

JOB SHEET PRAKTIKUM

# **ELEKTRONIKA ANALOG DAN DIGITAL**

PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO  
(S-1)



Oleh :

IR. RIKI MUKHAIYAR, ST.,MT., Ph.D.

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2017

## **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, Februari 2017

Penulis,

**Ir. Riki Mukhaiyar, ST.,MT.,Ph.D.**

## DAFTAR ISI

<b>Kata Pengantar .....</b>	<b>i</b>
<b>Daftar Isi .....</b>	<b>ii</b>
<b>I. ELEKTRONIKA ANALOG .....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPTER 1 Dioda .....</b>	<b>1</b>
1.1. Tujuan Praktikum .....	1
1.2. Peralatan Yang Digunakan .....	1
1.3. Teori Singkat .....	1
1.3.1. Karakteristik Dioda .....	2
1.3.2. Dioda Sebagai Penyearah .....	2
1.3.3. Dioda Sebagai Filter .....	3
1.4. Tugas Pendahuluan .....	3
1.5. Percobaan .....	3
1.5.1. Karakteristik Dioda .....	3
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 .....	5
1.6.1. Tugas dan Pertanyaan .....	5
<b>CHAPTER 2 Transistor Bipolar .....</b>	<b>6</b>
2.1. Tujuan Praktikum .....	6
2.2. Peralatan Yang Digunakan .....	6
2.3. Teori Singkat .....	6
2.3.1. Disipasi Kolektor .....	7
2.3.2. Garis Beban DC .....	7
2.3.3. Titik Kerja .....	8
2.4. Tugas Pendahuluan .....	9
2.5. Percobaan .....	9
2.5.1. Rangkaian Uji Coba Transistor .....	9
2.5.2. Karakteristik Transistor .....	10
2.5.3. Garis Beban .....	10

2.5.4. Mengamati Bentuk Gelombang Keluaran .....	10
2.6. Lembaran Kerja .....	11
2.6.1. Tugas dan Pertanyaan .....	11
<b>CHAPTER 3 Penguat Operasional (OP-AMP) .....</b>	<b>12</b>
3.1. Tujuan Praktikum .....	12
3.2. Peralatan Praktikum Yang Digunakan .....	12
3.3. Teori Singkat .....	12
3.3.1. Karakteristik Op-Amp .....	12
3.3.2. Penguat Differensial (Differential Amplifier) .....	14
3.3.3. Op-Amp Dengan Umpan Balik .....	15
3.3.3.1. Penguat Inverting .....	15
3.3.3.2. Penguat Non-Inverting .....	16
3.3.4. Tegangan dan Arus Offset .....	17
3.3.4.1. Tegangan Masukan Offset (Input Offset Voltage) .....	18
3.4. Tugas Pendahuluan .....	20
3.5. Percobaan .....	20
3.5.1. Pengukuran Resistansi Keluaran, $R_o$ .....	20
3.5.2. Pengukuran Penguatan Terbuka .....	22
3.5.3. Pengukuran Resistansi Input, $R_i$ .....	22
3.5.4. Pengukuran Tegangan Offset Input dan Pengaruh Suhu .....	23
3.5.5. Pengukuran Arus Bias dan Arus Offset Input .....	24
3.5.6. Pengukuran CMRR .....	25
3.5.7. Penguat Inverting .....	25
3.5.8. Penguat Non-Inverting .....	26
3.6. Lembaran Kerja .....	27
3.6.1. Tugas dan Pertanyaan .....	27
3.6.1.1. Hasil Pengamatan .....	27
3.6.1.2. Kesimpulan .....	27
3.6.1.3. Perhitungan .....	27
<b>CHAPTER 4 Dasar Penguat .....</b>	<b>28</b>

4.1. Tujuan Praktikum .....	28
4.2. Peralatan Praktikum Yang Digunakan .....	28
4.3. Teori Singkat .....	28
4.3.1. Impedansi Input .....	28
4.3.2. Impedansi Output .....	29
4.3.3. Penguat Daya dan Tegangan .....	30
4.3.4. Fasa Input dan Fasa Output .....	30
4.4. Tugas Pendahuluan .....	30
4.5. Percobaan .....	31
4.5.1. Mencari Impedansi Input .....	31
4.5.2. Mencari Impedansi Output .....	31
4.5.3. Mencari Faktor Penguatan .....	31
4.6. Lembaran Kerja .....	31
4.6.1. Tugas dan Pertanyaan .....	31
<b>CHAPTER 5 Penguat Daya .....</b>	<b>33</b>
5.1. Tujuan Praktikum .....	33
5.2. Peralatan Praktikum Yang Digunakan .....	33
5.3. Teori Singkat .....	33
5.3.1. Penguat Daya Kelas A .....	34
5.3.2. Penguat Daya Kelas B .....	34
5.3.3. Penguat Daya Kelas AB .....	34
5.3.4. Penguat Daya Kelas C .....	35
5.3.5. Penguat Daya Push-Pull .....	36
5.4. Tugas Pendahuluan .....	37
5.5. Percobaan .....	38
5.5.1. Penguat Daya Kelas A .....	38
5.5.2. Penguat Daya Kelas B .....	38
5.5.3. Penguat Push-Pull Kelas B .....	39
5.5.4. Penguat Push-Pull Kelas AB .....	40
5.6. Lembaran Kerja .....	40
5.6.1. Tugas dan Pertanyaan .....	40

<b>II. ELEKTRONIKA DIGITAL .....</b>	<b>41</b>
<b>CHAPTER 6 Rangkaian Logika .....</b>	<b>41</b>
6.1. Tujuan Praktikum .....	41
6.2. Peralatan Praktikum Yang Digunakan .....	41
6.3. Teori Singkat .....	41
6.3.1. Gerbang AND .....	41
6.3.2. Gerbang OR .....	42
6.3.3. Gerbang NOT .....	43
6.3.4. Gerbang NAND .....	44
6.3.5. Gerbang NOR .....	45
6.4. Tugas Pendahuluan .....	46
6.5. Percobaan .....	46
6.5.1. Gerbang AND, OR, NOT, NAND, dan NOR .....	46
6.5.2. EXOR Dengan Gerbang NAND .....	47
6.5.3. EXOR Dengan Gerbang NOR .....	48
6.6. Lembaran Kerja .....	48
6.6.1. Tugas dan Pertanyaan .....	48
<b>CHAPTER 7 Flip-Flop .....</b>	<b>49</b>
7.1. Tujuan Praktikum .....	49
7.2. Peralatan Praktikum Yang Digunakan .....	49
7.3. Teori Singkat .....	49
7.3.1. RS Flip-Flop Dengan Menggunakan Gerbang NOR .....	49
7.3.2. RS Flip-Flop Dengan Menggunakan Gerbang NAND .....	50
7.3.3. D Flip-Flop .....	51
7.3.4. T Flip-Flop .....	51
7.4. Tugas Pendahuluan .....	51
7.5. Percobaan .....	52
7.5.1. RS Flip-Flop Dengan Menggunakan Gerbang NOR .....	52
7.5.2. RS Flip-Flop Dengan Menggunakan Gerbang NAND .....	52
7.5.3. D Flip-Flop Dengan IC SN 7474 .....	53
7.5.4. T Flip-Flop Dengan IC SN 7474 .....	54

7.6. Lembaran Kerja .....	54
7.6.1. Tugas dan Pertanyaan .....	54

# PRAKTIKUM ELEKTRONIKA ANALOG DAN DIGITAL

FAKULTAS TEKNIK UNP	JOBSHEET/LABSHEET
JURUSAN : Teknik Elektro	NOMOR : 1
PROGRAM STUDI : Pendidikan Teknik Elektro	WAKTU : 3 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*.

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.

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  $C = 1000\mu F$  dan frekuensi input = 50 Hz (penyearah jembatan)
3. Terangkan bagaimana cara memperoleh  $R_o$ ?
4. Carilah apa keuntungan dari penambahan komponen induktansi L (*filter LC* dan *filter CLC*) dibandingkan *filter C*, RC, dan CRC.

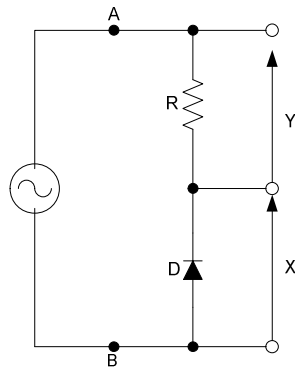
### Catatan :

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

## 1.5. Percobaan

### 1.5.1. Karakteristik Dioda

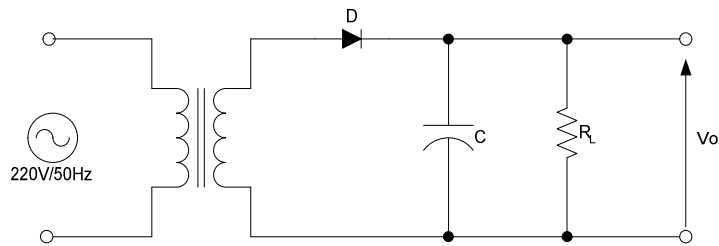
1. Buatlah rangkaian percobaan seperti Gambar 1.1.
2. Hubungkan terminal X dan Y ke kanal CRO.
3. Dengan mengubah-ubah besar tegangan masukan  $V_i$  amati dan catat tegangan *cut-in*, tegangan *breakdown* dan bentuk karakteristik dioda.
4. Ulangi untuk beberapa jenis dioda lainnya.



Gambar 1.1. Pengukuran Karakteristik Dioda

### 1.5.2. Dioda Sebagai Penyearah Gelombang Setengah dan *Filter*

1. Buat rangkaian penyearah gelombang setengah (Gambar 1.2).



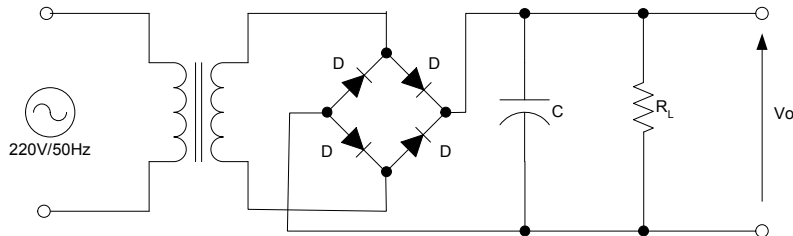
Gambar 1.2. Penyearah Setengah-Gelombang

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.



