

I. Tujuan Praktikum

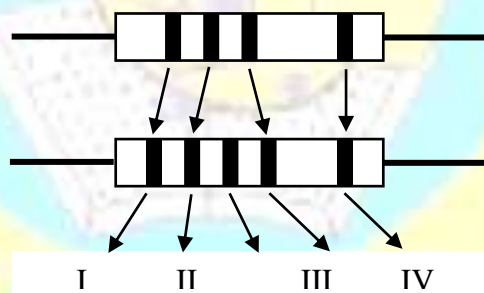
1. Menjelaskan komponen resistor
2. Mampu menghitung nilai resistansi resistor melalui urutan cincin warnanya.
3. Mampu merangkai resistor secara seri maupun paralel.
4. Memahami penggunaan hukum Ohm pada rangkaian resistor.
5. Memahami tentang hukum Kirchhoff.

II. Bahan Praktikum

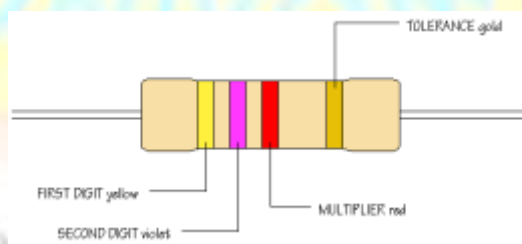
1. Beberapa resistor
2. Projectboard
3. Catu daya
4. Multimeter

III. Ringkasan Teori

Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam suatu rangkaian. Resistor disebut juga dengan tahanan atau hambatan, berfungsi untuk menghambat arus listrik yang melewatinya. Resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon. Satuan resistansi dari suatu resistor disebut **Ohm** atau dilambangkan dengan simbol Ω (Omega). Bentuk resistor yang umum adalah seperti tabung dengan dua kaki di kiri dan kanan. Pada badannya terdapat lingkaran membentuk cincin kode warna untuk mengetahui besar resistansi tanpa mengukur besarnya dengan Ohmmeter. Ilustrasinya seperti pada gambar berikut



Gambar 1.1 Urutan cincin warna pada resistor



Gambar 1.2 Urutan cincin warna pada resistor(lanjutan)

Kode warna untuk resistor dikeluarkan oleh **EIA** (*Electronic Industries Association*) seperti yang ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 1.1 Nilai warna pada cincin resistor

Warna Cincin	Cincin I Angka ke-1	Cincin II Angka ke-2	Cincin III Angka ke-3	Cincin IV Pengali	Cincin V Toleransi
hitam	0	0	0	$\times 10^0$	
coklat	1	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1 \%$
merah	2	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2 \%$
jingga	3	3	3	$\times 10^3$	
kuning	4	4	4	$\times 10^4$	
hijau	5	5	5	$\times 10^5$	
biru	6	6	6	$\times 10^6$	
ungu	7	7	7	$\times 10^7$	
abu-abu	8	8	8	$\times 10^6$	
putih	9	9	9	$\times 10^9$	
emas				$\times 10^{-1}$	$\pm 5 \%$
perak				$\times 10^{-2}$	$\pm 10 \%$
tanpa warna					$\pm 20 \%$

Besarnya ukuran resistor sangat tergantung Watt atau daya maksimum yang mampu ditahan oleh resistor.

Contoh perhitungan :

Urutan cincin warna (resistor 4 cincin warna): **merah kuning biru emas**

Merah	Ungu	Biru	emas	Hasilnya
2	7	$\times 10^6$	$\pm 5 \%$	$27\text{M } \Omega \pm 5 \%$

Urutan cincin warna (resistor 5 cincin warna): **coklat merah hitam jingga coklat**

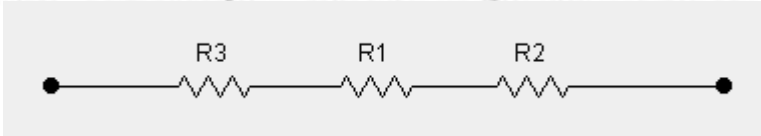
coklat	Merah	Hitam	Jingga	coklat	Hasilnya
1	2	0	$\times 10^3$	$\pm 1 \%$	$120\text{K } \Omega \pm 1 \%$

Berdasarkan karakter penghambatan resistor terbagi menjadi 3:

1. Resistor tetap : resistor yang nilai hambatannya tidak dapat diubah-ubah.
2. Resistor variabel : resistor yang nilai hambatannya dapat diubah-ubah sesuai dengan kebutuhan
3. Resistor variabel khusus : resistor yang nilai hambatannya dapat berubah sesuai dengan kondisi tertentu. Kondisinya, antara lain: perubahan intensitas cahaya, suhu, medan magnet dll.

Rangkaian Resistor

Rangkaian resistor secara seri akan mengakibatkan nilai resistansi total semakin besar. Di bawah ini contoh resistor yang dirangkai secara seri.

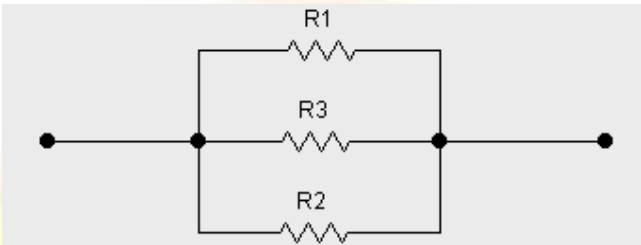


Gambar 1.3 Rangkaian resistor secara seri

Pada rangkaian resistor seri berlaku rumus:

$$R_{TOTAL} = R_1 + R_2 + R_3 \dots\dots\dots (1.1)$$

Rangkaian resistor secara paralel akan mengakibatkan nilai resistansi pengganti semakin kecil. Di bawah ini contoh resistor yang dirangkai secara paralel.



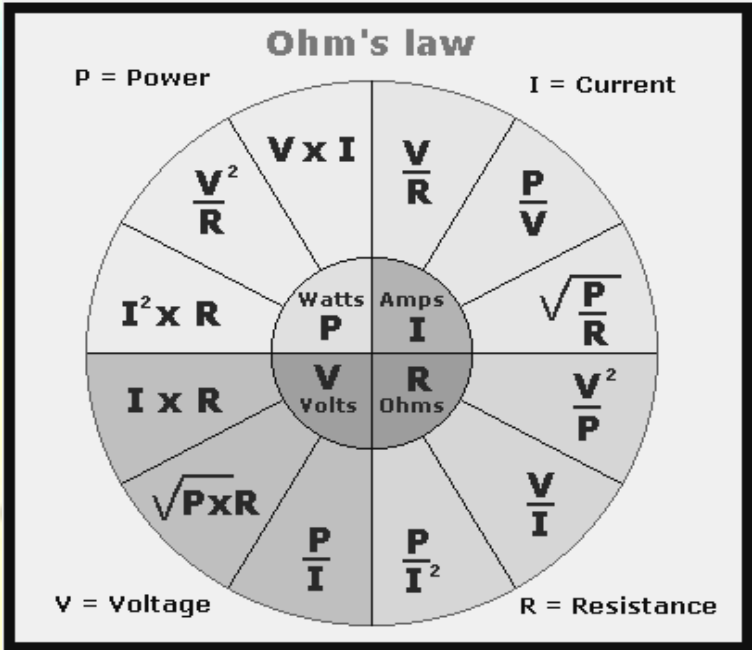
Gambar 1.4 Rangkaian resistor secara paralel

Pada rangkaian resistor paralel berlaku rumus:

$$R_{PENGGANTI} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots\dots\dots (1.2)$$

Hukum Ohm

Dari hukum Ohm diketahui, resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melalui resistor tersebut.

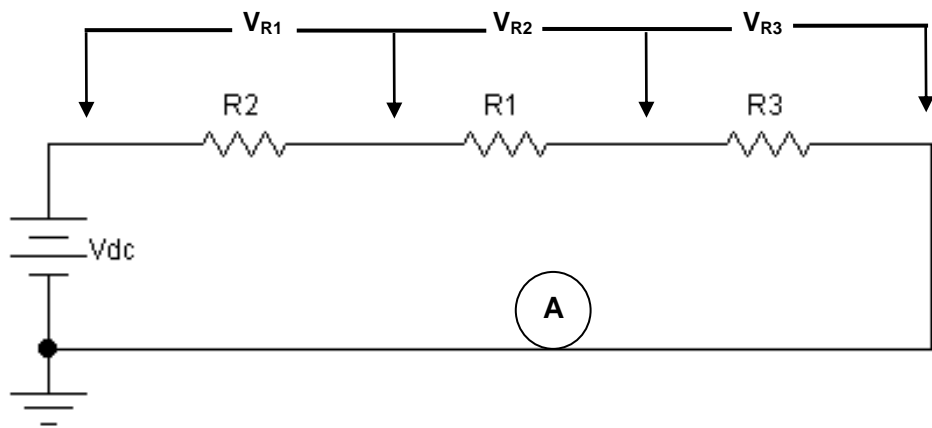


Gambar 1.5 Diagram hukum Ohm

Keterangan gambar 1.5 :

- V = tegangan dengan satuan Volt
- I = arus dengan satuan Ampere
- R = resistansi dengan satuan Ohm
- P = daya dengan satuan Watt

Hukum Kirchhoff pada rangkaian seri: selisih tegangan sumber dengan jumlah tegangan jatuh pada masing-masing beban adalah 0. Sedangkan pada rangkaian paralel: jumlah arus yang mengalir menuju satu titik sama dengan jumlah arus yang keluar dari titik tersebut.



Gambar 1.6 Ilustrasi penerapan hukum kirchhoff pada rangkaian seri

$$V_{\text{SUMBER}} - (V_{R1} + V_{R2} + V_{R3}) = 0 \dots\dots\dots (1.3)$$

$$V_{\text{SUMBER}} = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} \dots\dots\dots (1.4)$$

dimana:

$$V_{Rn} = I \times R_n \quad ; \quad V_{Rn} = \text{tegangan jatuh pada beban } R_n. \dots\dots\dots (1.5)$$

sehingga:

$$V_{R1} = I \times R_1 \quad ; \quad V_{R1} = \text{tegangan jatuh pada beban } R_1.$$

$$V_{R2} = I \times R_2 \quad ; \quad V_{R2} = \text{tegangan jatuh pada beban } R_2.$$

$$V_{R3} = I \times R_3 \quad ; \quad V_{R3} = \text{tegangan jatuh pada beban } R_3.$$

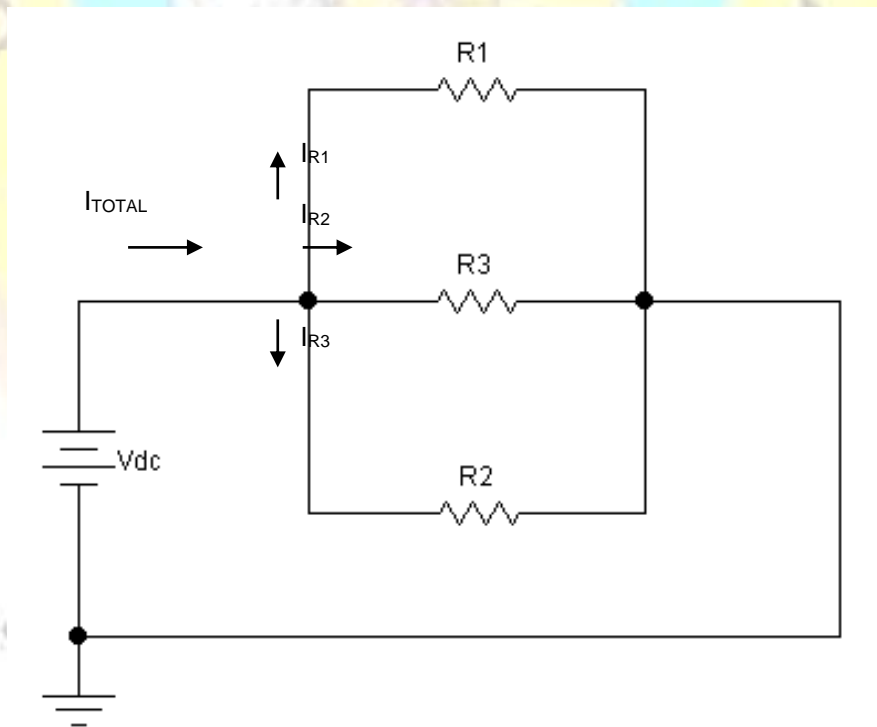
Pada rangkaian seri, arus yang mengalir pada masing-masing beban sama besarnya dengan arus pada rangkaian.

$$I = I_{R1} = I_{R2} = I_{R3} \dots\dots\dots (1.6)$$

dimana:

$$I = \frac{V_{\text{SUMBER}}}{R_{\text{TOTAL}}} \dots\dots\dots (1.7)$$

Hukum Kirchhoff pada rangkaian paralel: arus yang mengalir menuju suatu titik berbanding lurus dengan jumlah arus yang keluar dari titik tersebut.



Gambar 1.7. Ilustrasi penerapan hukum kirchhoff pada rangkaian paralel

$$I_{TOTAL} - (I_{R1} + I_{R2} + I_{R3}) = 0 \dots\dots\dots (1.8)$$

$$I_{TOTAL} = I_{R1} + I_{R2} + I_{R3} \dots\dots\dots (1.9)$$

dimana:

$$I_{Rn} = \frac{V_{SUMBER}}{R_n} ; I_{Rn} = \text{ arus yang mengalir pada beban } R_n. \dots\dots\dots (1.10)$$

sehingga:

$$I_{R1} = \frac{V_{SUMBER}}{R_1} ; I_{R1} = \text{ arus yang mengalir pada beban } R_1.$$

$$I_{R2} = \frac{V_{SUMBER}}{R_2} ; I_{R2} = \text{ arus yang mengalir pada beban } R_2.$$

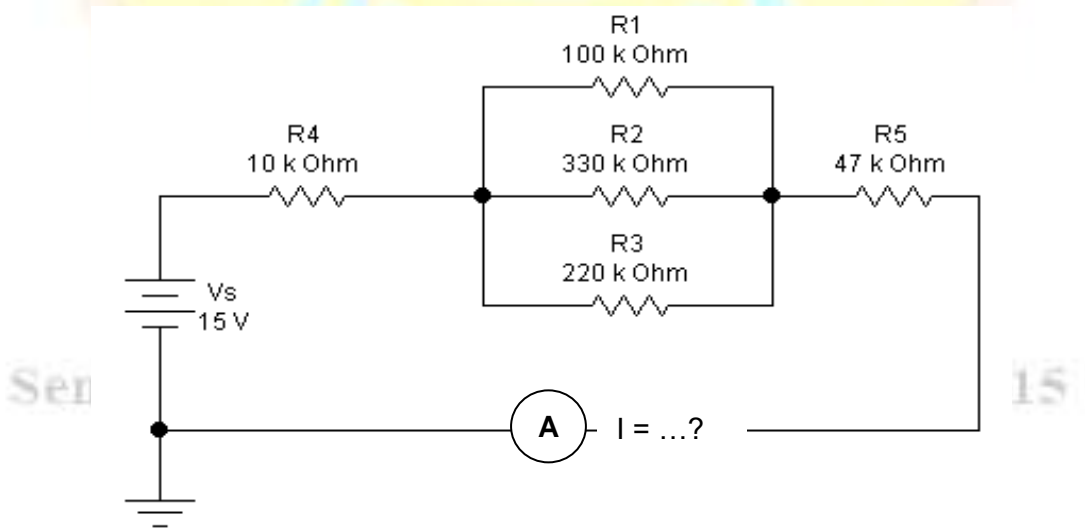
$$I_{R3} = \frac{V_{SUMBER}}{R_3} ; I_{R3} = \text{ arus yang mengalir pada beban } R_3.$$

Pada rangkaian paralel, tegangan yang jatuh pada masing-masing beban sama dengan tegangan sumber.

$$V_{SUMBER} = V_{R1} = V_{R2} = V_{R3} \dots\dots\dots (1.11)$$

IV. Tugas Pendahuluan

1. Hitung beberapa nilai resistansi resistor 4 cincin dibawah ini.
 - a. coklat, hitam, merah, emas
 - b. kuning, ungu, hitam, emas
 - c. jingga, putih, merah, perak
 - d. biru, abu-abu, coklat, perak
2. Jelaskan mengenai resistor tetap, resistor variabel dan resistor variabel khusus dan berikan contohnya untuk masing-masing jenis resistor!
3. Carilah $R_{pengganti}$ dan hitung besar arus yang mengalir pada masing-masing beban rangkaian di bawah ini!
4. Jelaskan tentang hukum kirchoff tegangan dan hukum kirchoff arus!
5. Simulasikanlah rangkaian resistor berikut menggunakan multisim!



