

**PETUNJUK PRAKTIKUM
DASAR TEKNIK ELEKTRO**



DISUSUN OLEH :
PHISCA ADITYA ROSYADY, S.Si., M.Sc.

**LABORATORIUM DASAR TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN
2020**

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur mari kita panjatkan kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat, inayah, taufik dan hidayah-Nya sehingga sehingga Modul Praktikum Dasar Teknik Elektro ini dapat diselesaikan. Semoga modul ini dapat digunakan sebagai pedoman menjalankan mata kuliah Praktikum Dasar Teknik Elektro sebagai mata kuliah wajib mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan.

Teknik Sinyal dan Sistem merupakan salah satu kemampuan/kompetensi dasar yang harus dikuasai di bidang Teknik Elektro. Kompetensi dapat dicapai oleh mahasiswa melalui mata kuliah Dasar Teknik Elektro (dua SKS) dan Praktikum Dasar Teknik Elektro (satu SKS). Materi praktikum disusun seacara sejalan dengan kuliah agar praktikan mampu memiliki gambaran yang jelas tentang aplikasi nyata.

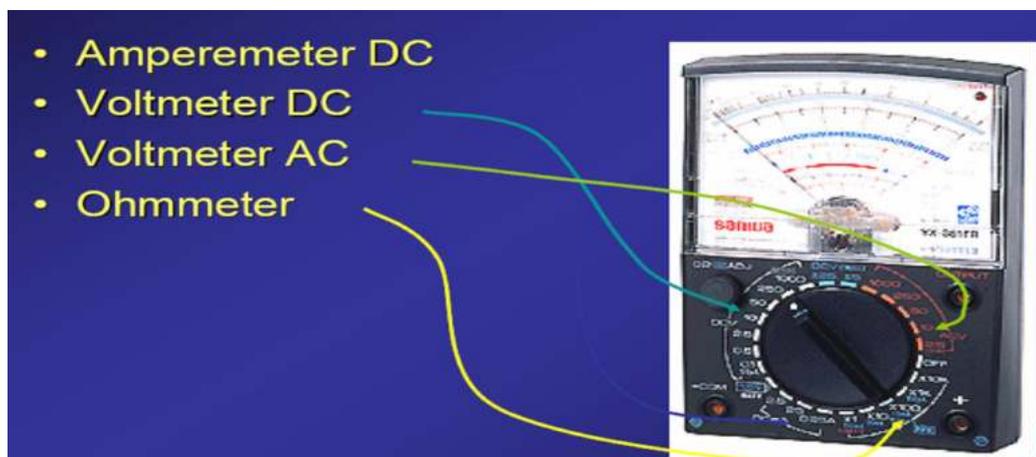
Kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan modul praktikum ini dan membantu uji coba peralatan praktikum, kami ucapkan terima kasih. Kami sadar masih ada kekurangan pada modul ini sehingga kami mengharapkan masukan berupa kritik dan saran yang membangun terhadap materi praktikum maupun metode serta modul praktikum untuk perbaikan terus menerus.

Yogyakarta, Maret 2020

Penyusun

MODUL I
TAHANAN ,MULTIMETER dan Oscilloscope

- A. KOMPETENSI DASAR : Praktikan menguasai penggunaan multimeter dan kode warna pada tahanan.
- B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI
1. Mengukur tahanan dengan multimeter
 2. Mengukur tegangan AC dan DC dengan multimeter
 3. Membaca gelang warna pada tahanan
- C. DASAR TEORI
- Cara menggunakan Multimeter
1. Mengukur tegangan DC
 - a. Atur Selektor pada posisi DCV.
 - b. Pilih skala batas ukur berdasarkan perkiraan besar tegangan yang akan di cek, jika tegangan yang di cek sekitar 12Volt maka atur posisi skala di batas ukur 50V. Untuk mengukur tegangan yang tidak diketahui besarnya maka atur batas ukur pada posisi tertinggi supaya multimeter tidak rusak.
 - c. Hubungkan atau tempelkan probe multimeter ke titik tegangan yang akan dicek, probe warna merah pada posisi (+) dan probe warna hitam pada titik (-) tidak boleh terbalik.
 - d. Baca hasil ukur pada multimeter.
 2. Mengukur tegangan AC
 - a. Atur Selektor pada posisi ACV.
 - b. Pilih skala batas ukur berdasarkan perkiraan besar tegangan yang akan di cek, jika tegangan yang di cek sekitar 12Volt maka atur posisi skala di batas ukur 50V.
 - c. Untuk mengukur tegangan yang tidak diketahui besarnya maka atur batas ukur pada posisi tertinggi supaya multimeter tidak rusak.
 - d. Hubungkan atau tempelkan probe multimeter ke titik tegangan yang akan dicek. Pemasangan probe multimeter boleh terbalik. Baca hasil ukur pada multimeter.
 3. Mengukur nilai hambatan sebuah resistor tetap
 - a. Atur Selektor pada posisi Ohmmeter.
 - b. Pilih skala batas ukur berdasarkan nilai resistor yang akan diukur.
 - c. Batas ukur ohmmeter biasanya diawali dengan X (kali), artinya hasil penunjukkan jarum d. nantinya dikalikan dengan angka pengali sesuai batas ukur
 - e. Hubungkan kedua probe multimeter pada kedua ujung resistor boleh terbalik.
 - f. Baca hasil ukur pada multimeter, pastikan nilai penunjukan multimeter sama dengan nilai yang ditunjukkan oleh gelang warna resistor.



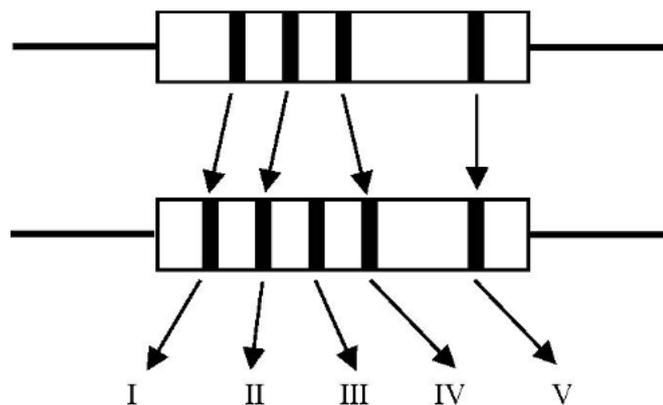
Tahanan atau resistor

Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam suatu rangkaian. 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. Kode warna tersebut adalah standar manufaktur yang dikeluarkan oleh EIA (Electronic Industries Association) seperti yang ditunjukkan pada tabel di bawah.

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	$\times 10^8$	
putih	9	9	9	$\times 10^9$	
emas				$\times 10^{-1}$	$\pm 5 \%$
perak				$\times 10^{-2}$	$\pm 10 \%$
tanpa warna					$\pm 20 \%$



Gambar 1.1 Urutan cincin warna pada resistor

Besarnya ukuran resistor sangat tergantung watt atau daya maksimum yang mampu ditahan oleh resistor. Umumnya di pasar tersedia ukuran 1/8, 1/4, 1, 2, 5, 10 dan 20 watt. Resistor yang memiliki daya maksimum 5, 10 dan 20 watt umumnya berbentuk balok berwarna putih dan

nilai resistansinya dicetak langsung dibadannya, misalnya 1K Ω 5W. Contoh : Urutan cincin warna (resistor 4 cincin warna): merah Ungu biru emas

Contoh :

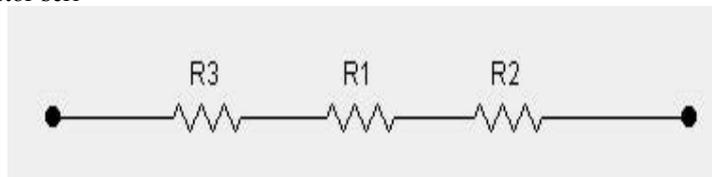
Urutan cincin warna (resistor 4 cincin warna): merah Ungu biru emas

merah	Ungu	Biru	emas	Hasilnya
2	7	X 10 ⁵	± 5 %	27M Ω ± 5 %

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

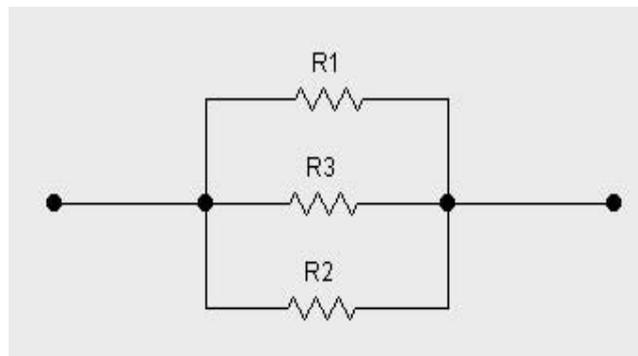
coklat	Merah	Hitam	Jingga	coklat	Hasilnya
1	2	0	X 10 ³	± 1 %	120K Ω ± 1 %

Rangkaian resistor seri



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

resistor seri berlaku rumus: $R_{total} = R + R + R$ Rangkaian resistor secara paralel akan mengakibatkan nilai resistansi pengganti semakin kecil. Di bawah ini contoh resistor yang dirangkai secara paralel. Berikut gambar untai paralel



Sedangkan R_{total} :

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}$$

Oscilloscope

Oscilloscope merupakan alat ukur listrik yang mampu memberikan nilai real time dari besaran tegangan yang sedang diukur. Dengan Oscilloscope kita bisa mengamati bentuk sebuah gelombang besaran tegangan AC maupun DC.