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,  $R_o$ !
  - 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!

# PRAKTIKUM ELEKTRONIKA ANALOG DAN DIGITAL

FAKULTAS TEKNIK UNP	JOB SHEET/LAB SHEET
JURUSAN : Teknik Elektro	NOMOR : 2
PROGRAM STUDI : Pendidikan Teknik Elektro	WAKTU : 3 jam
KODE : ELO 143	TOPIK : Transistor Bipolar (Karakteristik transistor bipolar)

## 2.1. Tujuan Praktikum

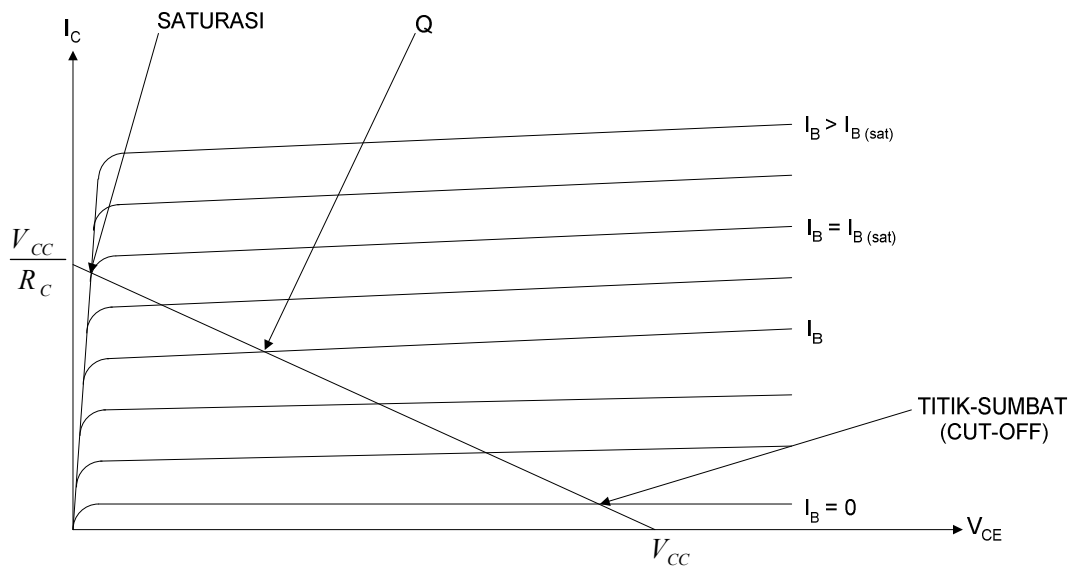
Mempelajari karakteristik  $I_C$ - $V_{CE}$  transistor dan pengertian mengenai garis beban serta titik kerja.

## 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

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.



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

### 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 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 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

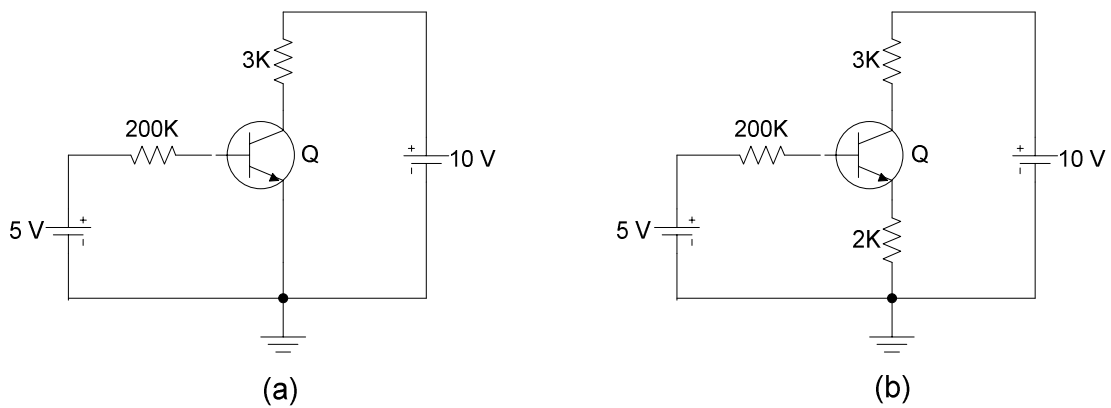
Dengan hadirnya sinyal  $V_i$ , titik kerja akan digeser dari posisi awal, naik-turun sepanjang garis beban sesuai dengan perubahan sinyal. Sinyal masukan ini mungkin saja membawa titik kerja di garis beban  $I_C$ - $V_{CE}$ , ke batas atas (A) atau batas bawah (B). Pada batas atas (kiri), arus mengalir 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

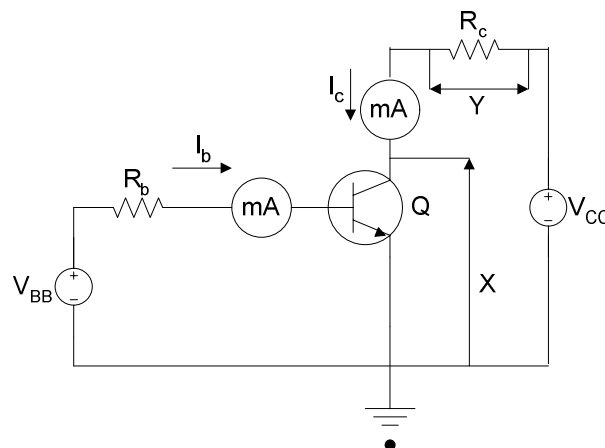
1. Tentukan besar arus  $I_B$  dan  $I_C$  rangkaian transistor Gambar 2.2 (a). Dimana  $\beta = 100$  dan  $I_{CO} = 20 \text{ nA}$
2. Lakukan hal serupa untuk Gambar 2.2 (b)



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  $I_C$ .

### **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. Aturlah  $I_B$  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.

## 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?

# PRAKTIKUM ELEKTRONIKA ANALOG DAN DIGITAL

FAKULTAS TEKNIK UNP	JOB SHEET/LAB SHEET
JURUSAN : Teknik Elektro	NOMOR : 3
PROGRAM STUDI : Pendidikan Teknik Elektro	WAKTU : 3 jam
KODE : ELO 143	TOPIK : Penguat Operational (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

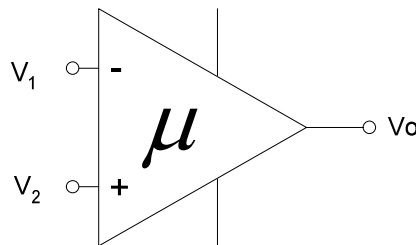
Op-Amp alias penguat operasional memiliki karakteristik sebagai berikut :

- 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

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  $180^\circ$  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).

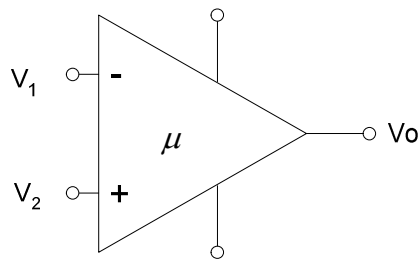


Gambar 3.1

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

### 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  $\mu$ , 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 :

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

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

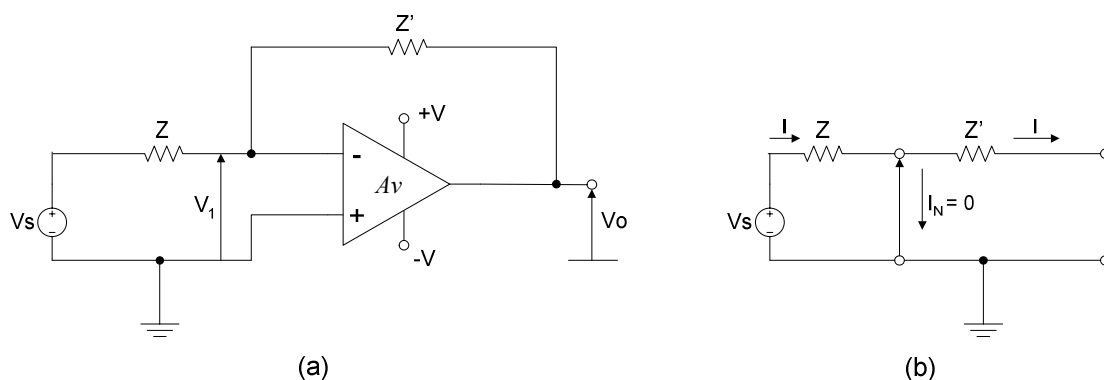
#### 3.3.3.1. Penguat Inverting

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.

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*.



Gambar 3.3. Penguat Inverting

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

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

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).