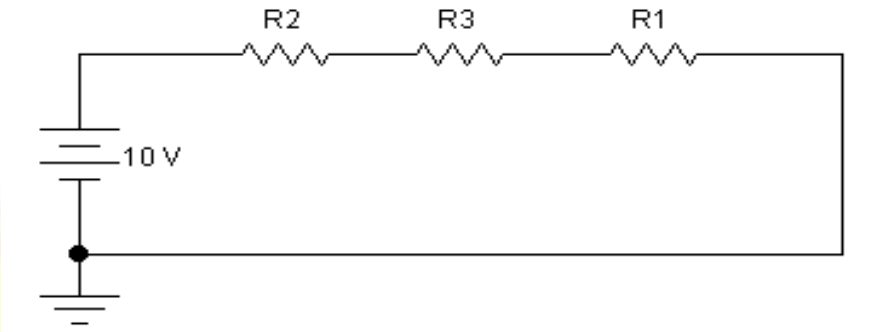
Gambar 1.8. Rangkaian resistor secara seri paralel

V. Langkah Percobaan

A. Percobaan Hukum Kirchhoff pada rangkaian seri

1. Susunlah rangkaian seperti gambar di bawah ini, dengan ketentuan nilainya seperti berikut

No	R1	R2	R3
1	10 K	1K2	100 Ohm
2	3K3	4K7	1 K



Gambar 1.9. Rangkaian resistor seri

2. Ukurlah besar resistansi total pada rangkaian (R_{TOTAL}).
3. Berilah tegangan sebesar 10 VDC kemudian ukur besar tegangan pada masing-masing resistor (V_{R1} , V_{R2} , V_{R3}) dan jumlahkan kemudian bandingkan dengan V_{SUMBER} .
4. Ukurlah besar arus yang mengalir pada rangkaian (I).
5. Tuliskan data di atas pada tabel seperti di bawah ini.

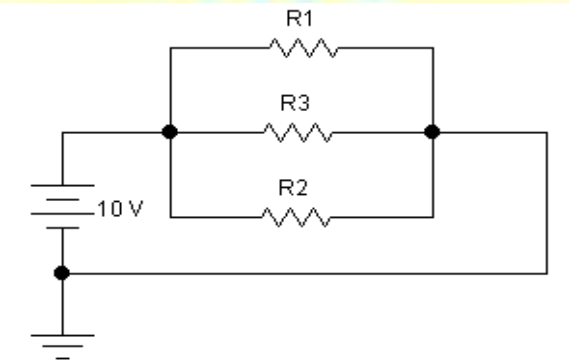
No.	R_{TOTAL}	V_{R1}	V_{R2}	V_{R3}	V_S	I	$V_S - (V_{R1} + V_{R2} + V_{R3})$
1							
2							

6. Hitung nilai resistansi total (R_{TOTAL}), tegangan pada masing-masing resistor (V_{R1} , V_{R2} , V_{R3}), dan arus yang mengalir pada rangkaian (I) dengan menggunakan rumus pada hukum Ohm dan buktikan hukum kirchhoff pada rangkaian di atas.

B. Percobaan Hukum Kirchhoff pada rangkaian paralel

1. Susunlah rangkaian seperti gambar di bawah ini, dengan ketentuan nilainya seperti berikut

No	R1	R2	R3
1	6K8	1K2	100 Ohm
2	2K2	4K7	1 K



Gambar 1.10 Rangkaian resistor paralel

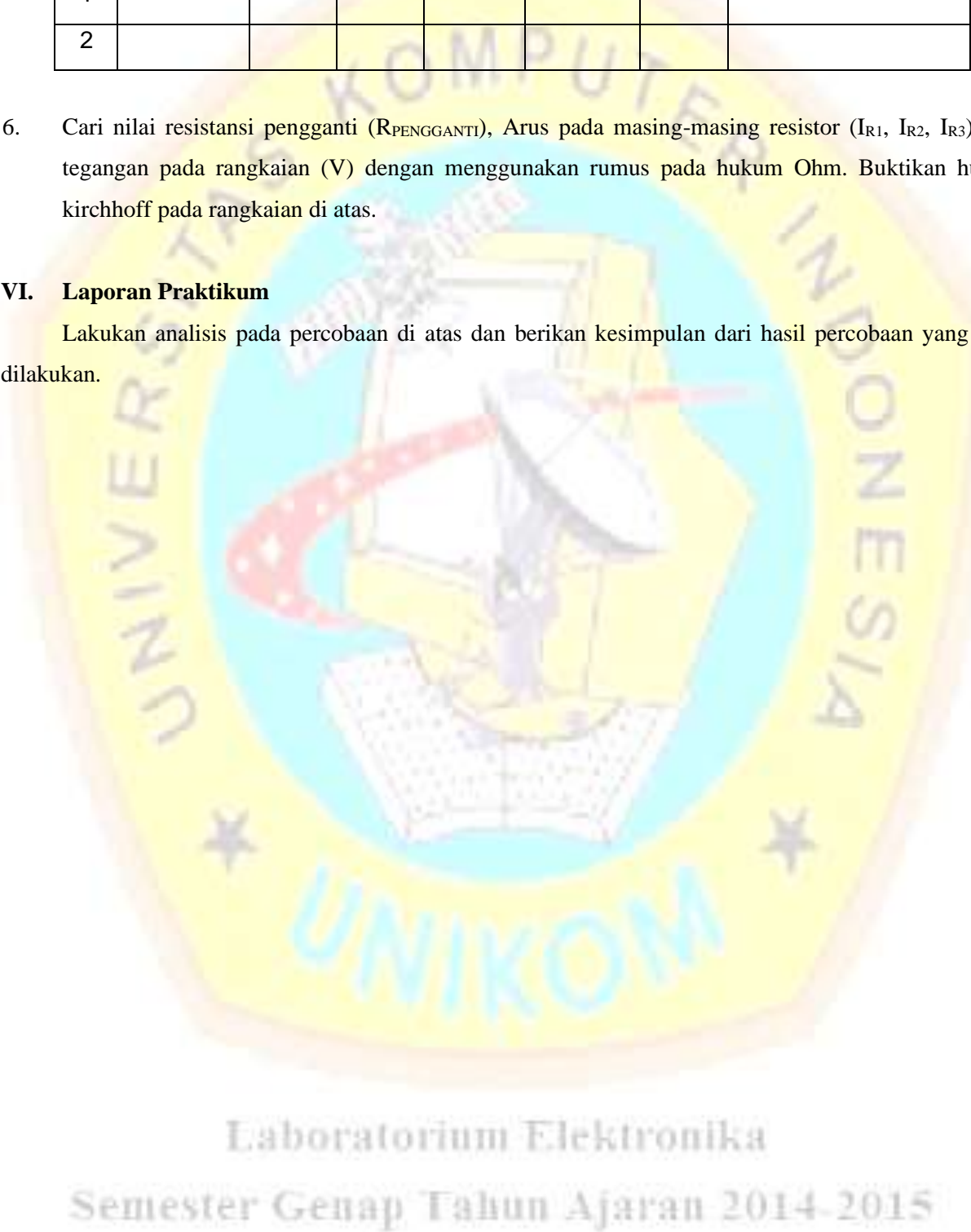
- 2. Ukurlah besar resistansi pengganti pada rangkaian ($R_{PENGGANTI}$).
- 3. Berilah tegangan sebesar 10 VDC kemudian ukur besar arus pada masing-masing resistor (I_{R1} , I_{R2} , I_{R3}) dan jumlahkan kemudian bandingkan dengan arus pada rangkaian (I_{TOTAL}).
- 4. Ukurlah besar tegangan pada rangkaian (V).
- 5. Tuliskan data di atas pada tabel seperti di bawah ini.

No.	$R_{PENGGANTI}$	I_{R1}	I_{R2}	I_{R3}	I_{TOTAL}	V	$I_{TOTAL} - (I_{R1} + I_{R2} + I_{R3})$
1							
2							

- 6. Cari nilai resistansi pengganti ($R_{PENGGANTI}$), Arus pada masing-masing resistor (I_{R1} , I_{R2} , I_{R3}), dan tegangan pada rangkaian (V) dengan menggunakan rumus pada hukum Ohm. Buktikan hukum kirchhoff pada rangkaian di atas.

VI. Laporan Praktikum

Lakukan analisis pada percobaan di atas dan berikan kesimpulan dari hasil percobaan yang telah dilakukan.



I. Tujuan Praktikum

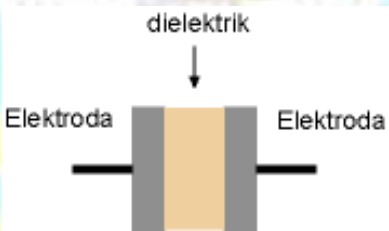
- 1. Mengetahui bentuk dan jenis Kapasitor.
- 2. Mengetahui cara membaca nilai kapasitansi suatu kapasitor.
- 3. Memahami prinsip pengisian dan pengosongan muatan listrik pada kapasitor.

II. Bahan Praktikum

- 1. Kapasitor
- 2. Resistor
- 3. Projectboard
- 4. Catu Daya
- 5. Multimeter

III. Ringkasan Teori

Kapasitor adalah komponen elektronika yang dapat menyimpan muatan listrik. Struktur sebuah kapasitor terbuat dari 2 buah plat metal yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Bahan-bahan dielektrik yang umum dikenal misalnya udara vakum, keramik, gelas dan lain-lain. Jika kedua ujung plat metal diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan mengumpul pada salah satu kaki (elektroda) metalnya dan pada saat yang sama muatan-muatan negatif terkumpul pada ujung metal yang satu lagi. Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub negatif dan sebaliknya muatan negatif tidak bisa menuju ke ujung kutub positif, karena terpisah oleh bahan dielektrik yang non-konduktif. Muatan elektrik ini "tersimpan" selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakinya. Di alam bebas, fenomena kapasitor ini terjadi pada saat terkumpulnya muatan-muatan positif dan negatif di awan.



Gambar 2.1. Prinsip dasar kapasitor

Kapasitansi didefinisikan sebagai kemampuan dari suatu kapasitor untuk dapat menampung muatan elektron. Coulombs pada abad 18 menghitung bahwa 1 Coulomb = 6.25×10^{18} elektron. Kemudian Michael Faraday membuat postulat bahwa sebuah kapasitor akan memiliki kapasitansi sebesar 1 Farad jika dengan tegangan 1 Volt dapat memuat muatan elektron sebanyak 1 Coulombs. Sehingga rumus ini dapat ditulis :

$Q = C.V$(2.1)

Keterangan :

Q = muatan elektron dalam C (Coulombs)

C = nilai kapasitansi dalam F (Farads)

V = besar tegangan dalam V (Volt)

Dalam praktek pembuatan kapasitor, kapasitansi dihitung dengan mengetahui luas area plat metal (A), jarak (t) antara kedua plat metal (tebal dielektrik) dan konstanta (k) bahan dielektrik. Sehingga rumus ini dapat ditulis sebagai berikut :

$C = (8.85 \times 10^{-12}) (k A/t).....(2.2)$

Berikut adalah tabel contoh konstanta (k) dari beberapa bahan dielektrik yang disederhanakan.

Tabel 2.1 Konstanta untuk dielektrikum kapasitor

Udara vakum	k = 1
Aluminium oksida	k = 8
Keramik	k = 100 – 1000
Gelas	k = 8
Polyethylene	k = 3

Untuk rangkaian elektronik praktis, satuan Farads adalah sangat besar . Umumnya kapasitor yang ada di pasaran memiliki satuan **μF (10⁻⁶ F)**, **nF (10⁻⁹ F)** dan **pF (10⁻¹² F)**. Konversi satuan penting diketahui untuk memudahkan membaca besaran sebuah kapasitor. Misalnya 0.047 μF dapat juga dibaca sebagai 47 nF, atau contoh lain 0.1 nF sama dengan 100 pF.

Membaca Kapasitansi

Pada kapasitor yang berukuran besar, nilai kapasitansi umumnya ditulis dengan angka yang jelas serta lengkap dengan nilai tegangan maksimum dan polaritasnya. Misalnya pada kapasitor elco dengan jelas tertulis kapasitansinya sebesar 22μF/25V. Kapasitor yang ukuran fisiknya mungil dan kecil biasanya hanya bertuliskan 2 (dua) atau 3 (tiga) angka saja. Jika hanya ada dua angka satuannya adalah *pF (pico Farads)*. Sebagai contoh, kapasitor yang bertuliskan dua angka 47, maka kapasitansi kapasitor tersebut adalah 47 pF.

Jika ada 3 digit, angka pertama dan kedua menunjukkan nilai nominal, sedangkan angka ke-3 adalah faktor pengali. Faktor pengali sesuai dengan angka nominalnya, berturut-turut 1 = 10, 2 = 100, 3 = 1.000, 4 = 10.000 dan seterusnya. Misalnya pada kapasitor keramik tertulis 104, maka kapasitansinya adalah 10 x 10.000 = 100.000 pF atau = 100 nF. Contoh lain misalnya tertulis 222, artinya kapasitansi kapasitor tersebut adalah 22 x 10² = 2200 pF = 2.2 nF.

Tegangan Kerja (*working voltage*)

Tegangan kerja adalah tegangan maksimum yang diijinkan sehingga kapasitor masih dapat bekerja dengan baik. Para elektro- mania barangkali pernah mengalami kapasitor yang meledak karena kelebihan tegangan. Misalnya kapasitor 10uF 25V, maka tegangan yang bisa diberikan tidak boleh melebihi 25 Volt DC. Umumnya kapasitor-kapasitor polar bekerja pada tegangan DC dan kapasitor non-polar bekerja pada tegangan AC.

