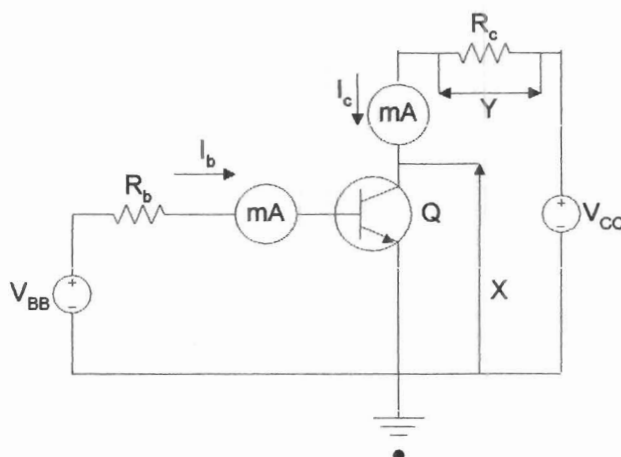
FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 12 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
SOP				



Gambar 2.2


2.5. Percobaan

Rangkaian Uji Coba Transistor



Gambar 2.3

Buat rangkaian percobaan seperti Gambar 2.3. Selanjutnya ukur I_C , V_{CE} (V_X), V_{BB} , V_{CC} , I_B , dan I_C .

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 13 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

Karakteristik Transistor

1. Dari Gambar 2.3, dengan mengatur R_B , tentukan besar arus I_B terkecil yang dapat diamati. Catat nilai ini, kemudian ubahlah tegangan V_{CC} mulai dari 0 Volt hingga 10 Volt dengan kenaikan 1 Volt. Catat besar arus kolektor I_C untuk setiap kenaikan, dan jaga agar arus I_B selalu tetap (konstan).
2. Ulangi langkah kerja 1 untuk 6 buah nilai I_B yang berbeda, yang lebih besar. Nilai-nilai I_B bebas, dapat dipilih sendiri. Hati-hati dengan daya disipasi maksimum transistor.

Gambar kurva karakteristik I_C - V_{CE} yang dihasilkan alat perekam X-Y seharusnya mirip dengan Gambar 2.1.

Garis Beban


Pilih nilai tegangan sumber $V_{CC} = 10$ Volt. Dengan mengatur V_{BB} , ubahlah I_B mulai dari 0 mA hingga nilai tertinggi yang dapat kita peroleh dari percobaan di atas.

Mengamati Bentuk Gelombang Keluaran

Dengan tegangan sumber tetap $V_{CC} = 10$ Volt. Aturilah I_B untuk mendapatkan titik kerja Q. Hubungkan sinyal generator ke masukan penguat dan amati bentuk gelombang keluarannya.

Pengamatan Ulang Bentuk Gelombang. Ulangi prosedur untuk titik kerja lainnya hingga diperoleh titik-B, titik-Q, dan titik-A di garis beban.


Referensi : Milman and Halkias, *Integrated Electronics*, Bab 5.6, 5.7, dan 5.8.

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 14 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

2.6. Lembaran Kerja

Tugas dan Pertanyaan

1. Sebutkan kegunaan dari garis beban, dan informasi mengenai apakah yang dibutuhkan untuk menggambarannya!
2. Gambarkan garis disipasi kolektor maksimum untuk transistor jenis 2N2219 ($P_{max} = \dots$ mW)!
3. Bagaimana bentuk dari gelombang keluaran untuk masing-masing titik kerja? Mengapa terjadi demikian? Terangkan!
4. Apakah titik kerja yang anda pilih masih berada di dalam daerah linier? Di daerah titik kerja manakah menurut anda karakteristik transistor tersebut tidak linier lagi?

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
 S O P	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 15 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		

PRAKTIKUM ELEKTRONIKA ANALOG DAN DIGITAL

FAKULTAS TEKNIK UNP	JOBSHEET/LABSHEET
JURUSAN : Teknik Elektro	NOMOR : 3
PROGRAM STUDI : Pendidikan Teknik Elektro	WAKTU : 6 jam
KODE : ELO 143	TOPIK : Penguat Operational (Op-Amp) (Karakteristik Statik Op-Amp)

3.1. Tujuan Praktikum

Mempelajari karakteristik statik Op-Amp.

3.2. Peralatan Praktikum Yang Digunakan


1. Kit Praktikum Karakteristik Op-Amp
2. Sumber Tegangan DC
3. Voltmeter DC
4. CRO
5. Generator Sinyal
6. Kabel Penghubung

3.3. Teori Singkat

3.3.1. Karakteristik Op-Amp

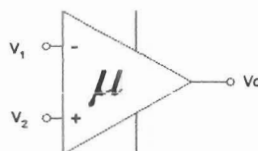
Op-Amp alias penguat operasional memiliki karakteristik sebagai berikut :

- a. Penguatan Tegangan, A_v besar sekali ($>10^4$)
- b. Impedansi Masukan, R_i tinggi ($>10^4 \Omega$)
- c. Impedansi Keluaran, R_o rendah ($<250 \Omega$)
- d. Lebar Bidang/Pita Frekuensi (bandwidth) DC hingga frekuensi tinggi
- e. *Drift* terhadap temperatur rendah

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 16 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

Data penguat operasional di atas biasanya diidealkan untuk mempermudah analisa rangkaian. Karakteristik ideal untuk Op-Amp adalah $A_v = \infty$, $R_i = \infty$, $R_o = 0$, tidak terjadi *drift* terhadap temperatur, serta tegangan *offset* nol (tegangan *offset* adalah tegangan "tambahan" yang harus ditambahkan di bagian Op-Amp sedemikian hingga tegangan keluaran yang semula tidak sama dengan nol, menjadi nol pada kondisi sinyal yang di kedua masukan (Op-Amp memiliki 2 masukan, 1 keluaran), sama besar.


Rangkaian utama suatu penguat operasional adalah suatu penguat differensial. Penguat differensial mempunyai dua masukan, V_1 dan V_2 , yang disebut masukan berbalik (*inverting*) dan masukan tak-berbalik (*non-inverting*). Fasa sinyal keluaran akan berbalik 180° terhadap fasa sinyal yang diterapkan ke masukan *inverting*; fasa sinyal akan sama dengan fasa sinyal yang diterapkan ke masukan *non-inverting*. Penguat operasional hampir semuanya mempunyai satu output (V_o). Gambar di bawah ini memperlihatkan simbol sebuah penguat operasional (Op-Amp).



Gambar 3.1

Simbol penguat operasional, Op-Amp mempunyai 2 masukan *inverting* (-) dan *non-inverting* (+), dan sebuah keluaran. Kedua terminal lain, di atas dan di bawah adalah untuk sumber daya

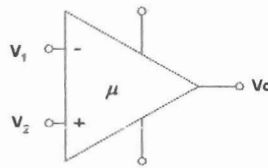
Op-Amp diwujudkan dalam bentuk rangkaian terintegrasi (*IC-Integrated Circuit*), dengan kaki-kaki, disebut *pin*, yang menempel, yang mempunyai fungsi tertentu seperti masukan *inverting*, *non-inverting*, keluaran, dan untuk sumber daya. Tambahan pin lainnya biasanya diperlukan untuk membantu memperbaiki

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 17 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

kelemahan Op-Amp yang tidak dapat diatasi di dalam IC, dan harus dilakukan dari luar. Misalnya terdapat pin untuk tegangan *offset*, dan lain-lain.

621.381 59
Muk
e.1 (1)

3.3.2. Penguat Differensial (*Differential Amplifier*)



Gambar 3.2

Terdapat dua jenis penguatan pada penguat differensial ini. Jenis penguatan pertama adalah penguatan mode selisih atau *differential-mode (DM)*. Jika penguatan terhadap selisih sinyal kita beri notasi μ , maka keluaran penguat differensial atau Op-Amp, adalah :


$$V_{DM} = \mu(V_2 - V_1) \dots\dots\dots [1]$$

Selain penguatan terhadap selisih tegangan masukan, terdapat pula sejenis penguatan lain, yang tidak terlihat disini, yaitu penguatan terhadap sinyal tegangan masukan rata-rata. Tegangan rata-rata ini disebut tegangan mode bersama atau *common-mode (CM)*. Didefinisikan tegangan rata-rata dari kedua sinyal masukan adalah :

$$V_{CM} = \frac{V_1 + V_2}{2} \dots\dots\dots [2]$$

Jika penguatan tegangan bersama ini adalah g , maka penguatan total Op-Amp ini akan menghasilkan tegangan di keluaran :

$$V_o = \mu(V_1 - V_2) + g\left(\frac{V_1 + V_2}{2}\right) \dots\dots\dots [3]$$

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 18 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

Tegangan yang dihasilkan penguatan bersama (*common mode*) tidak diinginkan dari suatu penguat differensial. Untuk menunjukkan seberapa baik kemampuan Op-Amp di dalam menguatkan selisih sinyal, didefinisikan sebuah parameter kinerja Op-Amp yang disebut *CMRR* (*Common Mode Rejection Ratio*),

$$CMRR = \frac{|\mu|}{|g|} \dots\dots\dots [4a]$$

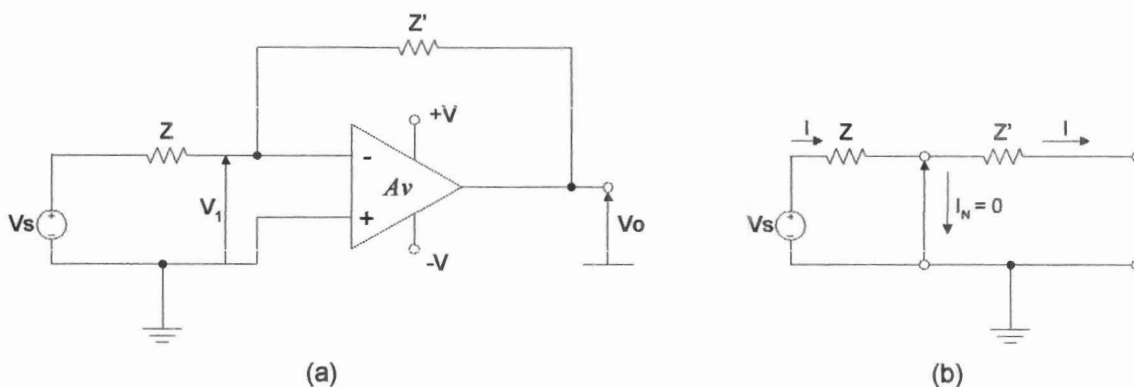
Perbandingan antar kedua penguatan ini lebih umum dinyatakan dalam satuan *dB* (*desibel*),

$$CMRR(dB) = 20 \log \left(\frac{|\mu|}{|g|} \right) dB \dots\dots\dots [4b]$$


3.3.3. Op-Amp Dengan Umpan Balik

3.3.3.1. Penguat Inverting

Penguat ini memanfaatkan terminal *inverting* sebagai tempat sinyal masuk. Terminal *inverting*, di-ground. Op-Amp dimisalkan ideal, dan terdapat impedansi umpan balik (*feedback impedance*), Z' , yang menghubungkan keluaran dengan masukan.



Gambar 3.3. Penguat Inverting

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 19 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

Dengan $R_i = \infty$, I_N praktis akan = 0, sehingga arus I yang mengalir melalui Z akan diteruskan semuanya ke Z'. Kita lihat selisih tegangan masukan di kedua terminal,

$$V_i = \frac{V_o}{A_v} \rightarrow 0 \quad A_v = \infty \dots\dots\dots [5]$$

atau selisih = 0 Volt. Dengan terminal (-), *inverting* = 0 Volt, memberi kesan seolah-olah (-) terhubung-singkat ke *ground* (padahal tidak). Karena itu terminal (-) ini disebut juga *ground semu* atau *virtual ground*.

Penguatan tegangan Op-Amp dengan konfigurasi *inverting* seperti persamaan [5] menjadi,

$$A_{inv} = \frac{V_o}{V_s} = \frac{-I \cdot Z'}{I \cdot Z} = -\frac{Z'}{Z} \dots\dots\dots [6]$$


Artinya, penguatan pada konfigurasi ini hanya bergantung kepada nilai perbandingan antara komponen Z dan Z'.

Rangkaian *inverting* pada Gambar 3.3 (a), dapat digantikan oleh model sinyal kecil seperti yang diperlihatkan Gambar 3.3 (b).