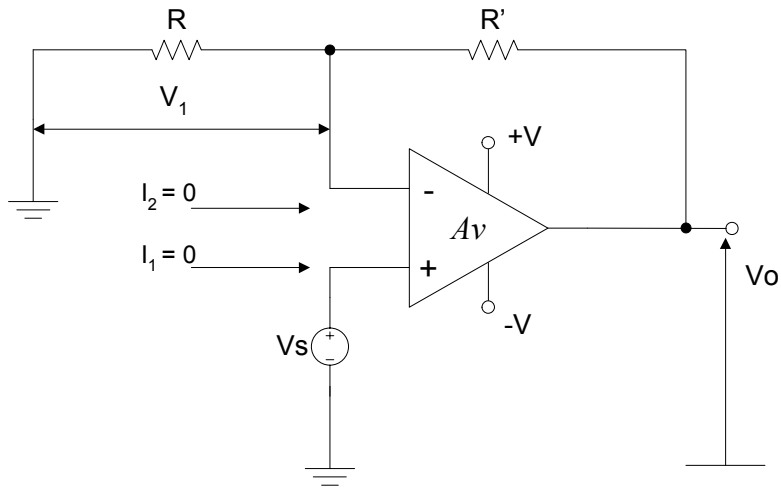
Gambar yang terputus-putus merupakan impedansi Miller, yaitu impedansi umpan-balik  $Z'$  yang terpaksa di”pindah”kan ke sisi masukan dan ke sisi keluaran. Pemindahan ini dilakukan untuk mempermudah analisis. Penguatan dengan umpan balik sekarang,  $A_{inv}$ ,

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

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 =  $\mu$ . Dengan  $\mu$  Op-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,

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

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

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

Terlihat penguatan pada konfigurasi *non inverting* selalu lebih besar dari 1. Kondisi istimewa, yaitu dimana  $R = \infty$  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

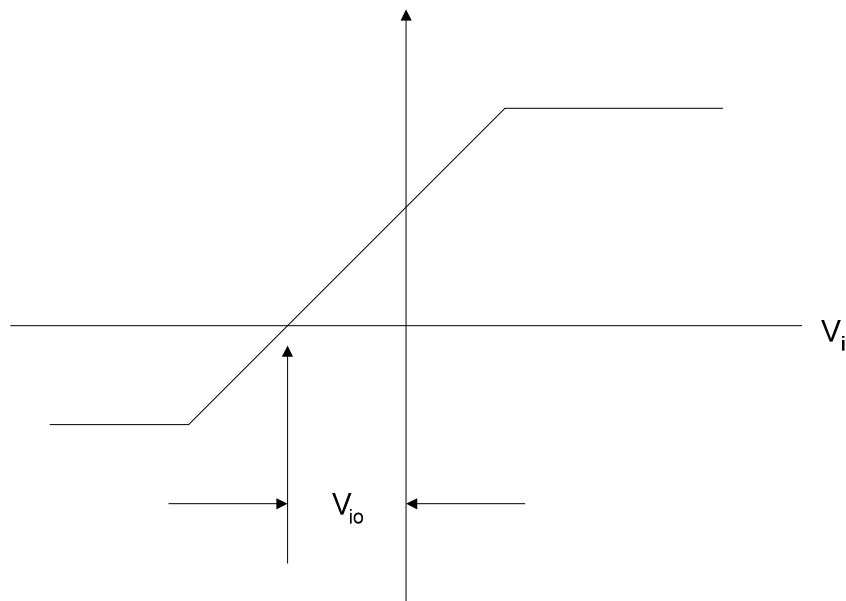
Op-Amp yang ideal akan memberikan tegangan keluaran ideal,  $V_o = 0$ , bila tegangan masukan  $V$  (*inverting*) =  $V$  (*non-inverting*).



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.



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.

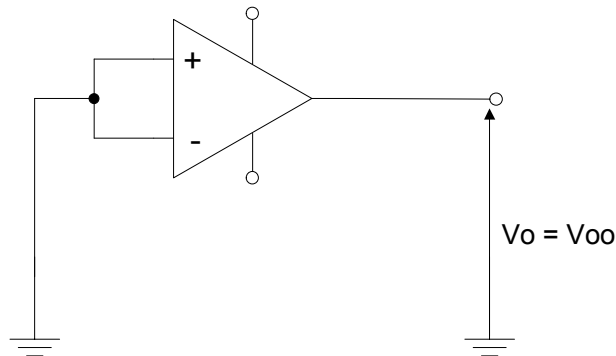
$$I_B = \frac{I_{B1} + I_{B2}}{2} \dots\dots\dots [11]$$

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 :  $\Delta I_{io} / \Delta T$

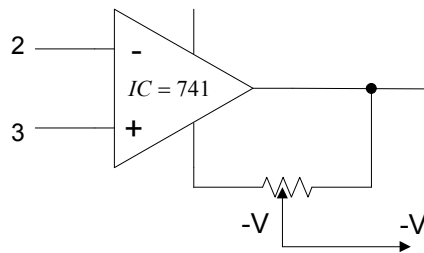
**Tegangan Output Offset (Output Offset Voltage),  $V_{oo}$ .** Beda tegangan DC yang timbul antara terminal keluaran dengan *ground* (atau antara dua terminal keluaran untuk jenis Op-Amp yang memiliki dua buah keluaran) pada kondisi kedua terminal masukannya di-*ground*.



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

**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.

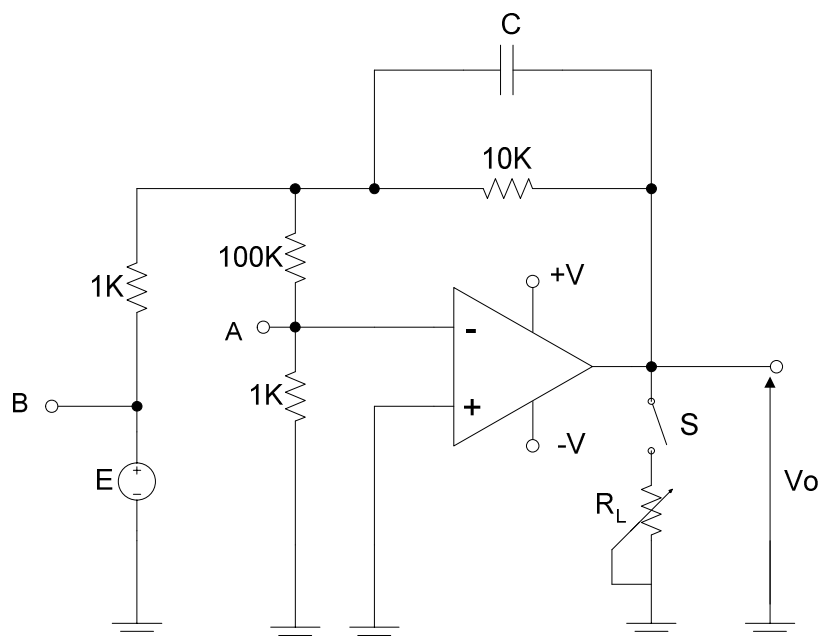
Tipe lainnya 356 dan 741, adalah generasi kedua dari penguat operasional, Op-Amp memiliki rangkaian penguat differensial dua tingkat dan dilengkapi dengan rangkaian kompensasi internal, serta pengamanan masukan dan keluaran. Parameter statis yang dijamin oleh pabrik pembuat IC Op-Amp dituliskan pada 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*),  $A_v$
3. Resistansi Masukan,  $R_{in}$
4. Arus dan Tegangan Offset Masukan
5. Arus Bias
6. CMRR

### 3.5.1. Pengukuran Resistansi Keluaran, $R_o$

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  $V_o$  tanpa beban.
4. Kemudian pasang beban dan atur  $R_L$  hingga  $V_o = 0.5 \times V_o(\text{awal})$
5. Dalam keadaan ini  $R_o = R_L$ . Ukurlah  $R_L$  ini (lepaskan  $R_L$  dari rangkaiannya terlebih dulu)
6. Catat  $R_o$  dari hasil pengukuran ini.
7. Ulangi langkah kerja 2 s.d. 6 untuk Op-Amp lainnya.



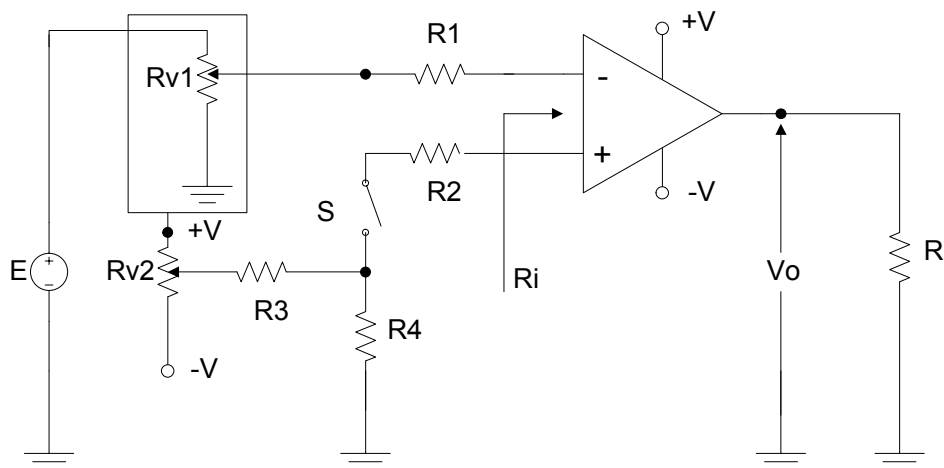
Gambar 3.8

### 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 RL 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.

### 3.5.3. Pengukuran Resistansi Input, $R_i$

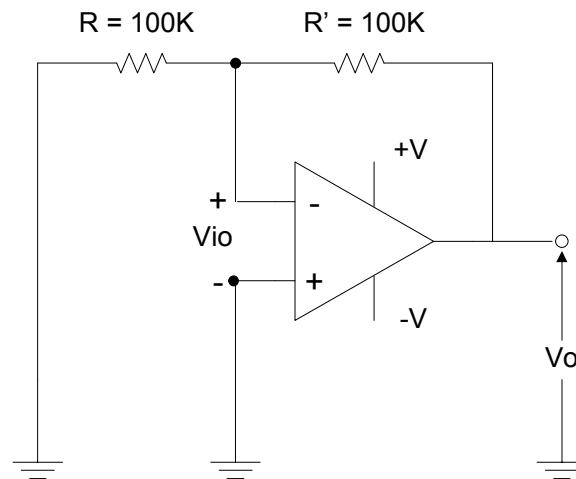
1. Buat rangkaian seperti Gambar 3.9 (bila Op-Amp adalah tipe TL081, buat rangkaian offset dan atur offset terlebih dahulu)