Temperatur Kerja

Kapasitor masih memenuhi spesifikasinya jika bekerja pada suhu yang sesuai. Pabrikan pembuat kapasitor umumnya membuat kapasitor yang mengacu pada standar populer. Ada 4 standar populer yang biasanya tertera di badan kapasitor seperti C0G (*ultra stable*), X7R (*stable*) serta Z5U dan Y5V (*general purpose*). Secara lengkap kode-kode tersebut disajikan pada tabel berikut.

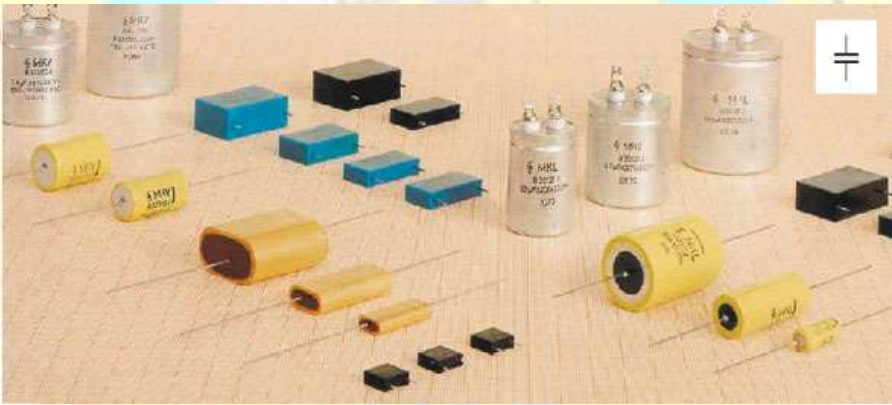
Tabel 2.2 Kode karakteristik kapasitor kelas I

Koefisien Suhu		Faktor Pengali Koefisien Suhu		Toleransi Koefisien Suhu	
Simbol	PPM per C°	Simbol	Pengali	Simbol	PPM per C°
C	0	0	-1	G	+/-30
B	0.3	1	-10	H	+/-60
A	0.9	2	-100	J	+/-120
M	1	3	-1000	K	+/-250
P	1.5	4	-10000	L	+/-500

PPM = part per million

Tabel 2.3 Kode karakteristik kapasitor kelas II dan III

suhu kerja minimum		suhu kerja maksimum		Toleransi Kapasitansi	
Simbol	C°	Simbol	C°	Simbol	Persen
Z	10	2	45	A	+/- 1.0%
Y	-30	4	65	B	+/- 1.5%
X	-55	5	85	C	+/- 2.2%
		6	105	D	+/- 3.3%
		7	125	E	+/- 4.7%
		8	150	F	+/- 7.5%
		9	200	P	+/- 10.0%
				R	+/- 15.0%
				S	+/- 22.0%
				T	-0.66667



Gambar 2.2. Beberapa bentuk fisik kapasitor

Kapasitor Variabel

Kapasitor yang nilai kapasitansinya dapat berubah-ubah layaknya potensiometer, biasanya dipakai untuk penala radio atau kapasitor *trimmer* untuk pemancar radio., nilai kapasitansi pada kapasitor dapat dilihat dari kode yang terdapat pada fisik kapasitor. Sebagai contoh, jika tertera 105, itu berarti $10 \times 10^5 = 1.000.000 \text{ pF} = 1000 \text{ nF} = 1\mu\text{F}$. Nilai yang dibaca pF (pico farad). Kapasitor lain ada yang tertulis 0.1 atau 0.01, jika demikian, maka satuan yang dipakai μF . jadi 0.1 berarti $0.1 \mu\text{F}$.

Nilai kapasitansi satu farad menunjukkan bahwa kapasitor memiliki kemampuan untuk menyimpan satu coulomb pada tegangan satu volt. Kapasitor pada *power supply* menggunakan kapasitansi sebesar 4700 μ F. sedangkan circuit pada radio sering menggunakan besar kapasitansi di bawah 10 pF. Waktu yang dibutuhkan kapasiotr untuk mencapai pengisian optimal tergantung pada besarnya nilai kapasitansi dan resistansi. Formulanya:

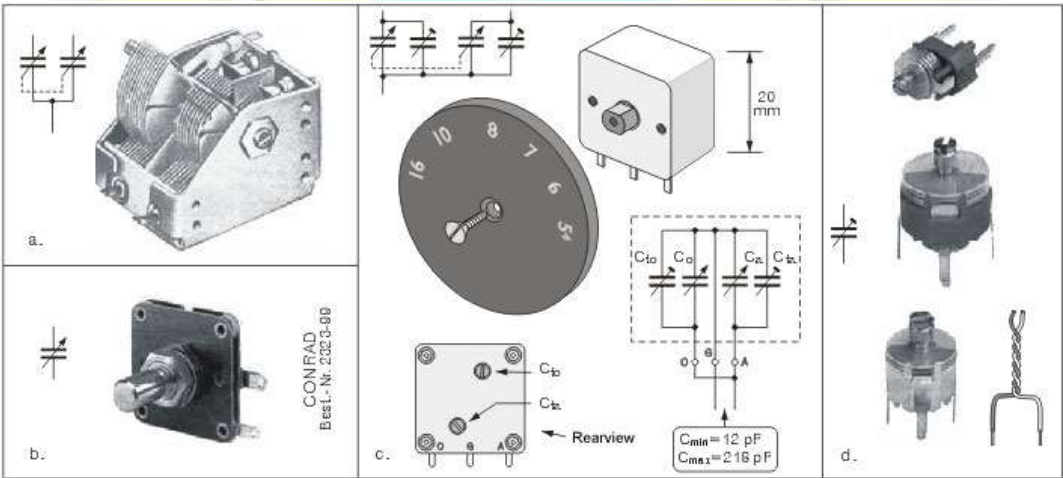
$$T = R \times C$$

Dimana :

T = time (waktu dalam detik)

R = resistansi (dalam ohm)

C = kapasitansi (dalam Farad)



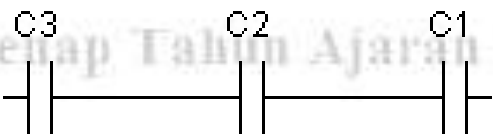
Gambar 2.3 a, b, c. Kapasitor variabel, d. Kapasitor trimmer

Beberapa Fungsi Kapasitor

- Penyimpan muatan listrik
- Menahan arus rata (DC)
- Menghubung singkat sebuah tahanan bagi arus bolak – balik (AC)
- Sebagai filter untuk regulator
- Pengkopel sinyal
- Pembangkit gelombang bulan sinus

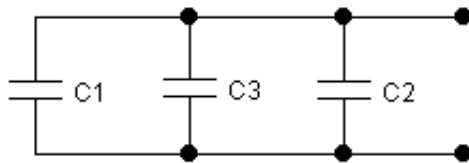
Rangkaian dasar kapasitor

Kapasitor yang dihubungkan seri dengan kapasitor lain, kemampuan menahan listrik menjadi lebih tinggi, kapasitansi totalnya menjadi lebih rendah dan bahan dielektrikum seolah-olah menjadi lebig tebal. Jumlah muatan listrik pada setiap kapasitor menjadi sama besar. Jika perbedaan potensial tiap-tiap kapasitor sama dengan pemberian tegangan pada ng dirangkaian.



Gambar 2.4 Rangkaian kapasitor seri

$$1/C_{TOTAL} = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3(2.3)$$

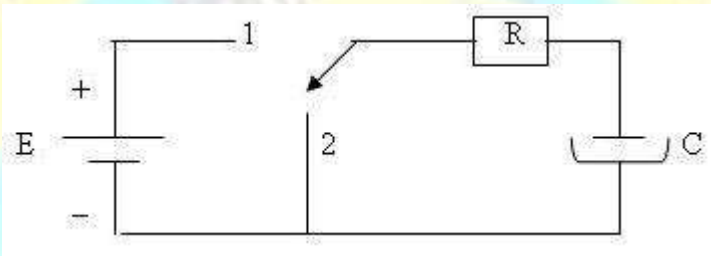


Gambar 2.5 Rangkaian kapasitor paralel

$$C_{TOTAL} = C_1 + C_2 + C_3 \dots\dots\dots (2.4)$$

Pengisian dan Pengosongan Kapasitor

Saat pengisian dan pengosongan muatan pada kapasitor, waktu lamanya pengisian dan pengosongan muatannya tergantung dari besarnya nilai resistansi dan kapasitansi yang digunakan pada rangkaian. Pada saat saklar menghubungkan ketitik 1 arus listrik mengalir dari sumber-sumber tegangan melalui komponen R menuju komponen C. Tegangan pada kapasitor meningkat dari 0 Volt sampai sebesar tegangan sumber, kemudian tak terjadi aliran, saklar dipindahkan posisinya ke titik 2 maka terjadi proses pengosongan.



Gambar 2.6 Rangkaian RC hubungan seri di *supply* oleh tegangan DC

Tegangan kapasitor akan menurun, arah arus berlawanan dari arah pengisian. Tegangan pada R menjadi negative dan berangsur-angsur tegangannya menjadi 0 volt.

Konstanta Waktu RC

Jika suatu rangkaian RC diberi tegangan DC maka muatan listrik pada kapasitor tidak akan langsung terisi penuh, akan tetapi membutuhkan waktu untuk mencapai muatan listrik pada kapasitor tersebut penuh.

Setelah muatan listrik penuh dan sumber tegangan dilepas maka muatan listrik pada kapasitor tidak akan langsung kosong akan tetapi membutuhkan waktu untuk mencapai muatan listrik pada kapasitor kosong.

Konstanta waktu RC ➔ $\tau = R \times C \dots\dots\dots (2.5)$

dan rumus konstanta waktu secara universal :

$$Change = (akhir - awal) \left(1 - \frac{1}{e^{\frac{T}{\tau}}} \right) \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan rumus 2.6 :

change = nilai perubahan

akhir = nilai akhir variabel

awal = nilai awal variabel

e = nilai euler ($\approx 2,7182818$)

T = waktu dalam satuan detik

τ = konstanta waktu dalam satuan detik

untuk menentukan besar waktu yang dibutuhkan untuk perubahan tertentu adalah

$$t = \tau \left(\ln \frac{1}{1 - \frac{\text{change}}{\text{akhir} - \text{awal}}} \right) \dots\dots\dots (2.7)$$

V. Tugas Pendahuluan

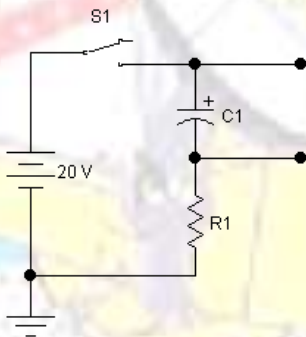
- 1. Sebutkan jenis-jenis kapasitor dan jelaskan perbedaannya serta gambarkan simbolnya!
- 2. Jelaskan makna dari angka tertulis pada kapasitor dibawah ini
4700 uF/50V, 103Z, 221J dan 682K!
- 3. Sebutkan fungsi kapasitor selain untuk menyimpan muatan listrik!
- 4. Sebutkan tipe kapasitor berdasarkan bahannya dan sebutkan juga bahan pembuat kapasitor!
- 5. Simulasikanlah rangkaian kapasitor berikut menggunakan multisim!

VI. Langkah Percobaan

Percobaan 1 (pengisian muatan listrik pada kapasitor)

- 1. Susunlah rangkaian seperti gambar di bawah ini, dengan ketentuan nilai komponen sebagai berikut :

Percobaan ke :	Kapasitor (C1)	Resistor (R1)
1	100 µF/ 25 V	10 K
2	1000 µF/ 25 V	5K6
3	2200 µF/ 25 V	3K3



Gambar 2.7 Rangkaian pengisian dan pengosongan muatan pada kapasitor

- 2. Pasangkanlah Voltmeter pada C₁, perhatikan polaritas probe dengan benar.
- 3. Tutup saklar S1 dan catat besar tegangan pada Voltmeter setiap 5 detik sampai besar tegangan yang terukur konstan.
- 4. Hitung nilai waktu yang diperlukan untuk mencapai tegangan pada kapasitor maksimum.
- 5. Tuliskan data di atas pada tabel di bawah ini.

Percobaan ke:	t. (detik)	Vc (Volt)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

Percobaan 2 (Pengosongan Muatan Listrik pada Kapasitor)

1. Susunlah rangkaian seperti gambar di bawah ini, dengan ketentuan nilai komponen sebagai berikut :

Percobaan ke :	Kapasitor (C1)	Resistor (R1)
1	100 μ F/ 25 V	10 K
2	1000 μ F/ 25 V	5K6
3	2200 μ F/ 25 V	3K3

1. Pasangkanlah Voltmeter pada C₁.
2. Tutup saklar S1 dan tunggu hingga tegangan pada kapasitor yang terukur pada Voltmeter maksimum.
3. Setelah V_C maksimum buka saklar S1 kemudian catat besar V_C yang terukur pada Voltmeter setiap 5 detik hingga V_C adalah 0 (nol).
4. Hitung nilai waktu yang diperlukan untuk mencapai tegangan pada kapasitor minimum(menurun)
5. Tuliskan data di atas pada tabel di bawah ini.

Percobaan ke:	t. (detik)	V _c (Volt)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

VII. Laporan Akhir

- Buat grafik dari tabel pengisian dan pengosongan muatan listrik di atas.
- Lakukan analisis dan berikan kesimpulan dari hasil kegiatan praktikum di atas.

Tujuan Praktikum

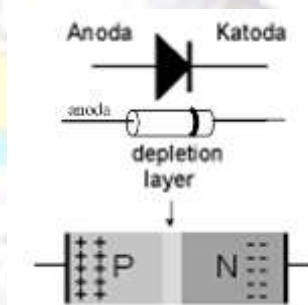
1. Mengetahui komponen elektronika dioda semikonduktor.
2. Mengetahui karakteristik dioda semikonduktor.
3. Mampu menganalisa rangkaian forward bias dan reverse bias pada dioda semikonduktor.

II. Bahan Praktikum

1. Dioda semikonduktor
2. Resistor
3. Projectboard
4. Catu daya
5. Multimeter

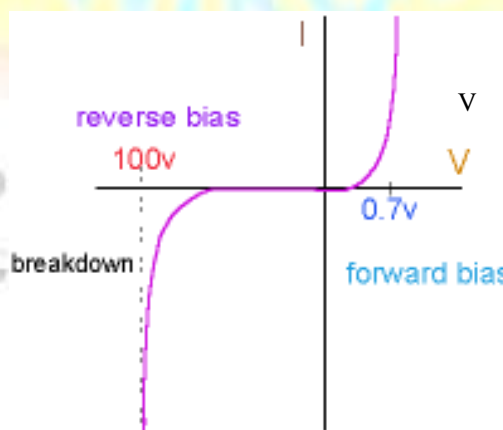
III. Ringkasan Teori

Dioda adalah komponen elektronika yang terbuat dari bahan semikonduktor. Dioda memiliki fungsi hanya mengalirkan arus satu arah saja. Struktur dioda adalah sambungan semikonduktor P dan N. Satu sisi adalah semikonduktor dengan tipe P dan satu sisinya yang lain adalah tipe N. Dengan struktur demikian arus hanya akan mengalir dari sisi P menuju sisi N. Di bawah ini gambar simbol dan struktur dioda.