Gambar yang terputus-putus merupakan impedansi Miller, yaitu impedansi umpan-balik Z' yang terpaksa di"pindah"kan ke sisi masukan dan ke sisi keluaran. Pemindahan ini dilakukan untuk mempermudah analisis. Penguatan dengan umpan balik sekarang, A_{inv} ,

$$A_{inv} = \frac{-Y}{Y' - \left(\frac{1}{A_v}\right)(Y' + Y + Y_i)} \dots\dots\dots [7]$$

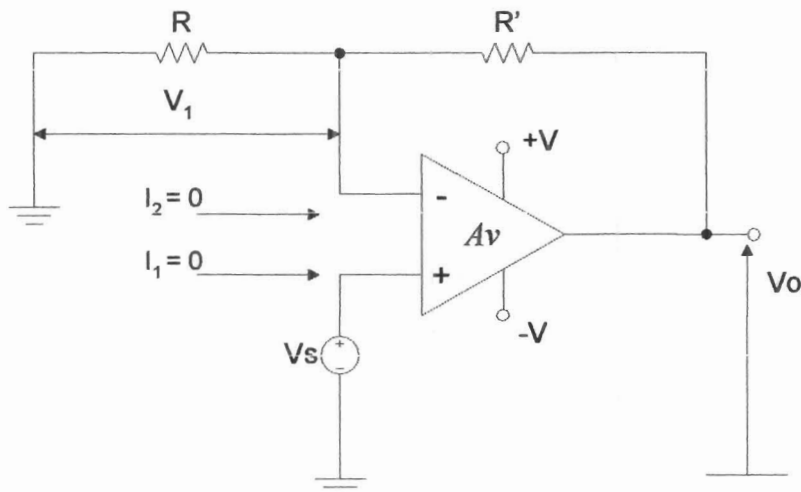
Dimana : Y', Y, dan Y_i adalah admitansi masing-masing dari Z', Z, dan R_i. A_v adalah penguatan Op-Amp pada kondisi tanpa umpan-balik = μ . Dengan μ Op-

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 20 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

Amp besar, persamaan faktor penguatan *inverting*, A_{inv} , akan kembali ke penguatan *inverting* seperti pada Op-Amp ideal, $-Y/Y' = -Z/Z$.

3.3.3.2. Penguat Non-Inverting

Op-Amp dapat pula digunakan dalam konfigurasi *non-inverting*-nya. Terminal *non-inverting* dipakai sebagai tempat sinyal masuk dengan terminal satunya, *inverting*, di-ground (elemen tetap berada di tempatnya). Sinyal keluaran akan sefasa dengan sinyal masukan.



Gambar 3.4


Tegangan V_1 di terminal *inverting* dapat dihitung,

$$V_1 = \frac{R}{R + R'} V_o \dots\dots\dots [8]$$

Dari rangkaian kita lihat juga,

$$V_o = Av(V_1 - V_s) \text{ dan } Av = \mu = \infty \dots\dots\dots [9]$$

Pensubsitusian V_o ini ke persamaan [8] akan menghasilkan A_{ninv}

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 21 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

$$A_{ninv} = \frac{V_o}{V_s} = \frac{V_o}{V_1} = \frac{R + R'}{R} = 1 + \frac{R'}{R} \dots\dots\dots [10]$$

Terlihat penguatan pada konfigurasi *non inverting* selalu lebih besar dari 1. Kondisi istimewa, yaitu dimana $R = \infty$ hingga dan $R' = 0$ diperoleh faktor penguatan *non inverting*, $A_{ninv} = +1$, tidak terjadi penguatan sama sekali, penguatan hanya berfungsi sebagai *voltage follower* (penerus tegangan).

Dalam analisa penguat *non-inverting* di atas, dianggap bahwa :

- (a) Tidak ada arus yang mengalir ke kedua masukan
- (b) Potensial di kedua masukan adalah sama


3.3.4. Tegangan dan Arus Offset

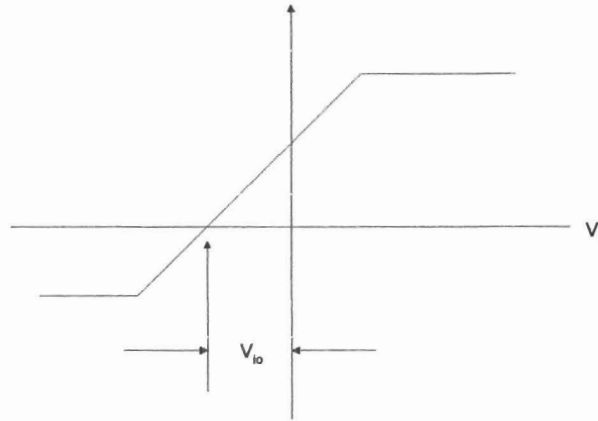
Op-Amp yang ideal akan memberikan tegangan keluaran ideal, $V_o = 0$, bila tegangan masukan V (*inverting*) = V (*non-inverting*).

Rumusnya sederhana, $V_o = (\text{penguatan } A_v) \times (\text{selisih tegangan masukan})$, $V_o = 0$. Hal ini tidak pernah tercapai. Tegangan V_o tetap ada meskipun selisih = 0. Hal ini disebabkan teknik pembuatan rangkaian terintegrasi yang rumit sehingga sukar untuk mencapai kondisi ideal. Berikut akan dibahas faktor apa saja yang perlu diperhatikan untuk mendekati ke kondisi Op-Amp ideal.

3.3.4.1. Tegangan Masukan Offset (*Input Offset Voltage*)

Arus masukan I_B (disebut arus bias) yang diperlukan Op-Amp untuk bekerja, tidak sama di kedua terminalnya. Untuk menyamakan, diusahakan dengan menambahkan suatu tegangan *offset* (V_{io} , *Voltage Input Offset*) di antara kedua terminal masukan, sehingga diperoleh $V_o = 0$. Tegangan masukan offset diperlihatkan melalui kurva karakteristik Op-Amp pada Gambar 3.5.

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 22 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				



Gambar 3.5

Gejala Hanyut Tegangan Offset Masukan (Input Offset Voltage Drift). Merupakan gejala pergeseran (hanyut) tegangan masukan offset yang terjadi atau dipengaruhi oleh perubahan suhu (temperatur) : $\Delta V_{io}/\Delta T$

Arus Bias Masukan (Input Bias Current). Harga rata-rata dari arus masukan pengatur tegangan offset masukan pada operational.

$$I_B = \frac{I_{B1} + I_{B2}}{2} \dots\dots\dots [11]$$

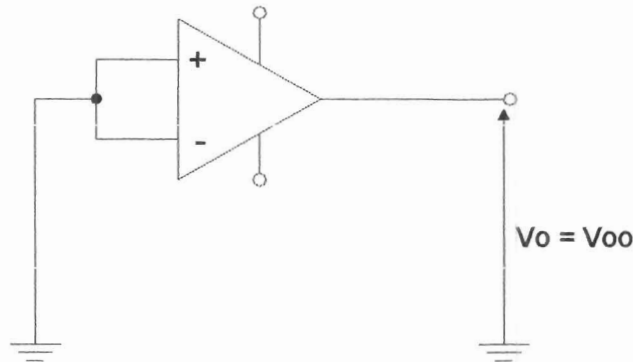
Untuk meminimisasi akibat dari arus ini di keluaran, diperlukan resistor yang sama di setiap input.

Arus Masukan Offset (Input Offset Current), I_{io} . Perbedaan antara arus input I_{B1} dengan I_{B2} yang terjadi meskipun penguat sudah seimbang $I_{io} = (I_{B1} - I_{B2})$ pada $V_o = 0$. Tegangan keluaran, $V_o = \mu \cdot Z_i \cdot I_{io}$.

Gejala Hanyut Arus Offset Masukan (Input Offset Current Drift). Gejala perubahan arus offset masukan terhadap perubahan temperatur : $\Delta I_{io}/\Delta T$

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 23 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 – 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

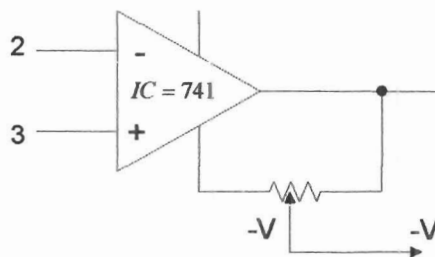
Tegangan Output Offset (Output Offset Voltage), V_{oo} . Beda tegangan DC yang timbul antara terminal keluaran dengan *ground* (atau antara dua terminal keluaran untuk jenis Op-Amp yang memiliki dua buah keluaran) pada kondisi kedua terminal masukannya di-*ground*.




Gambar 3.6

Power Supply Rejection Ratio (PSRR). Adalah perbandingan perubahan tegangan offset masukan V_{io} , terhadap perubahan tegangan sumber daya.

Kecepatan Naik Sinyal Keluaran (Slew Rate). *Slew Rate* adalah laju kecepatan naik dari sinyal keluaran di dalam mengikuti tegangan masukan yang berubah seketika : $S = \Delta V / \Delta T$



Gambar 3.7

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 24 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 – 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

Teknik Kompensasi (Compensating Techniques). Sebelum kita menggunakan Op-Amp harus dilakukan terlebih dahulu menyeimbangkan kerja Op-Amp, dalam hal tegangan *offset*. Kompensasi dilakukan dengan memberikan sebuah tegangan DC yang dapat diatur ke kaki-kaki IC Op-Amp (kalau IC tersebut mempunyai fasilitas tersebut). Kalau belum, harus dibuat rangkaian khusus seperti yang diperlihatkan Gambar 3.7. Tegangan sumber daya ganda (+V dan -V) dipasangkan ke ujung potensiometer.



3.4. Tugas Pendahuluan

Pelajari lebih dulu lembaran data sheet Op-Amp tipe 741. Berapakah CMRR-nya? Terangkan dan gambar sehingga jelas.


3.5. Percobaan

Pada percobaan ini praktikan akan mempelajari parameter-parameter statis Op-Amp, *inverting*, dan *non-inverting*. Op-Amp jenis pertama adalah tipe 081, sebuah Op-Amp generasi pertama yang terdiri atas rangkaian penguat differensial satu tingkat. Op-Amp tidak mempunyai pin kompensasi serta rangkaian pengamanan (proteksi) masukan dan keluaran.

Tipe lainnya 356 dan 741, adalah generasi kedua dari penguat operasional, Op-Amp memiliki rangkaian penguat differensial dua tingkat dan dilengkapi dengan rangkaian kompensasi internal, serta pengamanan masukan dan keluaran. Parameter statis yang dijamin oleh pabrik pembuat IC Op-Amp dituliskan pada lembaran data.

Percobaan mempelajari parameter statis ini adalah membandingkan dari ketiga Op-Amp tersebut :


1. Resistansi Keluaran, R_o
2. Penguatan Terbuka (*Open Loop Gain*), A_v

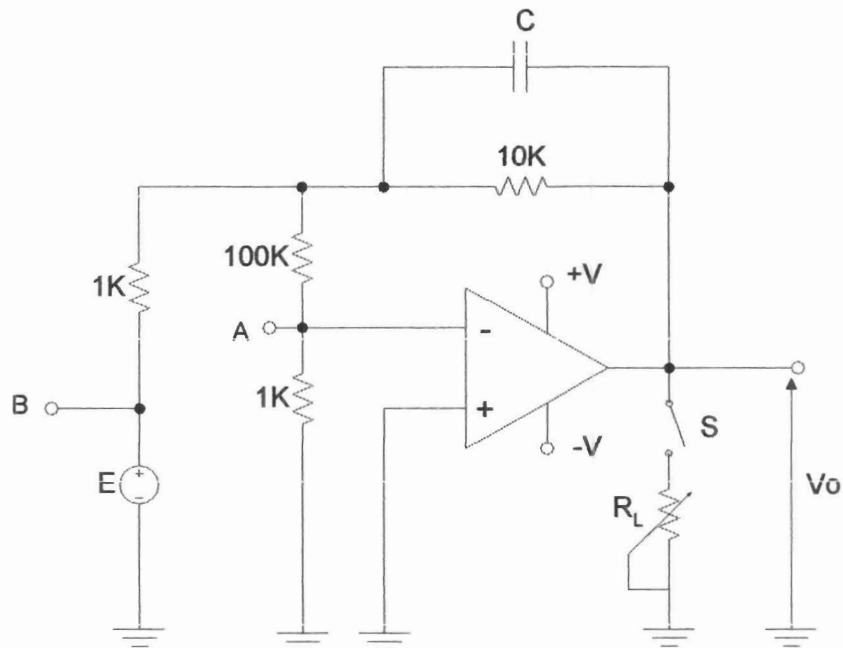
FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 25 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

3. Resistansi Masukan, Rin
4. Arus dan Tegangan Offset Masukan
5. Arus Bias
6. CMRR

3.5.1. Pengukuran Resistansi Keluaran, Ro

1. Buat rangkaian seperti pada Gambar 3.8 dengan salah satu IC yang tersedia.
2. Masukkan tegangan dengan frekuensi rendah (misalnya, 100Hz) di-*input*. Perhatikan batas tegangan boleh yang diberikan.
3. Ukur Vo tanpa beban.
4. Kemudian pasang beban dan atur RL hingga $V_o = 0.5 \times V_o(\text{awal})$
5. Dalam keadaan ini $R_o = R_L$. Ukurlah RL ini (lepaskan RL dari rangkaiannya terlebih dulu)
6. Catat Ro dari hasil pengukuran ini.
7. Ulangi langkah kerja 2 s.d. 6 untuk Op-Amp lainnya.


FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 26 dari 66	FORMAT MUTU
S O P	Tanggal Terbit 01 – 02 – 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		



Gambar 3.8

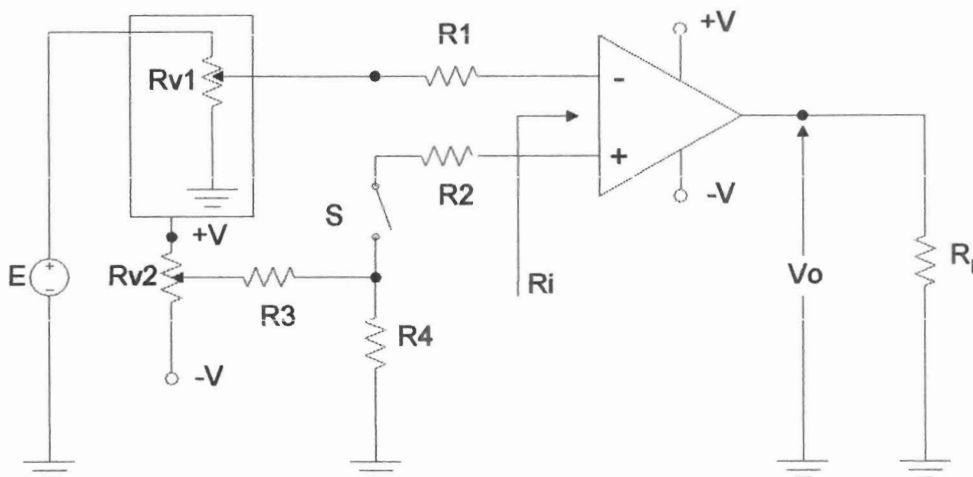
3.5.2. Pengukuran Penguatan Terbuka

1. Masih menggunakan rangkaian Gambar 3.8
2. Masukkan sinyal tegangan dengan frekuensi rendah (100Hz) dan amplituda pada batas-batas kemampuan IC.
3. Buat R_L maksimum
4. Ukur tegangan keluaran V_o untuk tegangan V_o tertentu (periksa tegangan input V_A sehingga Op-Amp tidak saturasi)
5. Catat nilai V_o dan V_E tersebut dan penguatan $\mu = 101 V_o/V_L$
6. Naikkan frekuensi dan tegangan input. Catat apa yang terjadi.

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 27 dari 66	FORMAT MUTU
S O P	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		

3.5.3. Pengukuran Resistansi Input, R_i

1. Buat rangkaian seperti Gambar 3.9 (bila Op-Amp adalah tipe TL081, buat rangkaian offset dan atur offset terlebih dahulu)

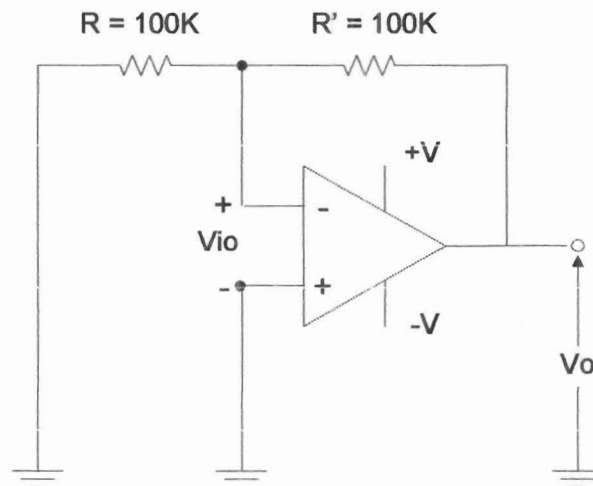


Gambar 3.9

2. Atur V_s pada frekuensi rendah, 100Hz, dan tegangan sesuai dengan batas-batas kemampuan Op-Amp
3. Pada harga $R = 0$, ukur tegangan V_o
4. Pasang R dan catat harga $V_o = V_o'$
5. Resistansi input, R_i , adalah $R_i = 2R \frac{V_o'}{V_o - V_o'}$
6. Ulangi untuk IC yang lain

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 28 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

3.5.4. Pengukuran Tegangan Offset Input dan Pengaruh Suhu

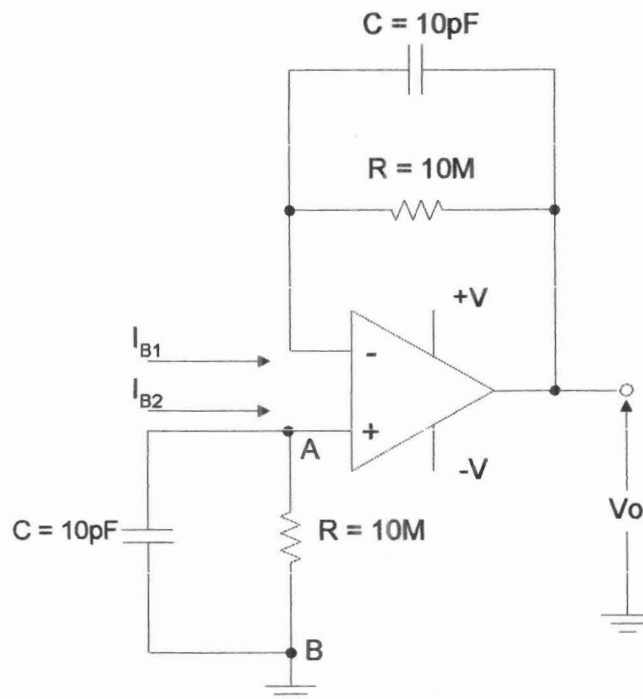


Gambar 3.10

1. Buat rangkaian seperti Gambar 3.10 (tidak perlu membuat rangkaian offset)
2. Tegangan offset input adalah $V_o = \frac{R + R'}{R} V_{io}$
3. Ukur tegangan keluaran V_o
4. Tempelkan tegangan saudara di tubuh IC Op-Amp yang sedang diukur. Catat berapa tegangan output sekarang dan berapa tegangan offset input

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 29 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

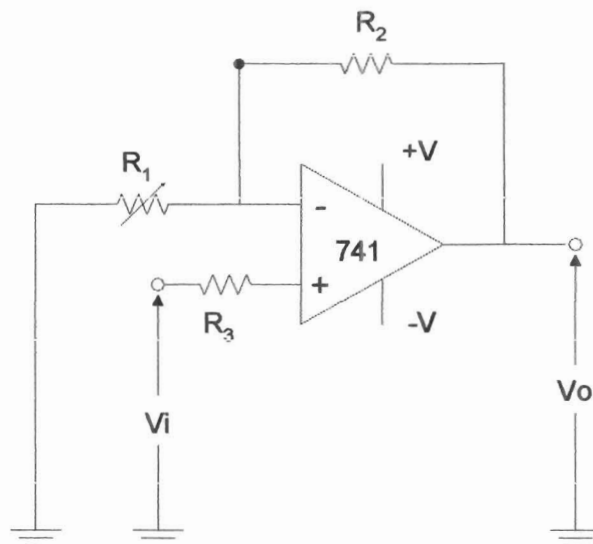
3.5.5. Pengukuran Arus Bias dan Arus Offset Input



Gambar 3.11

1. Buat rangkaian seperti Gambar 3.11
2. Terminal-A dihubung singkat dengan B. Catat harga V_o
3. Hitung harga arus input (*non-inverting*, I_{B1}) dimana $V_o = I_{B1} \times 10M$
4. Terminal-C dihubung singkat dengan D. Catat harga V_o
5. Hitung harga arus input *non-inverting* I_{B2} dimana $V_o = I_{B2} \times 10M$
6. Tentukan I_B dan arus input offset, $I_{io} = I_{B1} = I_{B2}$
7. Ulangi untuk IC lainnya

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 32 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
SOP				



Gambar 3.14


3. Atur tegangan sumber sesuai dengan di data sheet
4. Pasang tegangan DC untuk V_i sebesar 100mV
5. Amati tegangan output dan catat
6. Ulangi prosedur 3 s.d. 5 tetapi dengan tegangan input V_i dari sumber AC: generator sinyal dengan frekuensi 1 KHz (gelombang sinus) dan amplitudo 100mV puncak

3.6.Lembaran Kerja

3.6.1. Tugas dan Pertanyaan

3.6.1.1. Hasil Pengamatan

Catatlah semua hasil yang diperoleh dan pindahkan ke tabel pengamatan untuk pengukuran penguatan terbuka (*open loop gain*), pengukuran resistansi input, pengukuran arus bias dan arus offset input, pengukuran CMRR, dan karakteristik statis.

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 33 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

3.6.1.2. Kesimpulan

1. Dari hasil pengukuran karakteristik statis ini, manakah IC Op-Amp yang terbaik menurut anda?
2. Apakah hasil pengukuran sesuai dengan data sheet?


3.6.1.3. Perhitungan

1. Turunkan persamaan *open loop gain*, dari rangkaian pengukuran (Gambar 3.8)!
2. Bila anda diminta mendisain instrumen penerbangan yang akan digunakan di ruangan yang tidak ber-*air conditioning*. IC manakah yang anda pilih?
3. *Percobaan penguat inverting*

Hitung penguatan tegangan dari penguat *inverting* dari pengamatan maupun teoritis (berdasarkan R_1 dan R_2). Bandingkan hasilnya dan jelaskan mengapa terjadi penyimpangan

4. *Percobaan non-inverting*

Hitung penguatan tegangan dari penguat *non-inverting* baik dari pengamatan maupun secara teoritis (berdasarkan harga R_1 , R_2 , dan R_3). Bandingkan hasilnya dan jelaskan mengapa terjadi penyimpangan!

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 34 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

PRAKTIKUM ELEKTRONIKA ANALOG DAN DIGITAL

FAKULTAS TEKNIK UNP	JOBSHEET/LABSHEET
JURUSAN : Teknik Elektro	NOMOR : 4
PROGRAM STUDI : Pendidikan Teknik Elektro	WAKTU : 6 jam
KODE : ELO 143	TOPIK : Dasar Penguat

4.1. Tujuan Praktikum

1. Mencari impedansi input dan output sebuah penguat transistor bipolar dengan konfigurasi CE (*Common Emitter*).
2. Menentukan penguatan tegangan suatu penguat CE.