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

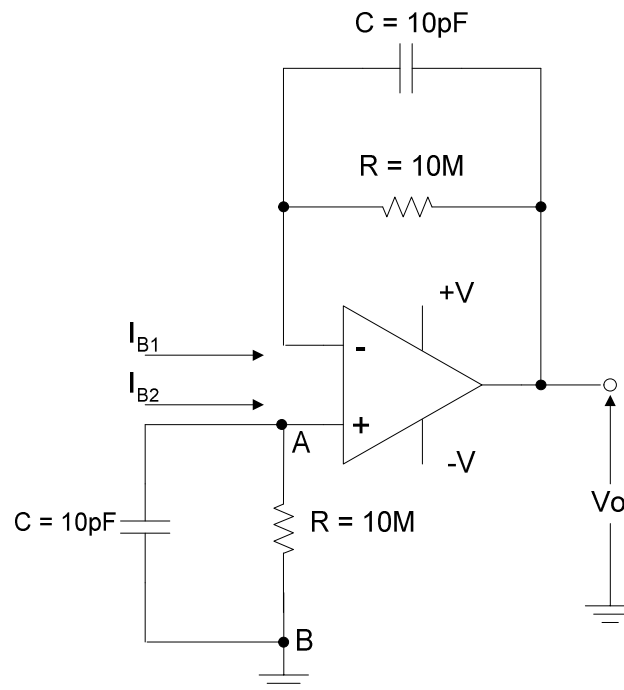
### 3.5.4. Pengukuran Tegangan Offset Input dan Pengaruh Suhu



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

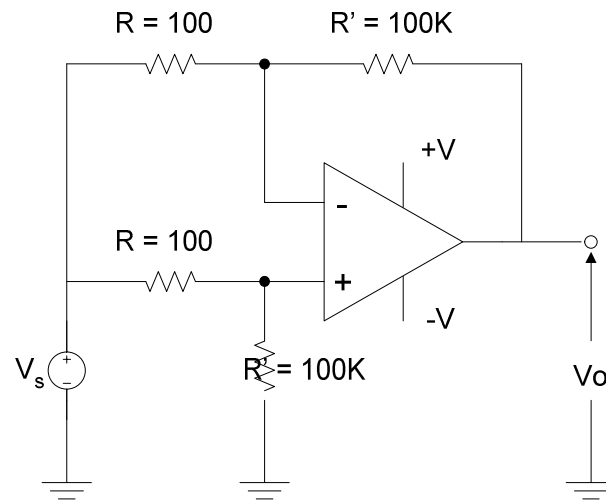
### 3.5.5. Pengukuran Arus Bias dan Arus Offset Input



Gambar 3.11

1. Buat rangkaian seperti Gambar 3.11
2. Terminal-A dihubungkan 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 dihubungkan 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

### 3.5.6. Pengukuran CMRR



Gambar 3.12

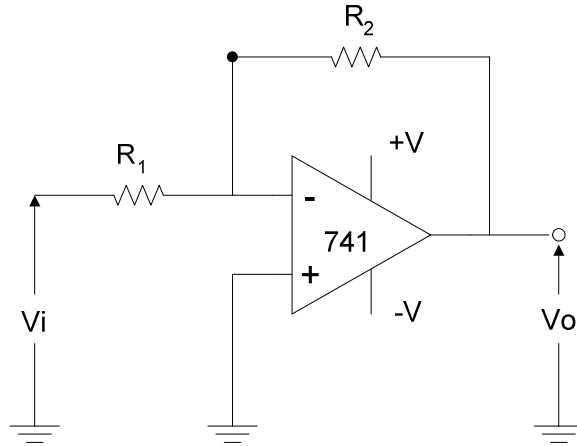
1. Buat rangkaian seperti Gambar 3.12
2. Buat harga tegangan  $V_s$  sehingga  $V_i$  masih pada batas-batas kemampuan Op-Amp dan atur frekuensi pada 100Hz. Lihat spesifikasi di lembar data
3. Catat harga tegangan  $V_o$  pada nilai  $V_s$  tersebut
4. Hitung nilai CMRR,  $CMRR = \frac{R + R'V_s}{r.V_o}$

### 3.5.7. Penguat Inverting

1. Buat rangkaian seperti Gambar 3.13
2. Tabelkan resistor yang diberikan dari yang kecil  $R_a$  sampai dengan yang besar  $R_d$
3. Hubungkan sumber daya ke Op-Amp, sebelumnya diatur dulu tegangan sesuai dengan yang di data sheet
4. Pilih  $R_1$  dan  $R_2$  diantara resistor  $R_a$ ,  $R_b$ ,  $R_c$  sesuai dengan tabel
5. Tegangan DC = 0.1 Volt diberikan untuk  $V_i$
6. Nyalakan tegangan sumber daya
7. Ukur tegangan keluaran  $V_o$  dan catat!
8. Ulangi untuk harga  $R_1$  dan  $R_2$  yang berlainan sesuai dengan data pengamatan



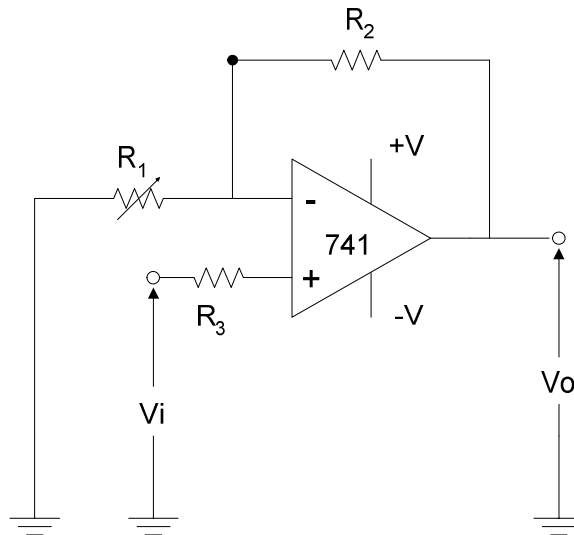
9. Ulangi langkah kerja 4 s.d. 8 dengan tegangan input berupa sinyal sinus dengan frekuensi 1000Hz dan amplitudo puncak 100mV



Gambar 3.13

### 3.5.8. Penguat Non-Inverting

1. Buatlah rangkaian percobaan seperti Gambar 3.14
2. Buat tabel harga resistor yang tersedia mulai dari yang terkecil  $R_a$ , sampai dengan yang terbesar  $R_e$



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  $V_1$  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.

##### **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!

# PRAKTIKUM ELEKTRONIKA ANALOG DAN DIGITAL

FAKULTAS TEKNIK UNP	JOBSHEET/LABSHEET
JURUSAN : Teknik Elektro	NOMOR : 4
PROGRAM STUDI : Pendidikan Teknik Elektro	WAKTU : 3 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

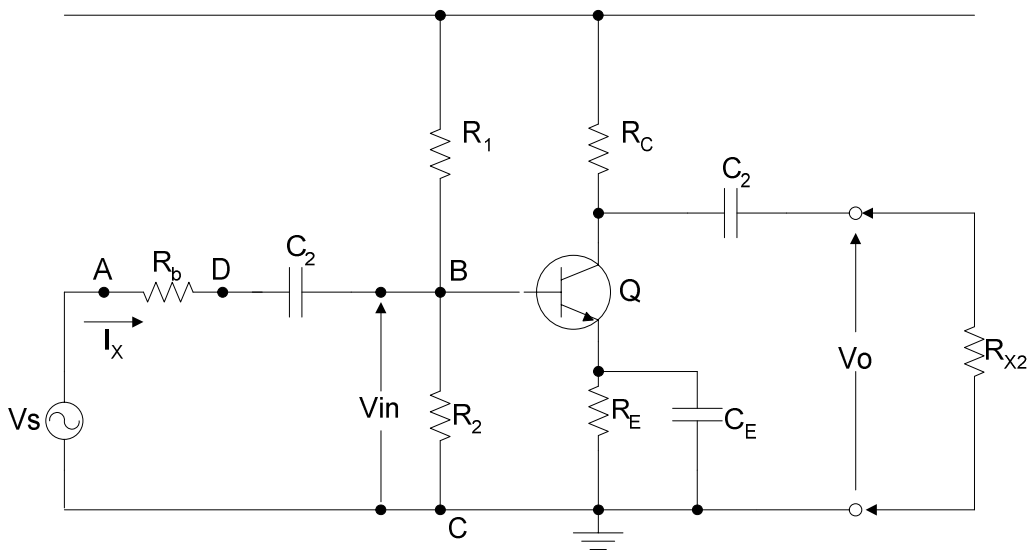
1. Kit Praktikum Dasar Penguat
2. CRO
3. Generator Sinyal
4. Sumber Daya
5. Multimeter
6. Kabel Penghubung

### 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.

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



Gambar 4.1

Ada dua cara untuk mengukur impedansi input, yaitu :

**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.

**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.

## 4.4. Tugas Pendahuluan

1. Hitung besarnya impedansi input, impedansi output, dan penguatan daya rangkaian penguat Gambar 4.1
2. Jelaskan cara mengukur impedansi input dan output dengan metoda penggunaan resistor variabel  $R_x$ .

## 4.5. Percobaan

### 4.5.1. Mencari Impedansi Input

1. Hubungkan  $R_E = 4.7\Omega$  di emitor transistor.  $V_{CC} = 12$  Volt, dan aturlah  $V_s = 100\text{mVpp}$  (tegangan puncak-puncak). Jaga agar  $V_s$  konstan selama melakukan percobaan.
2. Atur  $R_{X1}$  sehingga diperoleh  $V_{BC} = 50$  mVpp. Kemudian ukur dan catat harga  $R_{X1}$ .
3.  $R_E$  diganti menjadi  $47\Omega$ . Ulangi langkah kerja 2!
4. Dengan menggunakan kabel penghubung. Hubungkan  $C_E = 10\mu$

### 4.5.2. Mencari Impedansi Output

1. Masih dengan rangkaian percobaan *Mencari Impedansi Input*, langkah kerja 4. Resistor  $R_{X1}$  dihubung singkat.  $V_{CC} = 12$  Volt. Ukur dan catat tegangan  $V_o$  pada keadaan terbuka (tanpa  $R_{X2}$ )
2. Hubungkan  $R_{X2}$  pada output sebagai beban; sinyal input dijaga konstan dengan menghubungkan serikan kapasitor dan  $R_{X2}$ .
3. Atur  $R_{X2}$  sehingga diperoleh  $V_o$  sama dengan separuh nilai tegangan tanpa beban. Ukur dan catat harga  $R_{X2}$ .