Berikut adalah tampilan muka sebuah oscilloscope :

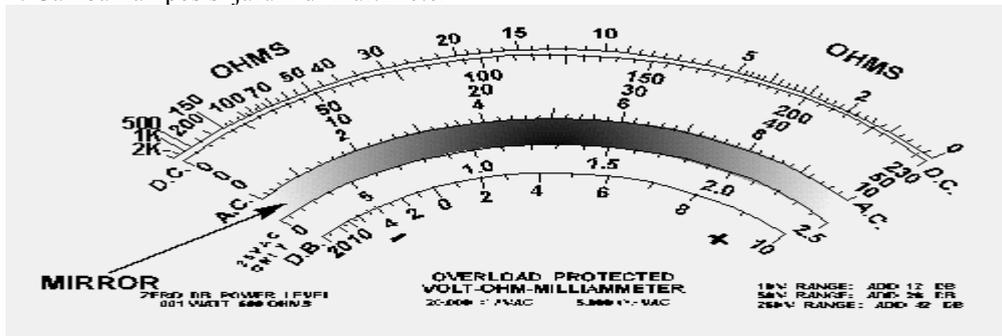
D. TUGAS PENDAHULUAN

1. Sebutkan macam-macam tahanan berdasarkan bahan pembuatnya
2. Sebutkan macam –macam toleransi pada kapasitor
3. Terangkan aturan gelang warna untuk tahanan dengan toleransi 1%

E. LANGKAH PERCOBAAN

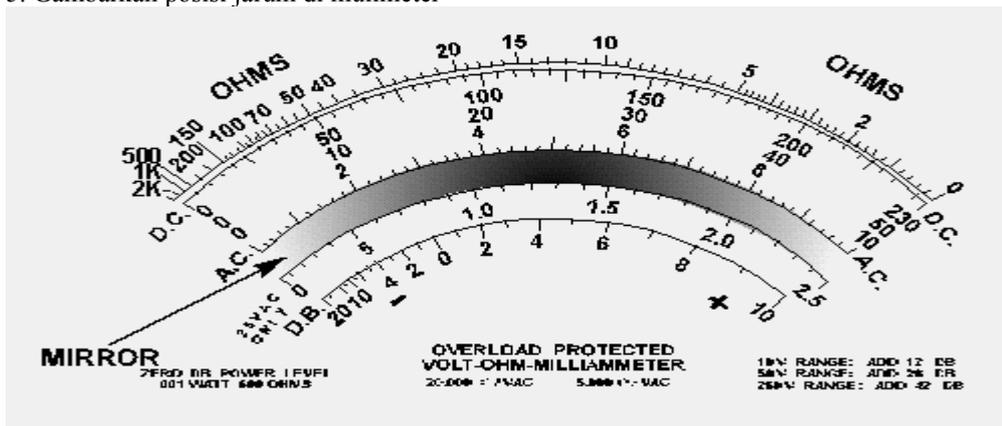
E.1 . Percobaan memakai multimeter untuk mengukur tegangan DC

1. Memakai modul analog trainer , lihat bagian port dengan keluaran tegangan DC
2. Dengan memakai multimeter ukurlah tegangan
3. Lalu ukurlah dengan multimeter
4. Gambarkan posisi jarum di multimeter



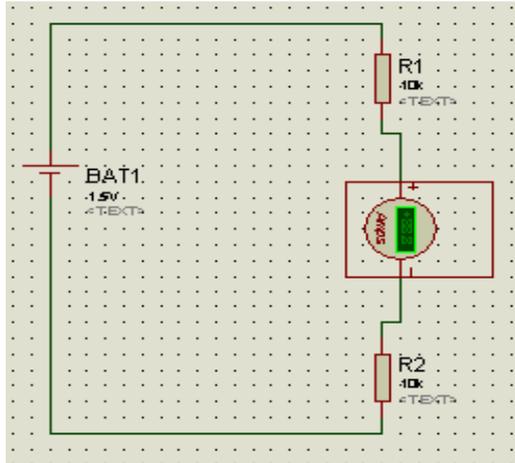
E.2. Percobaan memakai multimeter untuk mengukur tegangan AC

1. Memakai modul analog trainer , lihat bagian port dengan keluaran tegangan AC
2. Dengan memakai multimeter ukurlah tegangan
3. Lalu ukurlah dengan multimeter
5. Gambarkan posisi jarum di multimeter

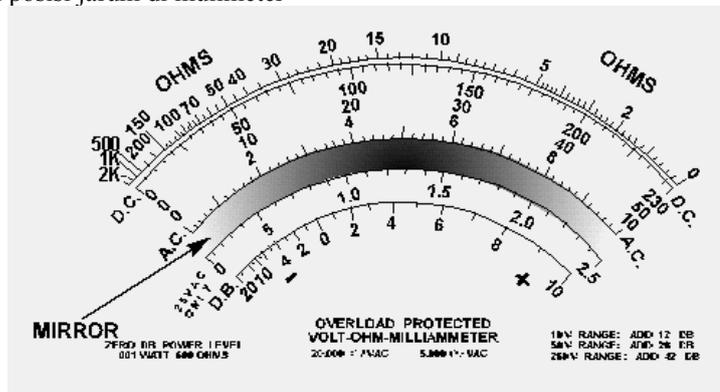


E.3 Percobaan memakai multimeter untuk mengukur arus DC

1. Memakai modul analog trainer ,
Buat untai sbb :

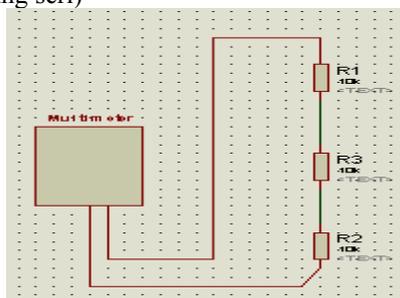


2. Catat nilai R1 dan R2 serta tegangan sumber
3. Dengan memakai multimeter ukurlah arusnya
4. Lalu ukurlah dengan multimeter
6. Gambarkan posisi jarum di mulimeter

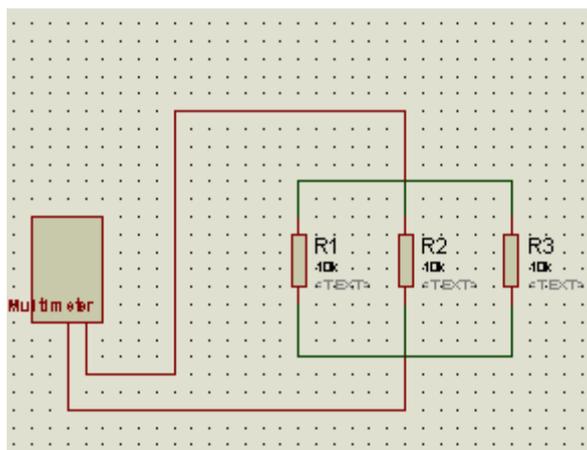


- E.4 Percobaan gelang warna dan memakai multimeter untuk mengukur tahanan
1. Ambil 3 tahanan dengan warna berbeda ,(terserah anda)
 2. Terjemahkan gelang warna tersebut
 3. Lalu ukurlah dengan multimeter, catatlah hasilnya

- E.5 Percobaan tahanan hubung seri dan hubung paralel
Buatlah untai sbb (untuk hubung seri)



Gambar untai untuk hubung paralel:



Catat R1,R2,R3 lalu ukurlah R_{total} dengan mulimeter , catat hasilnya.
F. TUGAS : Buatlah prosedur untuk mengkalibrasi multimeter analog.