Gambar 3.1. Simbol dan struktur dioda

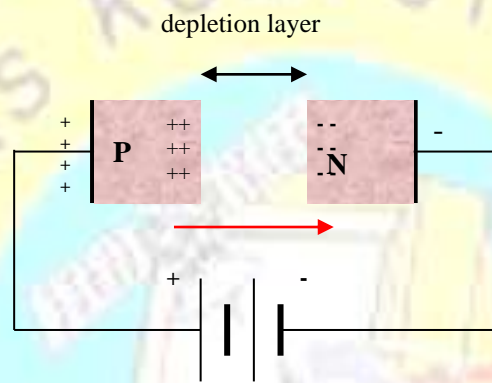
Di bawah ini adalah bentuk karakteristik dioda. (Untuk dioda yang terbuat dari bahan Silikon tegangan konduksi adalah diatas 0.7 volt)



Gambar 3.2. Kurva karakteristik dioda

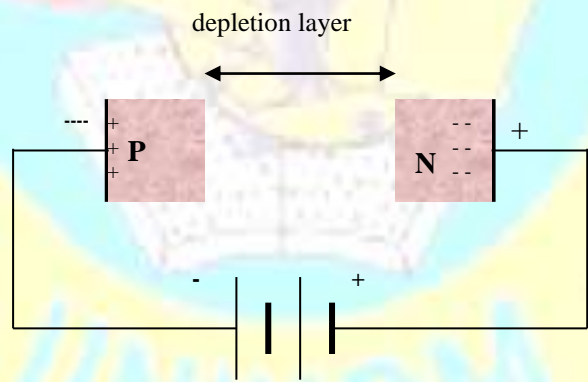
Aliran hole

Seperti kita ketahui, pada sisi P banyak terbentuk *hole-hole* yang siap menerima elektron sedangkan di sisi N banyak terdapat electron-elektron yang siap bebas merdeka. Lalu jika diberi bias positif, dengan arti kata memberi tegangan potensial sisi P lebih besar dari sisi N, maka electron dari sisi N dengan serta merta akan bergerak untuk mengisi *hole* di sisi P. Tentu kalau electron mengisi *hole* di sisi P, maka akan terbentuk *hole* pada sisi N karena ditinggal electron. 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 3.3 Dioda dengan bias maju

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



Gambar 3.4 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*) semakin besar dan menghalangi terjadinya arus.

Arus pembawa minoritas

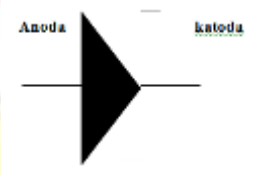
Apakah masih ada arus setelah lapisan kosong (*depletion layer*) berada pada lebar yang baru ? Ya, masih ada arus yang sangat kecil. Inilah sebabnya, energi thermal secara kontinu menciptakan sejumlah elektron bebas dan *hole* pada kedua sisi dari *depletion layer*. Disebabkan oleh pembawa minoritas tersebut maka ada arus yang kecil di dalam rangkaian. Arus balik (*reverse*) yang disebabkan oleh pembawa minoritas disebut arus saturasi (**I_s**). Artinya kita tidak dapat memperoleh arus balik yang lebih besar dari

yang dihasilkan energi *thermal*. 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 diatas 0 Volt, tetapi memang tegangan beberapa Volt diatas nol baru bisa terjadi konduksi. Ini disebabkan karena adanya dinding deplesi (*depletion layer*). Untuk dioda yang terbuat dari bahan Silikon tegangan konduksi adalah diatas 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.

Dioda Zener

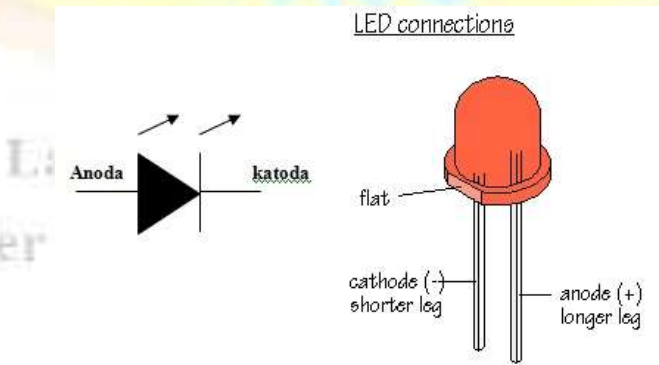
Phenomena tegangan *breakdown* dioda ini mengilhami pembuatan komponen elektronika lainnya yang dinamakan zener. Sebenarnya tidak ada perbedaan struktur dasar dari zener, melainkan mirip dengan dioda. Tetapi dengan memberi jumlah *doping* yang lebih banyak pada sambungan P dan N, ternyata tegangan *breakdown* pada tegangan ratusan Volt, pada zener bisa terjadi pada angka puluhan dan satuan Volt. Pada *data sheet* terdapat dioda zener yang memiliki tegangan V_z sebesar 1.5 volt, 3.5 volt dan sebagainya. Ini adalah karakteristik zener yang unik. Jika dioda bekerja pada bias maju/positif, maka zener biasanya berguna pada bias mundur/negatif (*reverse bias*).



Gambar 3.5 Simbol Dioda Zener

LED (Light Emiting Dioda)

Merupakan komponen yang dapat mengeluarkan emisi cahaya. LED merupakan produk temuan lain setelah dioda. Strukturnya juga sama dengan dioda, tetapi belakangan ditemukan bahwa elektron yang menerjang sambungan P-N juga melepaskan energi berupa energi panas dan energi cahaya. LED dibuat agar lebih efisien jika mengeluarkan cahaya. Untuk mendapatkan emisi cahaya pada semikonduktor, doping yang dipakai adalah *galium*, *arsenic*, dan *phosporus*. Jenis *doping* yang berbeda menghasilkan warna cahaya yang berbeda pula.



Gambar 3.6 Simbol LED (Kiri) dan bentuk LED (Kanan)

V. 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. Apa ciri-ciri (sifat) dioda untuk bias maju dan mundur?
- 4. Apakah dioda dapat bekerja seperti saklar? Jelaskan!
- 5. Simulasikanlah rangkaian dioda pada percobaan berikut menggunakan multisim!

VI. Langkah Percobaan

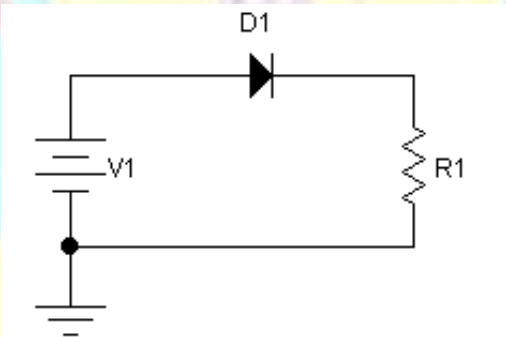
A. Mengukur Dioda dengan Ohmmeter

- 1. Atur posisi selektor multimeter pada pengukuran Ohm.
- 2. Pasangkan probe merah (+) pada kaki anoda dioda dan probe hitam (-) pada kaki katoda dioda.
- 3. Perhatikan resistansi dioda yang terbaca pada Ohmmeter.
- 4. Tukarkan posisi probe Ohmmeter, probe merah (+) pada kaki katoda dioda dan probe hitam (-) pada kaki anoda dioda.
- 5. Baca nilai resistansi dioda yang terukur pada Ohmmeter.
- 6. Lakukan percobaan di atas pada dioda yang lain.
- 7. Catat hasil percobaan pada tabel.

Nomer Dioda	Resistansi (Ohm) (Probe + pd anoda, Probe - pd katoda)	Resistansi (Ohm) (Probe + pd katoda, Probe - pd anoda)
1N 4002		
1N 4004		

B. Dioda dengan Forward Bias

- 1. Susunlah rangkaian seperti gambar di bawah ini. ($R_1 = 1\text{ K Ohm}$) Dan dioda 1N4002



Gambar 3.7. Rangkaian forward bias

- 2. Berikan tegangan mulai dari 0, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9, 1, 2, 4, 6, 8, dan 10 volt. Ukur besar tegangan dan arus pada dioda untuk setiap tegangan sumber yang diberikan.
- 3. Tuliskan data hasil percobaan pada tabel di bawah ini.

V_{SUMBER} (Volt)	V_D (Volt)	I_D (Ampere)	V_{SUMBER} (Volt)	V_D (Volt)	I_D (Ampere)
0			1		
0,3			2		
0,5			4		
0,7			8		
0,9			10		

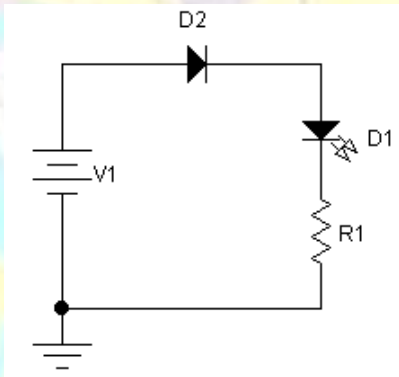
C. Dioda dengan Reverse Bias

1. **Balikkan** pemasangan arah dioda pada gambar 3.7 di atas.
2. Berikan tegangan mulai dari 0, 5, 10, 15, 20, 22, 24, 26, 28, dan 30 volt. Ukur besar tegangan dan arus pada dioda untuk setiap tegangan sumber yang diberikan.
3. Tuliskan data hasil percobaan pada tabel seperti di bawah ini.

V _{SUMBER} (Volt)	V _D (Volt)	I _D (Ampere)
0		
5		
10		
15		
20		
22		
24		
26		
28		
30		

D. Light Emitting Diode (LED)

1. Susunlah rangkaian seperti gambar di bawah ini. ($R_1 = 1\text{ K Ohm}$) Dan dioda 1N4002 serta LED yang ada.



Gambar 3.8. Rangkaian dioda untuk menyalakan LED

2. Berikan tegangan sumber sebesar **5 Volt**. Ukur besar arus yang mengalir pada rangkaian.
3. Perhatikan yang terjadi pada LED.
4. Ganti nilai R_1 dengan nilai **3K3**.
5. Perhatikan kembali yang terjadi pada LED.
6. Matikan catu daya. **Balikkan** posisi kaki dioda D_1 .
7. Lakukan langkah no 2 dan 3.

V. Laporan Akhir

- Gambarkan bentuk kurva dari tabel data hasil percobaan di atas untuk membuktikan kurva karakteristik dioda tersebut.
- Lakukan analisis dan berikan kesimpulan dari hasil percobaan yang telah dilakukan.

I. Tujuan Praktikum

- 1. Mengetahui manfaat dioda sebagai penyearah.
- 2. Mampu merancang rangkaian penyearah setengah gelombang dan gelombang penuh.
- 3. Menganalisa rangkaian penyearah setengah gelombang dan gelombang penuh.
- 4. Mengetahui cara kerja rangkaian penyearah setengah gelombang dan gelombang penuh.

II. Bahan Praktikum

- 1. Transformator
- 2. Dioda semikonduktor
- 3. Resistor
- 4. Projectboard
- 5. Multimeter
- 6. Osiloskop

III. Ringkasan Teori

Penyearah adalah alat pengubah sumber listrik dari tegangan bolak-balik (AC) menjadi tegangan searah (DC). Rangkaian ini berupa rangkaian elektronik dengan komponen utama dioda. Perbandingan antara tegangan DC yang keluar terhadap tegangan AC yang ikut serta pada hasil keluaran, dinamakan faktor *ripple* (riak). Penyearah terbagi kedalam 2 macam, yaitu penyearah setengah gelombang dan penyearah gelombang penuh.

Penyearah Setengah Gelombang

Penyearah setengah gelombang merupakan model penyearah dimana setengah gelombang positif, dioda dibias forwad. Sedangkan setengah gelombang negatif dibias reverse.

Tegangan yang dihasilkan dari sistem penyearah model ini adalah setengah dari harga tegangan yang disearahkan. Dengan kata lain, tegangan keluaran adalah setengah dari harga tegangan masukan. Nilai tegangan puncak input transformator:

$$V_{RMS} = \frac{V_P}{\sqrt{2}}$$

.....(4.1)

Tegangan rata-rata DC pada penyearah setengah gelombang adalah:

$$V_{DC} = \frac{V_P}{\pi} = 0,318 \times V_P$$

.....(4.2)

Frekuensi output:

$$f_{OUT} = f_{IN}$$

.....(4.3)

Penyearah Gelombang Penuh

Penyearah gelombang penuh merupakan penyearah AC yang menggunakan dua buah dioda. Transformator yang digunakan adalah sistem CT (center tap). Pada setengah periode puncak positif,

sinusoidal disearahkan oleh dioda D1 dan pada setengah periode berikutnya akan disearahkan oleh dioda D2.

Tegangan rata-rata DC pada penyearah sinyal gelombang penuh:

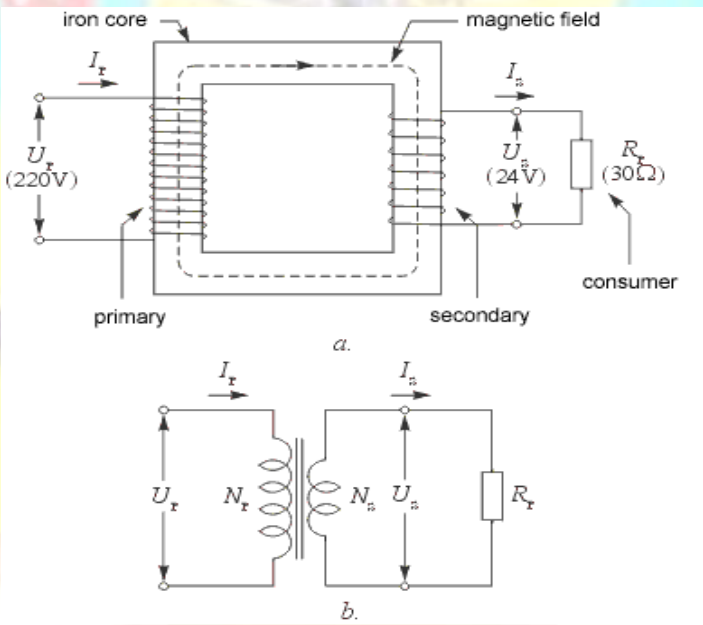
$$V_{DC} = \frac{2V_P}{\pi} \dots\dots\dots (4.4)$$

Frekuensi output:

$$f_{OUT} = 2.f_{IN} \dots\dots\dots (4.5)$$

Transformator (trafo)

- Trafo tenaga / trafo daya terdapat pada P5A berfungsi untuk menyediakan macam – macam tegangan sekunder.
- Trafo input. Mempunyai lilitan primer dan lilitan sekunder. Dengan menggunakan inti teras / besi. Lilitan sekundernya mempunyai *center tap*, digunakan untuk penyesuai impedansi atau pembalik fasa.
- Trafo output digunakan pada trafo penerima dipasang sebagai penghubung rangkain penguat akhir dengan *loud speaker* dan dapat pula menyesuaikan impedansi penguat dengan impedansi *speaker* yang digunakan.
- Trfao frekwensi menengah biasa disebut Trfao MF, biasanya untuk melewati frekwensi 455 KHz pada peneriam radio AM, biasanya memakai inti ferit.
- Trfao frekwensi tinggi disebut juag trafo HF, intinya dari serbuk besi / ferit. Sering disebut *spool* antenna atau *spool* osilator untuk radio oenerima biasanya sebagai penala atau osillator.



