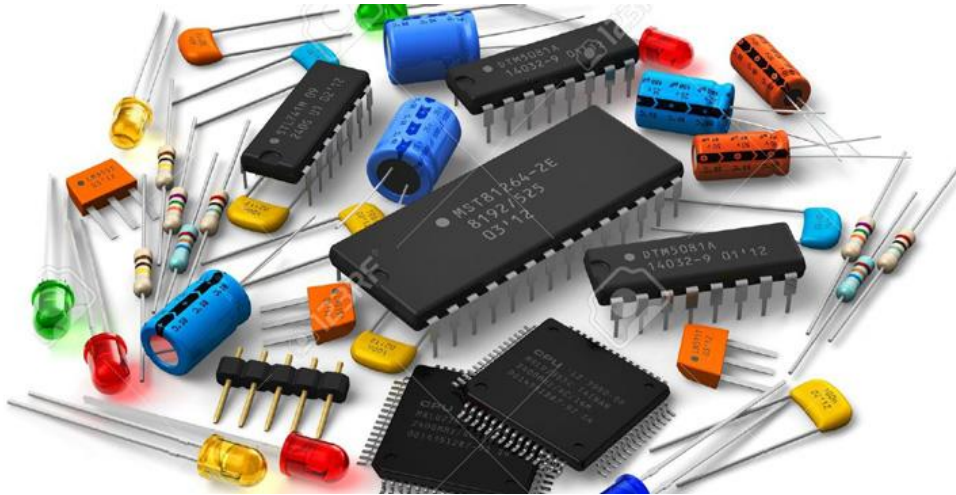


# **MODUL PRAKTIKUM ELEKTRONIKA ANALOG**



**Disusun Oleh:  
TIM DOSEN PENDIDIKAN FISIKA**

**JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**

**2021**

## **TIM DOSEN PENDIDIKAN FISIKA FKIP UNTIRTA**

- 1. Prof. Dr. H. Yayat Ruhiat, M.Si.**
- 2. Andri Suherman, M.Si.**
- 3. Yus Rama Denny M, Ph.D.**
- 4. Rudi Haryadi, M.Pfis.**
- 5. Yuvita Oktarisa, Ph.D.**
- 6. Indri Sari Utami, M.Pd.**
- 7. Rahmat Firman Septiyanto, M.Si.**
- 8. Dina Rahmi Darman, M.Pd.**
- 9. Asep Saefullah, M.Si.**
- 10. Ganesha Antarnusa, M.Sc.**
- 11. Yudi Guntara, M.Pd.**

**TATA TERTIB PRAKTIKUM  
LABORATORIUM SAINS FISIKA-FKIP  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**

➤ **Hal-hal yang DIWAJIBKAN bagi praktikan**

1. Menaati tata tertib Laboratorium Sains Fisika FKIP UNTIRTA
2. Mengenakan jas laboratorium, kemeja dan celana/rok bahan tidak ketat
3. Mengenakan alat protokol kesehatan yaitu masker/ *face shield* di dalam, maupun di area Laboratorium
4. Mencuci tangan atau mengenakan *Hand Sanitizer* sebelum memasuki Laboratorium
5. Merapikan sepatu di rak sepatu dan menyimpan tas di loker sebelum memasuki Laboratorium
6. Mempelajari dan memahami modul sebelum memasuki Laboratorium
7. Menyerahkan modul dan laporan praktikum berkelompok kepada asisten laboratorium 10 menit sebelum praktikum dimulai, serta mengisi daftar hadir
8. Mengikuti tes tulis (5 menit) dan tes lisan sebelum memulai praktikum
9. Menjaga kebersihan, kerapian dan kelengkapan alat laboratorium, serta bersikap sopan dan santun
10. Merapikan kembali alat-alat yang telah dipakai setelah praktikum selesai
11. Memiliki Modul Praktikum Elektronika Analog
12. Praktikan wajib mematuhi semua arahan Asisten Laboratorium.

➤ **Hal-hal yang DILARANG bagi praktikan**

1. Datang melebihi waktu yang ditentukan:
  - a. Telat  $\leq$  15 menit dikenakan **SANKSI 1**
  - b. Telat  $>$  15 menit dikenakan **SANKSI 2**
2. Mengerjakan tugas pendahuluan dan laporan praktikum di area laboratorium sains fisika FKIP Untirta dikenakan **SANKSI 2**
3. Memakai pakaian yang tidak sesuai dengan peraturan dikenakan **SANKSI 2**

4. Menggunakan alat komunikasi pada saat praktikum sedang berlangsung tanpa seizin asisten laboratorium dan dikenakan **SANKSI 3**
5. Bercanda, membicarakan hal yang tidak perlu, makan, merokok, tidur dan melakukan kegiatan lain yang dapat mengganggu kegiatan praktikum
6. Meminjam alat tulis dalam bentuk apapun kepada praktikan lain tanpa seizin asisten laboratorium
7. Masuk dan keluar laboratorium tanpa seizin asisten laboratorium
8. Membawa alat praktikum keluar laboratorium tanpa sepengetahuan pengawasan asisten laboratorium
9. Merusak alat-alat praktikum dan fasilitas yang ada
10. Bertanya tentang hal-hal di luar kegiatan praktikum pada saat praktikum berlangsung
11. Memasuki ruang laboratorium tidak memakai protokol kesehatan.

➤ **Hal-hal yang DIPERBOLEHKAN bagi praktikan**

Mengajukan inhall (praktikum pengganti), jika praktikan yang bersangkutan tidak dapat mengikuti praktikum pada waktu yang ditentukan. (Maksimal Pengajuan inhall 1x) dengan ketentuan:

- a. Hanya berlaku bagi praktikan yang berhalangan ikut praktikum dikarenakan sakit (dengan melampirkan Surat Keterangan Dokter)
- b. Hari H (*Soft file*)
- c. Bukti fisik diserahkan dipertemuan selanjutnya
- d. Jika ada keperluan keluarga (menyerahkan bukti fisik berupa surat pernyataan orang tua/wali dan dokumentasi kegiatan) diserahkan dipertemuan selanjutnya
- e. Bagi praktikum yang mengulang diwajibkan mendaftar secara administrasi/konfirmasi ke nomor **081212410889 (Ahmad Nurhakim)**
- f. Konfirmasi (pendaftaran) praktikum pengganti MAKSIMAL 1 hari sebelum praktikum kecuali hal-hal mendesak dengan disertai bukti.



➤ **Sanksi**

1. SANKSI 1 : Nilai Tugas Pendahuluan yang bersangkutan **dikurangi 50% + tidak diperkenankan mengikuti tes tulis**
2. SANKSI 2: Tidak diperkenankan mengikuti praktikum, sehingga **Nilai Modul Praktikum** yang bersangkutan sama dengan **NOL**
3. SANKSI 3: **Alat komunikasi disita**  
\*Syarat pengambilan: membuat surat pernyataan dengan ditanda tangani oleh dosen pengampu.

➤ **Sanksi Administrasi**

Diberikan kepada praktikan yang selama praktikum berlangsung menimbulkan kerugian, misalnya memecahkan/merusak, menghilangkan alat dan sebagainya, sanksi berupa **nilai Praktikum Elektronika Analog tidak dipublikasikan** adapun mengganti kerugian atas kerusakan yang timbul pada fasilitas laboratorium. Penggantian alat maksimal 1 minggu setelah kerusakan alat.