MODUL II
KCL DAN KVL

- A. KOMPETENSI DASAR: Praktikan menguasai hukum OHM , KVL dan KCL pada tahanan
 B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI
 1. Menghitung tahanan seri dan tahanan paralel
 2. Membuat analisis rangkaian dengan pendekatan KCL
 3. Membuat analisis untai dengan pendekatan KVL

C. DASAR TEORI

C.1 HUKUM KC 1

KCL = KIRCOFF CURRENT LAW

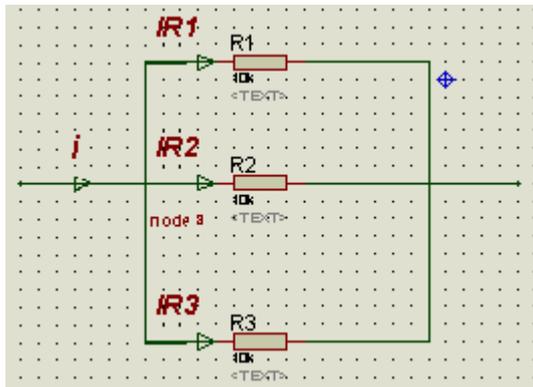
"JUMLAH ARUS YANG DATANG KE SUATU NODE = JUMLAH ARUS YANG MENINGGALKAN NODE TERSEBUT"

Atau dalam bahasa matematika :

$$\sum i_d = \sum i_p$$

i_d = arus yang datang

i_p = arus yang pergi



Untuk untai sebelah ,KCL nya adalah :

$$I = IR1+IR2+IR3$$

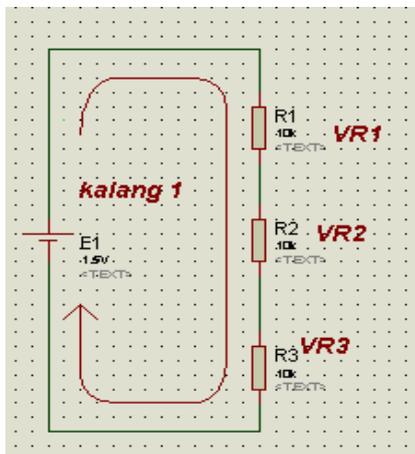
C.2 HUKUM KVL

KVL = KIRCOFF VOLTAGE LAW

"DALAM KALANG TERTUTUP, JUMLAHAN TEGANGAN DALAM KALANG TERSEBUT ADALAH 0"

Atau dalam ungkapan matematika :

$$\sum V = 0$$



Dalam untai sebelah, persamaan KVLnya:

$$E1-VR1-VR2-VR3=0$$

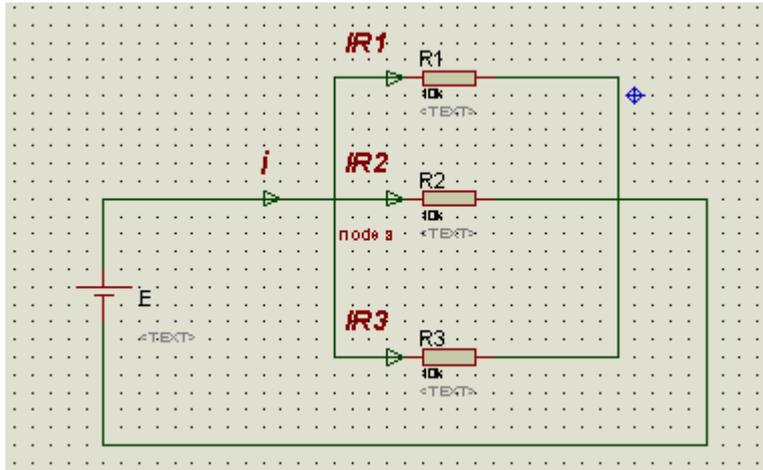
D. TUGAS PENDAHULUAN:

1. Apakah yang dimaksud dengan node ?
2. Apakah yang dimaksud dengan arus kalang
3. Apakah yang dimaksud dengan arus unsur?
4. Apakah yang dimaksud dengan beda tegangan antar 2 node?

F. LANGKAH PERCOBAAN

1. Percobaan KCL

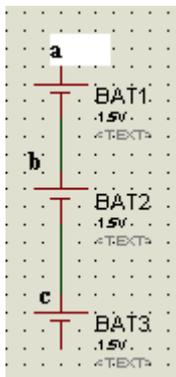
Buatlah untai sbb



- a. Catat nilai E, R1,R2 dan R3 (E,R1,R2,R3 nilainya bebas)
- b. Ukur I, IR1,IR2,IR3

- a.
2. Percobaan KVL 1:
Sumber tegangan jamak

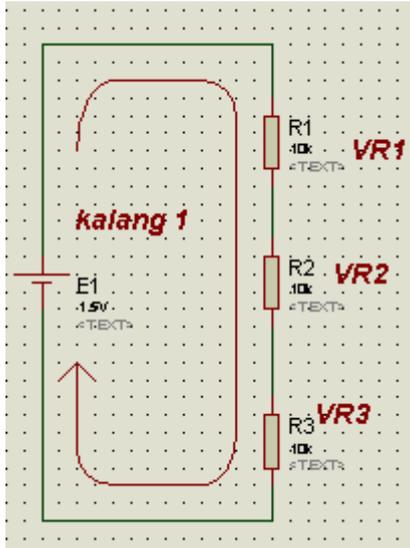
Buat untai sbb :



- a. Ukur tegangan Vab,
Vba,Vac,Vca,Vbc,Vcb
- b. Catatlah hasil tadi
Harus diingat untai jangan dishort!!

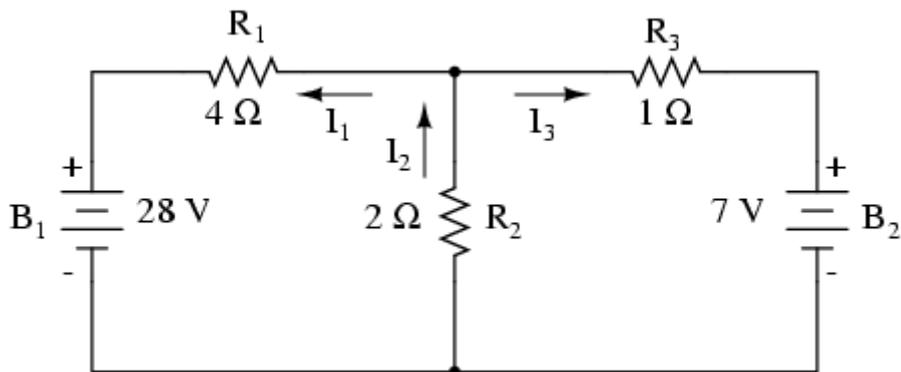
3.Percobaan KVL2 : kalang tertutup

Buat untai sbb:



a. Catat nilai E, R1, R2 dan R3
(E, R1, R2, R3 nilainya bebas)
b. Ukur E1, VR1, VR2, VR3

4. Percobaan analisis untai dengan arus komponen (atau metode arus cabang)
Buat untai sbb :



Catatan : B1 dan B2 serta R1, R2 dan R3 nilainya bebas

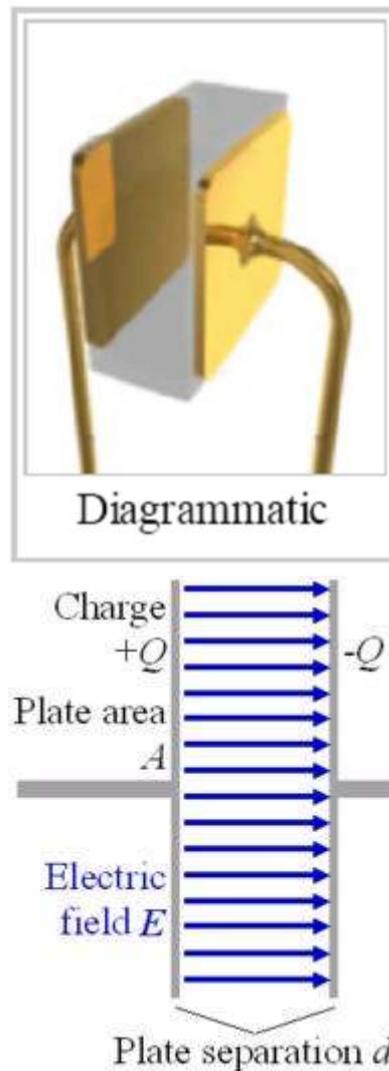
- a. Catat nilai B1, B2, R1, R2 dan R3
- b. Ukur I1, I2, I3
- c. Ukur VR1, VR2 dan VR3