Gambar 4.1. : a.Prinsip kerja trafo, b. Simbol trafo

Berikut adalah rumus untuk menentukan tegangan , arus dan lilitan pada sebuah trafo.

Contoh :

Jika diketahui :

UP : 220 V

NP : 734 lilit

NS : 80 lilit

Hitung tegangan sekunder trafo (US):

Jawab:

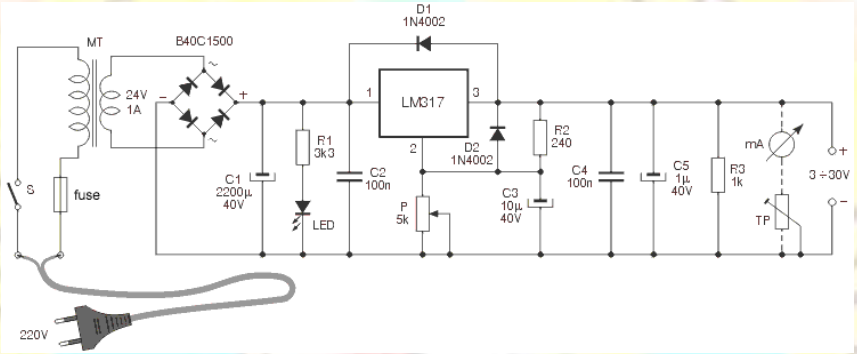
$$\frac{U_s}{U_p} = \frac{N_s}{N_p}, \quad \longrightarrow \quad U_s = U_p \cdot \frac{N_s}{N_p} = 220\text{ V} \cdot \frac{80}{734} = 24\text{ V}.$$

Menghitung arus sekunder trafo:

$$\frac{I_p}{I_s} = \frac{N_s}{N_p}, \quad \longrightarrow \quad I_p = I_s \cdot \frac{N_s}{N_p} = 0,8\text{ A} \cdot \frac{80}{734} = 87\text{ mA}.$$

Menghitung daya trafo:

$$P = U_s \cdot I_s = U_p \cdot I_p, \quad \longrightarrow \quad P = U_s \cdot I_s = 24\text{ V} \cdot 0,8\text{ A} = 19,2\text{ W}.$$



Gambar 4.2 Penyearah dan regulator DC dengan LM317

V. Tugas Pendahuluan

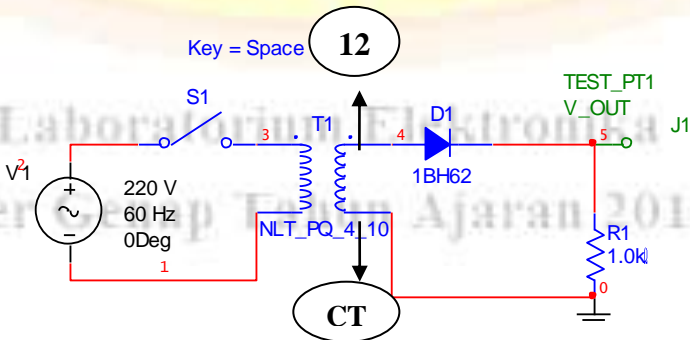
1. Jelaskan cara kerja rangkaian penyearah setengah gelombang? Gambarkan rangkaian dan bentuk gelombang input/ outputnya! [30]
2. Jelaskan cara kerja rangkaian penyearah gelombang penuh *center tap (CT)* ? Gambarkan rangkaian dan bentuk gelombang input/ outputnya! [30]
3. Jelaskan cara kerja rangkaian penyearah gelombang penuh dengan sistem dioda jembatan (*diode bridge*) ,Gambarkan rangkaian dan bentuk gelombang input/ outputnya! [35]
4. Simulasikanlah setiap rangkaian penyearah berikut menggunakan multisim [5]

VI. Langkah Percobaan

A. Penyearah Setengah Gelombang

1. Susunlah rangkaian seperti gambar di bawah ini, dengan ketentuan nilai komponen sebagai berikut

Trafo	Dioda	Resistor
CT 3 Ampere	1N4004 (1 buah)	1 K



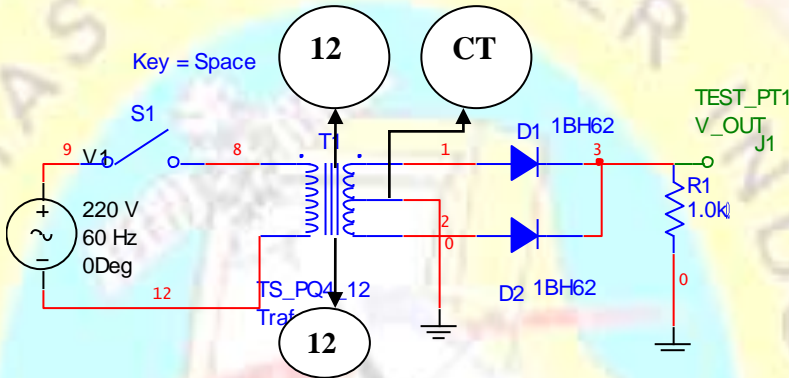
Gambar 4.3. Rangkaian Penyearah Setengah Gelombang

2. Pada bagian sekunder trafo, pilihlah **CT dengan 12 V AC** (boleh 12 V kiri **atau** 12 V kanan)
3. Ukurlah besar tegangan keluaran pada T₁ sebelum diode menggunakan multimeter (Volt AC).
4. Ukurlah besar tegangan pada R₁ menggunakan multimeter.(Volt DC)
5. Ukurlah tegangan keluaran pada T₁ sebelum diode menggunakan osiloskop.(mode AC)
6. Ukurlah tegangan keluaran pada R₁ menggunakan osiloskop.(mode DC)
7. Hitung besar tegangan keluaran pada R₁.

B. Penyearah gelombang penuh dengan Center Tap (CT)

1. Susunlah rangkaian seperti gambar di bawah ini, dengan ketentuan nilai komponen sebagai berikut

Trafo	Dioda	Resistor
CT 3 Ampere	1N4004 (2 buah)	1 K



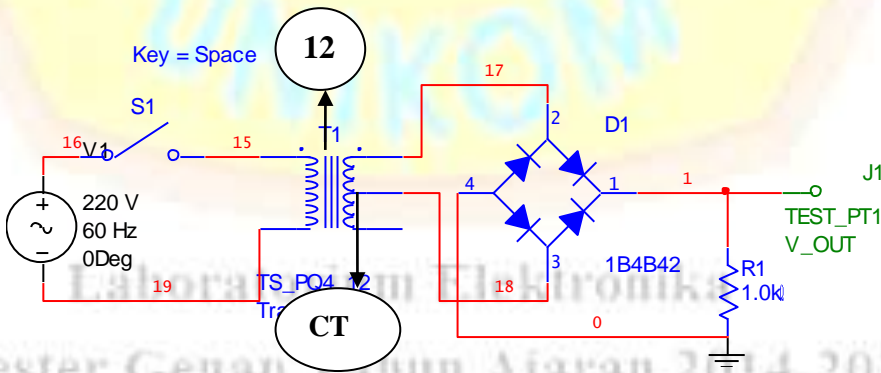
Gambar 4.4. Rangkaian penyearah gelombang penuh sistem CT

2. Pada bagian sekunder trafo, pilihlah **CT dengan 12 V AC** (12 V kiri **dan** 12 V kanan)
3. Ukur tegangan keluaran pada T₁ sebelum diode menggunakan osiloskop. (mode AC)
4. Ukur tegangan keluaran pada R₁ menggunakan osiloskop. (mode DC)
5. Hitung besar keluaran pada R₁.

C. Penyearah gelombang penuh dengan Diode Bridge

1. Susunlah rangkaian seperti gambar di bawah ini, dengan ketentuan nilai komponen sebagai berikut

Trafo	Dioda	Resistor
CT 3 Ampere	Bridge 3 Ampere	1 K



Gambar 4.5. Rangkaian penyearah gelombang penuh dengan dioda bridge

2. Pada bagian sekunder trafo, pilihlah **CT dengan 12 V AC** (12 V kiri **dan** 12 V kanan)
3. Ukur tegangan keluaran pada T₁, sebelum diode menggunakan osiloskop. (mode AC)

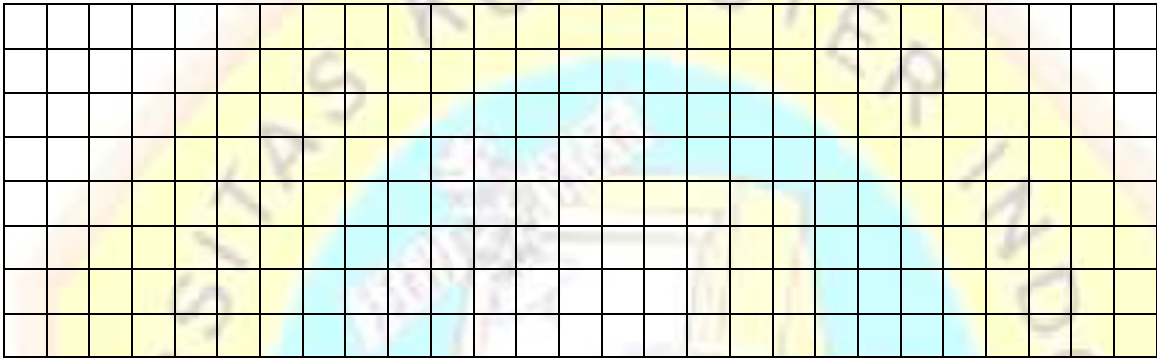
- 4. Ukur tegangan keluaran pada R_1 menggunakan osiloskop. (mode DC)
- 5. Hitung besar keluaran pada R_1 .

VII Laporan Akhir

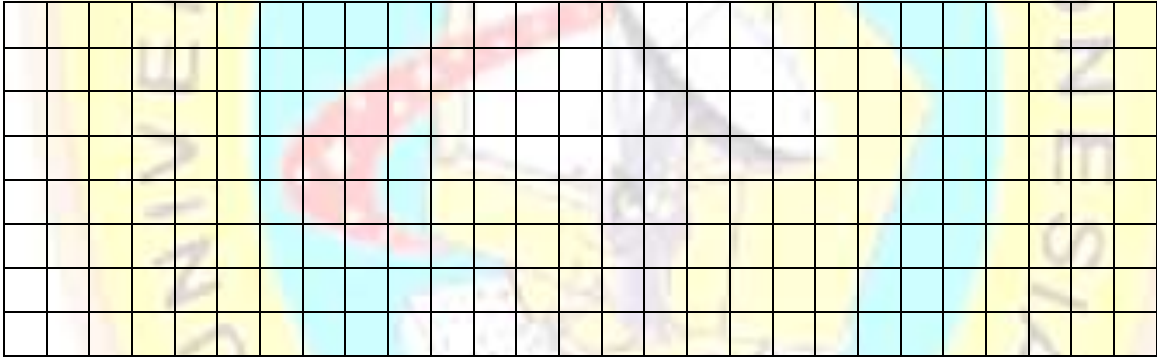
- a. Gambarkan bentuk gelombang dari hasil percobaan yang telah dilakukan.
- b. Lakukan analisa dari ketiga percobaan di atas,lalu berikan kesimpulan dari percobaan yang telah dilakukan

Lembar pencatatan untuk menggambar hasil pengukuran dengan Osiloskop

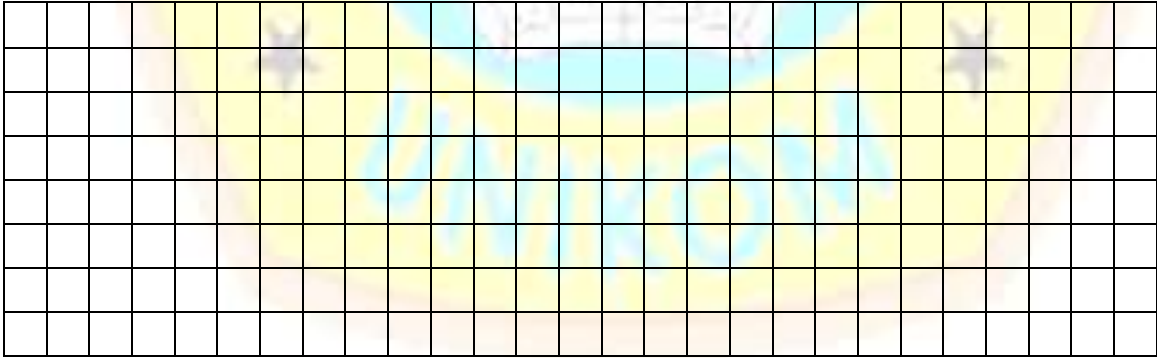
A. Penyearah setengah gelombang



b. Penyearah gelombang penuh sistem CT



C. Penyearah gelombang penuh sistem jembatan (bridge)



Laboratorium Elektronika
Semester Genap Tahun Ajaran 2014-2015

I. Tujuan Praktikum

- 1. Mengetahui rangkaian regulator catu daya menggunakan IC regulator 78xx dan 79xx.
- 2. Mampu merancang rangkaian regulator catu daya.
- 3. Mengetahui cara kerja rangkaian regulator catu daya.
- 4. Mampu menganalisa rangkaian regulator catu daya.

II. Bahan Praktikum

- 1. Transformator
- 2. Dioda Bridge
- 3. IC 7809, 7812, 7909, 7912 (Bawa dan baca data sheet)
- 4. Kapasitor
- 5. Resistor
- 6. Projectboard
- 7. Multimeter
- 8. Osiloskop

III. Ringkasan Teori

Pada rangkaian penyearah yang hanya menggunakan dioda penyearah masih memiliki sinyal AC sehingga belum searah seperti halnya tegangan DC pada baterai. Sinyal AC yang tidak diinginkan ini dinamakan *ripple*. Faktor *ripple* adalah besarnya prosentase perbandingan antara tegangan *ripple* dengan tegangan DC yang dihasilkan.

$$r = \frac{V_r}{V_{DC}} \times 100\% \dots\dots\dots (5.1)$$

Untuk memperkecil nilai *ripple* dapat digunakan *filter* kapasitor. Semakin besar nilai kapasitor maka akan semakin kecil nilai tegangan *ripple*.

Untuk memperoleh suatu catu daya dengan nilai keluaran yang tetap, maka dapat digunakan sebuah IC regulator **78xx** untuk catu daya positif dan IC regulator **79xx** untuk catu daya negatif. (xx adalah nilai tegangan yang dikeluarkan dari regulator tersebut.), detilnya baca dan perhatikan *data sheet* masing-masing IC tersebut.