## DAFTAR ISI

Halaman Depan.....	i
Staff dan Asisten Laboratorium Sains Fisika FKIP – UNTIRTA 2021.....	ii
Tata Tertib Praktikum .....	iii
Daftar Isi.....	vi
Pengisian dan Pengosongan Kapasitor.....	1
Dioda Semikonduktor .....	10
Transistor BJT .....	22
Osiloskop .....	30
Operational Amplifier (Op-Amp) sebagai Penguat .....	38
Rangkaian Analog Pembangun Gerbang Logika .....	46

## PENGISIAN DAN PENGOSONGAN KAPASITOR

### A. Tujuan

1. Memahami prinsip pengisian dan pengosongan rangkaian kapasitor
2. Memahami pengaruh komponen R & C pada proses pengisian dan pengosongan kapasitor
3. Dapat menentukan tetapan waktu pada kapasitor
4. Dapat membuat grafik pengisian dan pengosongan kapasitor

### B. Alat dan Bahan

1. Multimeter
2. Resistor 56k $\Omega$  dan 100k $\Omega$
3. Kapasitor 1000 $\mu$ f 25V
4. Stopwatch
5. Saklar

### C. Dasar Teori

Kapasitor adalah komponen elektronika yang dapat digunakan untuk menyimpan muatan listrik dalam waktu tertentu yang disebut kapasitansi. Pada umumnya, sebuah kapasitor merupakan dua keping konduktor yang dipisahkan oleh suatu insulator (udara, hampa udara, atau suatu material tertentu). Persamaan kapasitansi kapasitor dapat dituliskan sebagai berikut:

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{\epsilon_0 A}{s} \dots (1.1)$$

Keterangan :

C = Kapasitasansi kapasitor (F)

Q = Muatan listrik (C)

V = Tegangan listrik (V)

$\epsilon_0$  = Permittivitas ruang hampa ( $8,85 \times 10^{-12}$  F/m)

A = Luas bidang kapasitor ( $m^2$ )

s = Jarak antara dua keping kapasitor (m)



**Gambar 1.1** Jenis-jenis kapasitor

Ketika sebuah kapasitor dihubungkan dengan sumber arus searah (DC), maka dalam beberapa saat akan ada arus listrik yang mengalir pada kapasitor tersebut, kondisi seperti ini disebut dengan proses pengisian kapasitor. Saat muatan listrik di dalam kapasitor sudah penuh, aliran arus listrik tersebut akan berhenti. Bila hubungan ke kapasitor di tukar polaritasnya, maka muatan listrik akan kembali keluar dari kapasitor.

Tegangan listrik pada kapasitor berbanding lurus dengan muatan listrik yang tersimpan dalam kapasitor, hubungan ini dapat dituliskan dengan mengubah persamaan 1.1 menjadi:

$$V_c = \frac{Q}{C} \dots (1.2)$$

Pada proses pengisian kapasitor jika rangkaian dirangkai seperti pada gambar 1.4, maka yang terjadi adalah arus listrik pada rangkaian tersebut akan semakin berkurang dan muatan listrik akan semakin bertambah. Kasus tersebut dapat dituliskan dengan persamaan:

$$\begin{aligned} V_b &= V_R + V_C \\ V_b &= IR + \frac{Q}{C} \dots (1.3) \end{aligned}$$

Keterangan:

$V_b$  = Tegangan listrik yang dihasilkan baterai (V)

$V_R$  = Tegangan listrik pada resistor (V)

$V_C$  = Tegangan listrik pada kapasitor (V)

$I$  = Arus listrik pada rangkaian (A)

$R$  = Nilai hambatan listrik pada rangkaian listrik ( $\Omega$ )

Dengan merubah  $I$  menjadi bentuk  $\frac{dQ}{dt}$  dan kedua ruas dikurangi dengan  $V_b$ , maka

persamaan 1.2 akan menjadi:

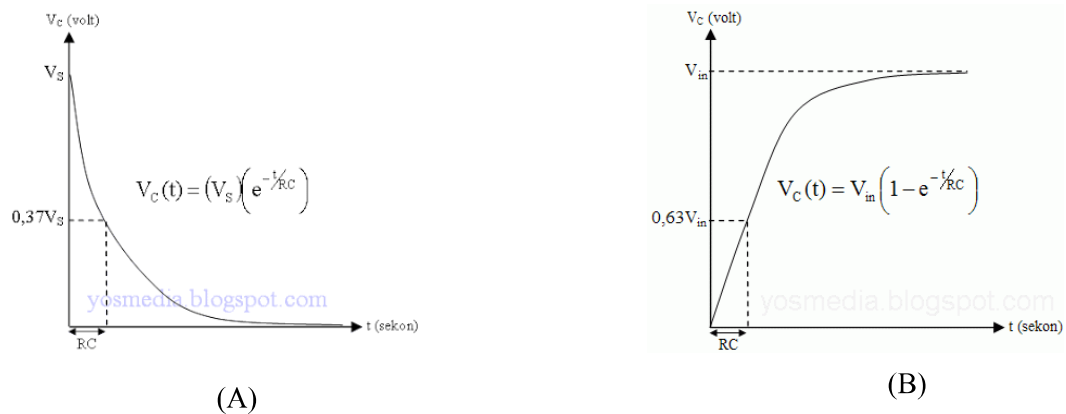
$$\frac{dQ}{dt}R + \frac{Q}{c} - V_b = 0 \dots (1.4)$$

Persamaan 1.4 dapat digunakan untuk mencari persamaan pengisian dan pengosongan kapasitor. Pada kasus pengisian kapasitor, nilai  $V_b \neq 0$  sehingga dapat diselesaikan dengan persamaan diferensial non-homogen yang akan menghasilkan persamaan:

$$V = V_0(1 - e^{-\frac{t}{RC}}) \dots (1.5)$$

Sedangkan, untuk kasus pengosongan kapasitor nilai  $V_b$  akan sama dengan nol yang menyebabkan persamaan 1.4 dapat diselesaikan dengan persamaan diferensial homogen yang akan menghasilkan persamaan:

$$V = V_s(e^{-\frac{t}{RC}}) \dots (1.6)$$

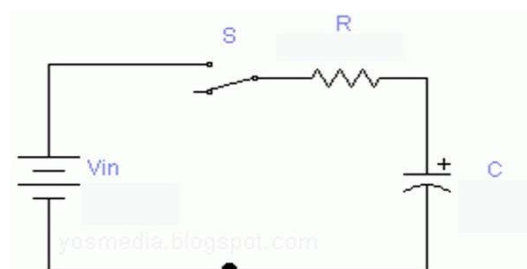


**Gambar 1.2** Grafik (A) pengosongan dan (B) pengisian kapasitor

#### D. Prosedur Percobaan

a. Pengisian dan pengosongan kapasitor (gunakan hambatan 56 kΩ)

1. Rangkaian peralatan sebagaimana pada gambar dibawah ini.



**Gambar 1.3** Rangkaian percobaan pengisian dan pengosongan kapasitor

2. Catat hambatan dan kapasitor yang digunakan pada blanko percobaan.  
Untuk percobaan pertama, gunakan hambatan yang bernilai  $50\text{ k}\Omega$ .
  3. Hidupkan catu daya, berikan tegangan sebesar 6 volt.
  4. Catat tegangan pada kapasitor setiap 10 detik sampai 60 detik.
  5. Isi kapasitor hingga tegangannya mencapai 3V.
  6. Matikan saklar dan catat perubahan tegangan setiap 10 detik.
- b. Pengisian dan pengosongan kapasitor (gunakan hambatan  $100\text{ k}\Omega$ )
1. Rangkai peralatan seperti gambar (1.3).
  2. Ganti nilai hambatan resistor menjadi  $100\text{ k}\Omega$ .
  3. Hidupkan catu daya, berikan tegangan sebesar 6 volt.
  4. Catat tegangan pada kapasitor setiap 10 detik sampai 60 detik.
  5. Matikan saklar dan catat perubahan tegangan setiap 10 detik.