4.2. Peralatan Praktikum Yang Digunakan

1. Kit Praktikum Dasar Penguat
2. CRO
3. Generator Sinyal
4. Sumber Daya
5. Multimeter
6. Kabel Penghubung


4.3. Teori Singkat

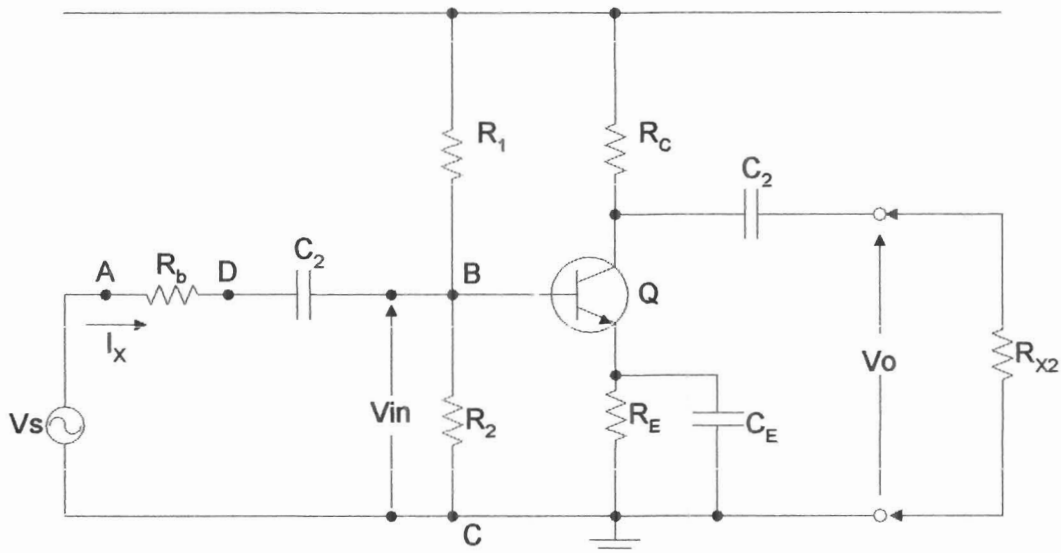
4.3.1. Impedansi Input

Impedansi input Z_{in} atau R_{in} suatu penguat didefinisikan sebagai perbandingan antara tegangan sinyal input terhadap arus inputnya.

$$R_{in} = \frac{V_{in}}{I_{in}} \dots\dots\dots [4.1]$$

Ada dua cara untuk mengukur impedansi input, yaitu :

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 35 dari 66	FORMAT MUTU
S O P	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		




Gambar 4.1

a. Cara Pertama,

Adalah dengan menghubungkan suatu resistor R_{X1} yang diketahui resistansinya. Tegangan jatuh R_{X1} dapat diukur. Arus $I_X = I_{in}$, dan dapat kita peroleh dengan menghitung melalui hukum *Ohm*. Tegangan sinyal input kita peroleh dari pengukuran tegangan antara terminal B dengan C. Dari hasil ini R_{in} dapat dihitung.

b. Cara Kedua,

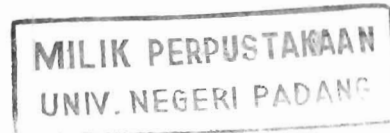
Adalah dengan menghubungkan resistor variabel R_{X1} pada terminal A-D. Resistor R_{X1} diubah sampai tegangan antara terminal B-C setengah harga V_s . Besar resistansi R_{X1} sama dengan impedansi input yang dicari. Impedansi input penguat CE (*Common Emitter*) ini dapat dinaikkan dengan menambahkan resistor umpan balik (*degeneratif*) R_E di kaki emiter transistor. Yang perlu diperhatikan adalah penambahan kapasitor pelolos (*bypass*) C_E yang biasanya dipakaikan untuk menghilangkan efek degenerasi bagi sinyal bolak-balik.

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 36 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

4.3.2. Impedansi Output

Impedansi output Z_o suatu penguat dapat ditentukan dengan menambahkan resistor variabel R_{X2} . Tegangan keluaran V_o kemudian diukur dalam keadaan tanpa beban. Beban variabel R_{X2} kemudian dihubungkan dan diatur hingga diperoleh tegangan output = separuh nilai tegangan tanpa beban tadi. Besar resistansi beban sekarang, adalah sama dengan besar impedansi output Z_o penguat yang dicatat.

4.3.3. Penguat Daya dan Tegangan



Penguatan tegangan didefinisikan sebagai :

$$A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}} \dots\dots\dots [4.2]$$

Dengan pengukuran yang sudah dilakukan, kita dapat menghitung besarnya penguatan tegangan.

Penguatan daya didefinisikan sebagai :


$$P = \frac{P_{out}}{P_{in}} \dots\dots\dots [4.3]$$

Daya input dan output dapat dihitung bila tegangan input, tegangan output, impedansi input, dan impedansi output diketahui. Dengan memasukkan nilai-nilai di atas, dapat kita peroleh besar penguatan daya penguat CE tersebut. Penguatan daya biasanya dinyatakan dalam dB,

$$P_{daya}(dB) = 10 \log \left(\frac{P_{out}}{P_{in}} \right) \dots\dots\dots [4.4]$$

4.3.4. Fasa Input dan Fasa Output

Dengan menggunakan CRO, perbedaan fasa antara sinyal input dan sinyal output penguatan dapat diamati.

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 39 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

PRAKTIKUM ELEKTRONIKA ANALOG DAN DIGITAL

FAKULTAS TEKNIK UNP		JOBSHEET/LABSHEET
JURUSAN	: Teknik Elektro	NOMOR : 5
PROGRAM STUDI	: Pendidikan Teknik Elektro	WAKTU : 6 jam
KODE	: ELO 143	TOPIK : Penguat Daya

5.1. Tujuan Praktikum


1. Mempelajari bermacam-macam penguatan daya.
2. Mengamati besar cacat atau distorsi sinyal yang terjadi pada penguat daya.
3. Mengetahui besar efisiensi daya penguat.

5.2. Peralatan Praktikum Yang Digunakan

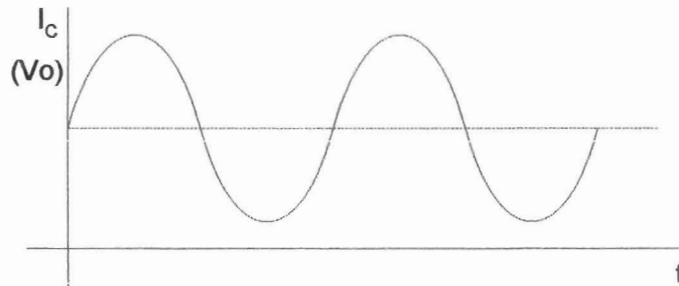
1. Kit Praktikum Penguat Daya
2. CRO
3. Generator Sinyal
4. Distorsimeter
5. mA-meter DC
6. Voltmeter DC
7. Kabel Penghubung

5.3. Teori Singkat

Macam-macam penguat yang akan digunakan dalam percobaan ini, yaitu penguat daya kelas A, penguat daya kelas B, penguat daya *push-pull* kelas B, penguat daya *push-pull* kelas AB. Klasifikasi ini disusun menurut letak titik-kerja transistor penguat, dalam hal ini transistor bipolar.

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 40 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

5.3.1. Penguat Daya Kelas A

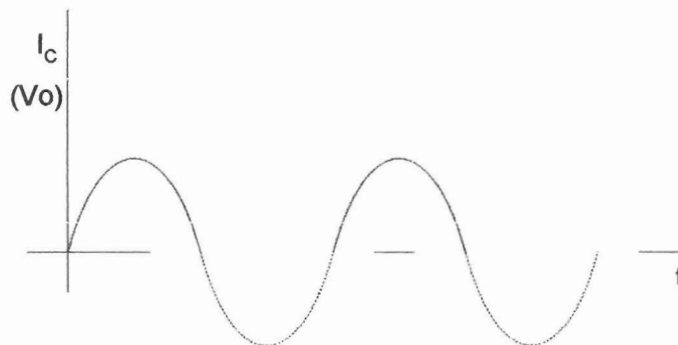


Gambar 5.1. Sinyal Keluaran Penguat Kelas A


Penguat ini dioperasikan pada titik-kerja yang meskipun tanpa sinyal input, transistor tetap aktif dan siap beroperasi (*standby*). Titik-kerja transistor dipilih di atas titik *cut-off* (padam) dan diatur sedemikian hingga besar sinyal input dikuatkan seutuhnya. Adapun gambar sinyal output terlihat pada Gambar 5.1.

5.3.2. Penguat Daya Kelas B

Titik-kerja transistor diatur dan dipilih tepat di titik *cut-off*-nya. Dalam keadaan tanpa sinyal, transistor tidak aktif. Baru dengan sinyal input, sinyal output akan ada. Dalam hal ini bentuk sinyal output adalah setengah gelombang. Gambar 5.2 menunjukkan bentuk sinyal output penguat daya kelas B.

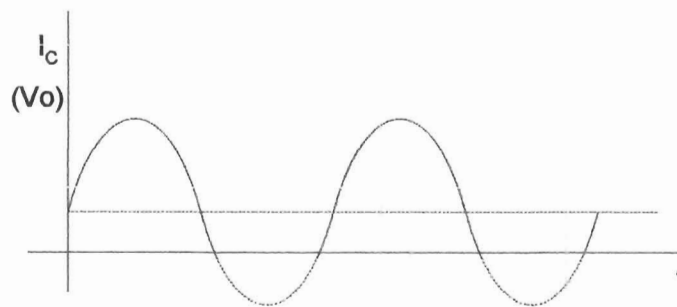


Gambar 5.2. Sinyal Output Penguat Kelas B

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 41 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

5.3.3. Penguat Daya Kelas AB

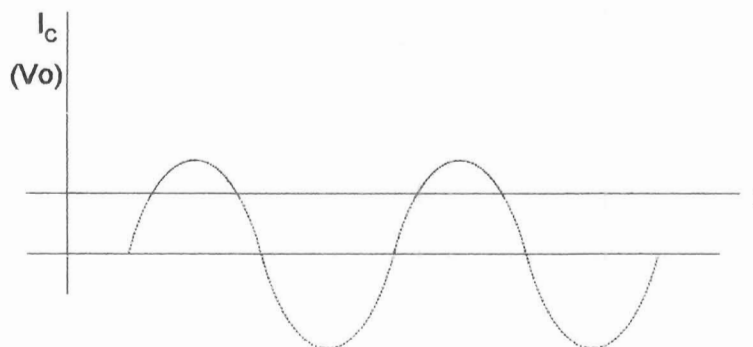
Titik-kerja transistor penguat dipilih sedikit di atas titik *cut-off*-nya. Titik kerja terletak antara kelas A dan kelas B. Penguat akan mengeluarkan sinyal dengan bentuk sedikit lebih besar dari setengah gelombang tetapi lebih kecil dari gelombang penuh. Gambar 5.3 menunjukkan bentuk sinyal output penguat daya kelas AB.




Gambar 5.3. Sinyal Output Penguat Kelas AB

5.3.4. Penguat Daya Kelas C

Pada penguat jenis ini, titik-kerja transistor dipilih sedemikian rupa hingga sinyal output akan berbentuk kurang dari setengah gelombang. Bentuk gelombang outputnya akan seperti Gambar 5.4.



Gambar. 5.4. Sinyal Output Penguat Kelas C

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 42 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
SOP				

Setiap kelas penguat mempunyai efisiensi yang didefinisikan :

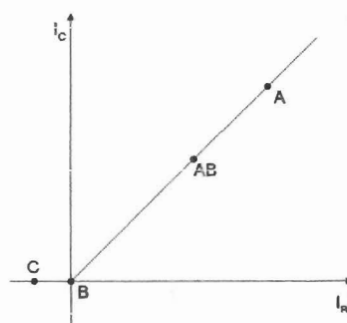
$$\eta = \frac{\text{daya AC yang diberikan ke beban}}{\text{daya DC yang diambil dari sumber daya}} \times 100\% \dots\dots\dots [5.1]$$

Dari empat kelas penguat, penguat kelas C adalah penguat yang memiliki efisiensi paling tinggi. Tetapi seperti yang kita lihat dari gambar output masing-masing kelas, bentuk sinyal output kurang dari setengah gelombang (cacat). Sebaliknya pada penguat kelas A, bentuk gelombang adalah utuh tetapi efisiensinya paling rendah.


Catatan :

- a. Penurunan rumus efisiensi dapat dibaca pada buku karangan *Paul R.Gray* dan *Robert G.Meyer, Analysis and Design of Analog Integrated Circuits, John Wiley & Sons, 2nd Edition, 1984.*
- b. Daya Dc dari sumber daya dapat ditentukan dengan mengukur arus kolektor yang mengalir pada transistor penguat daya.

Untuk memperoleh efisiensi lebih tinggi dengan cacat gelombang output yang kecil, dipakai rangkaian *push-pull* kelas AB atau kelas B. Karakteristik dinamis dengan letak titik-kerja masing-masing kelas penguat diperlihatkan Gambar 5.5.



Gambar 5.5. Titik-Kerja Karakteristik Transfer Dinamis Kelas Penguat Daya

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 44 dari 66	FORMAT MUTU
SOP	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		

tidak "sambung". Cacat ini disebut cacat *cross over*. Untuk menghilangkannya, dipergunakan penguat *push-pull* kelas B.