V. Tugas Pendahuluan

- 1. Carilah persamaan untuk menghitung tegangan DC dan tegangan *ripple* rangkaian penyearah dengan *filter* kapasitor ? [25]
- 2. Jelaskan cara kerja rangkaian pada percobaan A ? dan gambarkan sinyal masukan dan keluarannya! [20]

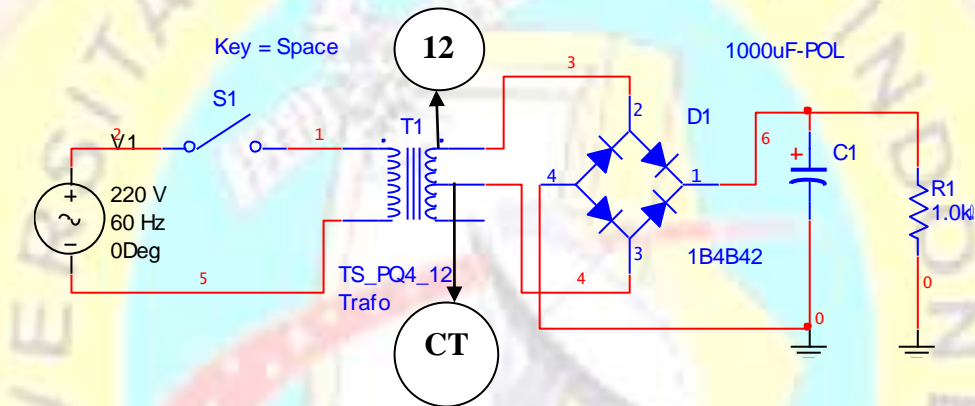
3. Jelaskan cara kerja kapasitor sebagai *filter* ? dan gambarkan sinyal keluarannya sebelum dan sesudah di*filter* !^[25]
4. Rancanglah sebuah sumber tegangan dengan keluaran +12 V, GND, dan -12 V menggunakan trafo CT dan IC regulator.^[25]
5. Simulasikanlah setiap rangkaian berikut menggunakan multisim ^[5]

VI. Langkah Percobaan

A. Penyearah gelombang Penuh dengan Filter Kapasitor

1. Susunlah rangkaian seperti gambar di bawah ini, dengan ketentuan nilai komponen sebagai berikut

Trafo	Dioda	Resistor	Kapasitor
CT 3 Ampere	Bridge 3 Ampere	1 K	1000 μ F/ 25 V



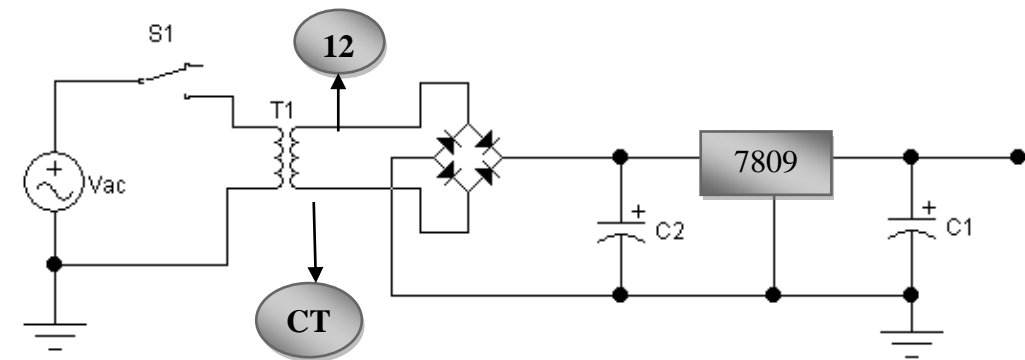
Gambar 5.1. Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh dengan filter kapasitor

2. Ukur besar tegangan pada T₁ dan R₁ menggunakan multimeter.
3. Bandingkan dengan besar tegangan R₁ ketika C₁ dilepas.
4. Ukur tegangan keluaran pada T₁ dan R₁ menggunakan osiloskop.
5. Bandingkan dengan besar tegangan R₁ ketika C₁ dilepas.
6. Hitung besar tegangan pada R₁ dan tegangan *ripplnya*.

B. Catu daya Positif dengan Regulator

1. Susunlah rangkaian seperti gambar di bawah ini, dengan ketentuan nilai komponen sebagai berikut

Trafo	Dioda	Kapasitor 1	Kapasitor 2	IC
CT 3 A	Bridge 3 A	1000 μ F/ 25 V	100 μ F/ 25 V	7809



Gambar 5.2. Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh Dengan Regulator Positif

2. Ukur besar tegangan masukan dan keluaran IC regulator 7809 menggunakan multimeter

VII Laporan Akhir

- Lakukan analisa dari kedua percobaan di atas.
- Berikan kesimpulan dari percobaan yang telah dilakukan di atas.



Laboratorium Elektronika
Semester Genap Tahun Ajaran 2014-2015

I. Tujuan Praktikum

1. Mengetahui cara menentukan kaki-kaki transistor menggunakan Ohmmeter
2. Mengetahui karakteristik transistor bipolar.
3. Mampu merancang rangkaian sederhana menggunakan transistor bipolar.
4. Mampu menganalisa rangkaian sederhana transistor bipolar.

II. Bahan Praktikum

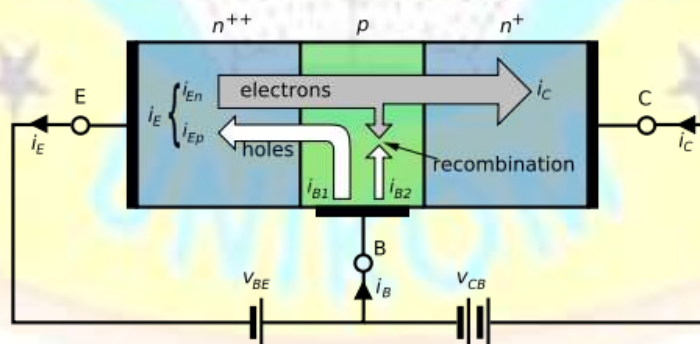
1. Transistor 2N3904 (**Bawa dan baca data sheet**)
2. Resistor
3. Projectboard
4. Catu daya
5. Multimeter

III. Ringkasan Teori

Transistor adalah salah satu komponen elektronika aktif yang bekerjanya menggunakan pengolahan aliran arus elektron di dalam bahan tersebut . Transistor dapat berfungsi sebagai penguat arus maupun tegangan. Di bawah ini adalah simbol transistor NPN dan PNP.



Gambar 6.1. Simbol transistor NPN (a) dan PNP (b)



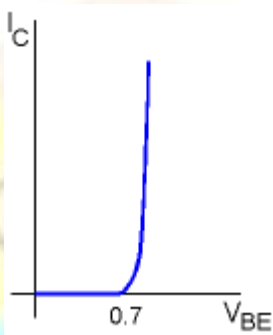
Gambar 6.2. Struktur internal transistor

Kurva Basis

Hubungan antara I_B dan V_{BE} tentu saja akan berupa kurva dioda. Karena memang telah diketahui bahwa *junction base-emitor* tidak lain adalah sebuah dioda. Jika hukum Ohm diterapkan pada *loop base* diketahui adalah :

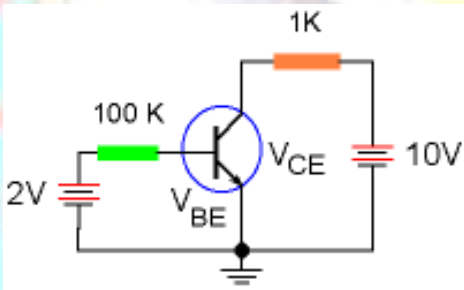
$$I_B = (V_{BB} - V_{BE}) / R_B(6.1)$$

V_{BE} adalah tegangan jepit dioda *junction base-emitor*. Arus hanya akan mengalir jika tegangan antara base-emitor lebih besar dari V_{BE} . Sehingga arus I_B mulai aktif mengalir pada saat nilai V_{BE} tertentu.



Gambar 6.3. Kurva basis

Besar V_{BE} umumnya tercantum di dalam *data sheet*. Tetapi untuk penyerdehanaan umumnya diketahui $V_{BE} = 0.7$ Volt untuk transistor silikon dan $V_{BE} = 0.3$ Volt untuk transistor germanium. Nilai ideal $V_{BE} = 0$ Volt. Sampai disini akan sangat mudah mengetahui arus I_B dan arus I_C dari rangkaian berikut ini, jika diketahui besar $b = 200$. Katakanlah yang digunakan adalah transistor yang dibuat dari bahan silikon.



Gambar 6.4. Kurva basis(lanjutan)

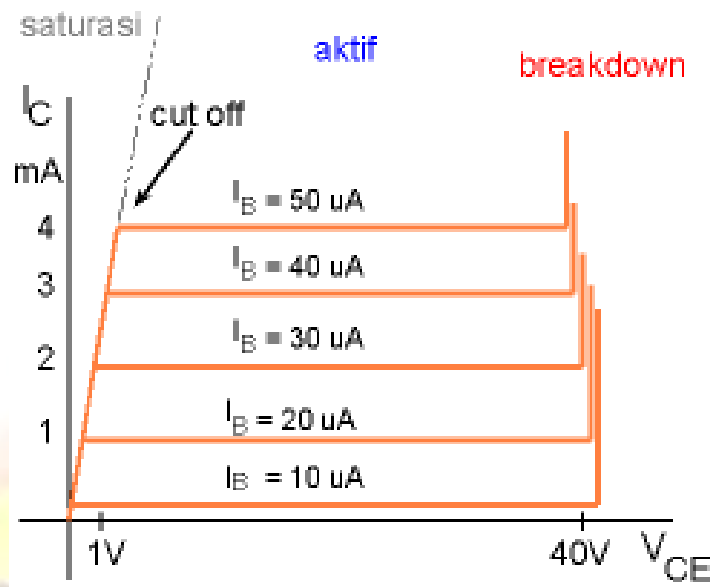
Contoh soal :

$$\begin{aligned} I_B &= (V_{BB} - V_{BE}) / R_B \\ &= (2V - 0.7V) / 100\text{ K} \\ &= 13\text{ uA} \end{aligned}$$

Dengan $b = 200$, maka arus kolektor adalah : $I_C = bI_B = 200 \times 13\text{uA} = 2.6\text{ mA}$

Kurva Kolektor

Sekarang sudah diketahui konsep arus base dan arus kolektor. Satu hal lain yang menarik adalah bagaimana hubungan antara arus base I_B , arus kolektor I_C dan tegangan kolektor-emiter V_{CE} . Dengan menggunakan *rangkaian-01*, tegangan V_{BB} dan V_{CC} dapat diatur untuk memperoleh plot garis-garis kurva kolektor. Pada gambar berikut telah diplot beberapa kurva kolektor arus I_C terhadap V_{CE} dimana arus I_B dibuat konstan.



Gambar 6.5. Kurva kolektor

Dari kurva ini terlihat ada beberapa *region* yang menunjukkan daerah kerja transistor. Pertama adalah daerah *saturasi*, lalu daerah *cut-off*, kemudian daerah *aktif* dan seterusnya daerah *breakdown*.

Daerah Aktif

Daerah kerja transistor yang normal adalah pada daerah aktif, dimana arus I_C konstan terhadap berapapun nilai V_{CE} . Dari kurva ini diperlihatkan bahwa arus I_C hanya tergantung dari besar arus I_B . Daerah kerja ini biasa juga disebut daerah linear (*linear region*). Jika hukum Kirchhoff mengenai tegangan dan arus diterapkan pada loop kolektor (rangkaian CE), maka dapat diperoleh hubungan :

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C \dots\dots\dots(6.2)$$

Dapat dihitung dissipasi daya transistor adalah :

$$P_D = V_{CE} \cdot I_C \dots\dots\dots(6.3)$$

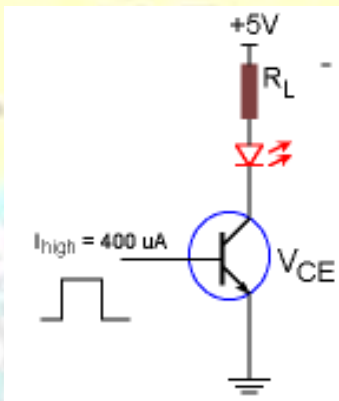
Rumus ini mengatakan jumlah dissipasi daya transistor adalah tegangan kolektor-emitor dikali jumlah arus yang melewatinya. Dissipasi daya ini berupa panas yang menyebabkan naiknya temperatur transistor. Umumnya untuk transistor power sangat perlu untuk mengetahui spesifikasi P_{Dmax} . Spesifikasi ini menunjukkan temperatur kerja maksimum yang diperbolehkan agar transistor masih bekerja normal. Sebab jika transistor bekerja melebihi kapasitas daya P_{Dmax} , maka transistor dapat rusak atau terbakar.

Daerah Saturasi

Daerah saturasi adalah mulai dari $V_{CE} = 0$ volt sampai kira-kira 0.7 volt (transistor silikon), yaitu akibat dari efek dioda kolektor-basis yang mana tegangan V_{CE} belum mencukupi untuk dapat menyebabkan aliran elektron.

Daerah Cut-Off

Jika kemudian tegangan V_{CC} dinaikkan perlahan-lahan, sampai tegangan V_{CE} tertentu tiba-tiba arus I_C mulai konstan. Pada saat perubahan ini, daerah kerja transistor berada pada daerah cut-off yaitu dari keadaan saturasi (OFF) lalu menjadi aktif (ON). Perubahan ini dipakai pada system digital yang hanya mengenal angka biner 1 dan 0 yang tidak lain dapat direpresentasikan oleh status transistor OFF dan ON.



Gambar 6.6. Contoh transistor sebagai saklar

Misalkan pada rangkaian driver LED di atas, transistor yang digunakan adalah transistor dengan $\beta = 50$. Penyalan LED diatur oleh sebuah gerbang logika (*logic gate*) dengan arus *output high* = 400 μA dan diketahui tegangan *forward* LED, $V_{LED} = 2.4$ Volt. Lalu pertanyaannya adalah, berapakah seharusnya resistansi R_L yang dipakai.

$I_C = \beta I_B = 50 \times 400 \mu A = 20 \text{ mA}$

Arus sebesar ini cukup untuk menyalakan LED pada saat transistor *cut-off*. Tegangan V_{CE} pada saat *cut-off* idealnya = 0, dan aproksimasi ini sudah cukup untuk rangkaian ini.

$$\begin{aligned} R_L &= (V_{CC} - V_{LED} - V_{CE}) / I_C \\ &= (5 - 2.4 - 0)V / 20 \text{ mA} \\ &= 2.6V / 20 \text{ mA} \\ &= 130 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

Daerah Breakdown

Dari kurva kolektor, terlihat jika tegangan V_{CE} lebih dari 40V, arus I_C menanjak naik dengan cepat. Transistor pada daerah ini disebut berada pada daerah *breakdown*. Seharusnya transistor tidak boleh bekerja pada daerah ini, karena akan dapat merusak transistor tersebut. Untuk berbagai jenis transistor nilai tegangan V_{CEmax} yang diperbolehkan sebelum *breakdown* bervariasi. V_{CEmax} pada data sheet transistor selalu dicantumkan juga.