F. TUGAS : simulasikan untai diatas menggunakan Proteus dan printlah hasilnya jadikan satu dengan laporan resmi.

MODUL III KAPASITOR

- A. KOMPETENSI DASAR
 - a. Menguasai prinsip kerja kapasitor
 - b. Menguasai kapasitor hubung seri dan paralel
 - c. Menguasai kode kapasitor
- B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI
 - a. Membuat kapasitor diapragma
 - b. Menerjemahkan kode angka
 - c. Menghitung capacitor seri dan paralel
- C. DASAR TEORI

Kapasitor merupakan komponen pasif penyimpan energi listrik. Energi listrik disimpan dalam bentuk medan listrik yang terbentuk oleh pembagian muatan pada kedua sisi keping kapasitor, hal ini ditunjukkan oleh gambar dibawah:



Kapasitas dari kapasitor ditentukan oleh :

- a. Jarak antar keping, d atau t
- b. Bahan dielectrik
- c. Luas keping, A

Persamaan dasarnya :

$$C \approx \frac{\epsilon A}{d}; A \gg d^2$$

Atau:

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

Dengan tabel k:

Tabel 2.1 Konstanta bahan (k)

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

Energi yang tersimpan dalam kapasitor:

$$E_{\text{stored}} = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} VQ$$

Macam kapasitor menurut bahan pembuatnya :

- Tantalum
- Keramik
- Elektrolit
- Poliester



Dari kiri ke kanan :

multilayer ceramic, ceramic disc, multilayer polyester film, tubular ceramic, polystyrene, metallized polyester film, aluminium electrolytic

Kode dalam kapasitor

Kapasitor yang ukuran fisiknya 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, 5 = 100.000

Contoh :

104	105	222
104 = 10 x 10.000 = 100.000 pF = 100 nF	105 = 10 x 100.000 = 1.000.000 pF = 1.000 nF = 1 µF	222 = 22 x 100 = 2.200 pF = 2,2 nF atau = 2n2

Atau bila dengan toleransinya tabelnya adalah sbb :

Capacitor Value Codes

Fig. 2

3rd Digit	Multiplier	Letter	Tolerance
0	1	D	0.5 pF
1	10	F	1 %
2	100	G	2 %
3	1,000	H	3 %
4	10,000	J	5 %
5	100,000	K	10 %
6,7	Not Used	M	20 %
8	.01	P	+100, -0 %
9	.1	Z	+80, -20 %

Untuk kapasitor polyester nilai kapasitansinya bisa diketahui berdasarkan warna seperti pada resistor.

Tabel 2.4 Kode Warna Kapasitor



Warna	Nilai
Hitam	0
Coklat	1
Merah	2
Orange	3
Kuning	4
Hijau	5
Biru	6
Ungu	7
Abu-abu	8
Putih	9

Contoh :

coklat, hitam, orange

coklat	hitam	orange	Nilainya
1	0	3	103

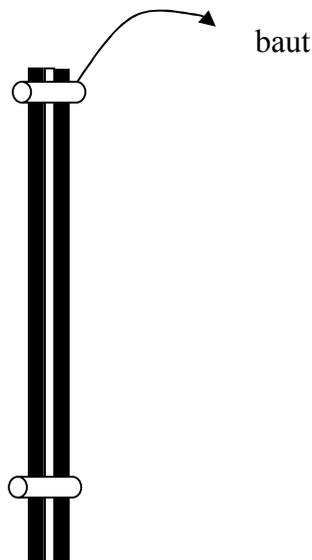
$$\begin{aligned}103 &= 10 \times 1.000 \\ &= 10.000 \text{ pF} \\ &= 10 \text{ nF} = 0,01 \text{ }\mu\text{F}\end{aligned}$$

D. TUGAS PENDAHULUAN:

1. Sebuah kapasitor milar tertulis 104J; berapakah kapasitansinya?
2. Sebuah kapasitor keramik tertulis 103; berapakah kapasitansinya?
3. Energi listrik disimpan dalam kapasitor dalam bentuk apa ?

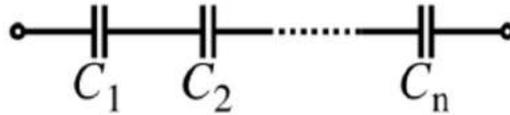
E. LANGKAH PERCOBAAN

1. Percobaan membuat kapasitor :
 - a. Ambil 2 keping plat aluminium yang sudah disediakan
 - b. Ukur luas keping (A)
 - c. Ambil spacer(kertas kwarto 80 grm) ,ukur tebal kwarto
 - d. Susun keping aluminium dengan ditengahnya kertas kwarto seperti gambar berikut :

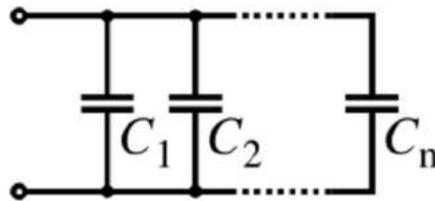


- e. dengan LCR meter ukurlah besar kapasitansinya , ulangi untuk ketebalan 2,3,4 dan 5 kali kertas kwarto dalam laporan resmi hitunglah konstanta dielectrik dari kertas
2. Membaca kode kapasitor
 - a. Ambil kapasitor milar dengan kode berbeda-beda
 - b. Catat kode angkanya dan lakukan pengukuran dengan LCR meter
 - c. Dalam laporan resmi anda terangkan cara membaca kode serta hitunglah selisih antara kode dengan hasil ukur

3. Membuat kapasitor terhubung seri dan paralel
 - a. Ambil 3 buah kapasitor
 - b. Catat nilai masing-masing kapasitor
 - c. Susun dalam untai seri berikut :



- d. Lalu ukurlah kapasitansi totalnya
 - e. Dalam laporan resmi anda bandingkan hasil pengukuran dengan hasil perhitungan
4. Membuat kapasitor terhubung paralel
 - a. Ambil 3 buah kapasitor
 - b. Catat nilai masing-masing kapasitor
 - c. Susun dalam untai paralel berikut :



- d. Lalu ukurlah kapasitansi totalnya
 - e. Dalam laporan resmi anda bandingkan hasil pengukuran dengan hasil perhitungan

F. TUGAS: Buatkan prosedur pengukuran kapasitor dengan multimeter analog

MODUL IV INDUCTOR

A. KOMPETENSI DASAR

- Menguasai prinsip KERJA induktor
- Menguasai untai dasar dengan induktor

B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI

- Kertas, lem, pipa serta kawat enamel
- LCR meter
- Batang ferite: solenoide dan toroid

C. DASAR TEORI

Induktor merupakan komponen pasif penyimpan energi listrik. Energi listrik disimpan dalam bentuk medan magnet yang terbentuk oleh arus listrik. Seperti terlihat dibawah ini adalah sebuah kawat dialiri arus yang sekitarnya kemudian terbentuk medan magnet.



Kuat medannya :

$$B_{\text{perpendicular}} = \mu_0 I / (2\pi r)$$

where

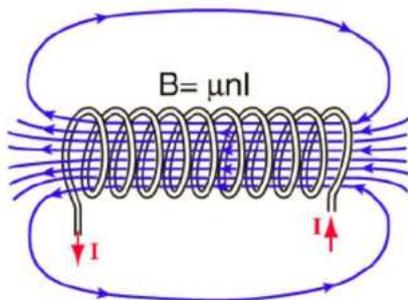
- μ_0 , permeability of free space = $4\pi \times 10^{-7}$ Tm/A
- I , current flowing through the wire, measured in amps
- B , magnetic field strength, measured in Tesla
- r , distance from the wire, measured in meters

Induktor dibuat dengan cara melilitkan kawat ke sebuah inti induktor

Induktansi dari induktor ditentukan oleh :

- Jumlah lilitan
- Permeabilitas inti induktor
- Panjang inti induktor

Induktance pada solenoid



Besar induktansinya :

$$L = \frac{\mu N^2 A}{\ell} \quad \begin{array}{l} \ell = \text{length of solenoid} \\ A = \text{cross-sectional area} \end{array}$$

Berikut tabel permeabilitas dari bahan inti induktor :

Magnetic susceptibility and permeability data for selected materials

Medium	Susceptibility χ_m (volumetric SI)	Permeability μ [H/m]	Relative Permeability μ/μ_0	Magnetic field	Frequency max.
Mu-metal		2.5×10^{-2}	20,000 ^[5]	at 0.002 T	
Mu-metal			50,000 ^[6]		
Permalloy		1.0×10^{-2}	8,000 ^[5]	at 0.002 T	
Electrical steel		5.0×10^{-3}	4,000 ^[5]	at 0.002 T	
		2.0×10^{-5}			100 kHz ~

wikipedia.org / Permeability (electromagnetism)

24

8/30/2010

Permeability (electromagnetism) - Wik...