## E. Tugas

### Tugas Pendahuluan

1. Suatu kapasitor keping sejajar berbentuk persegi dengan sisi 10 cm dan jarak pemisah 1 mm.
  - (a) Hitunglah nilai kapasitansinya!
  - (b) Jika kapasitor dimuati sampai dengan 12 V, berapa banyak muatan yang dipindahkan dari satu keping ke keping yang lain?
2. Tuliskan penurunan persamaan (a) pengisian kapasitor dan (b) pengosongan kapasitor! (Gunakan persamaan 1.4)

### Tugas Akhir

1. Tentukan harga tetapan waktu kapasitor RC pada percobaan!
2. Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan pengisian maupun pengosongan pada kapasitor!
3. Buatlah grafik hubungan antara tegangan terhadap waktu saat pengisian kapasitor!
4. Buatlah grafik hubungan antara tegangan terhadap waktu saat pengosongan kapasitor!

**F. Daftar Pustaka**

Floyd, T. L. 2015. *Digital Fundamental* Edisi ke-11. New Delhi, India: Pearson Education India.

Shrader, R.L. 1991. *Komunikasi Elektronika* (D. Achyanto, Trans.). Jakarta, Indonesia: Erlangga.

Tipler, P. A. 1996. *Fisika untuk Sains dan Teknik* (B. Soegijono, Trans.). Jakarta, Indonesia: Erlangga.











## DIODA SEMI KONDUKTOR

### A. Tujuan

1. Dapat memahami karakteristik dioda semikonduktor
2. Dapat membedakan dan merangkai rangkaian dioda *forward bias* dan *reverse bias*
3. Dapat Menganalisis grafik antara dioda *forward bias* dengan *reverse bias*

### B. Alat dan Bahan

1. Dioda semikonduktor (1N4002 dan 1N4004)	1 buah
2. Potensiometer B100Ω	1 buah
3. Papan rangkaian	1 buah
4. Catu daya	1 buah
5. Multimeter	2 buah
6. LED	1 buah
7. Kabel capit buaya	6 buah
8. Kabel penghubung	secukupnya

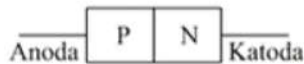
### C. Dasar Teori

#### 1. Pengertian Dioda

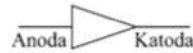
Dioda adalah komponen elektronik yang mempunyai dua buah elektroda yaitu anoda dan katoda. Anoda untuk polaritas positif dan katoda untuk polaritas negatif. Di dalam dioda terdapat *junction* (pertemuan) dimana semi konduktor *type-P* dan semi konduktor *type-N* bertemu. (Ilham Kholifah, 2012).

Struktur dioda adalah sambungan antara semikonduktor P dan N. Sambungan semi konduktor *type P-N* hanya dapat mengalirkan arus listrik pada saat diberi prasiikap maju. Dengan kata lain, sambungan semi konduktor *type P-N* hanya dapat mengalirkan arus ke satu arah. Sehingga fungsi dari dioda paling umum adalah untuk memperbolehkan arus listrik mengalir dalam satu arah (disebut kondisi panjar maju) dan untuk menahan

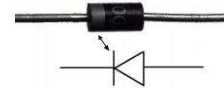
arus listrik dari arah sebaliknya (disebut kondisi panjar mundur). Fungsi dioda lainnya adalah sebagai penyearah sinyal tegangan *AC* menjadi sinyal *DC*. Dioda semi konduktor hanya dapat melewatkan arus searah saja, yaitu pada saat dioda diberi catu maju (*forward bias*) dari anoda (sisi P) ke katoda (sisi N).



**Gambar 2.1** Gabungan Semikonduktor



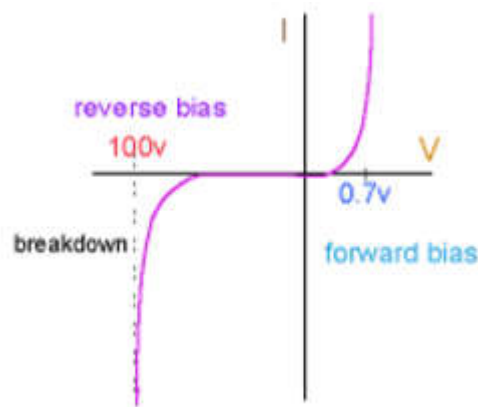
**Gambar 2.2** Simbol Dioda



**Gambar 2.3** Dioda

## 2. Karakteristik Dioda

Karakteristik dioda biasanya dibedakan atas dua karakteristik yaitu karakteristik *forward* dan karakteristik *reverse*. Untuk membuat dioda yang menunjukkan besarnya arus pada bermacam-macam tegangan yang diberikan adalah seperti gambar berikut.



**Gambar 2.4** Karakteristik dioda

## 3. Jenis-jenis dioda

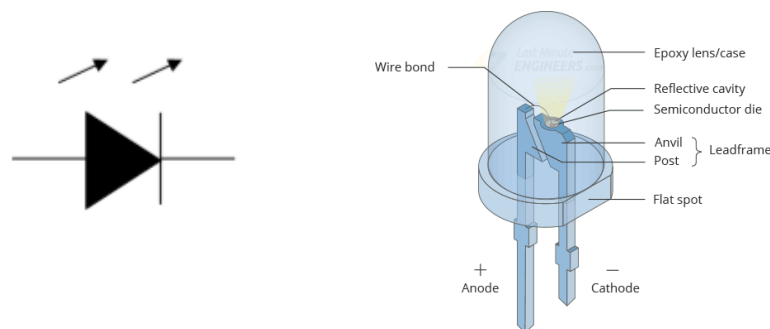
### a) Dioda Standar

Dioda jenis ini ada dua macam yaitu silikon dan germanium. Dioda silikon mempunyai tegangan maju 0,6 V sedangkan dioda germanium 0,3 V. Dioda jenis ini mempunyai beberapa batasan tertentu

tergantung spesifikasinya. Batasan-batasannya yaitu seperti batasan tegangan *reverse*, frekuensi, arus, dan suhu. Tegangan maju dari dioda akan turun 0,025 V setiap kenaikan 1 derajat dari suhu normal.

b) *LED (Light Emitting Dioda)*

Dioda jenis ini mempunyai lapisan fosfor yang bisa memancarkan cahaya saat diberi polaritas pada kedua kutubnya. *LED* mempunyai batasan arus maksimal yang mengalir melaluinya. Di atas nilai tersebut dipastikan umur *LED* tidak lama. Jenis *LED* ditentukan oleh cahaya yang dipancarkan seperti *LED* merah, hijau, biru, kuning, orange, infra merah dan laser dioda. Selain sebagai indikator beberapa *LED* mempunyai fungsi khusus seperti *LED* merah yang dipakai untuk transmisi pada sistem remote control dan opto sensor juga laser dioda yang dipakai untuk *optical pick-up* pada sistem *CD*. Dioda jenis ini bias maju (*forward*).



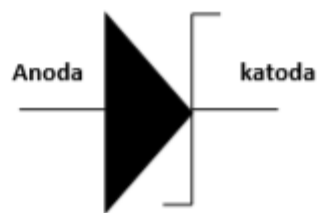
**Gambar 2.5** Simbol *LED* (Kiri) dan bentuk *LED* (kanan)

c) Dioda *photo*

Dioda *photo* merupakan jenis komponen peka cahaya. Dioda ini akan menghantar jika ada cahaya yang masuk dengan intensitas tertentu. Aplikasi dioda photo banyak pada sistem sensor cahaya (optical). Contoh pada optocoupler dan *optical pick-up* pada sistem *CD*. Dioda *photo* bias maju (*forward*).