Alpha DC

Perbandingan arus kolektor dengan arus emitter hampir sama, alpha dc sebagai definisi perbandingan kedua arus tersebut.

$$\alpha_{DC} = \frac{I_C}{I_E} \approx 1 \dots\dots\dots (6.4)$$

Beta DC

Arus kolektor telah dihubungkan dengan arus emiter dengan menggunakan α_{DC} . Juga menghubungkan arus kolektor dengan arus basis dengan mendefinisikan *beta* DC transistor :

$$\beta_{DC} = \frac{I_C}{I_B} \dots\dots\dots (6.5)$$

Hubungan antara α_{DC} dan β_{DC}

Hukum kirchoff menyatakan : $I_E = I_C + I_B \dots\dots\dots (6.6)$

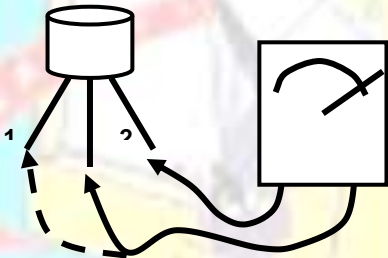
Dengan aljabar maka dapat disusun menjadi :

$$\beta_{DC} = \frac{\alpha_{DC}}{1 - \alpha_{DC}} \dots\dots\dots (6.7)$$

Transistor memiliki tiga buah kaki, yaitu **basis**, **kolektor** dan **emitter**. Ketiga kaki tersebut dapat ditentukan menggunakan Ohm meter.

Mencari Kaki Basis

- Atur multimeter analog pada pengukuran Ohm meter x 100.
- Lakukan pengukuran seperti gambar dibawah ini.

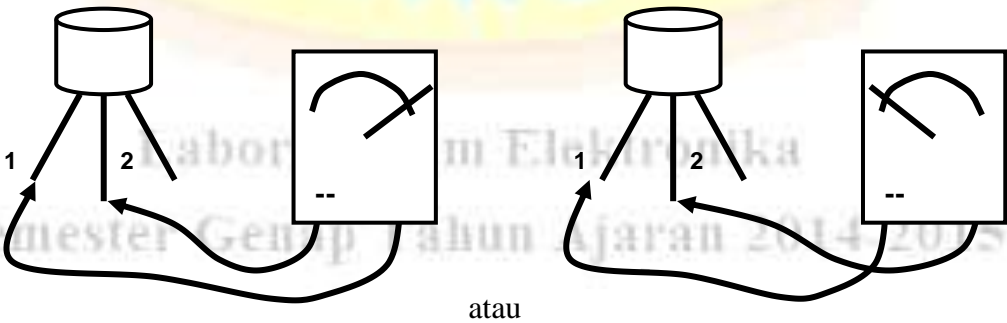


Gambar 6.7 Cara menentukan kaki basis transistor

- Perhatikan penunjukkan pergerakan jarum. Apabila jarum bergerak ke kanan dengan posisi probe yang satu tetap pada kaki 3 dan probe lainnya pada kaki 1 atau kaki 2 berarti kaki 3 adalah **base transistor**. Jika probe positif yang berada pada kaki 3 berarti transistor tersebut berjenis **NPN**, sebaliknya jika probe negatif berada pada kaki 3 berarti transistor tersebut berjenis **PNP**.

Mencari Kaki Kolektor dan Emitter

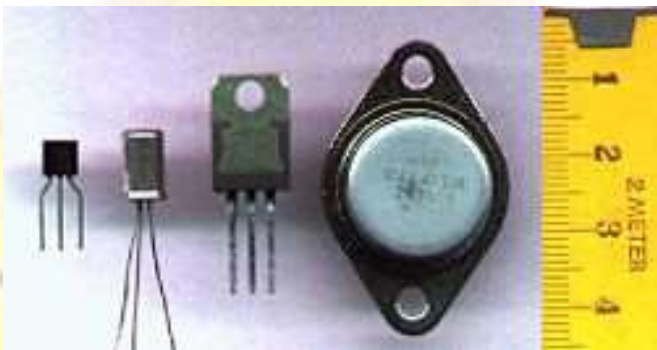
- Misal: transistor berjenis **NPN**
- Lakukan pengukuran seperti gambar di bawah ini.



Gambar 6.8 Cara menentukan kaki emitter dan kolektor transistor

- Perhatikan penunjukkan jarum, apabila jarum bergerak ke kanan maka kaki 1 (pada probe positif) adalah emitter dan kaki 2 (pada posisi probe negatif) adalah kolektor. Atau Jika dipasang kebalikkannya (probe positif pada kaki 2 dan probe negatif pada kaki 1) dan jarum tidak bergerak, maka kaki 1 adalah emitter dan kaki 2 adalah kolektor. Untuk transistor jenis PNP dapat dilakukan seperti di atas dan hasilnya kebalikan dari transistor jenis NPN.

Beberapa bentuk dari transistor adalah sebagai berikut :



Gambar 6.9. Beberapa bentuk transistor

IV. Tugas Pendahuluan

1. Apa yang dimaksud dengan Alpha DC dan Beta DC ? Jelaskan !
2. Sebutkan cara mengenali urutan kaki-kaki transistor selain menggunakan Ohm meter ?
3. Tentukan persamaan-persamaan untuk mendapatkan bentuk kurva kolektor transistor ?
4. Simulasikanlah rangkaian berikut pada program multisim [5]

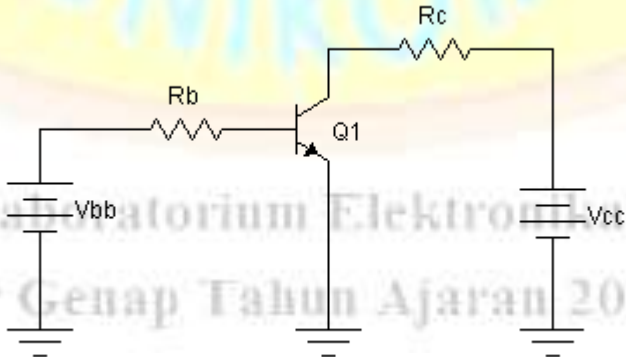
V. Langkah Percobaan

Sebelum melakukan percobaan tentukan terlebih dahulu kaki-kaki pada transistor yang akan digunakan, pastikan sudah diketahui dengan benar .

Karakteristik Transistor Bipolar

1. Susunlah rangkaian seperti gambar di bawah ini. Dengan ketentuan sebagai berikut

Vbb	Rb	Transistor	RC	Vcc
5 V	1 K	2N 3904	5K6	Lihat langkah no 2



Gambar 6.10 Rangkaian transistor

2. Ubah V_{CC} : 0 ,0.3, 0.5, 0.8, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 25, 30 volt.

- 3. Ukur besarnya V_{CE} dan I_C pada setiap **perubahan V_{CC}** .
- 4. Catat data percobaan pada tabel di bawah ini.

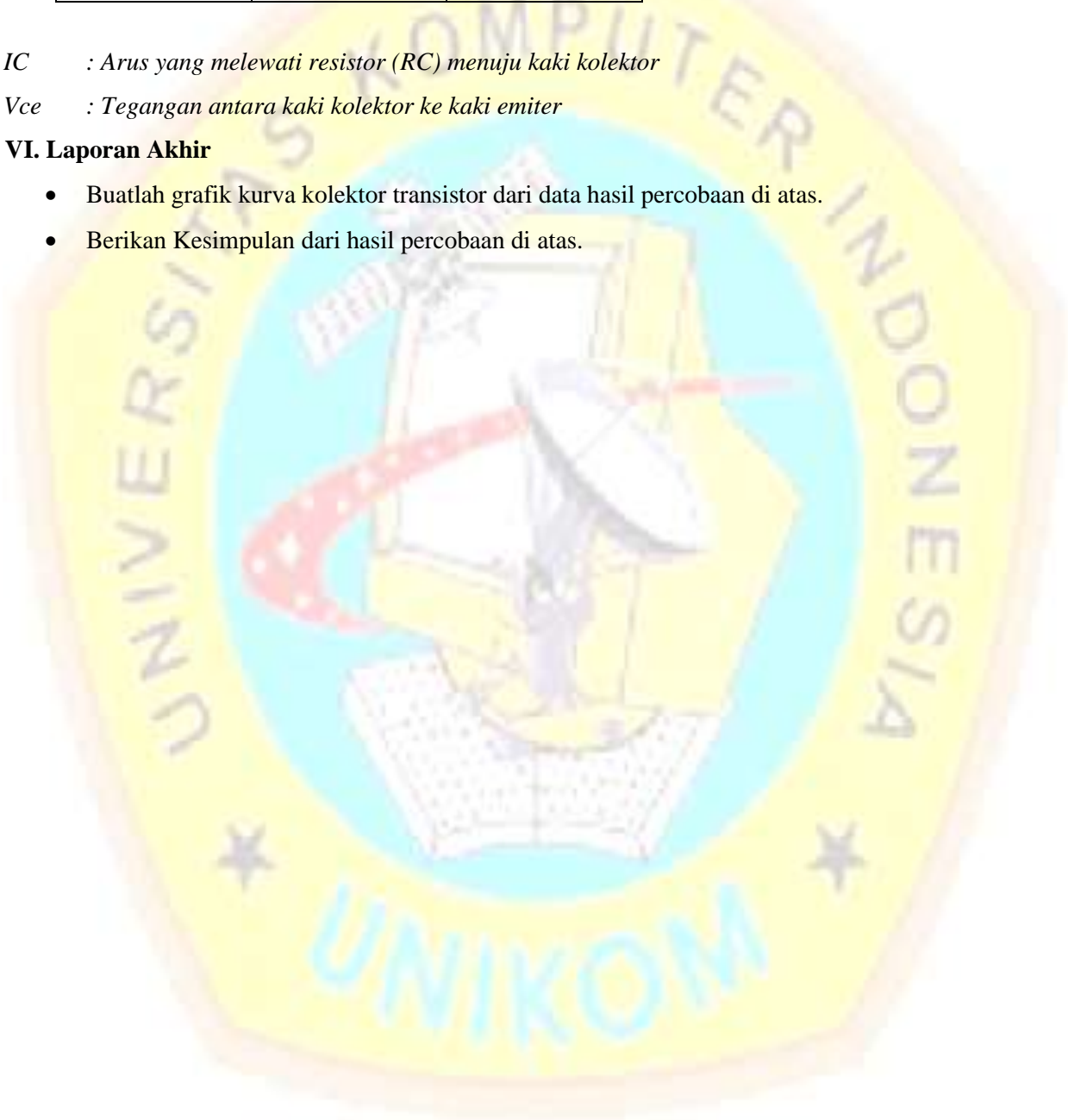
V_{CC}	V_{CE}	I_C

I_C : Arus yang melewati resistor (R_C) menuju kaki kolektor

V_{ce} : Tegangan antara kaki kolektor ke kaki emiter

VI. Laporan Akhir

- Buatlah grafik kurva kolektor transistor dari data hasil percobaan di atas.
- Berikan Kesimpulan dari hasil percobaan di atas.



Laboratorium Elektronika

Semester Genap Tahun Ajaran 2014-2015

I. Tujuan Praktikum

- 1. Mengetahui cara menggunakan transistor sebagai saklar elektronik.
- 2. Mampu merancang rangkaian transistor sebagai saklar elektronik.
- 3. Mampu menganalisa rangkaian transistor sebagai saklar elektronik.
- 4. Mampu mengaplikasikan transistor sebagai saklar elektronik.

II. Bahan Praktikum

- 1. Transistor (2N 2222 / 2N 3904) (**Bawa dan baca data sheet**)
- 2. Resistor
- 3. LED
- 4. Projectboard
- 5. Catu daya
- 6. Multimeter

III. Ringkasan Teori

Transistor bipolar dapat difungsikan sebagai saklar elektronika dengan memanfaatkan dua keadaan transistor yaitu keadaan saturasi (sebagai saklar tertutup) dan keadaan cut off (sebagai saklar terbuka). Pada saat saturasi maka arus kolektor adalah

$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC}}{R_C} \dots\dots\dots (7.1)$$

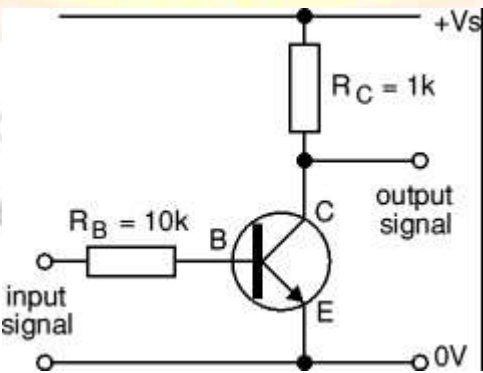
Pada saat cut off tegangan kolektor emitter sama dengan tegangan sumber kolektor dan arus basis mendekati nol.

$$V_{CE(cut)} = V_{CC} \dots\dots\dots (7.2)$$

$$I_{B(cut)} \approx 0 \dots\dots\dots (7.3)$$

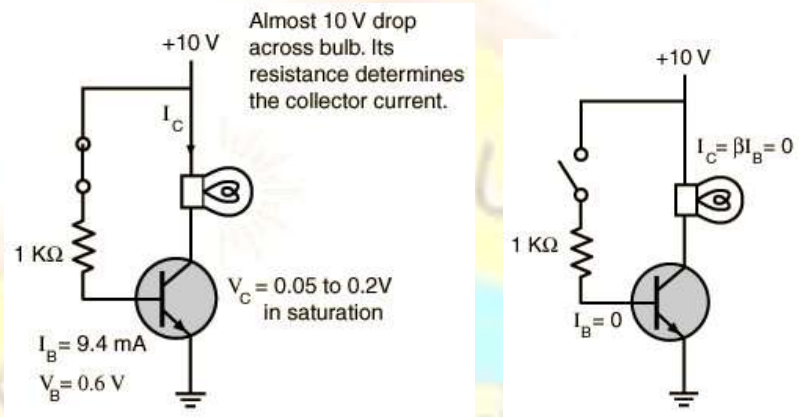
Untuk mencari arus basis pada keadaan resistor basis terpasang dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B} \dots\dots\dots (7.4)$$

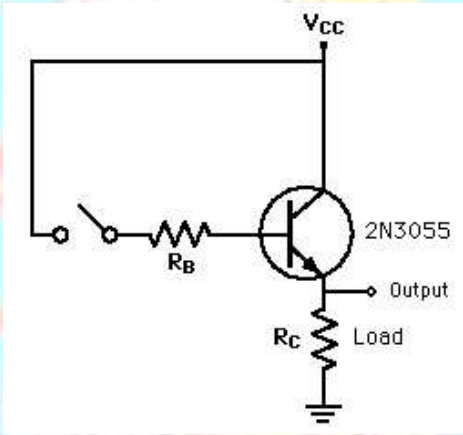


Gambar 7.1. Rangkaian transistor sebagai saklar

Berdasarkan gambar 7.1, maka selain sebagai saklar, maka data ini akan diinversikan (dibalik). Jika data *input* (pada kaki basis) berlogika 1, maka *output* (pada kaki kolektor) akan berlogika 0, dan sebaliknya. RC berfungsi sebagai resistor *Pulled-Up*, hal ini bertujuan untuk meniadakan kondisi mengambang atau tidak jelas ketika transisi logika dari 0 ke 1. Berikut ini adalah beberapa contoh aplikasi rangkaian transistor sebagai saklar.