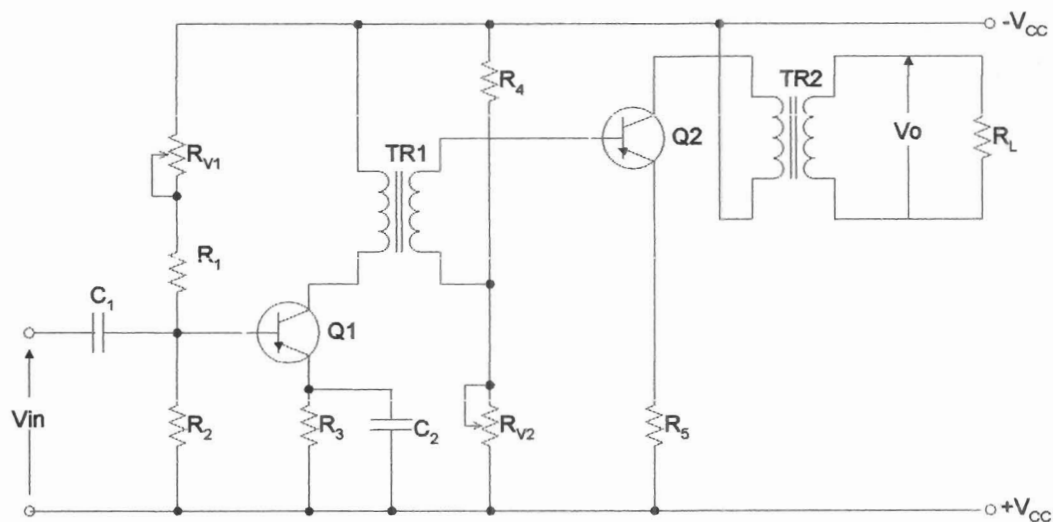
5.4. Tugas Pendahuluan

1. Apa yang dimaksud dengan penguat daya? Apa bedanya dengan penguat biasa?
2. Parameter-parameter apa saja yang menentukan kualitas suatu penguat daya
3. Pada Gambar 5.6 terdapat 2 buah trafo, apa gunanya? Jelaskan beserta gambar sinyal. Bisakah digantikan dengan rangkaian lain?

5.5. Percobaan

5.5.1. Penguat Daya Kelas A

Pelajari rangkaian penguat daya kelas A di bawah ini.



Gambar 5.7. Rangkaian Penguat Daya Kelas A

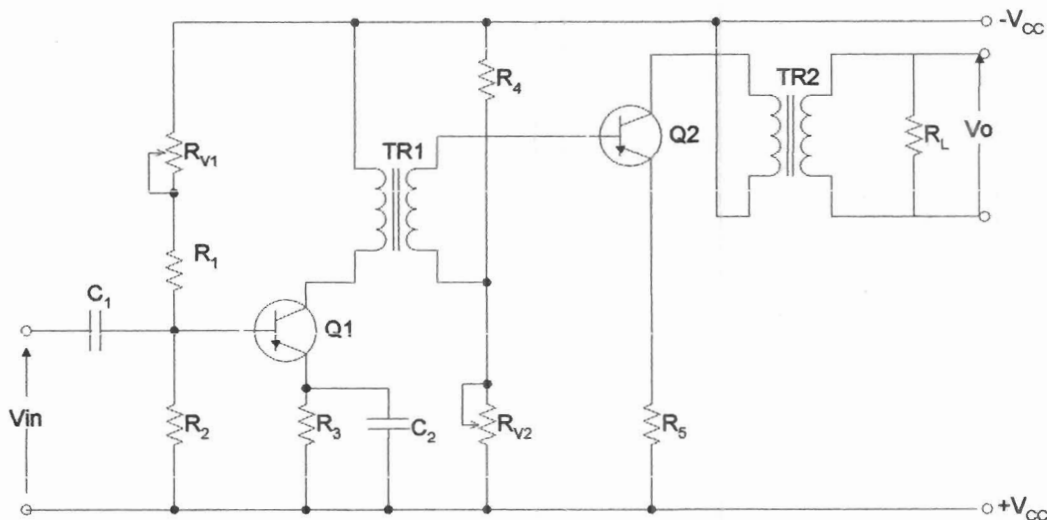
1. Hubungkan generator sinyal (1 kHz) ke input rangkaian

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 45 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

2. Ukur arus kolektor transistor Q_2 dan tegangan output V_o untuk berbagai macam input.
3. Perhatikan batas arus maksimum = 60 mA (jangan dilampaui). Atur tahanan variabel R_{V2} dan amati sinyal output hingga diperoleh bentuk sinyal bebas *distorsi*.
4. Catat tegangan input pada saat output tepat menjadi *distorsi*. (R_{V2} tidak dapat diubah lagi karena arus maksimum 60 mA). Ukurlah *distorsi*-nya dengan distorsimeter.


5.5.2. Penguat Daya Kelas B

Pelajari rangkaian penguat daya kelas B di bawah ini.



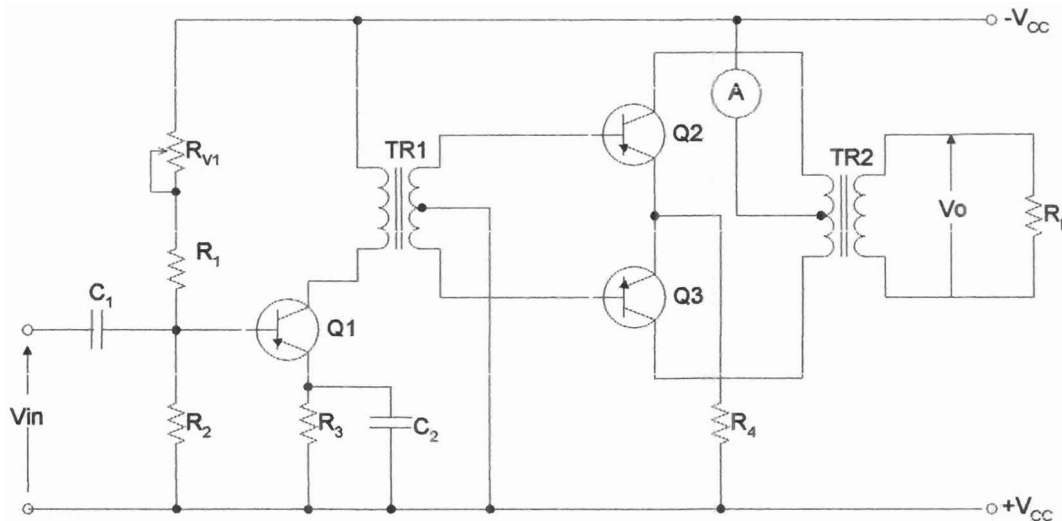
Gambar 5.8. Rangkaian Penguat Daya Kelas B

1. Hubungkan generator sinyal (1 kHz) pada input rangkaian.
2. Ukur arus kolektor transistor Q_2 dan tegangan output untuk input berbeda.
3. Amati gambar atau bentuk sinyal output.

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 46 dari 66	FORMAT MUTU
S O P	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		

5.5.3. Penguat *Push-Pull* Kelas B

Pelajari rangkaian penguat *push-pull* kelas B di bawah ini.




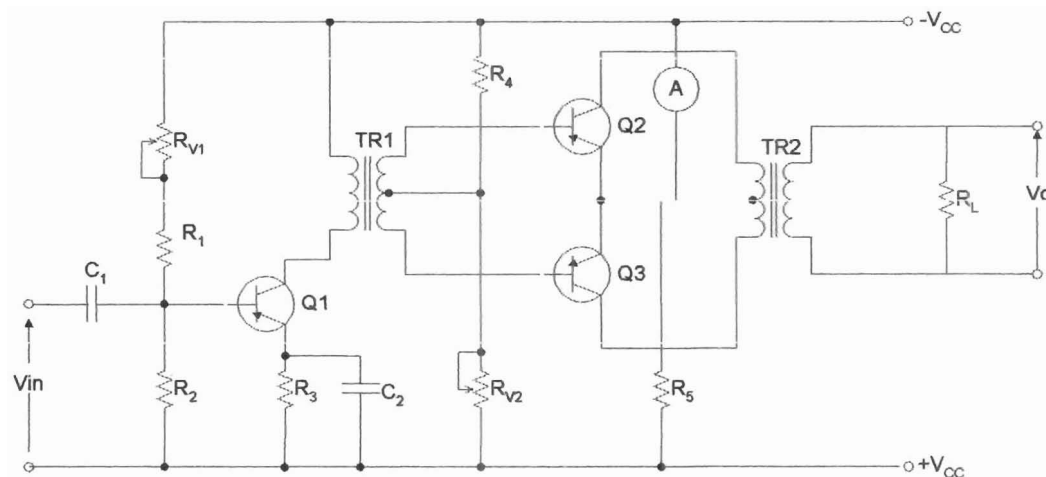
Gambar 5.9. Rangkaian *Push-Pull* Kelas B

1. Hubungkan generator sinyal (1 kHz) pada input rangkaian.
2. Ukur tegangan output penguat *push-pull* di atas, arus kolektro Q_2 dan tegangan output penguat awal (*pre-amp*) untuk input berbeda-beda.
3. Ukurlah *distorsi cross-over* sinyal output dengan distorsimeter.

5.5.4. Penguat *Push-Pull* Kelas AB

Pelajari rangkaian penguat *push-pull* kelas AB di bawah ini.

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 47 dari 66	FORMAT MUTU
S O P	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		




Gambar 5.10. Rangkaian Penguat *Push-Pull* Kelas AB

1. Hubungkan generator sinyal (1 kHz) pada input rangkaian.
2. Ukur tegangan output penguat *push-pull* di atas, arus kolektor Q_2 , dan tegangan output penguat awal untuk input berbeda.
3. Ukurlah *distorsi cross-over* sinyal output dengan distorsimeter.
4. Ubah-ubahlah potensio R_{V2} sehingga cacat hilang. Ukur arus kolektornya dan distorsi yang tersisa (masih ada, dalam %).


5.6. Lembaran Kerja

5.6.1. Tugas dan Pertanyaan

1. Jelaskan kenapa penguat kelas C dikatakan memiliki efisiensi yang paling baik dibandingkan dari penguat kelas lainnya! Dan jelaskan juga kenapa penguat kelas A walaupun memiliki sinyal output yang utuh tetapi tidak memiliki efisiensi yang baik! Jelaskan secara matematis!
2. Turunkan rumus dari masing-masing penguat (sampai didapatkan output)!