#### d) Dioda Zener

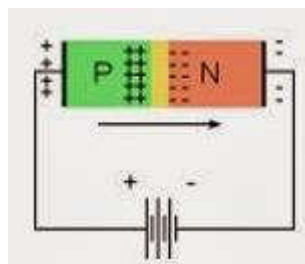
Fungsi dari dioda zener adalah sebagai penstabil tegangan. Selain itu, dioda zener juga dapat dipakai sebagai pembatas tegangan pada level tertentu untuk keamanan rangkaian. Karena kemampuan arusnya yang kecil maka pada penggunaan dioda zener sebagai penstabil tegangan untuk arus besar diperlukan sebuah *buffer* arus. Dioda zener merupakan bias mundur (*reverse*).



**Gambar 2.6** Simbol dioda zener

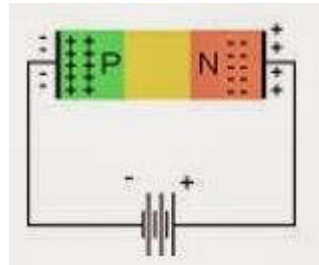
#### 4. Aliran *Hole*

Seperti yang kita ketahui, pada sisi P banyak terbentuk *hole-hole* yang siap menerima elektron sedangkan disisi N banyak terdapat elektron-elektron yang siap bebas merdeka. Lalu jika diberi bias positif, dengan arti kata memberi tegangan potensial sisi P lebih besar dari sisi N, maka elektron dari sisi N dengan serta merta akan bergerak untuk mengisi *hole* di sisi P. Tentu kalau elektron mengisi *hole* disisi P, maka akan terbentuk *hole* pada sisi N karena ditinggal elektron. Ini disebut aliran *hole* dari P menuju N. Kalau menggunakan terminologi arus listrik, maka dikatakan terjadi aliran listrik dari sisi P ke sisi N.



**Gambar 2.7** Dioda dengan bias maju

Sebaliknya **apakah yang terjadi bila polaritas tegangan dibalik yaitu dengan memberi bias negative (*reverse bias*)**. Dalam hal ini, sisi N mendapat polaritas tegangan lebih besar dari sisi P.



**Gambar 2.8** Dioda dengan bias negatif

Tentu jawabannya adalah tidak akan terjadi perpindahan elektron atau aliran hole dari P ke N maupun sebaliknya. Karena baik *hole* dan elektron masing-masing tertarik ke arah kutub berlawanan. Bahkan lapisan deplesi (*depletion layer*) berada pada lebar yang baru? Ya, masih ada arus yang sangat kecil. Inilah sebabnya, energi termal secara *kontinu* menciptakan sejumlah elektron bebas dan *hole* pada kedua sisi dari *depletion layer*. Disebabkan oleh pembawa minoritas tersebut maka ada arus yang kecil di dalam rangkaian. Arus balik (*reverse*) yang disebabkan oleh pembawa minoritas tersebut arus saturasi ( $I_s$ ). artinya kita tidak memperoleh arus balik yang lebih besar dari yang dihasilkan energi termal. Dengan kata lain, menambah tegangan *reverse* tidak akan menambah jumlah pembawa minoritas yang dihasilkan secara thermal. Hanya kenaikan suhu yang dapat menambah  $I_s$ . Dioda silikon mempunyai  $I_s \lll$  dioda germanium.

Dengan tegangan bias maju yang kecil saja dioda sudah menjadi konduktor. Tidak serta merta atas 0 volt, tetapi memang tegangan beberapa volt diatas nol baru bias terjadi konduksi. Ini disebabkan karena adanya dinding deplesi.

Untuk dioda yang berbahan silikon, tegangan konduksinya adalah 0,7 volt. Kira-kira 0,2 volt batas minimum untuk dioda yang terbuat dari bahan germanium. Sebaliknya untuk bias negatif tidak dapat mengalirkan

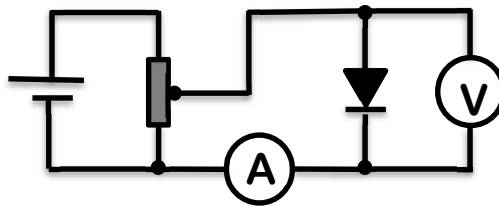


arus, namun memang ada batasnya. Sampai beberapa puluh bahkan ratusan volt baru terjadi *breakdown*, dimana dioda tidak lagi dapat menahan aliran elektron yang terbentuk di lapisan deplesi.

#### D. Prosedur percobaan

##### a) Mengukur tegangan dan arus dioda *forward bias*

1. Susun rangkaian seperti gambar menggunakan dioda IN4002

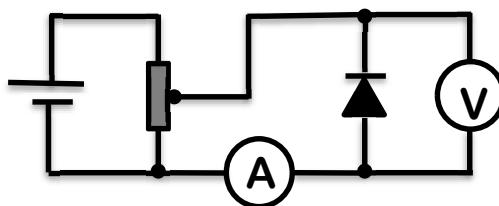


**Gambar 2.9** Rangkaian *forward bias*

2. Ubah tegangan pada dioda dari 0,3 volt, 0,4 volt, 0,5 volt, 0,6 volt, dan 0,7 volt menggunakan potensiometer dan tegangan masukan 3 volt
3. Catat hasil arus yang dihasilkan dari masing-masing tegangan yang diberikan
4. Lakukan langkah 1 sampai 3 untuk dioda IN4004

##### b) Mengukur tegangan dan arus dioda *reverse bias*

1. Susun rangkaian seperti gambar menggunakan dioda IN4004

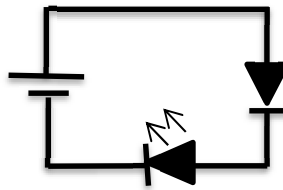


**Gambar 2.10** Rangkaian *reverse bias*

2. Ubah tegangan pada dioda dari 0,3 volt, 0,4 volt, 0,5 volt, 0,6 volt, dan 0,7 volt menggunakan potensiometer
3. Catat hasil arus yang dihasilkan dari masing-masing tegangan yang diberikan
4. Lakukan langkah 1 sampai 3 untuk dioda IN4004

**c) Mengukur resistansi dan pengujian dioda**

1. Hitunglah nilai resistansi pada dioda IN4002 dan dioda IN4004 dengan menghubungkan probe merah ke kaki anoda dan probe hitam ke kaki katoda
2. Lakukan langkah 1 dengan menukarkan posisi probe merah dan probe hitam
3. Susun rangkaian seperti gambar menggunakan dioda IN4002 dan amati apa yang terjadi pada LED



**Gambar 2.10** Rangkaian *LED*

4. Tukar posisi kaki dioda kemudian amatilah apa yang terjadi pada LED
5. Lakukan langkah 3 dan 4 kembali untuk dioda IN4004

**E. Tugas**

**Tugas Pendahuluan**

1. Gambarkan beberapa simbol dioda, dan jelaskan fungsinya dari masing-masing dioda tersebut!
2. Jelaskan istilah-istilah: tegangan *breakdown*, tegangan *knee*, *forward bias* dan *reverse bias*!
3. Apakah dioda dapat bekerja seperti saklar? Jelaskan!
4. Bagaimana cara kerja dioda semikonduktor?

**Tugas Akhir**

1. Catatlah arus dan tegangan dioda yang diperoleh pada percobaan!
2. Gambarkan bentuk kurva dari tabel data hasil percobaan diatas untuk membuktikan kurva karakteristik dioda tersebut!

3. Analisislah kurva dan percobaan yang telah dilakukan kemudian berikan kesimpulan!
4. Analisislah apa yang terjadi pada *LED* saat melakukan percobaan dan berikan kesimpulan!