Ferrite (nickel zinc)		8.0×10^{-4}	16–640		100 kHz ~ 1 MHz
Ferrite (manganese zinc)		$>8.0 \times 10^{-4}$	>640		100 kHz ~ 1 MHz
Steel		8.75×10^{-4}	100 ^[5]	at 0.002 T	
Nickel		1.25×10^{-4}	100 ^[5] – 600	at 0.002 T	
Platinum		$1.256\,9701 \times 10^{-6}$	1.000\,265		
Aluminum	2.22×10^{-5} ^[7]	$1.256\,6650 \times 10^{-6}$	1.000\,022		
Air			1.000\,000\,37 ^[8]		
Vacuum	0	$1.256\,6371 \times 10^{-6}$ (μ_0)	1		
Hydrogen	-2.2×10^{-9} ^[7]	$1.256\,6371 \times 10^{-6}$	1.000\,0000		
Sapphire	-2.1×10^{-7}	$1.256\,6368 \times 10^{-6}$	0.999\,999\,76		
Copper	-6.4×10^{-6} or -9.2×10^{-6} ^[7]	$1.256\,6290 \times 10^{-6}$	0.999\,994		
Water	-8.0×10^{-6}	$1.256\,6270 \times 10^{-6}$	0.999\,992		
Bismuth	-1.66×10^{-4}		0.999\,834		
Superconductors	-1	0	0		

Untuk toroida

- Total number of turns: N
- Magnetic field inside toroid: $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$
- Magnetic flux through each turn (loop):

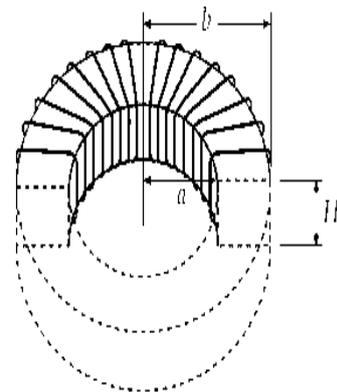
$$\Phi_B = \int_a^b BH dr = \frac{\mu_0 INH}{2\pi} \int_a^b \frac{dr}{r} = \frac{\mu_0 INH}{2\pi} \ln \frac{b}{a}$$

- Inductance: $L \equiv \frac{N\Phi_B}{I} = \frac{\mu_0 N^2 H}{2\pi} \ln \frac{b}{a}$

- Narrow toroid: $s \equiv b - a \ll a$

$$\ln \frac{b}{a} = \ln \left(1 + \frac{s}{a} \right) \approx \frac{s}{a}$$

- Inductance: $L = \frac{\mu_0 N^2 (sH)}{2\pi a}$



D. TUGAS PENDAHULUAN

1. Dalam inductor, energi listrik disimpan dalam bentuk apa?
2. Besaran apa yang tidak dapat berubah seketika dalam inductor
3. Jelaskan factor apa saja yang mempengaruhi arah medan magnet dalam induktor

E. LANGKAH PERCOBAAN

1. Percobaan membuat induktor dengan inti udara
 - a. Siapkan kertas sepanjang 20 cm
 - b. Gulung kertas pada sebuah pipa kecil, lalu diberi lem, dan di jaga agak longgar
 - c. Ambil kawat enamel, belitkan ke gulungan kertas tadi
 - d. Catat jumlah lilitan yang dibuat
 - e. Catat penampang dan panjang dari gulungan kertas, lepaskan batang pipa tadi
 - f. Ukur induktor kita dengan LCR meter
2. Percobaan membuat induktor dengan inti ferrite berbentuk solenoid
 - a. Ambil batang ferrite yang tersedia
 - b. Ambil kawat enamel, belitkan ke batang ferrite tadi
 - c. Catat jumlah lilitan yang dibuat
 - d. Catat penampang dan panjang dari batang ferrite
 - e. Ukur induktor kita dengan LCR meter
3. Percobaan membuat induktor dengan inti ferrite berbentuk Toroid

- a. Ambil toroid ferrite yang tersedia (berbentuk bulat)
 - b. Ambil kawat enamel, belitkan ke ferrite tadi tadi
 - c. Catat jumlah lilitan yang dibuat
 - d. Catat penampang dan luas dari dari toroide ferite
 - e. Ukur induktor kita dengan LCR meter
4. Percobaan L seri dan paralel
- a. Ambil tiga buah L yang ada
 - b. Ukur dan catat masing-masing nilai L
 - c. Hubungkan dalam konfigurasi seri, catat nilainya
 - d. Hubungkan dalam konfigurasi paralel ,catat nilainya

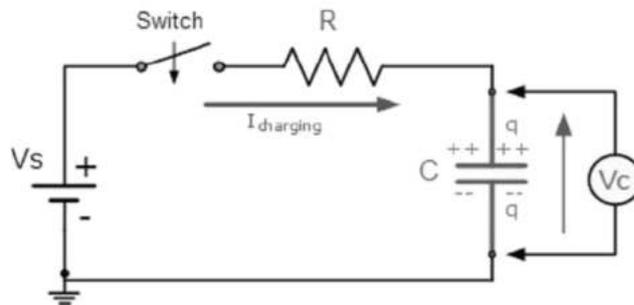
F.TUGAS: Buatlah prosedur pengukuran induktor dengan multimeter analog

MODUL V
SISTEM ORDE 1
PENGOSONGAN DAN PEMUATAN KAPASITOR

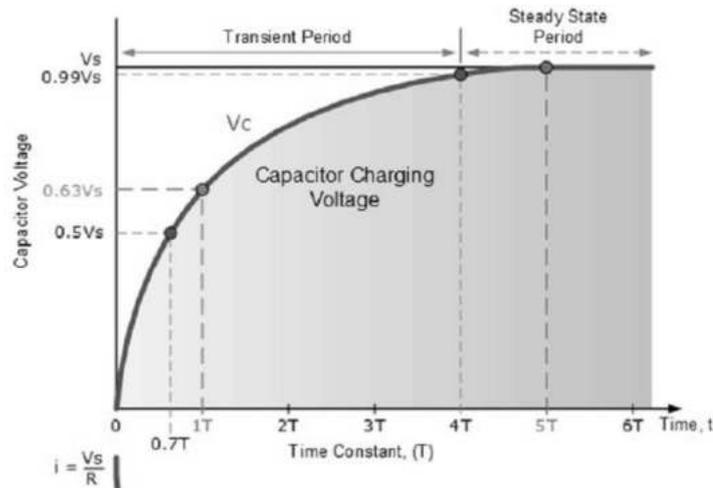
- A. KOMPETENSI DASAR: Memahami tanggapan alami dari sebuah sistem orde 1
- B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI
 - a. Menggambarkan grafik tanggapan system orde 1
 - b. Dapat menghitung konstanta waktu
- C. DASAR TEORI

Salah satu bentuk sistem dengan watak orde 1 adalah sbb :

RC Charging Circuit



Pada dasarnya untai diatas adalah untai untuk mengisi kapasitor
Jika suatu rangkaian RC diberi tegangan DC maka muatan listrik pada kapasitor tidak akan langsung terisi penuh. akan tetapi membutuhkan waktu untuk rnencapai muatan listrik pada kapasitor tersebut penuh. Waktu pemenuhan ini ditentkan oleh besarnya R dan C . Kurva pengisian membentuk tanggapan orde 1 dengan gambar sebagai berikut :



Kurva diatas adalah kurva tegangan kapasitor lawan waktu, kurva tersebut merupakan contoh dari sistem berorde 1. Tegangan kapasitor dapat dinyatakan dalam persamaan sbb :

$$V_c = V_s(1 - e^{-t/R.C})$$

Dalam persamaan diatas dikenal apa yang disebut dengan konstanta waktu atau τ , dimana persamaannya :

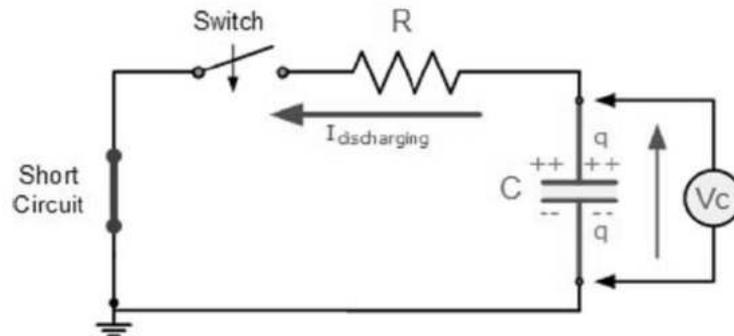
$$\tau = R.C \text{ detik}$$

Nilai konstanta waktu ini adalah nilai waktu yang dibutuhkan kapasitor untuk terisi 63% dari nilai maksimalnya.