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 48 dari 66	FORMAT MUTU
S O P	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		

3. Jelaskan sinyal output dari masing-masing penguat berdasarkan referensi yang ada miliki (minimal 2 referensi)!

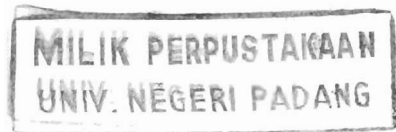
FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 49 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

PRAKTIKUM ELEKTRONIKA ANALOG DAN DIGITAL

FAKULTAS TEKNIK UNP	JOBSHEET/LABSHEET
JURUSAN : Teknik Elektro	NOMOR : 6
PROGRAM STUDI : Pendidikan Teknik Elektro	WAKTU : 8 jam
KODE : ELO 143	TOPIK : Rangkaian Logika

6.1. Tujuan Praktikum

1. Mempelajari jenis rangkaian logika
2. Mempelajari cara kerja rangkaian logika




6.2. Peralatan Praktikum Yang Digunakan

1. Kit Praktikum Rangkaian Logika
2. Multimeter
3. Sumber Daya
4. Kabel Penghubung

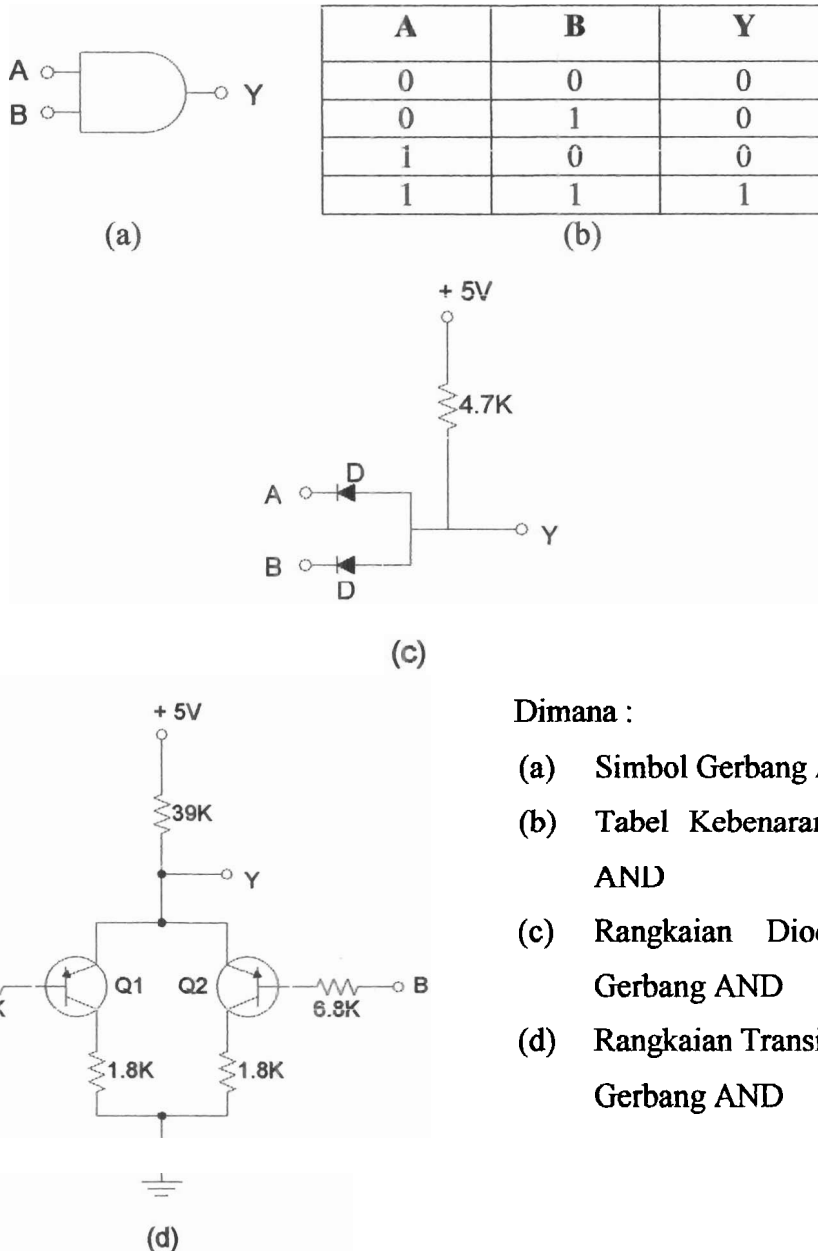
6.3. Teori Singkat

Dalam sebuah sistem elektronika digital, dibutuhkan rangkaian logika berupa gerbang (*gate*), antara lain : AND, OR, NOT, NAND, dan NOR. Di sini akan dilakukan percobaan mengenai cara kerja dari rangkaian logika tersebut di atas.

Catatan : Pada praktikum ini digunakan logika positif, yaitu notasi "1" dipakai untuk menyatakan tegangan positif atau tinggi (*high level*) sedangkan notasi "0" dipakai untuk menyatakan tegangan nol atau rendah (*low level*).

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 50 dari 66	FORMAT MUTU
S O P	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		


6.3.1. Gerbang AND



Dimana :

- (a) Simbol Gerbang AND
- (b) Tabel Kebenaran Gerbang AND
- (c) Rangkaian Dioda Untuk Gerbang AND
- (d) Rangkaian Transistor Untuk Gerbang AND

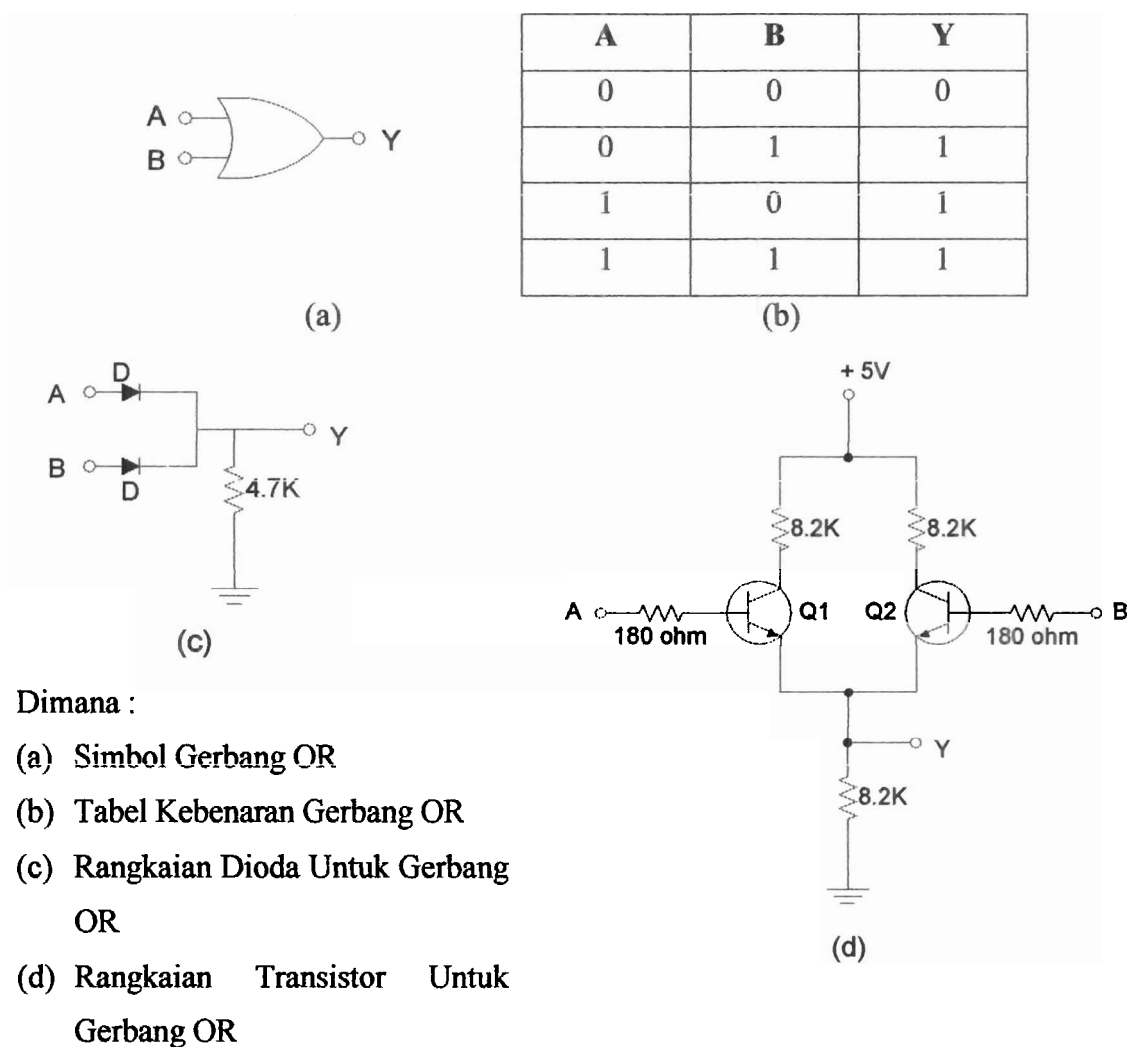
Gambar 6.1. Gerbang AND

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 51 dari 66	FORMAT MUTU
SOP	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		


Gambar 6.1 adalah simbol, tabel kebenaran, rangkaian dioda, dan rangkaian transistor dari gerbang AND.

6.3.2. Gerbang OR

Gambar 6.2 adalah simbol, tabel kebenaran, rangkaian dioda, dan rangkaian transistor dari gerbang OR.

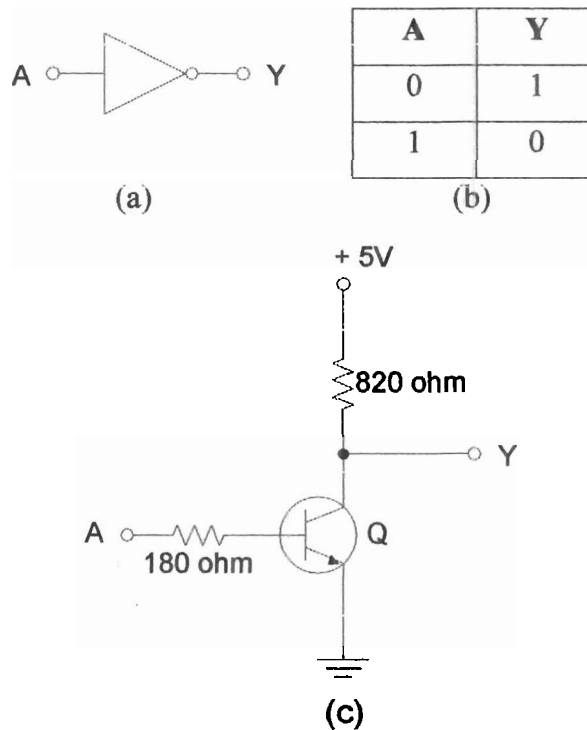


Gambar 6.2. Gerbang OR

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 52 dari 66	FORMAT MUTU
SOP	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		

6.3.3. Gerbang NOT

Gambar 6.3 adalah simbol, tabel kebenaran, dan rangkaian transistor dari gerbang NOT.




Gambar 6.3. Gerbang NOT :

- (a) Simbol Gerbang NOT
- (b) Tabel Kebenaran Gerbang NOT
- (c) Rangkaian Transistor Untuk Gerbang NOT

6.3.4. Gerbang NAND

Gerbang NAND merupakan gabungan antara gerbang AND dan gerbang NOT. Gambar 6.4 adalah simbol, tabel kebenaran, dan rangkaian transistor dari gerbang NAND.

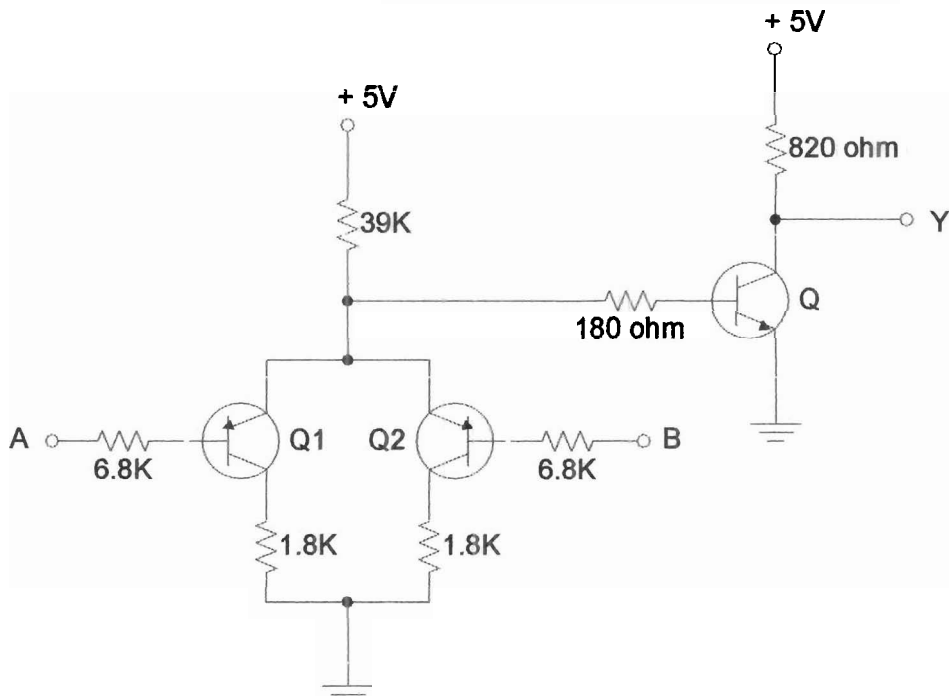
FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 53 dari 66	FORMAT MUTU
S O P	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		



(a)

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0


(b)



(c)