#### **F. Daftar Pustaka**

- Daryanto. 2012. *Dasar-Dasar Elektronika Komunikasi*. Bandung: PT Sarana Tutorial Nurani Sejahtera
- Kholifah, I., 2012. *Praktikum Elektronika Dasar Karakteristik Dioda*. Sriwijaya: Universitas Sriwijaya
- Muchlaa. 2013. *Dasar-Dasar Rangkaian Digital*. Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan Press







.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



## TRANSISTOR BJT

### A. Tujuan

1. Mengetahui karakteristik transistor bipolar
2. Merancang rangkaian sederhana menggunakan transistor bipolar
3. Menganalisa rangkaian sederhana transistor bipolar

### B. Alat dan Bahan

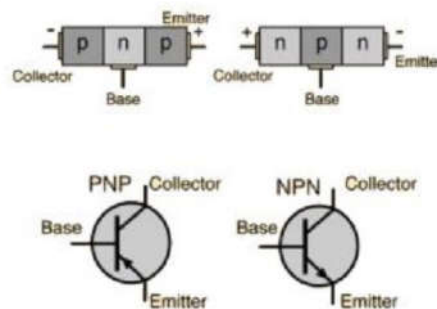
1. Transistor BC547
2. LED
3. Resistor  $1000\Omega$
4. Breadboard
5. Catu Daya
6. Jumper
7. Multimeter

### C. Dasar Teori

Transistor merupakan salah satu komponen elektronika yaitu suatu devais yang terdiri dari tiga lapisan semikonduktor yang berfungsi ganda sebagai penguat dan saklar. Transistor merupakan komponen elektronik yang dapat mengontrol besar arus atau tegangan dengan sejumlah kecil arus atau tegangan. Transistor memiliki tiga kaki utama di mana hal ini yang membedakan transistor dengan komponen lainnya. Tiga kaki pada transistor yaitu *Base* (B), *Collector* (C), dan *Emitter* (E).

Pada *base* terdapat arus yang sangat kecil berguna untuk mengatur arus dan tegangan yang ada pada *emitter*, pada keluaran arus *collector*. Sehingga apabila terdapat arus *base*, tegangan yang besar pada *collector* akan mengalir menuju *emitter*.





**Gambar 3.1** Struktur dan Simbol Transistor

Pada transistor terdapat dua jenis muatan berdasarkan penghantar listriknya, yaitu unipolar dan bipolar. *Field Effect transistor* (FET) adalah jenis transistor di mana arus yang dialirkan hanya terdapat pada satu jenis pembawaan (*Elektron* atau *Holes*). Sehingga hal tersebut dinamakan Unipolar. Sedangkan *Bipolar junction transistor* (BJT) adalah jenis transistor yang dipisah menjadi dua arah aliran, yaitu PNP dan NPN. Jenis PNP memiliki dua daerah positif yang dipisah oleh daerah negatif. Sedangkan jenis NPN memiliki dua daerah negatif yang dipisah oleh daerah positif. Pada BJT, arus yang dialirkan dari dua tipe pembawaan (*Elektron* dan *Holes*), hal tersebut dinamakan Bipolar.

Transistor BJT pada dasarnya adalah dua *diode* yang disambungkan. Oleh karena itu akan ada selisih tegangan  $\sim 0,7V$  antara kaki *base* dan *emitter*. Pada pemakaian standar, jika ada arus kecil yang mengalir antara kaki *base* dan *emitter* (BE), maka arus yang lebih besar akan mengalir di antara kaki *collector* dan *emitter* (CE).

Pada kondisi antara kaki *base* dan *emitter* berada dalam posisi panjar mundur ( $V_B < 0,7V$ ) transistor berperan sebagai saklar terbuka (*open switch*). Kondisi seperti ini transistor berada pada keadaan *cut-off* dan besarnya tegangan  $V_{CE}$  akan sama atau mendekati  $V_{CC}$ . Sedangkan ketika sambungan antara *base* dengan *emitter* berada pada posisi panjar maju ( $V_B > 0,7V$ ), transistor berperan sebagai saklar tertutup (*closed switch*). Kondisi seperti ini disebut sebagai keadaan saturasi. Besar arus *collector* yaitu:

$$I_{C(sat)} \cong V_{CC} / R_L \dots\dots\dots (3.1)$$

$$I_B = \frac{V_B}{R_B} \dots\dots\dots (3.2)$$

$$I_C = \frac{V_C}{R_C} \dots\dots\dots (3.3)$$

Besarnya penguatan arus DC meliputi:

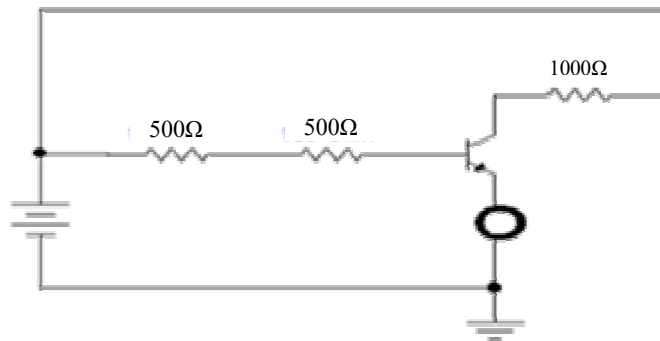
$$I_C = \beta_{DC} I_B \dots\dots\dots (3.4)$$

$$\beta_{DC} = \frac{I_C}{I_B} \dots\dots\dots (3.5)$$

$\beta_{DC}$  merupakan penguatan arus DC transistor, hal ini tertera pada *datasheet* transistor biasa ditulis sebagai hFE.

#### D. Prosedur Percobaan

1. Siapkan transistor tipe NPN
2. Susunlah rangkaian seperti gambar di bawah ini:



**Gambar 3.2** Rangkaian Transistor

3. Sambungkan dengan catu daya kemudian atur sumber tegangan 3 volt
4. Atur posisi selektor multimeter pada pengukuran volt
5. Ukur besar tegangan  $V_C$ ,  $V_B$ ,  $V_E$ ,  $V_{BE}$ , dan  $V_{CE}$  untuk setiap tegangan sumber yang diberikan
6. Ukur nilai arus listrik yang mengalir pada titik  $I_C$ ,  $I_B$  dan  $I_E$  dengan cara memutus salah satu rangkaian dan menghubungkannya ke multimeter

7. Ulangi langkah 3-6 dengan tegangan 6 volt dan 9 volt pada transistor tipe NPN secara berulang sebanyak 3 kali.

## E. Tugas

### Tugas Pendahuluan

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan transistor!
2. Sebutkan dan jelaskan tiga kaki utama pada transistor!
3. Jelaskan perbedaan jenis transistor NPN dan PNP!
4. Jelaskan istilah daerah *cut-off*, daerah saturasi, daerah aktif dan daerah *breakdown*!
5. Jelaskan manfaat penggunaan transistor sebagai saklar!

### Tugas Akhir

1. Hitunglah nilai arus  $I_C$ ,  $I_B$  dan  $I_E$  kemudian bandingkan dengan hasil percobaan dalam bentuk eror eksperimen!
2. Tentukan nilai penguatan arus ( $\beta$ ) pada *collector* dan *base*!
3. Hitunglah tegangan antara *base* dan *emitter* kemudian bandingkan dengan hasil percobaan dalam bentuk eror eksperimen  $V_{BE}$ !
4. Hitunglah tegangan antara *collector* dan *emitter* kemudian bandingkan dengan hasil percobaan dalam bentuk eror eksperimen  $V_{CE}$ !
5. Berdasarkan data yang didapat, bagaimana hubungan tegangan masukan dan tegangan keluaran? Buatlah grafik dan jelaskan!
6. Jika resistor pada titik *base*  $R_B$  diganti menjadi  $> 1000K\Omega$  yang berarti  $V_B < 0,7\text{Volt}$  maka bagaimana kondisi  $V_{CE}$ !
7. Pada tegangan berapa rangkaian bekerja sebagai saklar? Apakah saklar pada rangkaian tersebut termasuk saklar ideal? Jelaskan kondisi di mana transistor menjadi saklar *on* dan saklar *off*!