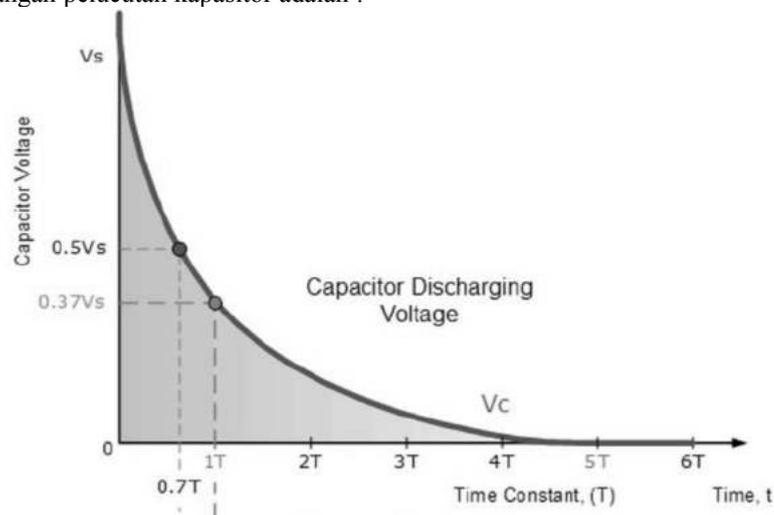
Pelucutan kapasitor

Untai pelucutan kapasitor adalah sebagai berikut:

RC Discharging Circuit



Kurva tegangan pelucutan kapasitor adalah :



Persamaan tegangan kapasitor adalah :

$$V_c = V_s \cdot e^{-t/R.C}$$

Konstanta waktu dari untai diatas sama seperti untai pengisian kapasitor.

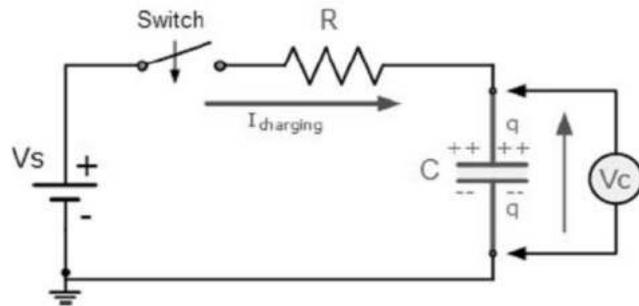
D. TUGAS PENDAHULUAN

1. Apakah yang dimaksud dengan system orde 1?
2. Dalam untai pengisian kapasitor diatas bila $R=100K$ dan $c=10mF$,berapakah time konstannya.

E. LANGKAH PERCOBAAN

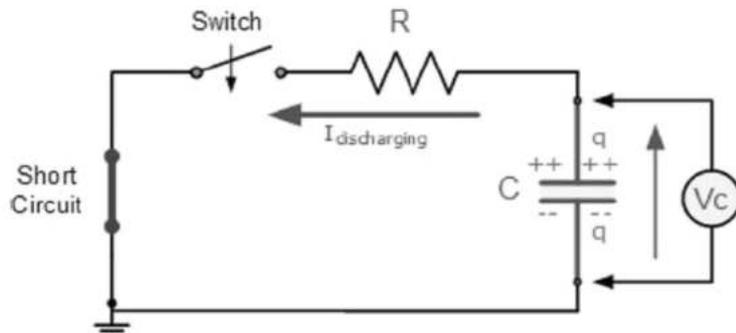
1. Percobaan pengisian kapasitor
 - a. Susun untai sbb :

RC Charging Circuit



- b. Ganti V_c diatas dengan multimeter yang diatur untuk mengukur tegangan DC.
 - c. Pastikan sebelumnya kapasitor tidak bermuatan (untuk kapastor kecil di short kakinya lebih dulu, untuk kapasitor besar dishor dengan memakai tahanan)
 - d. Pilih $V_s = 10\text{ V dc}$
 - e. $R = 10\text{K}$ dan $C = 4700\text{ mikroF}$
 - f. Tutup saklar dan catat tegangan V_c setiap 2 detik, catat dalam lembar laporan sementara
 - g. Lakukan no f sampai tegangan V_c tak berubah lagi
2. Percobaan pelucutan kapasitor
- a. Setelah selesai percobaan pertama tadi, kapasitor jangan short
 - b. Ambil multimeter dan catat tegangan kapasitor tadi, ini adalah tegangan awal kapasitor
 - c. Lalu susun untai pelucutan sbb ,ingat saklar dalam kondisi OFF

RC Discharging Circuit



- d. Dipilih $R = 10\text{K}$, lalu ON kan saklar.
- e. Tutup saklar dan catat tegangan V_c setiap 2 detik, catat dalam lembar laporan sementara
- f. Lakukan no e sampai tegangan V_c tak berubah lagi

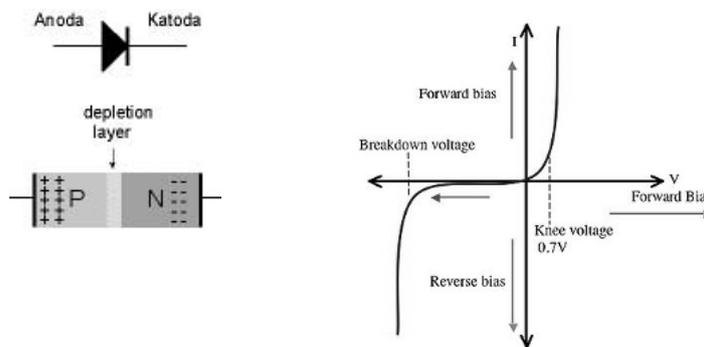
F.TUGAS: Simulasikan untai percobaan diatas dengan Proteus dan printlah hasilnya. Sertakan dalam laporan resmi

MODUL VI
DIODA SEMIKONDUKTOR

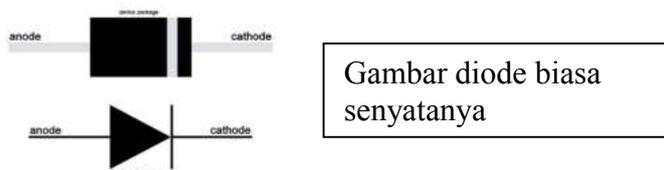
- A. KOMPETENSI DASAR: Praktikan memahami cara kerja diode
 B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI:
 a. Praktikan dapat membuat untai bias maju diode
 b. Praktikan dapat menggambar kurva karakteristik diode

C. DASAR 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. Dibawah ini gambar simbol dan struktur dioda serta bentuk karakteristik dioda. (Untuk dioda yang terbuat dari bahan Silikon tegangan konduksi adalah diatas 0.7 volt)



(a) (b) Gambar 4.1. (a) Simbol dan struktur dioda, (b) Karakteristik dioda



Dalam daerah forward bias, terjadi bila $V_a > V_k$; dan apabila $V_d > V_t$, dimana V_t adalah tegangan treshold (tergantung tipe diode). Untuk diode silikon, $V_t = 0,7$ V sedangkan untuk diode germanium besarnya adalah 0.2 V maka arus mulai mengalir, diode sering dikatakan dalam kondisi ON.

Dalam daerah reverse bias terjadi bila $V_a < V_k$ atau $V_{ak} < 0$. Apabila V_{ak} melebihi tegangan dadal atau V_b maka diode jebol dan rusak dan akibatnya arus bisa mengalir dari katode ke anode. Nilai V dadal ini tergantung dari tipe diodenya. Umumnya untuk diode daya memiliki V dadal yang cukup besar.

D. TUGAS PENDAHULUAN

1. Jelaskan istilah-istilah: Tegangan breakdown, Tegangan knee, Forward bias, Reverse bias.
2. Apakah dioda dapat bekerja seperti saklar? Jelaskan!

F. LANGKAH PERCOBAAN

a. Mengukur Dioda dengan Ohmmeter

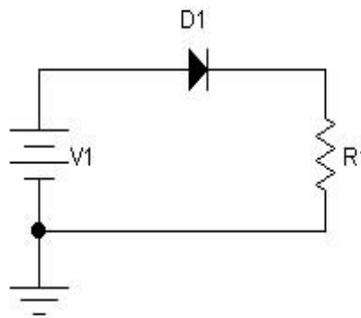
1. Atur posisi selector multimeter pada pengukuran Ohm.
2. Pasangkan probe merah (+) pada kaki anoda dioda dan probe hitam (-) pada kaki katoda dioda.
3. Perhatikan resistansi dioda yang terbaca pada Ohmmeter.
4. Tukarkan posisi probe Ohmmeter, probe merah (+) pada kaki katoda dioda dan probe hitam (-)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

Lembar pengamatan :

Dioda	Resistansi (Ohm) (Probe + pd anoda, Probe - pd katoda)	Resistansi (Ohm) (Probe + pd katoda, Probe - pd anoda)

b. Dioda dengan forward bias

1. Susunlah rangkaian seperti gambar di bawah ini. (R1 = 1 K Ohm)



Gambar dioda forward bias

2. Berikan tegangan mulai dari 0, 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9, 1, 2, 4, 6, 8, dan 10 volt.
3. Ukur besar tegangan dan arus pada dioda untuk setiap tegangan sumber yang diberikan.
4. Tuliskan data hasil percobaan pada tabel seperti di bawah ini.