### 4.5.3. Mencari Faktor Penguatan

1. Rangkaian penguat sama dengan Gambar 4.1, dengan  $R_{X1}$  dihubung singkat, dan  $R_E = 4.7\Omega$ .
2. Buat  $V_s = 100$  mVpp dan  $V_{CC} = 12$  Volt. Amati bentuk tegangan input dan output di CRO, dan catat harga tegangannya.
3. Ulangi untuk percobaan  $47\Omega$ .
4. Dengan menggunakan kabel penghubung, hubungkan kapasitor  $C_E = 10\mu\text{F}$  paralel dengan  $R_E = 47\Omega$ . Ulangi langkah kerja 2.

## 4.6. Lembaran Kerja

### 4.6.1. Tugas dan Pertanyaan

Gunakan tabel karakteristik transistor 2N2219

1. Dari hasil percobaan, hitung nilai impedansi input dan impedansi output untuk harga  $R_E = 4.7\Omega$ ,  $R_E = 47\Omega$ , dan  $R_E = 47\Omega$  paralel dengan  $C_E = 10\mu F$ .
2. Jelaskan pengaruh  $R_1$ ,  $R_2$ , dan  $R_E$  terhadap impedansi input!
3. Dari hasil percobaan, hitung besar penguatan daya untuk masing-masing harga  $R_E$
4. Apakah pengaruh pembebanan terhadap penguatan tegangan? Jelaskan!

# PRAKTIKUM ELEKTRONIKA ANALOG DAN DIGITAL

FAKULTAS TEKNIK UNP	JOB SHEET/LAB SHEET
JURUSAN : Teknik Elektro	NOMOR : 5
PROGRAM STUDI : Pendidikan Teknik Elektro	WAKTU : 3 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

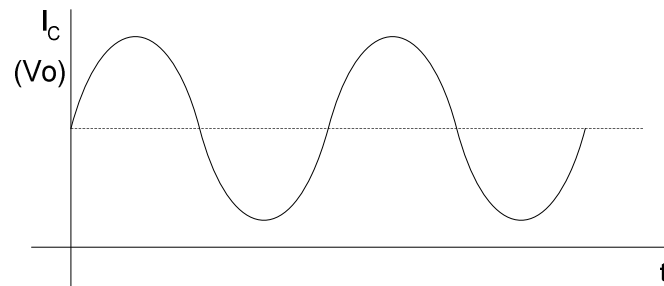
1. Kit Praktikum Penguat Daya
2. CRO
3. Generator Sinyal
4. Distorsimeter
5. mA-meter DC
6. Voltmeter DC
7. Kabel Penghubung

## 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.



### 5.3.1. Penguat Daya Kelas A

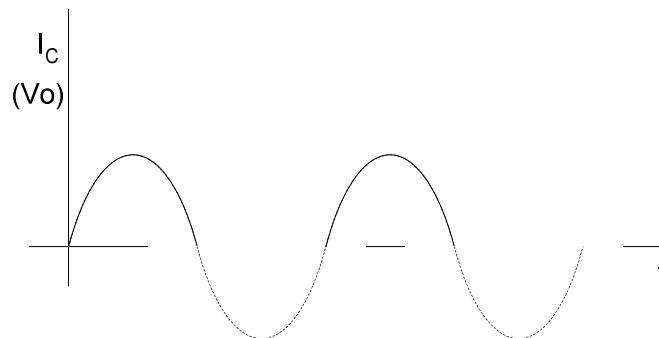


Gambar 5.1. Sinyal Keluaran Penguat Kelas A

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

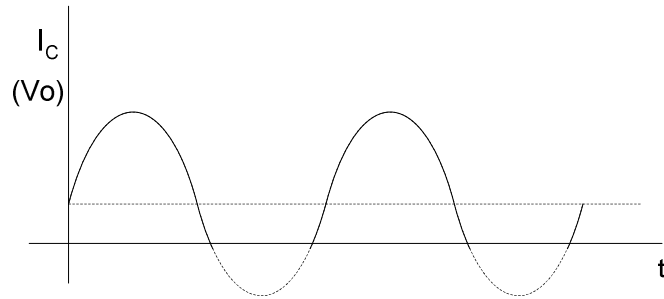
Titik-kerja transistor diatur dan dipilih tepat di titik *cut-off*-nya. Dalam keadaan tanpa sinyal, transistor tidak aktif. Baru dengan sinyal input, sinyal output akan ada. Dalam hal ini bentuk sinyal output adalah setengah gelombang. Gambar 5.2 menunjukkan bentuk sinyal output penguat daya kelas B.



Gambar 5.2. Sinyal Output Penguat Kelas B

### 5.3.3. Penguat Daya Kelas AB

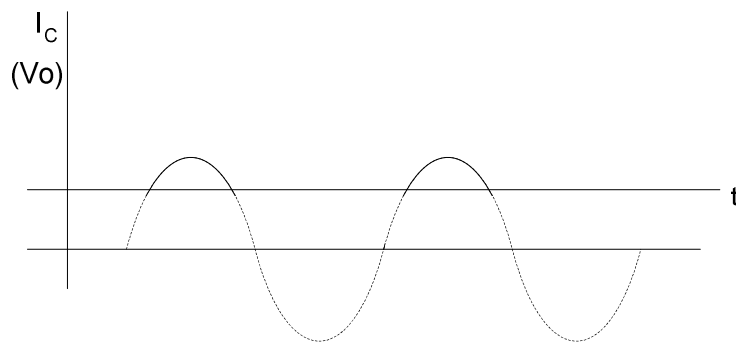
Titik-kerja transistor penguat dipilih sedikit di atas titik *cut-off*-nya. Titik kerja terletak antara kelas A dan kelas B. Penguat akan mengeluarkan sinyal dengan bentuk sedikit lebih besar dari setengah gelombang tetapi lebih kecil dari gelombang penuh. Gambar 5.3 menunjukkan bentuk sinyal output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

Setiap kelas penguat mempunyai efisiensi yang didefinisikan :

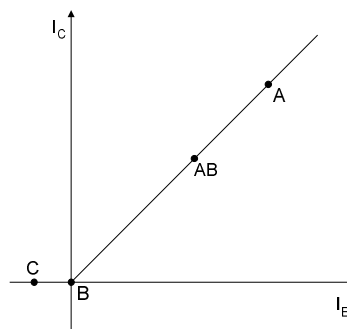
$$\eta = \frac{\text{daya AC yang diberikan ke beban}}{\text{daya DC yang diambil dari sumber daya}} \times 100\% \dots\dots\dots [5.1]$$

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.

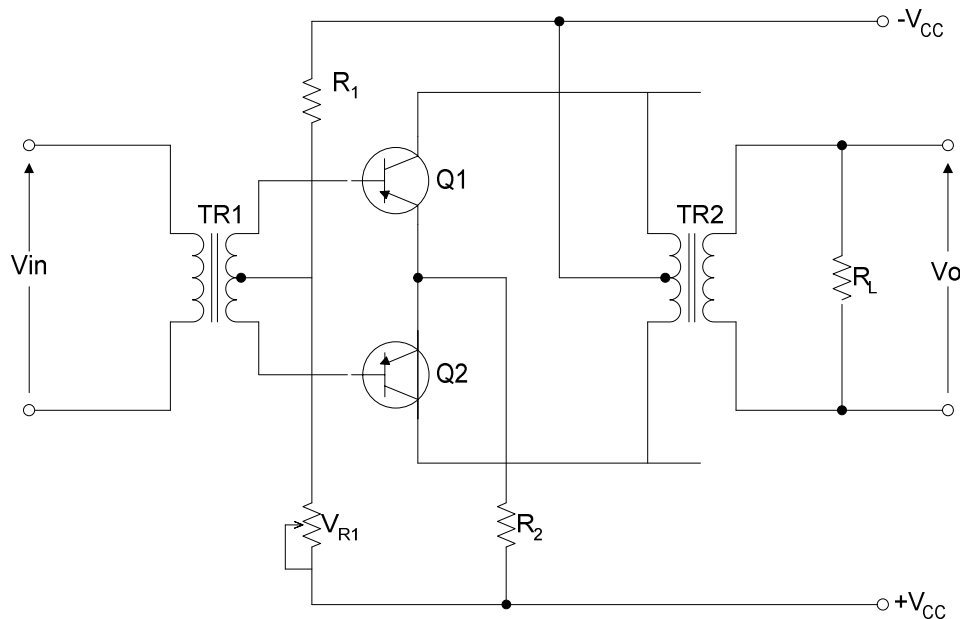
Untuk memperoleh efisiensi lebih tinggi dengan cacat gelombang output yang kecil, dipakai rangkaian *push-pull* kelas AB atau kelas B. Karakteristik dinamis dengan letak titik-kerja masing-masing kelas penguat diperlihatkan Gambar 5.5.



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

### 5.3.5. Penguat Daya *Push-Pull*

Pada penguat transistor dengan input berupa sinyal besar (maka disebut penguat daya), distorsi sinyal output akan terjadi karena disebabkan oleh ketidak linieran karakteristik transfer (alih) dari penguat. Lihat Gambar 5.5. Distorsi atau cacat ini dapat dihilangkan dengan menggunakan rangkaian penguat *push-pull*.



Gambar 5.6. Rangkaian Penguat *Push-Pull*

Rangkaian penguat mempergunakan dua buah transistor yang identik (sama karakteristiknya), dimana masing-masing akan menguatkan sinyal secara bergantian. Sinyal input di kedua transistor tersebut mempunyai amplitudo sama tetapi berbeda fasa  $180^\circ$ . Trafo output dipakai untuk memisahkan beban dari penguat.

Seperti penguat biasa, penguat *push-pull* juga dapat diklasifikasikan menjadi penguat *push-pull* kelas AB dan kelas B. Penggunaan penguat jenis kelas AB ternyata mendatangkan cacat jenis baru. Sinyal output dari masing-masing penguat, tidak "sambung". Cacat ini disebut cacat *cross over*. Untuk menghilangkannya, dipergunakan penguat *push-pull* kelas B.