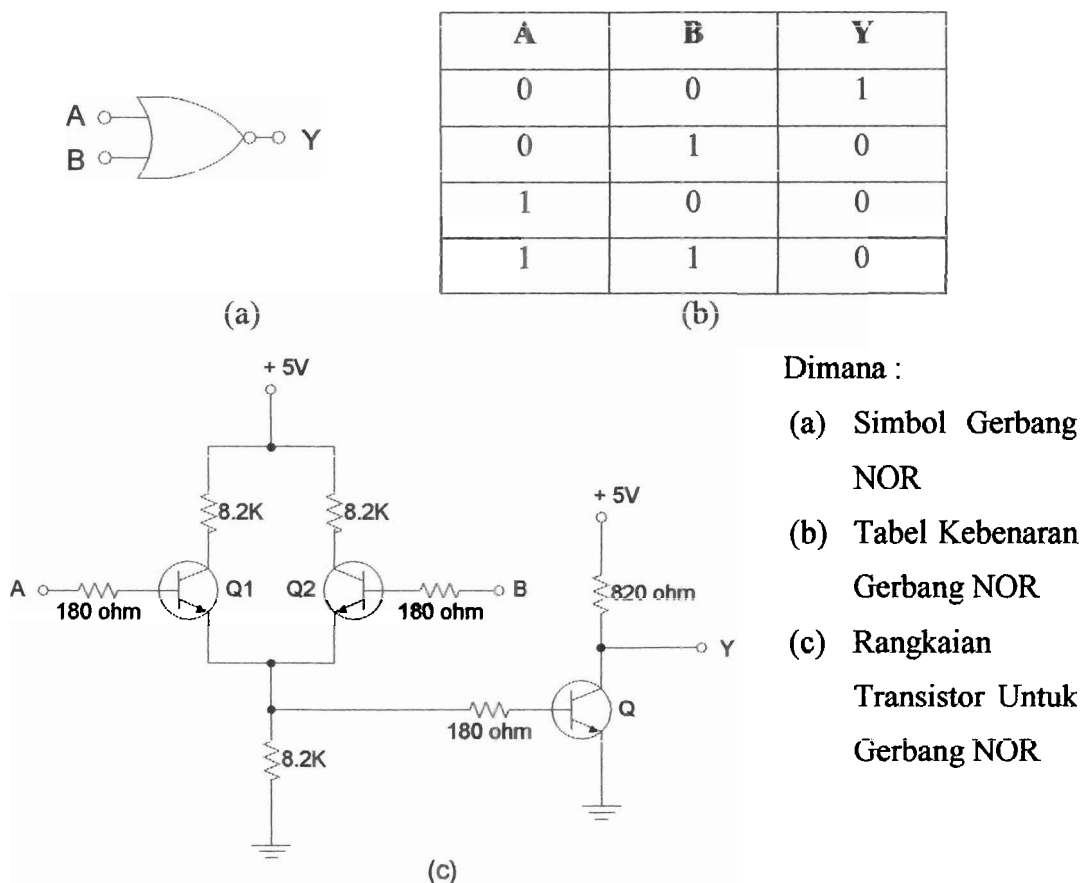
Gambar 6.4. Gerbang NAND :

- (a) Simbol Gerbang NAND
- (b) Tabel Kebenaran Gerbang NAND
- (c) Rangkaian Transistor Untuk Gerbang NAND


FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 54 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
SOP				

6.3.5. Gerbang NOR

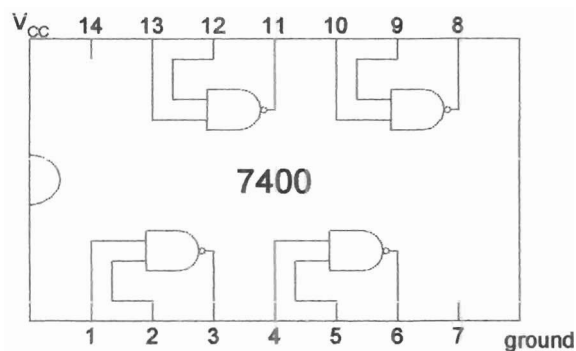
Gambar 6.5 adalah simbol, tabel kebenaran, dan rangkaian transistor dari gerbang NOR.



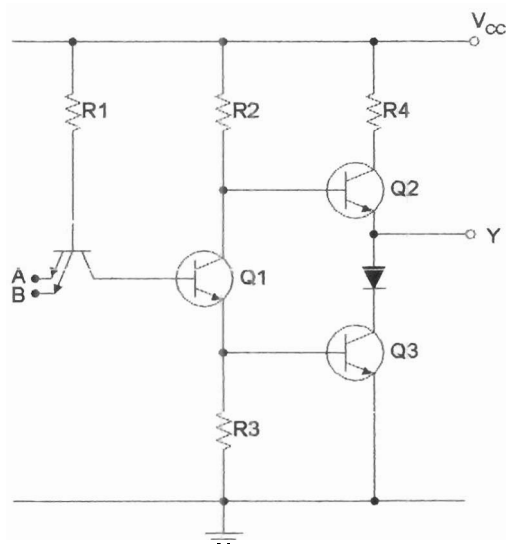
Gambar 6.5. Gerbang NOR

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 55 dari 66	FORMAT MUTU
S O P	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		

Selain realisasi gerbang dengan menggunakan komponen diskrit, dapat juga digunakan rangkaian terintegrasi (*integrated circuit* disingkat IC) yang tersedia banyak di pasaran. Sebagai contoh, pada percobaan chapter ini akan digunakan IC tipe SN7400. IC ini berisi 4 buah gerbang NAND, masing-masing dengan dua input (lihat Gambar 6.6). Sedang diagram rangkaian elektronika dari tiap gerbang, adalah seperti yang terlihat pada Gambar 6.7.



Gambar 6.6



Gambar 6.7

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 56 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

6.4. Tugas Pendahuluan

Pada Gambar 6.1 (c) dan (d), manakah yang merupakan implementasi yang lebih baik untuk gerbang AND? Jelaskan secara detail dengan gambar?


6.5. Percobaan

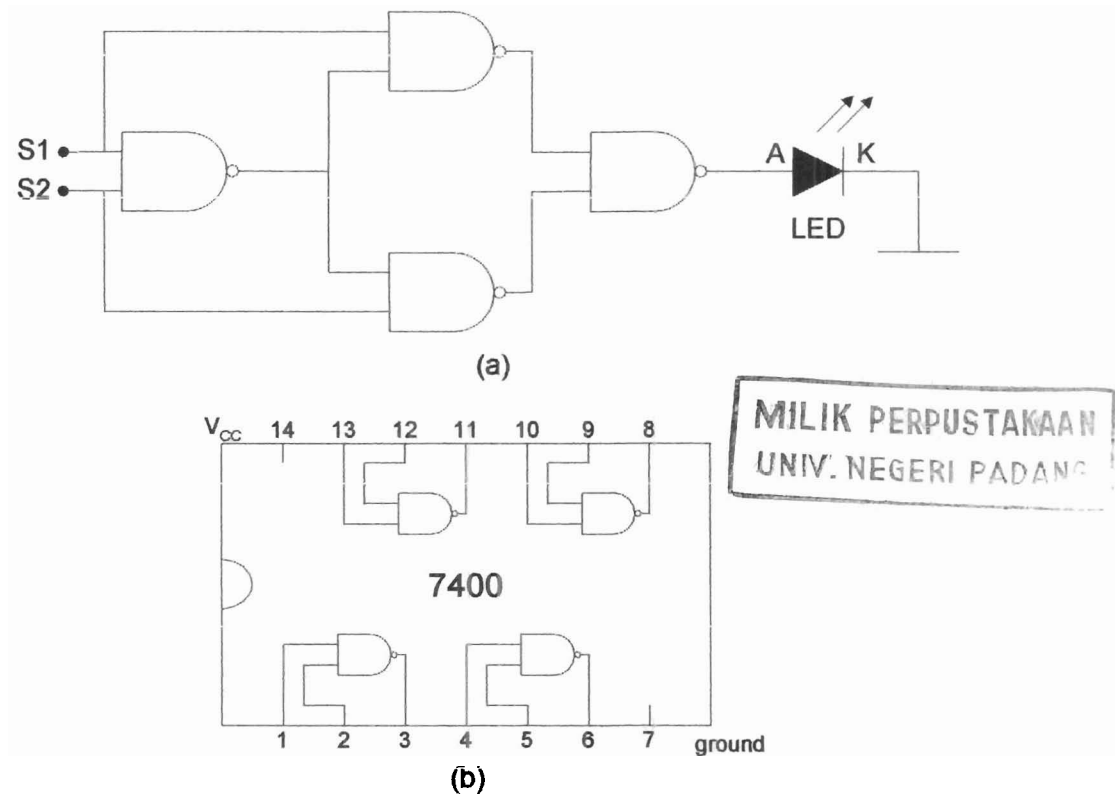
6.5.1. Gerbang AND, OR, NOT, NAND, dan NOR

1. Realisasikan gerbang AND dengan dioda dan resistor dan lakukan percobaan.
2. Dapatkan tabel kebenaran untuk setiap rangkaian (AND, OR, dan NOT). Ukur arus dan tegangan output setiap rangkaian.
3. Kombinasikan rangkaian gerbang AND, NOT, dan OR untuk mendapatkan gerbang NAND dan NOR. Tuliskan tabel kebenarannya, dan ukur tegangan serta hitung arus output setiap rangkaian.
4. Buat tabel kebenaran NAND dari IC type SN 7400.
5. Bentuklah gerbang AND dan OR dari IC NAND SN 7400. Tulislah tabel kebenarannya.
6. Bandingkan hasil perhitungan tegangan dan arus output secara teoritis dengan hasil pengamatan langkah kerja 2 dan 3.
7. Buat kesimpulan tentang percobaan yang dilakukan.

6.5.2. EXOR Dengan Gerbang NAND

1. Buatlah rangkaian seperti Gambar 6.8, dengan menggunakan IC SN 7400

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 57 dari 66	FORMAT MUTU
S O P	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		




Gambar 6.8. Gerbang EXOR Dengan Menggunakan Gerbang NAND

(a) Gambar Rangkaian Dengan NAND

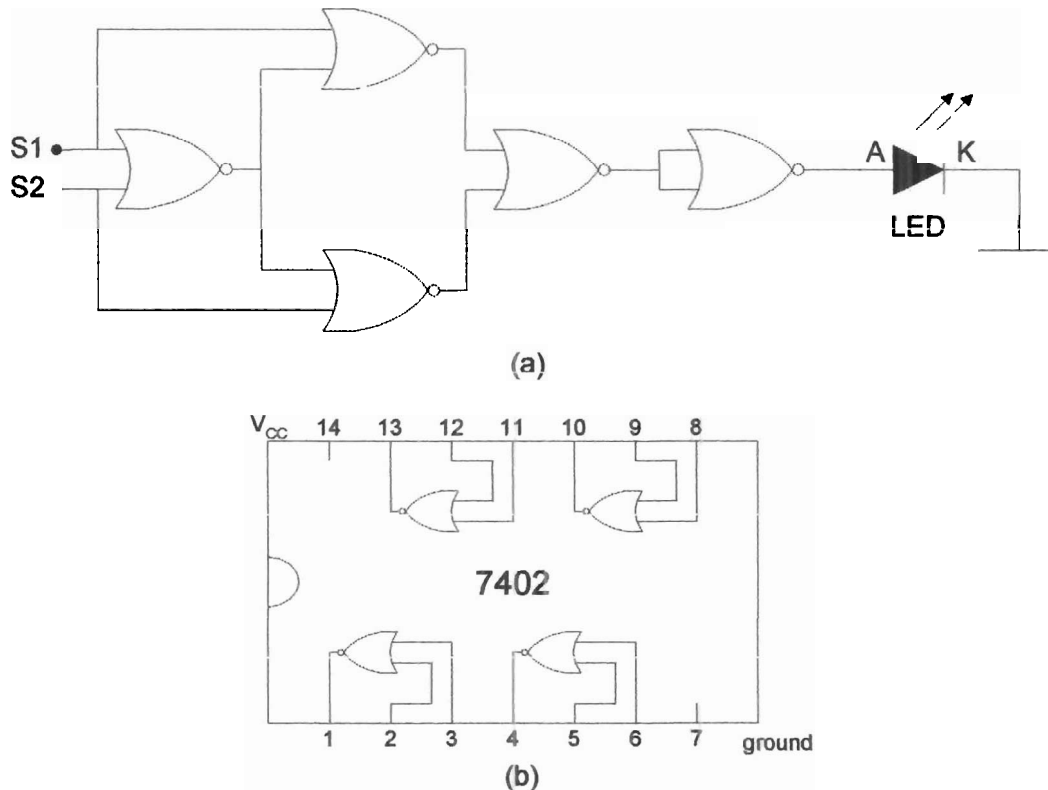
(b) IC SN 7400

2. Hubungkan output gerbang dengan LED
3. Hubungkan S_1 , S_2 dengan input
4. Hubungkan $+V_{CC}$ ke pin 14 dan Ground ke pin 7
5. Hubungan rangkaian dengan power supply 5 Volt
6. Hidupkan power supply
7. Lakukan percobaan dan catat hasilnya dalam Tabel Kebenaran

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 58 dari 66	FORMAT MUTU
S O P	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		

6.5.3. EXOR Dengan Gerbang NOR

1. Buatlah rangkaian seperti Gambar 6.9, dengan menggunakan IC SN 7402




Gambar 6.8. Gerbang EXOR Dengan Menggunakan Gerbang NOR

(a) Gambar Rangkaian Dengan NOR

(b) IC SN 7402

2. Hubungkan output gerbang dengan LED
3. Hubungkan S₁, S₂ dengan input
4. Hubungkan +V_{CC} ke pin 14 dan ground ke pin 7
5. Hubungkan rangkaian dengan power supply 5 Volt
6. Hidupkan power supply


FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 59 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
S O P				

7. Lakukan percobaan dan catat hasilnya dalam Tabel Kebenaran

6.6. Lembaran Kerja

6.6.1. Tugas dan Pertanyaan

1. Buatlah simbol dan tabel kebenaran dari gerbang EXOR !
2. Sebutkan fungsi dan aplikasi dari masing-masing rangkaian logika!