V_{SUMBER} (Volt)	V_D (Volt)	I_D (Ampere)

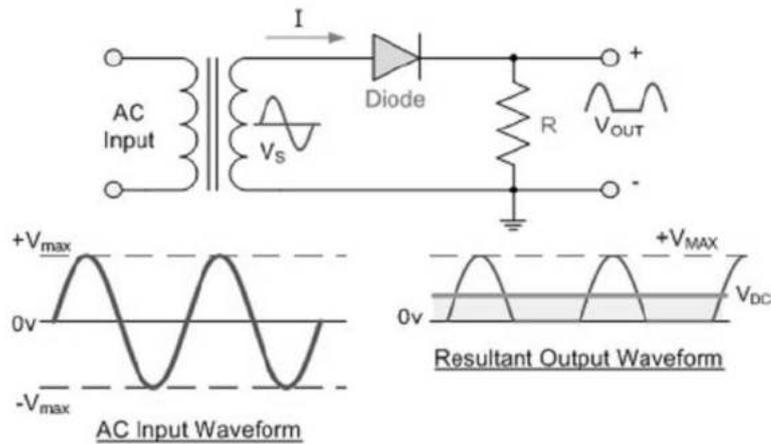
c. Diode dengan Reverse Bias

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

F. TUGAS : Diode sering digunakan sebagai penyearah , gambarkan untai penyearah gelombang penuh dan terangkan cara kerjanya

MODUL VII
RANGKAIAN DIODE : PENYEARAH

- A. KOMPETENSI DASAR: Praktikan dapat membuat untai dengan diode
- B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI
- a. Praktikan dapat membuat untai penyearah setengah gelombang
 - b. Praktikan dapat membuat untai penyearah gelombang penuh
 - c. Praktikan dapat membuat filter untuk menghaluskan tegangan dari penyearah.
- C. DASAR TEORI
- Penyearah berfungsi untuk mengubah tegangan ac menjadi tegangan dc. Penyearah ada 2 macam yaitu penyearah setengah gelombang dan penyearah gelombang penuh. Penyearah setengah gelombang :



Nilai tegangan puncak input transformator:

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

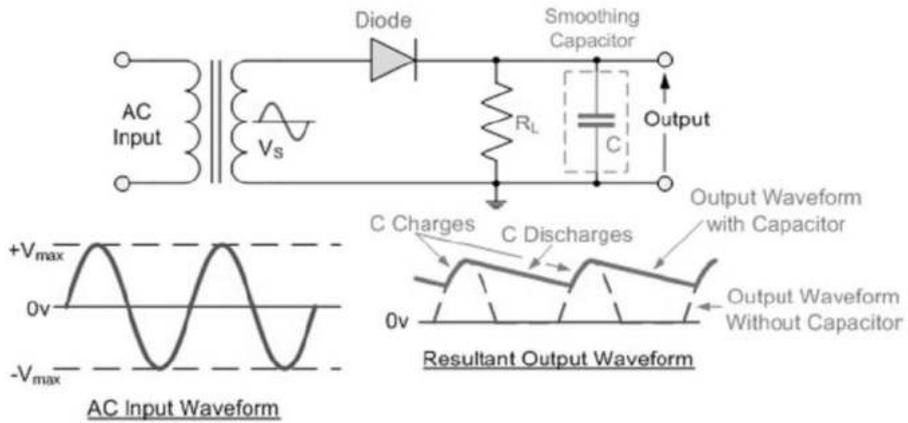
Tegangan rata-rata DC pada penyearah setengah gelombang adalah:

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

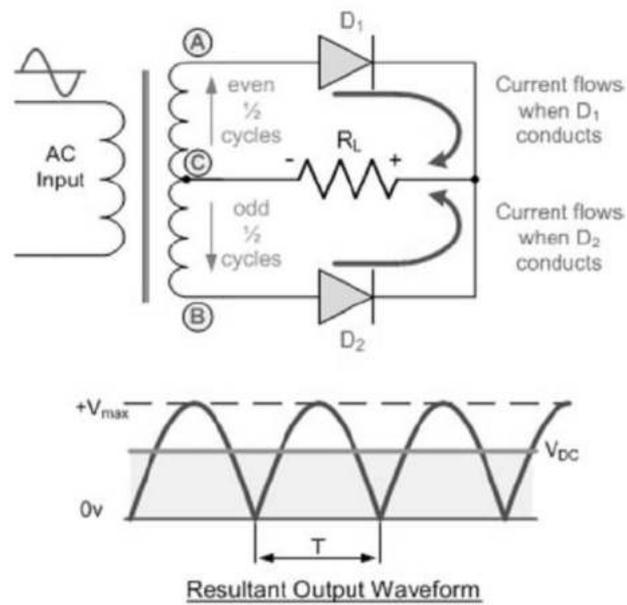
Frekuensi output:

$$f_{OUT} = f_{IN} \dots\dots\dots$$

Terlihat dalam bentuk gelombangnya masih belum berupa tegangan DC ideal, maka supaya dihasilkan tegangan DC ideal untai diatas ditambahi dengan kapasitor yang cukup besar, terpasang paralel dengan RL sebagaimana untai berikut :



Penyearah gelombang penuh
 Untai penyearah gelombang penuh :



Persamaan untuk penyearah gelombang penuh :

Tegangan rata-rata DC pada penyearah sinyal gelombang penuh:

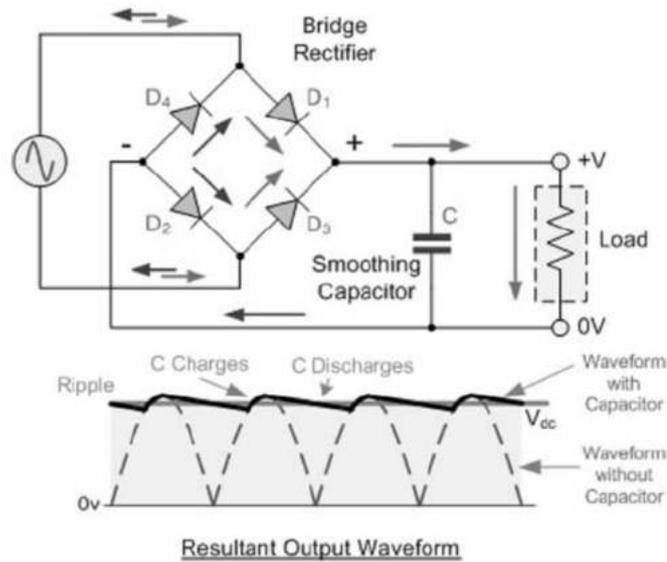
$$V_{DC} = \frac{2V_P}{\pi}$$

Frekuensi output:

$$f_{OUT} = 2.f_{IN}$$

Tapi gelombang dari penyearah gelombang penuh masih belum rata seperti tegangan DC, untuk

meratakannya juga dipakai kapasitor yang dipasang paralel dengan beban. Untainya adalah sebagai berikut :



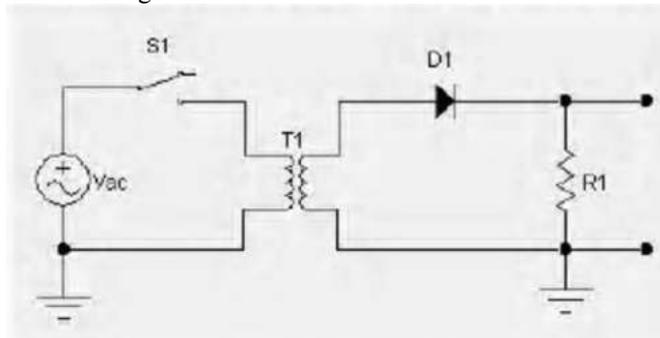
D. TUGAS PENDAHULUAN

- Jelaskan cara kerja rangkaian penyearah setengah gelombang? Gambarkan rangkaian dan bentuk gelombang input outputnya!
- Jelaskan cara kerja rangkaian penyearah gelombang penuh dengan center tap? Gambarkan rangkaian dan bentuk gelombang input outputnya!
- Jelaskan cara kerja rangkaian penyearah gelombang penuh dengan jembatan dioda (diode bridge) Gambarkan rangkaian dan bentuk gelombang input outputnya!
- Dalam penyearah dikenal dengan Vriple, apakah maksud dari Vriple ini?