Gambar 7.2. Rangkaian transistor sebagai saklar untuk menyalakan lampu



Gambar 7.3. Rangkaian transistor sebagai saklar (emitter follower)

V. Tugas Pendahuluan

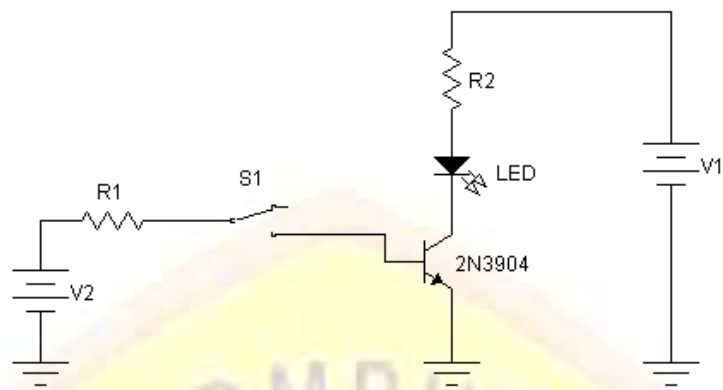
1. Apa yang dimaksud dengan saturasi dan cut off ? Jelaskan!
2. Jelaskan bagaimana cara menentukan garis beban pada kurva transistor!
3. Jelaskan cara kerja transistor sebagai saklar pada rangkaian percobaan A!
4. Berapa besar penguatan arusnya ketika saklar S1 ditutup, jika $V_1=10V$, $V_2=15V$ dan $R_1=1K$ dan $R_2=1K$? [25]

VI. Langkah Percobaan

A. Transistor sebagai Saklar

1. Susunlah rangkaian seperti gambar di bawah ini. Dengan ketentuan sebagai berikut

V2	R1	Transistor	R2	V1	LED
5 V	1 K	2N 3904	5K6	5 V	standard



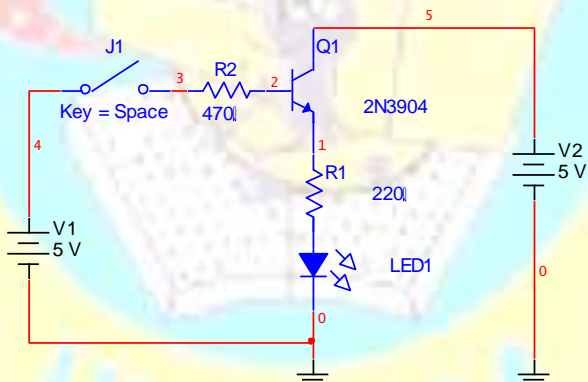
Gambar 7.6. Rangkaian Transistor sebagai Saklar dengan output di kolektor

2. Ukur besar tegangan R_2 dan LED.
3. Tutup saklar. Apa yang terjadi pada LED?
4. Ukur kembali besar tegangan R_2 dan LED.
5. Ukur besar I_B dan I_C . Hitung besar penguatan transistor.
6. Buktikan nilai I_B , I_C dan V_{R2} menggunakan persamaan.

B. Transistor sebagai Saklar tanpa R_B

1. Susunlah rangkaian seperti gambar di bawah ini. Dengan ketentuan sebagai berikut

V2	R1	Transistor	R2	V1	LED
5 V	1 K	2N 3904	470 Ohm	5 V	standard



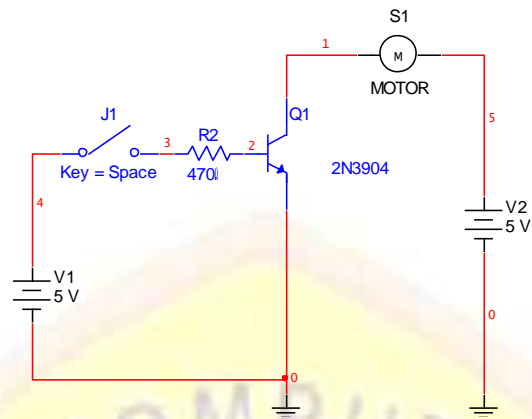
Gambar 7.7. Rangkaian transistor sebagai saklar dengan output di emitter

1. Ukur besar tegangan R_1 dan LED.
2. Tutup saklar. Apa yang terjadi pada LED?
3. Ukur kembali besar tegangan R_1 dan LED.
4. Buktikan nilai I_B dan I_C menggunakan persamaan.

C. Transistor sebagai Saklar Penggerak Motor DC

1. Susunlah rangkaian seperti gambar di bawah ini. Dengan ketentuan sebagai berikut

V2	R2	Transistor	Motor DC	V1
5 V	470 Ohm	2N 3904	Standard	5 V



Gambar 7.8. Rangkaian transistor sebagai saklar untuk menggerakkan motor DC

1. Ukur besar tegangan R_2 dan Motor DC.
2. Tutup saklar. Apa yang terjadi pada Motor DC?
3. Ukur kembali besar tegangan R_2 dan Motor DC.
4. Ukur besar I_B dan I_C . Hitung besar penguatan transistor.

VI. Laporan Akhir

- Lakukan Analisis secara perhitungan dari percobaan di atas, lalu berikan kesimpulannya

Laboratorium Elektronika
Semester Genap Tahun Ajaran 2014-2015

I. Tujuan Praktikum

1. Mampu mengenali bentuk dan karakteristik LDR.
2. Mampu membuat rangkaian pembagi tegangan untuk LDR.
3. Memahami penggunaan LDR dalam bidang elektronika

II. Bahan Praktikum

1. Beberapa resistor
2. LDR
3. Transistor
4. Projectboard
5. Catu daya
6. Multimeter
7. Osiloskop

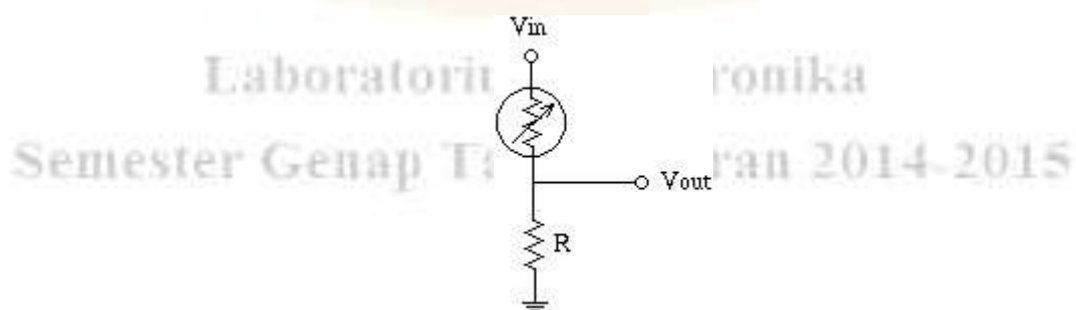
III. Ringkasan Teori

Terdapat beberapa sensor cahaya ,salah satunya adalah LDR (*Light Dependent Resistor*). LDR ini umumnya digunakan untuk sensor navigasi robot. Karena tipiklanya adalah resistor, maka resistansi LDR akan berubah jika permukaan LDR terkena cahaya. Bagian permukaan LDR yang menerima cahaya terbentuk dari bahan *Cadmium Sulpida*. Bentuk umum dari sebuah LDR adalah sebagai berikut .



Gambar 8.1. Bentuk umum LDR

Pada aplikasinya,LDR harus digabung dengan beberapa resistor biasa, rangkaiannya seperti berikut



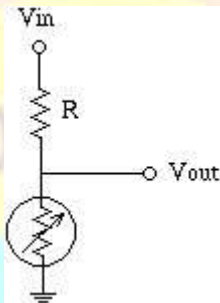
Gambar 8.2. Konfigurasi LDR ke VCC

Vout merupakan tegangan hasil pembagian antara LDR dengan R. Nilai ini dapat kita hitung sebagai berikut

$$V_{out} = (R \cdot V_{in}) / (R + R_{ldr})$$

Berdasarkan konfigurasi di atas, maka **Vout akan bertambah** ketika LDR terkena cahaya.

Konfigurasi kedua adalah LDR terhubung ke *ground*, sedangkan R terhubung ke VCC. Rangkaiannya adalah sebagai berikut



Gambar 8.3. Konfigurasi LDR ke Ground

Vout merupakan tegangan hasil pembagian antara LDR dengan R. Nilai ini dapat kita hitung sebagai berikut.

$$V_{out} = (R_{ldr} \cdot V_{in}) / (R_{ldr} + R)$$

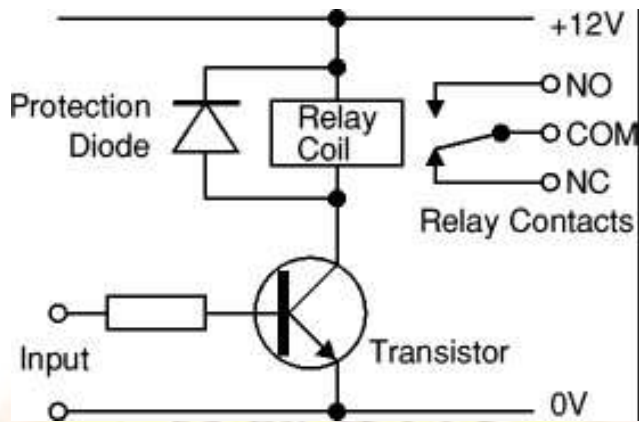
Berdasarkan konfigurasi di atas, maka **Vout akan berkurang** ketika LDR terkena cahaya Lebih lanjut, rangkaian sensor ini akan digabung dengan rangkaian sensor sebagai saklar untuk mengaktifkan sesuatu, misal lampu, relay atau motor DC.

Relay

Merupakan sebuah komponen elektronika yang bekerja dengan prinsip kemagnetan. Secara umum fungsi dari relay adalah untuk saklar, hanya saja bekerja dalam mode elektronik bukan dalam mode mekanik. Untuk mengaktifkan sebuah relay, lebih baik menggunakan sebuah *driver*, hal ini dapat menggunakan transistor atau IC. Dalam praktikum ini akan digunakan sebuah transistor sebagai saklar. Secara umum relay terbagi ke dalam dua , yaitu relay AC dan relay DC. Masing-masing relay dapat digunakan berdasarkan kebutuhan sistem yang dibangun. Relay juga memiliki rentang tegangan kerja yang berbeda, misal untuk relay DC, mulai dari relay 3 V hingga relay 24 V. Ilustrasi dari relay seperti pada gambar berikut.



Gambar 8.4. Simbol relay (a), bentuk relay (b,c)



Gambar 8.5. Rangkaian driver relay

IV. Tugas Pendahuluan

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan sensor dan aktuator ?
2. Jelaskan mengenai LDR,NTC, dan PTC!
3. Jelaskan cara kerja relay, serta jelaskan jenis-jenis relay yang biasa digunakan!
4. Sebutkan dan jelaskan masing-masing posisi saklar relay!
5. Dengan menggunakan LDR, rancanglah sebuah sensor untuk mengkatifkan lampu 5 Watt 220 Volt AC, jika keadaan sekitarnya gelap atau terang!

V. Langkah percobaan

A. Mengenali karakteristik LDR

1. Pergunakan R dengan nilai seperti pada tabel 8.1 di bawah ini.
2. Ukurlah nilai LDR, menggunakan Ohm meter
3. Buatlah rangkaian seperti pada **gambar 8.3** di atas
4. Gunakan sumber tegangan (V_{in}) sebesar 5 Volt DC
5. Pada saat LDR terkena cahaya langsung, ukurlah V_{out} dari pembagi tegangan
6. Pada saat LDR tidak terkena cahaya langsung (tertutup), ukurlah V_{out} dari pembagi tegangan
7. Hitunglah perubahan tegangan dari dua kondisi tersebut
8. Masukkan hasil pengukuran pada tabel berikut

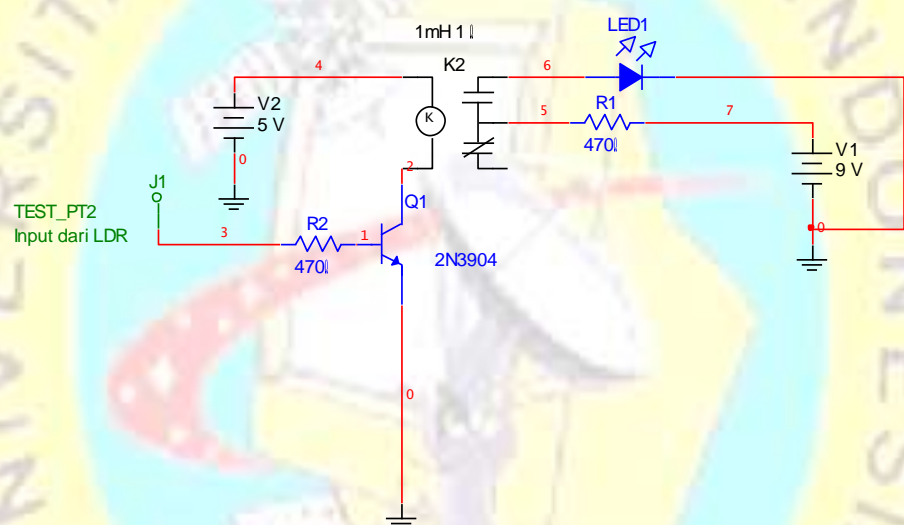
Tabel 8.1 Hasil Praktikum Pertama

Resistor	V_{out} (LDR terkena cahaya)	V_{out} (LDR tertutup)	Perubahan tegangan (ΔV)
100 ohm			
1 K			
10 K			
100 K			

Tegangan keluaran ini belum diskrit (belum berada dalam dua kondisi), untuk memenuhi kondisi itu, kita dapat menggabungkan keluaran dari pembagi tegangan dengan transistor sebagai saklar. Kondisi inputan untuk transistor harus ditentukan apakah *high* atau *Low*,sehingga dapat kita tentukan transistor jenis apa (NPN atau PNP) yang akan kita gunakan. Selanjutnya rangkailah transistor sebagai saklar dan hubungkan dengan inputan dari pembagi tegangan LDR.

B. LDR Untuk mengaktifkan relay

- 1. Buatlah rangkaian transistor sebagai saklar (gambar 8.2)
- 2. Rangkailah relay pada bagian yang telah ditentukan
- 3. Pergunakanlah LED sebagai indikator relay aktif atau tidak aktif
- 4. Gunakan sumber tegangan (V_{in}) sebesar 5 Volt DC untuk bagian relay primer
- 5. Gunakan sumber tegangan (V_{in}) sebesar 9 Volt DC untuk bagian relay sekunder
- 6. Hubungkanlah bagian R2 (R.basis) dengan rangkaian LDR sebelumnya
- 7. Pada saat LDR terkena cahaya langsung , amati kondisi relay dan LED
- 8. Pada saat LDR tidak terkena cahaya langsung (tertutup), amati kondisi relay dan LED
- 9. Matikan sumber daya, lalu gantilah LED dengan buzzer dan motor DC
- 10. Ulangi langkah percobaan 4 - 8
- 11. Masukkan hasil pengukuran pada tabel 8.2 berikut



Gambar 8.6. Rangkaian transistor untuk mengaktifkan relay berdasarkan LDR

Tabel 8.2 Hasil Praktikum Kedua

Kondisi LDR	Kondisi Relay	Kondisi LED	Kondisi Motor DC	Kondisi Buzzer
	On / Off	On / Off	On / Off	On / Off
Terkena cahaya langsung				
Tidak terkena cahaya langsung / tertutup				

VI. Laporan Akhir

- Berikan kesimpulan dari hasil percobaan di atas.

Laboratorium Elektronika
Semester Genap Tahun Ajaran 2014-2015

“Janganlah menyesal karena tidak mengerti, tapi
menyesallah karena tidak belajar”