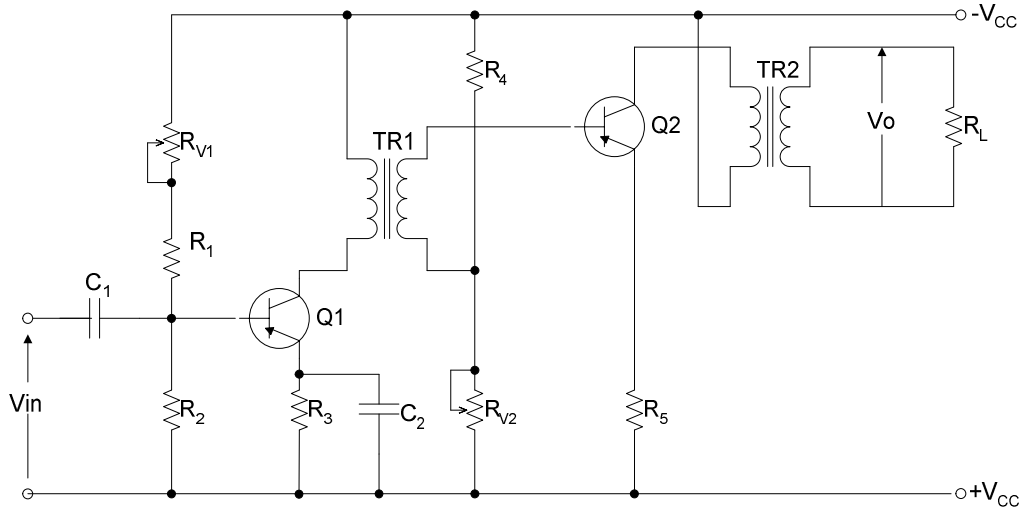
#### 5.4. Tugas Pendahuluan

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.

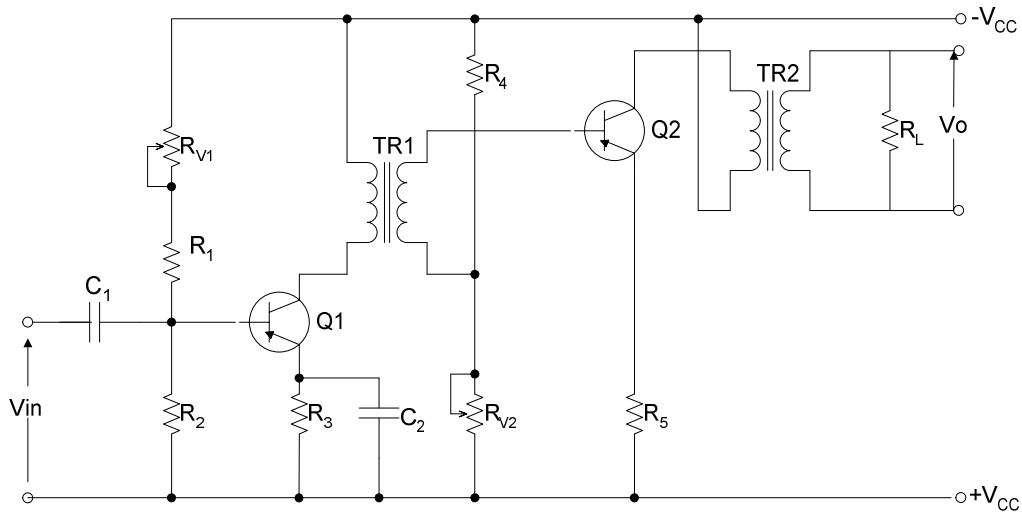


Gambar 5.7. Rangkaian Penguat Daya Kelas A

1. Hubungkan generator sinyal (1 kHz) ke input rangkaian
2. Ukur arus kolektor transistor Q<sub>2</sub> dan tegangan output V<sub>o</sub> untuk berbagai macam input.
3. Perhatikan batas arus maksimum = 60 mA (jangan dilampaui). Atur tahanan variabel R<sub>V2</sub> dan amati sinyal output hingga diperoleh bentuk sinyal bebas *distorsi*.
4. Catat tegangan input pada saat output tepat menjadi *distorsi*. (R<sub>V2</sub> 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.

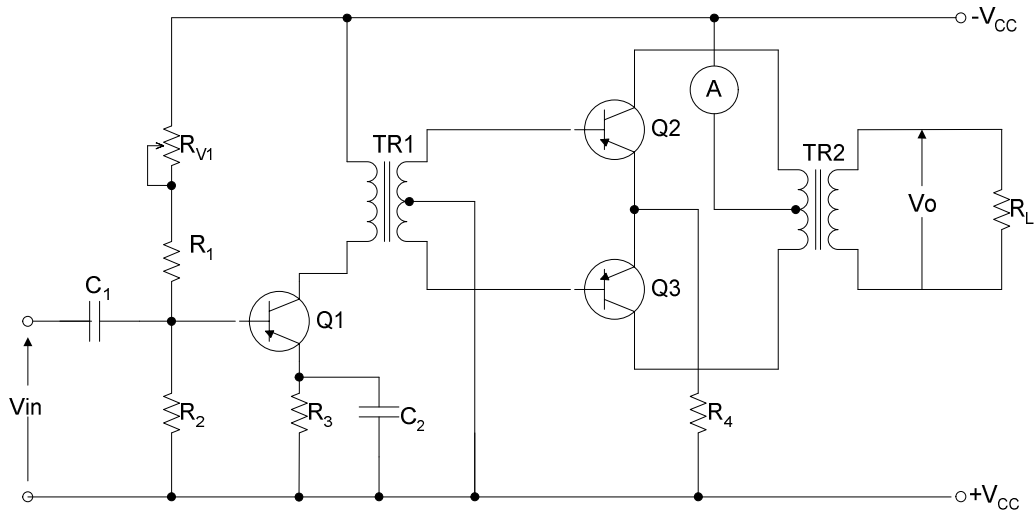


Gambar 5.8. Rangkaian Penguat Daya Kelas B

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.

### 5.5.3. Penguat *Push-Pull* Kelas B

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



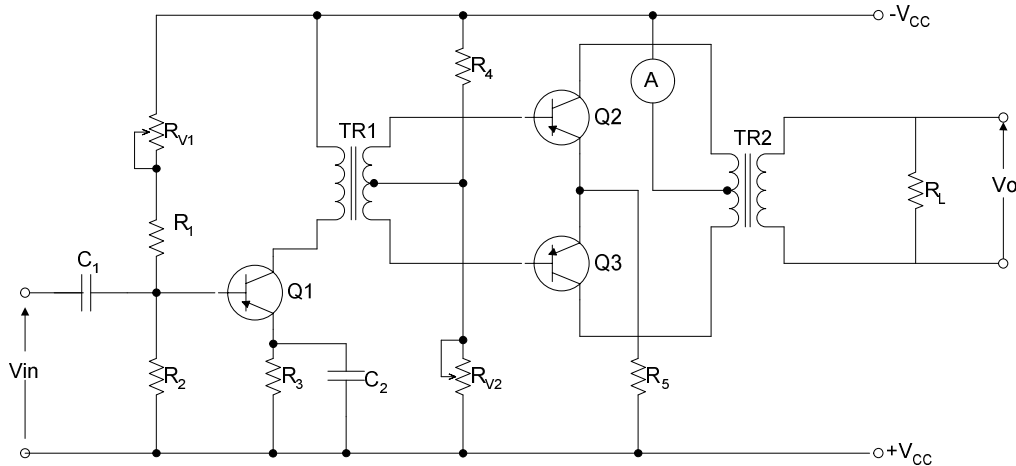
Gambar 5.9. Rangkaian *Push-Pull* Kelas B

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.



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

# PRAKTIKUM ELEKTRONIKA ANALOG DAN DIGITAL

<b>FAKULTAS TEKNIK UNP</b>	<b>JOBSHEET/LABSHEET</b>
JURUSAN : Teknik Elektro	NOMOR : 6
PROGRAM STUDI : Pendidikan Teknik Elektro	WAKTU : 3 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

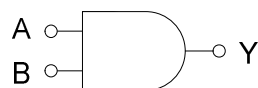
1. Kit Praktikum Rangkaian Logika
2. Multimeter
3. Sumber Daya
4. Kabel Penghubung

## 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*).

### 6.3.1. Gerbang AND

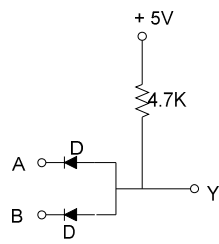


(a)

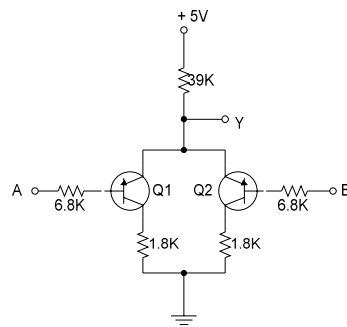
A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

(b)





(c)



(d)

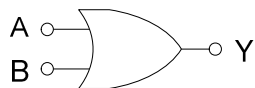
Gambar 6.1. Gerbang AND :

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

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

### 6.3.2. Gerbang OR

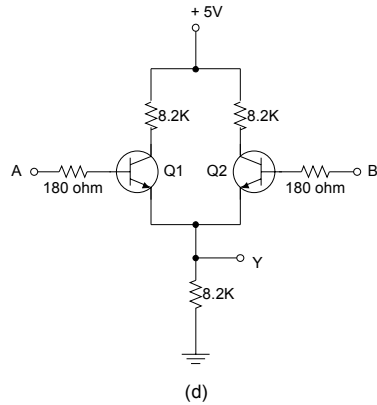
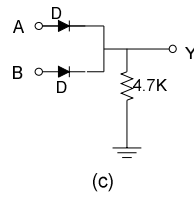
Gambar 6.2 adalah simbol, tabel kebenaran, rangkaian dioda, dan rangkaian transistor dari gerbang OR.