## F. Daftar Pustaka

- Daryanto. 2012. *Dasar-Dasar Elektronika Komunikasi*. Bandung: PT Sarana Tutorial Nurani Sejahtera
- Muchlaa. 2013. *Dasar-Dasar Rangkaian Digital*. Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan Press



.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

---







## OSILOSKOP

### A. Tujuan Percobaan

1. Mengetahui bagian-bagian dan fungsi osiloskop, serta mengetahui prinsip kerjanya.
2. Menggunakan osiloskop untuk mengukur tegangan maksimum, tegangan puncak ke puncak/ $V_{pp}$ , frekuensi dan periode
3. Menggambar lissajous

### B. Alat dan Bahan

1. Osiloskop OS-7328
2. Mini Digital Oscilloscope DSO-068
3. Audio Generator
4. Kabel penghubung
5. Kertas grafik

### C. Dasar Teori

Osiloskop adalah salah satu alat ukur besaran listrik yang dapat menampilkan bentuk tegangan listrik terhadap perubahan waktu pada *display*. Dengan menggunakan osiloskop dapat diketahui besaran-besaran yang ada pada sinyal listrik seperti tegangan, frekuensi, periode dan bentuk sinyal dari objek yang diukur. Secara umum osiloskop diklasifikasikan menjadi dua yaitu: osiloskop analog dan osiloskop digital. Prinsip kerja dari osiloskop yaitu menggunakan layar katoda. Dalam osiloskop terdapat tabung panjang yang disebut tabung sinar katoda atau *Cathode Ray Tube (CRT)*.

Berdasarkan prinsip kerjanya keduanya sama-sama menerima sinyal input yang berupa tegangan listrik, lalu menampilkannya ke sebuah *display*, namun proses pengubahan sinyal *input* tersebut agar dapat ditampilkan ke dalam *display* yang berbeda. Pada osiloskop analog atau *Analog Real Time Oscilloscope (ART)* sinyal *input* yang masuk hanya melewati bagian vertikal dan langsung diproses untuk ditampilkan ke bagian sistem *display*, sementara itu osiloskop digital atau *Digital Storage Oscilloscope (DSO)* harus melalui



proses pengubahan sinyal ke kode-kode biner, penyimpanan dalam memori dan proses rekonstruksi bentuk gelombang ke sistem *display*.

Pengukuran tegangan jika menggunakan multimeter, maka tampilan nilai tegangan pada multimeter dapat dianggap menunjukkan nilai tegangan yang sebenarnya. Tapi tidak halnya untuk sumber tegangan AC. Karena seperti di ketahui bahwa tegangan AC merupakan tegangan dengan fungsi dari waktu. Oleh karena itu dikenal istilah tegangan maksimum dan tegangan efektif yang dapat diperoleh melalui persamaan:

$$V_{pp} = N_{\text{kotak vertical}} \cdot \text{Volt/div} \quad \text{Pers.4.1}$$

$$V_{\text{max}} = \frac{1}{2} V_{pp} \quad \text{Pers.4.2}$$

$$V_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{V_{\text{maks}}^2}{2}} = \frac{V_{\text{maks}}}{\sqrt{2}} \quad \text{Pers.4.3}$$

$$T = N_{\text{kotak horizontal}} \cdot \text{Sec/div} \quad \text{Pers.4.4}$$

#### D. Prosedur Percobaan

- a. Catat bagian-bagian osiloskop dan fungsinya (ditulis pada kertas sebelum melakukan praktikum)

Bagian Osiloskop OS-7328 terdiri dari :

1. Layar Display
2. Intensity
3. Fokus
4. Power On/Off
5. Probe Adjust
6. Input CH1
7. Volt/div
8. Position Vertikal
9. Saklar Mode (CH1, CH2, DUAL, ADD)
10. Position Horizontal
11. Level
12. Sec/div
13. Ground
14. Tombol AC/DC

### 15. Tombol GND

Bagian osiloskop Mini Digital Oscilloscope DSO-068 terdiri dari :

1. Couple Selector (SW1)
2. Sensitivity Selector 1 (SW2)
3. Sensitivity Selector 2 (SW3)
4. Hold / Run
5. Parameter Selection
6. Power Switch, Menu dan Parameter Adjustment

### b. Mengukur tegangan AC

1. Hubungkan digital osiloskop dengan audio generator menggunakan kabel penghubung.
2. Masukkan kabel penghubung ke input.
3. Nyalakan audio generator dan digital osiloskop.
4. Pilih AC pada couple selector yang terdapat pada digital osiloskop.
5. Atur sensitivity selector (1) sebesar 1 Volt.
6. Lalu atur sensitivity selector (2) sebesar  $\times 5$ .
7. Putar wave form pada audio generator sampai ke bentuk gelombang rectangle.
8. Atur tegangan pada audio generator sebesar 2 Vpp.
9. Atur frekuensi pada audio generator sebesar 60 Hz.
10. Atur Level pada audio generator pada level 5
11. Variasikan Sec/div sebesar 5 ms, 10 ms dan 20 ms.
12. Catat jumlah kotak vertikal dan horizontal yang membentuk satu gelombang pada blanko percobaan
13. Ulangi langkah 1-8, namun ubah frekuensi sebesar 600Hz
14. Variasikan Sec/div sebesar 0,5 ms, 1 ms dan 2 ms.
15. Catat jumlah kotak vertikal dan horizontal yang membentuk satu gelombang pada blanko percobaan
16. Ulangi langkah 1-9 dan ubah level menjadi level 6 dan 7
17. Variasikan Sec/div sebesar 5 ms, 10 ms dan 20 ms.
18. Catat jumlah kotak vertikal dan horizontal yang membentuk satu gelombang pada blanko percobaan.

## E. Tugas

### Tugas Pendahuluan

1. Jelaskan apa yang anda ketahui tentang osiloskop!
2. Sebutkan 4 fungsi dari osiloskop!
3. Sebutkan 3 jenis tegangan gelombang yang akan diperlihatkan pada layar monitor osiloskop!
4. Jika sinyal atau grafik yang tampil terlalu rapat, apa yang harus diatur untuk membuat grafik tersebut renggang?
5. Diketahui 1 div bernilai 0,5 volt, membutuhkan waktu  $2\mu\text{s}$  untuk 1 div. Tentukanlah nilai tegangan maksimum, tegangan efektif, tegangan puncak ke puncak, periode dan frekuensinya!

### Tugas Akhir

1. Jelaskan beberapa fungsi osiloskop!
2. Hitung  $V_{p-p}$ ,  $V_{maks}$ ,  $V_{eff}$ , periode dan frekuensi dari data yang dihasilkan!
3. Apa saja faktor yang mempengaruhi kesalahan pada saat mengambil data dalam praktikum osiloskop ini?
4. Gambar kurva lissajous menggunakan millimeter block!