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
 S O P	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 60 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		

PRAKTIKUM ELEKTRONIKA ANALOG DAN DIGITAL

FAKULTAS TEKNIK UNP	JOBSHEET/LABSHEET
JURUSAN : Teknik Elektro	NOMOR : 7
PROGRAM STUDI : Pendidikan Teknik Elektro	WAKTU : 6 jam
KODE : ELO 143	TOPIK : Flip-Flop

7.1. Tujuan Praktikum

Mengetahui dan mempelajari aplikasi-aplikasi lanjutan dari gerbang rangkaian logika.


7.2. Peralatan Praktikum Yang Digunakan

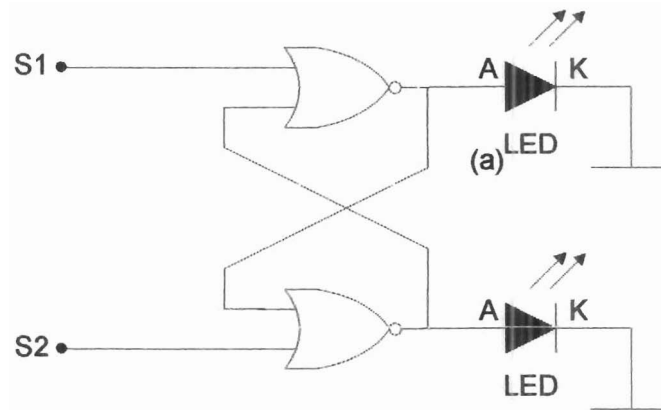
1. Kit Praktikum Rangkaian Flip-Flop
2. Multimeter
3. Sumber Daya
4. Kabel Penghubung

7.3. Teori Singkat

7.3.1. Reset-Set Latch (RS) Flip-Flop Dengan Gerbang NOR

Gambar 7.1 merupakan gambar rangkaian RS Flip-Flop dengan menggunakan gerbang NOR.

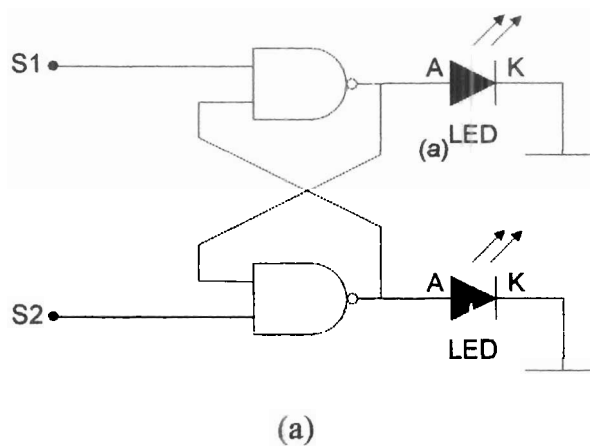
FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 61 dari 66	FORMAT MUTU
	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		
SOP				




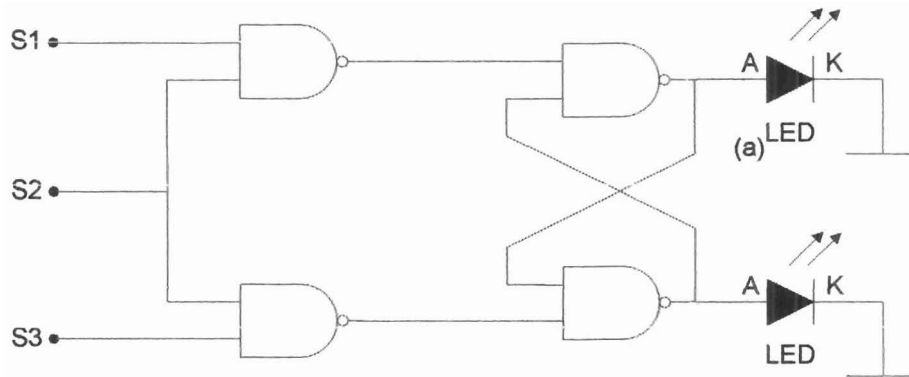
Gambar 7.1. RS Flip-Flop Dengan Gerbang NOR

7.3.2. Reset-Set Latch (RS) Flip-Flop Dengan Gerbang NAND

Gambar 7.2 merupakan gambar rangkaian RS Flip-Flop dengan menggunakan gerbang NOR.



FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 62 dari 66	FORMAT MUTU
S O P	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		

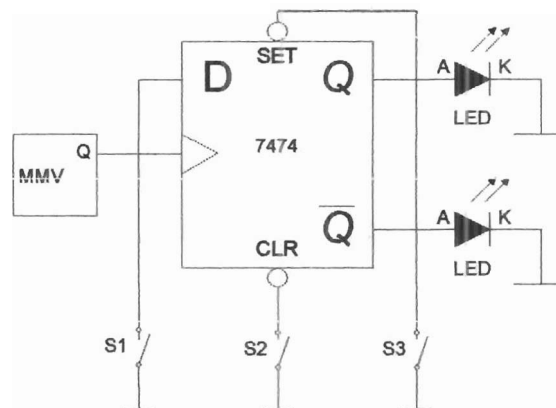


(b)

Gambar 7.2. RS Flip-Flop Dengan Gerbang NAND

7.3.3. D Flip-Flop

Gambar 7.3 merupakan gambar rangkaian D Flip-Flop dengan menggunakan IC SN 7474.



Gambar 7.3. D Flip-Flop Dengan IC SN 7474

7.3.4. T Flip-Flop

Gambar 7.4 merupakan gambar rangkaian T Flip-Flop dengan menggunakan IC SN 7474.

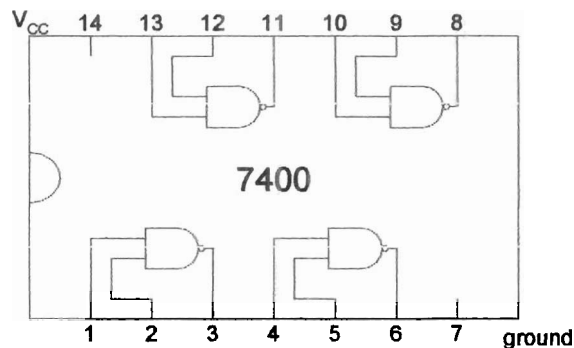
FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 64 dari 66	FORMAT MUTU
S O P	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		

2. Hubungkan output gerbang dengan LED
3. Hubungkan S_1 , S_2 dengan switch
4. Hubungkan $+V_{CC}$ ke pin 14 dan ground ke pin 7
5. Hubungkan rangkaian dengan power supply 5 Volt
6. Hidupkan power supply
7. Lakukan percobaan dan catat hasilnya, serta buat tabel kebenaran

7.5.2. RS Flip-Flop Dengan Gerbang NAND


(A).

1. Buat rangkaian seperti Gambar 7.2 (a), dengan menggunakan IC SN 7400



Gambar 7.6. IC SN 7400

2. Hubungkan output dengan LED
3. Hubungkan S_1 , S_2 dengan switch
4. Hubungkan $+V_{CC}$ ke pin 14 dan ground ke pin 7
5. Hubungkan rangkaian dengan power supply 5 Volt
6. Hidupkan power supply
7. Lakukan percobaan, berikan input yang bervariasi melalui S_1 dan S_2 , kemudian catat hasilnya, serta buat tabel kebenaran

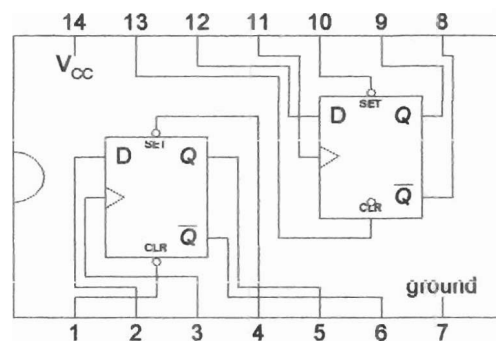
FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 65 dari 66	FORMAT MUTU
S O P	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		

(B).

1. Buat rangkaian seperti Gambar 7.2 (b), dengan menggunakan IC SN 7400
2. Hubungkan output dengan LED
3. Hubungkan S_1, S_2, S_3 dengan switch
4. Hubungkan $+V_{CC}$ ke pin 14 dan ground ke pin 7
5. Hubungkan rangkaian dengan power supply 5 Volt
6. Hidupkan power supply
7. Lakukan percobaan, berikan input yang bervariasi melalui $S_1, S_2,$ dan $S_3,$ kemudian catat hasilnya, serta buat tabel kebenaran


7.5.3. D Flip-Flop Dengan IC SN 7474

1. Buat rangkaian seperti Gambar 7.3, dengan menggunakan IC SN 7474



Gambar 7.7. IC SN 7474

2. Hubungkan output dengan LED
3. Pilih salah satu D flip-flop dengan berpedoman pada Gambar 7.3
4. Hubungkan $+V_{CC}$ ke pin 14 dan ground ke pin 7
5. Hubungkan MMV ke modul percobaan
6. Hubungkan rangkaian dengan power supply 5 Volt
7. Hidupkan power supply

FAKULTAS TEKNIK UNP	PROSEDUR PENYUSUNAN BAHAN AJAR (HAND-OUT, LAB/JOB SHEET, MODUL)			
	Nomor Dokumen F.2 – PPK – 05	Nomor Revisi 0.0	Halaman 66 dari 66	FORMAT MUTU
S O P	Tanggal Terbit 01 – 02 - 2008	Ditetapkan oleh Dekan FT UNP Drs. Ganefri, M.Pd NIP: 131 847 374		

8. Lakukan percobaan, berikan input yang bervariasi melalui input data "D", kemudian catat hasilnya, serta buat tabel kebenaran

7.5.4. T Flip-Flop Dengan IC SN 7474

1. Buat rangkaian seperti Gambar 7.4, dengan menggunakan IC SN 7474
2. Hubungkan output dengan LED
3. Pilih salah satu D flip-flop dengan berpedoman pada Gambar 7.4
4. Hubungkan +V_{CC} ke pin 14 dan ground ke pin 7
5. Hubungkan MMV ke modul percobaan
6. Hubungkan rangkaian dengan power supply 5 Volt
7. Hidupkan power supply
8. Lakukan percobaan, berikan data melalui output \bar{Q} , kemudian catat hasilnya, serta buat tabel kebenaran

7.6. Lembaran Kerja

7.6.1. Tugas dan Pertanyaan

1. Kenapa dikatakan Reset-Set Latch Flip-Flop dan apa fungsinya?
2. Apa perbedaan D FF dan T FF? Jelaskan!
3. Multiplexer dan Demultiplexer termasuk flip-flop. Menurut anda benarkan pernyataan ini? Jelaskan!

MILIK PERPUSTAKAAN
UNIV. NEGERI PADANG