(a)

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

(b)

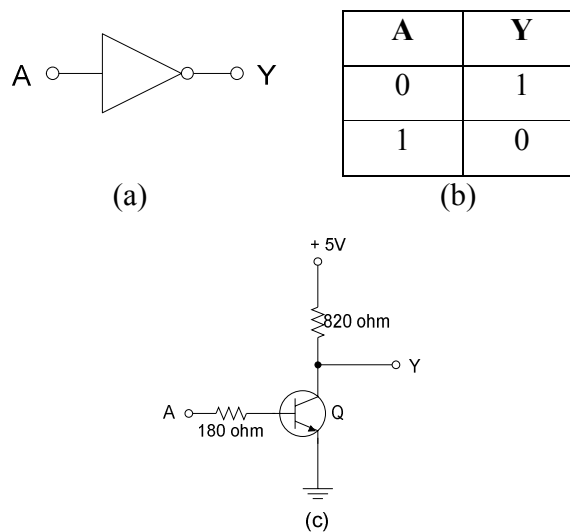


Gambar 6.2. Gerbang OR :

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

### 6.3.3. Gerbang NOT

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

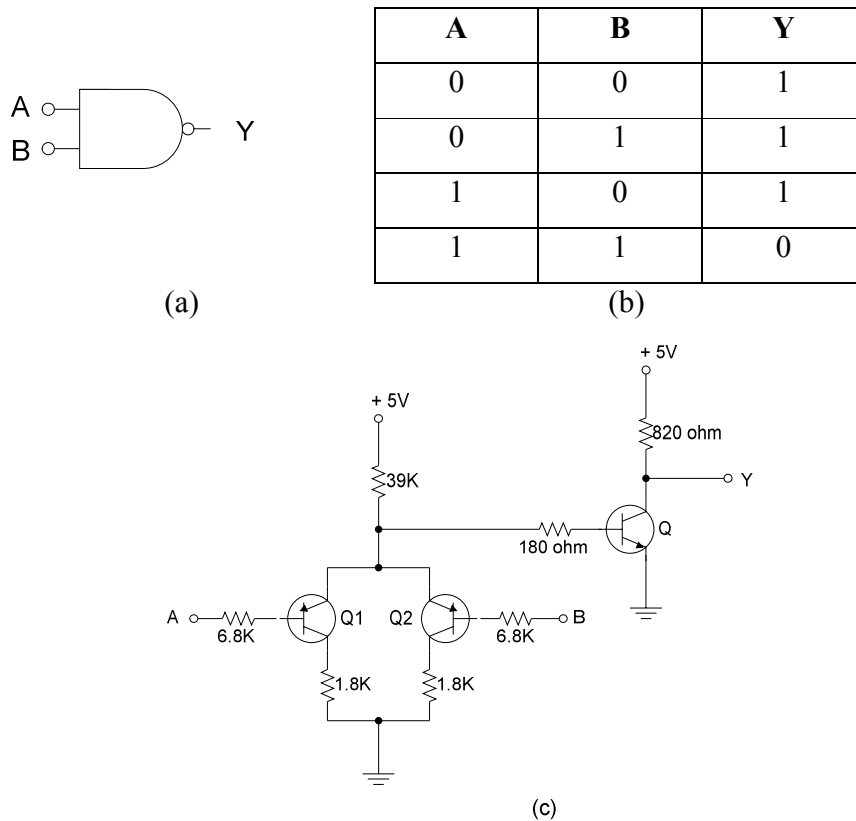


Gambar 6.3. Gerbang NOT :

- (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.

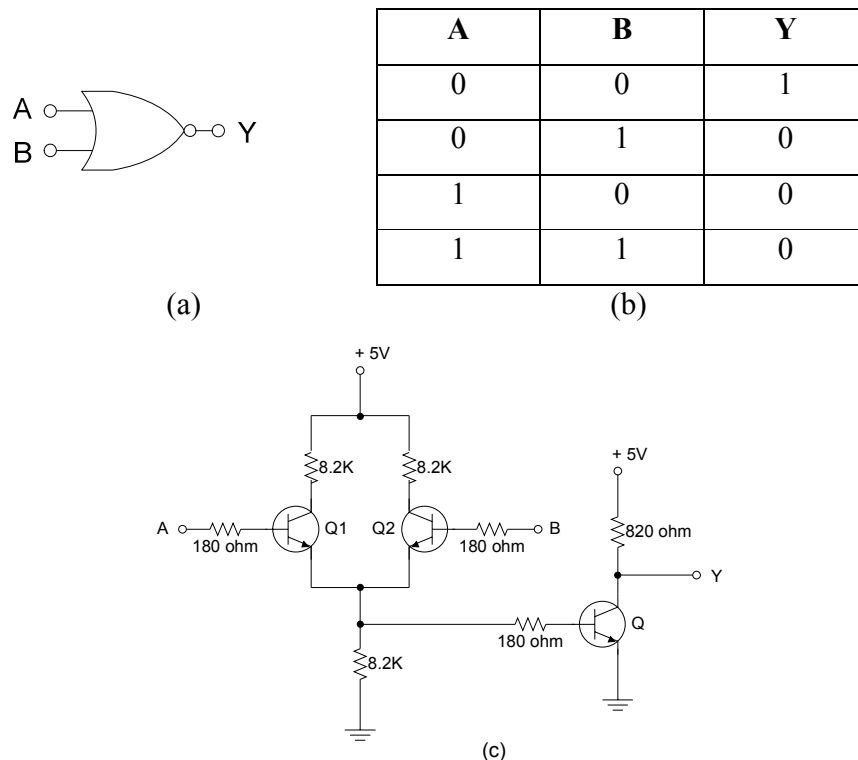


Gambar 6.4. Gerbang NAND :

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

### 6.3.5. Gerbang NOR

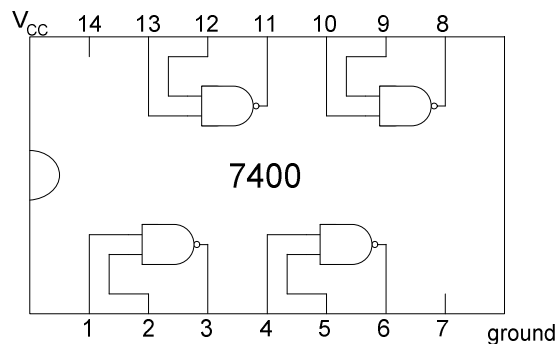
Gambar 6.5 adalah simbol, tabel kebenaran, dan rangkaian transistor dari gerbang NOR.



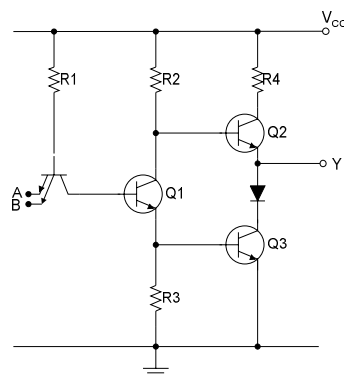
Gambar 6.5. Gerbang NOR :

- (a) Simbol Gerbang NOR
- (b) Tabel Kebenaran Gerbang NOR
- (c) Rangkaian Transistor Untuk Gerbang NOR

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

#### 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

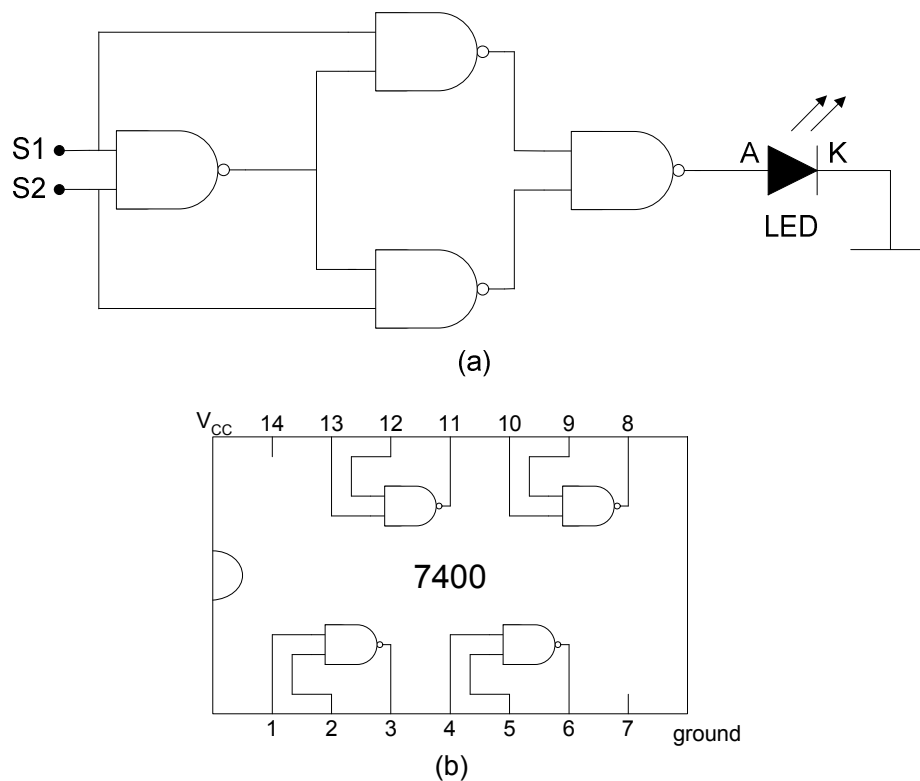
##### 6.5.1. Gerbang AND, OR, NOT, NAND, dan NOR

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



Gambar 6.8. Gerbang EXOR Dengan Menggunakan Gerbang NAND

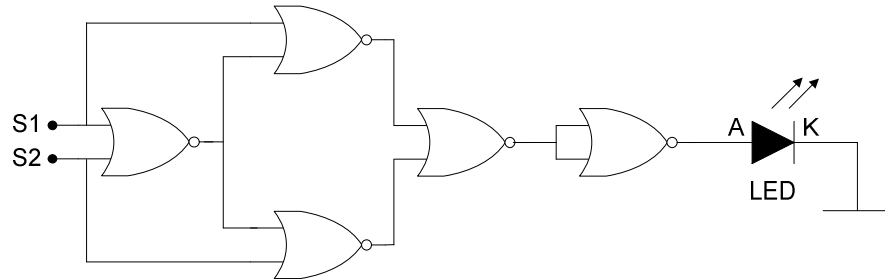
(a) Gambar Rangkaian Dengan NAND

(b) IC SN 7400

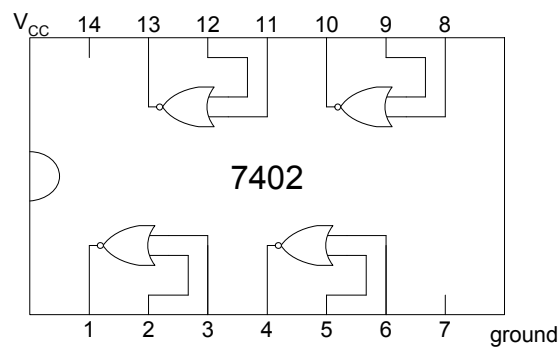
2. Hubungkan output gerbang dengan LED
3. Hubungkan  $S_1$ ,  $S_2$  dengan input
4. Hubungkan  $+V_{CC}$  ke pin 14 dan Ground ke pin 7
5. Hubungan rangkaian dengan power supply 5 Volt
6. Hidupkan power supply
7. Lakukan percobaan dan catat hasilnya dalam Tabel Kebenaran

### 6.5.3. EXOR Dengan Gerbang NOR

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



(a)



(b)

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  $S_1$ ,  $S_2$  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
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!