## F. Daftar Pustaka

- Bachmid, A., Poekoel, V. C., Wuwung, J. O. (2017). Osiloskop *Portable* Digital Berbasis AVR ATmega644. *E-journal Teknik Elektro dan Komputer*, 6, 15-26.
- Darmawan, Denny. 2012. *Modul Pengenalan Osiloskop (CRO)*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sears, Zemansky. 1992. *Fisika Untuk Universitas 2 Listrik Magnet*. Bandung : Bina Cipta.
- Universitas Gajah Mada. 2014. *Implementasi Waveform Generator Gelombang Sinus, Kotak, Segitiga dan Gergaji pada FPGA Berbasis VHDL*. <http://etd.repository.ugm.ac.id/downloadfile/75977/potongan/SI-2014-297642-introduction.pdf>. (diakses pada 20 Agustus 2019 pukul 15:15)









## OPERASIONAL AMPLIFIER (OP-AMP) SEBAGAI PENGUAT

### A. Tujuan Percobaan

1. Mempelajari prinsip kerja Op - Amp sebagai penguat
2. Membuat rangkaian penguat inverting dan non-inverting dengan benar
3. Mengetahui cara kerja penguat inverting dan non-inverting
4. Mengetahui karakteristik penguat inverting dan non-inverting
5. Mengetahui penguatan (*Gain*) pada rangkaian penguat inverting dan non-inverting

### B. Alat dan Bahan

- |                     |        |
|---------------------|--------|
| 1. Multimeter       | 1 buah |
| 2. Resistor         | 2 buah |
| 3. Potensiometer    | 1 buah |
| 4. Jumper           | 1 set  |
| 5. Kabel penghubung | 2 buah |
| 6. Breadboard       | 2 buah |
| 7. IC 741           | 1 buah |

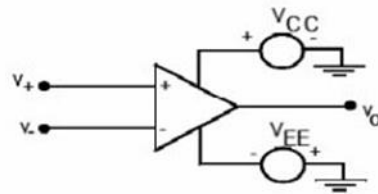
### C. Dasar Teori

Penguat operasional (Op-Amp) didefinisikan sebagai suatu rangkaian terintegrasi yang berisi beberapa tingkat dan konfigurasi penguat diferensial. Penguat operasional memiliki dua masukan dan satu keluaran serta memiliki penguatan DC yang tinggi. Untuk dapat bekerja dengan baik, penguat operasional memerlukan tegangan catu yang simetris yaitu tegangan yang berharga positif (+V) dan tegangan yang berharga negatif (-V) terhadap tanah (*ground*).

Operasional amplifier yang lebih dikenal dengan nama Op-Amp sebagai kependekan namanya, merupakan komponen elektronik yang kegunaannya sangat banyak. Ukuran Op-Amp sangat kecil yaitu sebesar kuku jari kita, memudahkan dalam perancangan-perancangan piranti elektronik yang pada saat ini cenderung meminimalkan ukuran. Isi dan sebuah Op-Amp terdiri dari



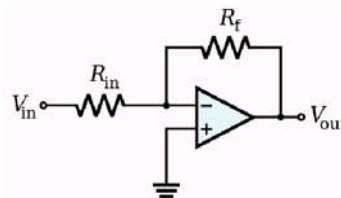
puluhan transistor, resistor, dan kapasitor yang dikemas dalam suatu rangkaian terpadu, sehingga Op-Amp dapat disebut juga rangkaian terpadu (IC = *Integrated Circuit*). Dimana fungsinya adalah mewakili suatu rangkaian tertentu sehingga membentuk suatu rangkaian yang kompak.



**Gambar 5.1** Rangkaian Dasar Penguat Operasional

### 1. Penguat Inverting

Rangkaian penguat inverting merupakan rangkaian penguat pembalik dengan impedansi masukan sangat rendah. Rangkaian penguat inverting akan menerima arus atau tegangan dari transduser sangat kecil dan akan membangkitkan arus atau tegangan yang lebih besar.



**Gambar 5.2** Rangkaian penguat pembalik

Penguat pembalik adalah penggunaan op-amp sebagai penguat sinyal, dimana sinyal outputnya berbalik fasa 180 derajat dari sinyal input dari rangkaian penguat tak membalik diatas dapat dituliskan dalam persamaan matematis sebagai berikut:

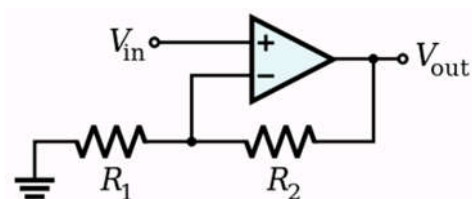
$$A_v = -\frac{R_f}{R_{in}} \dots(5.1)$$

$$V_{out} = \left(\frac{R_f}{R_{in}}\right) \times V_{in} \dots(5.2)$$

Tanda negatif menunjukkan bahwa keluaran adalah pembalikan dari masukan.

## 2. Penguat Non-Inverting

Penguat Tak - Membalik (*Non - Inverting Amplifier*) merupakan penguat sinyal dengan karakteristik dasar sinyal output yang dikuatkan memiliki fasa yang sama dengan sinyal input. Penguat tak-membalik (*non - inverting amplifier*) dapat dibangun menggunakan penguat operasional, karena penguat operasional memang didesain untuk penguat sinyal baik membalikkan ataupun membalik.



**Gambar 5.3** Rangkaian Penguat Non-Inverting

Rangkaian diatas merupakan salah satu contoh penguat tak-membalik menggunakan sumber tegangan DC simetris. Dengan sinyal input yang diberikan pada terminal input non-inverting, maka besarnya penguatan tegangan rangkaian penguat tak membalik diatas tergantung pada harga  $R_{in}$  dan  $R_f$  yang dipasang. Besarnya penguatan tegangan output dan rangkaian penguat tak membalik diatas dapat dituliskan dalam persamaan matematis sebagai berikut:

$$A_v = \left( \frac{R_f}{R_{in}} \right) + 1 \dots (5.3)$$

### D. Prosedur Percobaan

1. Siapkan dan pelajari *datasheet* IC 741
2. Buat rangkaian percobaan pada gambar (5.2)
3. Ukur nilai tegangan input, tegangan output, arus input dan arus output pada rangkaian tersebut
4. Catat hasil percobaan tersebut pada tabel yang telah disediakan
5. Ulangi langkah 1-4 dengan rangkaian berbeda (non-inverting) sesuai dengan gambar (5.3)

## E. Tugas

### Tugas Pendahuluan

1. Jelaskan mengenai operasional amplifier (Op – Amp) sebagai penguat!
2. Jelaskan mengenai perbedaan rangkaian, karakteristik dan cara kerja antara rangkaian penguat inverting dan non inverting!
3. Jelaskan dan sebutkan manfaat dari rangkaian operasional amplifier (Op – Amp) dalam kehidupan sehari – hari!
4. Gambarkan dan jelaskan *datasheet* IC 741!
5. Jelaskan mengenai potensiometer dan fungsinya!

### Tugas Akhir

1. Tentukan besar penguatan pada setiap rangkaian!
2. Bagaimanakah pengaruh keluaran  $V_0$  bila  $R_3$  divariasasi?
3. Bandingkan hasil penguatan hasil tegangan yang didapat secara teori dan praktik kemudian hitunglah persentase errornya!

## F. Daftar Pustaka

- Carter, B., & Brown, T. 2001. *Handbook of Operational Amplifier Applications*. Texas: Texas Instruments
- Tooley, Mike. 2003. *Rangkaian Elektronik: Prinsip dan Aplikasinya*. Jakarta: Erlangga









## RANGKAIAN ANALOG PEMBANGUN GERBANG LOGIKA

### A. Tujuan

1. Menyusun gerbang logika dari komponen diskrit.
2. Mengamati hubungan antara keadaan logik saluran masukan dan keluaran pada gerbang logika yang tersusun dari komponen diskrit.
3. Mempelajari cara kerja gerbang logika yang tersusun dari komponen diskrit.
4. Dapat membuktikan setiap gerbang logika.

### B. Alat dan Bahan

- |                     |            |
|---------------------|------------|
| 1. Catu daya        | 1 buah     |
| 2. Dioda            | 2 buah     |
| 3. Transistor       | 1 buah     |
| 4. Resistor         | 3 buah     |
| 5. LED              | 1 buah     |
| 6. Breadboard       | 1 buah     |
| 7. Kabel Penghubung | 2 buah     |
| 8. Jumper           | secukupnya |

### C. Dasar Teori

Gerbang logika merupakan dasar pembentukan sistem digital yang beroperasi dengan bilangan biner. Gerbang logika sebagai rangakain yang memiliki satu atau lebih dari satu sinyal masukan tetapi hanya memiliki satu sinyal keluaran saja. Tegangan yang digunakan dalam gerbang logika adalah tinggi (High) atau rendah (Low). Tegangan tinggi bernilai (1) sedangkan tegangan rendah (0).

Terdapat 7 gerbang logika yang dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu:



## 1. Gerbang Logika Inverter (Gerbang NOT)

Inverter (pembalik) merupakan gerbang logika dengan satu sinyal masukan dan satu sinyal keluaran dimana sinyal keluaran selalu berlawanan dengan keadaan sinyal masukan.

Jika input A High, maka output X akan Low

Jika input A Low, maka output X akan High



**Gambar 6.1** Simbol Gerbang Logika NOT

Berikut operasi NOT:

$$X = \bar{A}$$

Tabel kebenaran Gerbang Logika NOT:

<i>INPUT</i> <b>A</b>	<i>Output</i> <b>X</b>
0	1
1	0

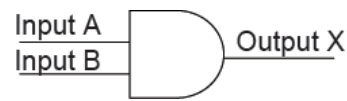
## 2. Gerbang Logika Non-Inverter

Gerbang non-inverter memiliki sinyal masukan dua atau lebih sinyal masukan. Yang termasuk gerbang logika non-inverter ialah (AND, OR, NAND, NOR).

- Gerbang Logika AND

Jika input A dan B keduanya High maka outputnya akan High.

Jika input A atau B salah satu atau keduanya low maka outputnya akan Low.



**Gambar 6.2** Simbol Gerbang Logika AND

Berikut Operasi AND

$$A \cdot B = X$$

Tabel kebenaran Gerbang Logika AND:

INPUT		Output
A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

- Gerbang Logika OR

Jika input A dan B keduanya High, maka output akan High.

Jika input A atau B salah satu atau keduanya Low, maka output akan Low.



**Gambar 6.3** Simbol Gerbang Logika OR

Berikut operasi OR:

$$A + B = X$$

Tabel kebenaran Gerbang Logika OR:

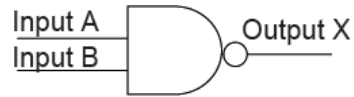
INPUT		Output
A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

- Gerbang Logika NAND

Merupakan inversi (kebalikan) dari gerbang logika AND.

Jika input A dan B keduanya High maka output akan Low.

Jika input A atau B salah satu atau keduanya Low maka output akan High.



**Gambar 6.4** Simbol Gerbang Logika NAND

Berikut operasi NAND:

$$X = \overline{A \cdot B}$$

Tabel kebenaran Gerbang Logika NAND:

INPUT		Output
A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

- Gerbang Logika NOR

Merupakan inversi (kebalikan) dari gerbang logika OR.

Jika input A dan B keduanya Low, maka output akan High.

Jika input A atau B salah satu atau keduanya High, maka output akan High.



**Gambar 6.5** Gerbang Logika NOR

Operasi Gerbang Logika NOR:

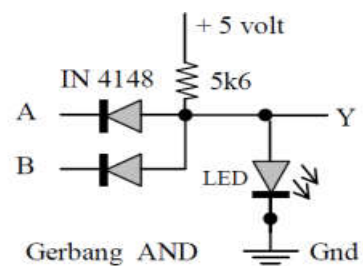
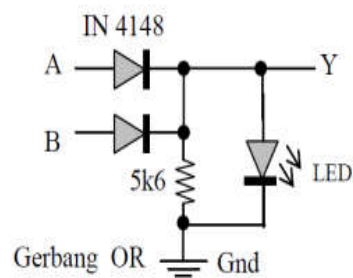
$$Y = \overline{A + B}$$

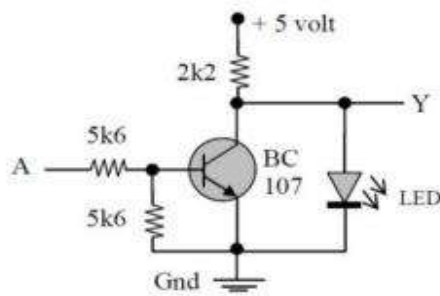
Tabel Kebenaran Gerbang Logika NOR

Input		Output X
A	B	
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

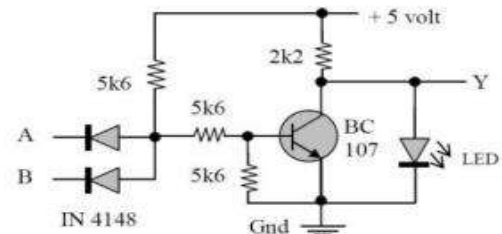
#### D. Prosedur Percobaan

1. Siapkan *breadboard*, *jumper*, LED, dioda, transistor, resistor, catu daya dan kabel penghubung
2. Gubakan dioda IN 4148 untuk gerbang AND dan OR, transistor BC 107 untuk gerbang NOT, dioda 4148 dan transistor BC 547 untuk gerbang NAND dan NOR
3. Rangkailah sesuai dengan rangkaian di bawah ini

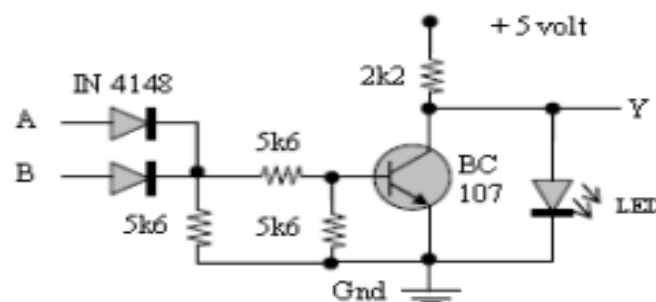




Gerbang NOT



Gerbang NAND



Gerbang NOR

4. Ujilah tabel kebenaran dari setiap gerbang logika
5. Catatlah hasil uji coba tabel kebenaran berdasarkan hasil eksperimen

### E. Tugas

#### Tugas Pendahuluan

1. Apa yang kalian ketahui mengenai gerbang logika? Jelaskan!
2. Sebutkan 5 alat praktikum beserta fungsinya yang sering digunakan pada praktikum elektronika analog!
3. Sebutkan dan jelaskan 3 aplikasi gerbang logika dalam kehidupan sehari-hari!
4. Jelaskan fungsi dari gerbang logika?
5. Jelaskan prinsip kerja dari masing-masing gerbang logika!

#### Tugas Akhir

1. Buatlah Tabel kebenaran dari masing-masing gerbang logika!

2. Buatlah timing diagram untuk mendapatkan output dari setiap gerbang logika!
3. Berikan kesimpulan dari hasil percobaan!

#### **F. Daftar Pustaka**

Carter, B., & Brown, T. 2001. *Handbook of Operational Amplifier Applications*. Texas: Texas Instruments.

Tooley, Mike . 2003. *Rangkaian Elektronik : Prinsip dan Aplikasinya*. Jakarta : Erlangga







Dotted lines for writing