# PRAKTIKUM ELEKTRONIKA ANALOG DAN DIGITAL

FAKULTAS TEKNIK UNP	JOBSHEET/LABSHEET
JURUSAN : Teknik Elektro	NOMOR : 7
PROGRAM STUDI : Pendidikan Teknik Elektro	WAKTU : 3 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

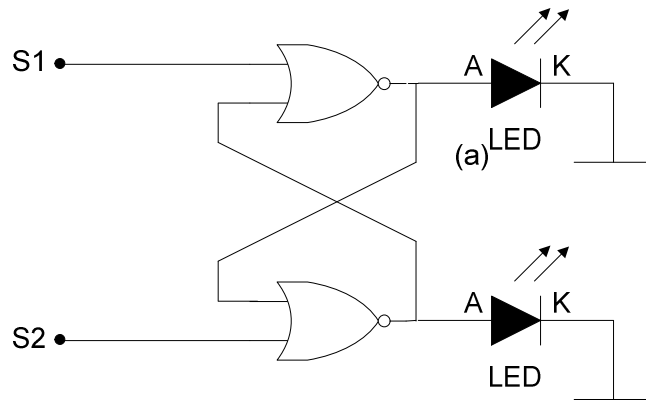
1. Kit Praktikum Rangkaian Flip-Flop
2. Multimeter
3. Sumber Daya
4. Kabel Penghubung

## 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.

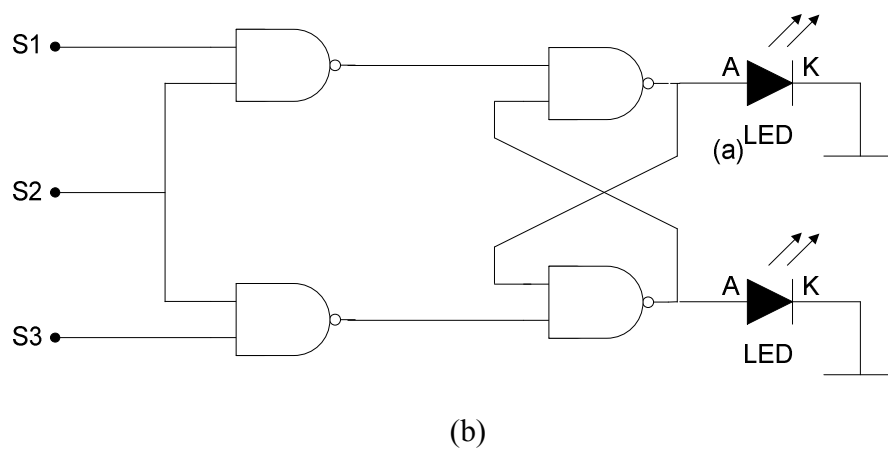
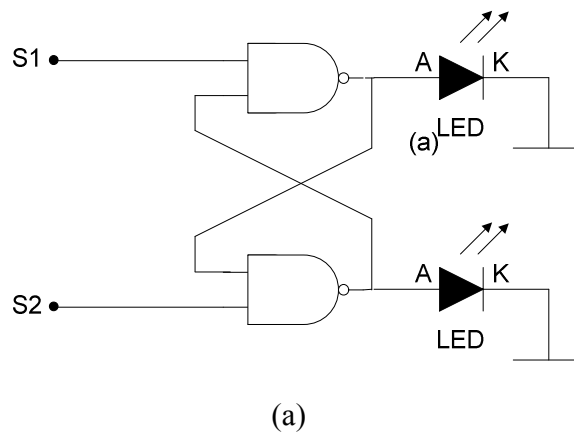




Gambar 7.1. RS Flip-Flop Dengan Gerbang NOR

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

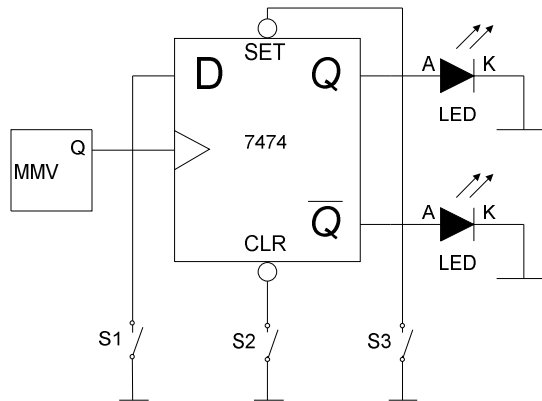
Gambar 7.2 merupakan gambar rangkaian RS Flip-Flop dengan menggunakan gerbang NOR.



Gambar 7.2. RS Flip-Flop Dengan Gerbang NAND

### 7.3.3. D Flip-Flop

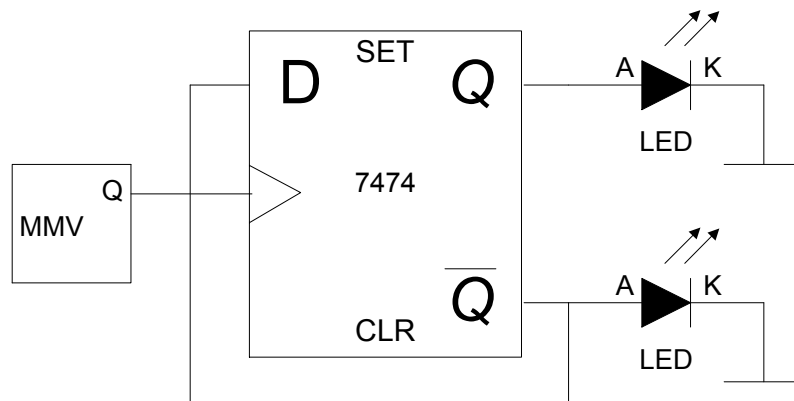
Gambar 7.3 merupakan gambar rangkaian D Flip-Flop dengan menggunakan IC SN 7474.



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.



Gambar 7.4. T Flip-Flop Dengan Gerbang IC SN 7474

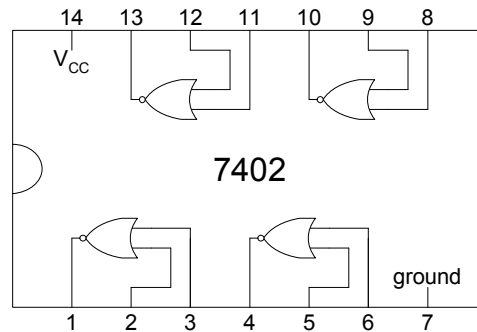
## 7.4. Tugas Pendahuluan

1. Apa yang dimaksud dengan MMV? Jelaskan dengan gambar!
2. Buatlah tabel kebenaran dari masing-masing flip-flop! Beserta bentuk sinyalnya.
3. Sebutkan aplikasi dari flip-flop di dunia industri (masing-masing flip-flop)!

## 7.5. Percobaan

### 7.5.1. RS Flip-Flop Dengan Gerbang NOR

1. Buatlah rangkaian seperti Gambar 7.1, dengan menggunakan IC SN 7402



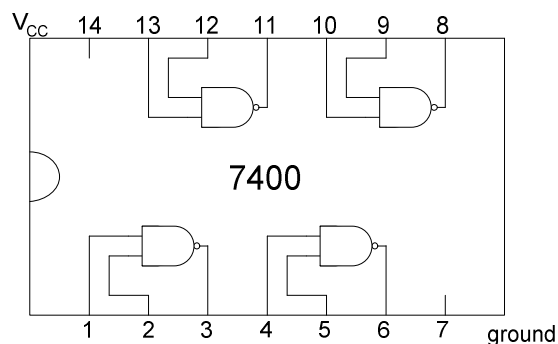
Gambar 7.5. IC SN 7402

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

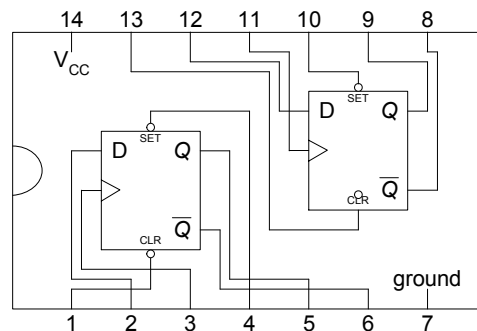
4. Hubungkan  $+V_{CC}$  ke pin 14 dan ground ke pin 7
5. Hubungkan rangkaian dengan power supply 5 Volt
6. Hidupkan power supply
7. Lakukan percobaan, berikan input yang bervariasi melalui  $S_1$  dan  $S_2$ , kemudian catat hasilnya, serta buat tabel kebenaran

**(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
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<sub>CC</sub> 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!