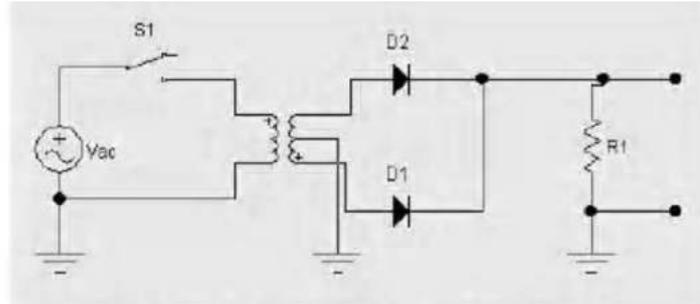
E. LANGKAH PERCOBAAN

E.1 Penyearah setengah gelombang

- Buat untai sebagai berikut :



- Ambil R sebesar 10K
 - Tutup saklar S1
 - Ukur tegangan keluaran pada T1 menggunakan multimeter.
 - Ukur besar tegangan pada R menggunakan multimeter.
 - Ukur tegangan keluaran pada T1 menggunakan osiloskop.
 - Ukur tegangan keluaran path R1 menggunakan osiloskop.
 - Hitunglah besar tegangan keluaran pada R1.
 - Ambil C sebesar 47mikroF , paralelkan dengan R1, amati bentuk gelombang input dan outputnya dengan oscilloscope, gambarkan dalam skala yang sama dengan gambar inputnya
- ##### E.2 Penyearah gelombang penuh
- Buat untai sebagai berikut :



- b. Ambil R sebesar 10K
- c. Tutup saklar S1
- d. Ukur tegangan keluaran pada T1 menggunakan multimeter.
- f. Ukur besar tegangan pada R menggunakan multimeter.
- g. Ukur tegangan keluaran pada T1 menggunakan siloskop.
- h. Ukur tegangan keluaran path R1 menggunakan osiloskop.
- j. Hitunglah besar tegangan keluaran pada R!
- k. Ambil C sebesar 47mikroF , paralelkan dengan R1, amati bentuk gelombang input dan outputnya dengan oscilloscope, gambarkan dalam skala yang sama dengan gambar inputnya

F. TUGAS : Simulasikan untai diatas dengan Proteus

MODUL VIII
TEGANGAN SINUS

A. KOMPETENSI DASAR

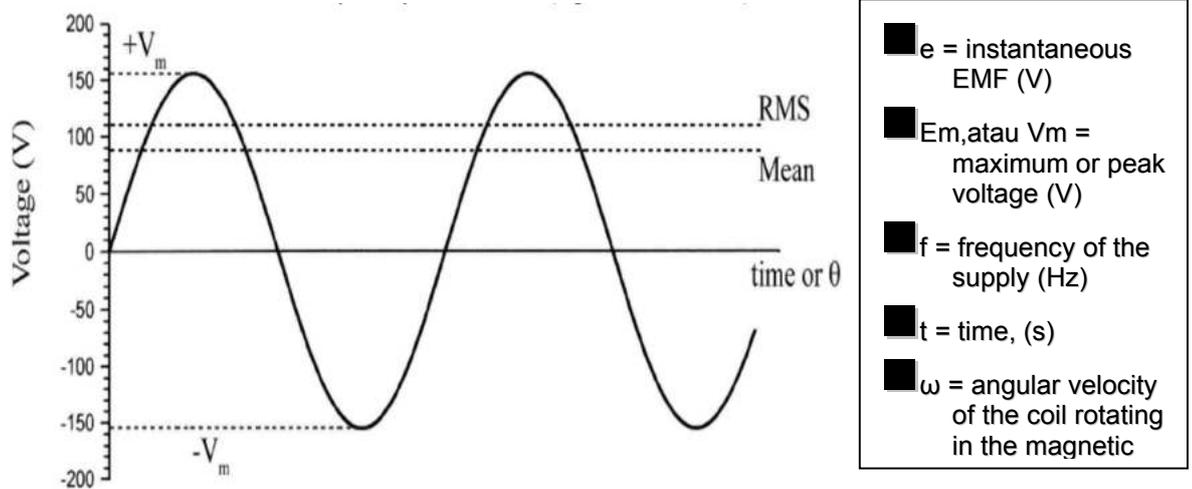
1. Menguasai prinsip tegangan sinus
2. Menguasai dasar system tegangan 3 fase

B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI

1. Membuat gambar gelombang sinus
2. Mahasiswa dapat menentukan beda fase 2 gelombang sinus
3. Mahasiswa dapat mengukur tegangan maksimal, RMS gelombang sinus
4. Mahasiswa dapat menggambar gelombang sinus pada system 3 fase

C. DASAR TEORI

Tegangan AC pada umumnya adalah tegangan yang berbentuk gelombang sinus dengan bentuk dan persamaan dasar :



Bentuk persamaan

$$e = E_m \cos(\omega t + \theta)$$

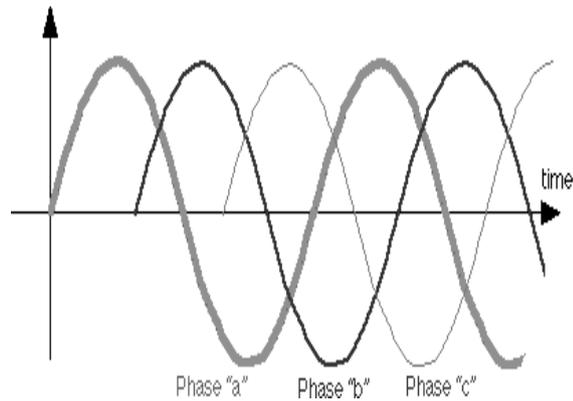
$$\omega = 2 \pi f$$

Untuk gambar diatas, θ atau sudut fase $= 90^\circ$, karena gelombang diatas sebenarnya merupakan gelombang sinus dengan persamaan :

$$e = E_m \sin(\omega t)$$

$$\omega = 2 \pi f$$

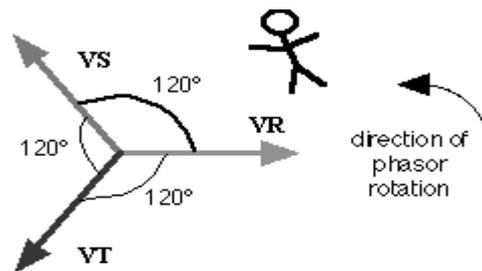
Untuk listrik tiga fase, sebenarnya tersusun atas 3 gelombang sinus yang masing, masing berbeda fase 120°



Bentuk persamaannya :

- $v_a = V_m \cos(\omega t)$
- $v_b = V_m \cos(\omega t + 120^\circ)$
- $v_c = V_m \cos(\omega t + 240^\circ)$

Dan gambar fasornya :



V_a, V_b dan V_c dalam teknik tenaga listrik sering disebut tegangan fase R, S dan T (mejadi VR, VS dan VT). Karena memiliki tiga fase, maka sering disebut sebagai sistem tegangan fase banyak.

D. TUGAS PENDAHULUAN

1. Apakah yang dimaksudkan dengan beda fase antara 2 gelombang?
2. Sebuah gelombang memiliki persamaan :

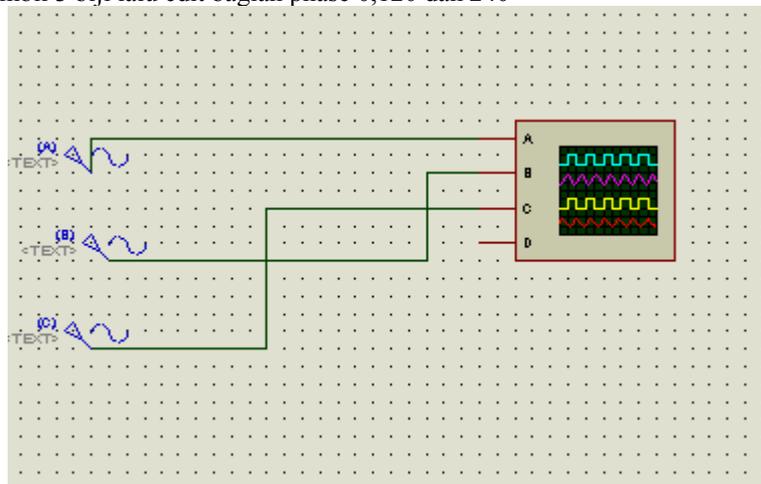
$$e = 120 \sin(12t - 90)$$

Ubahlah ke bentuk Cos

E. LANGKAH PERCOBAAN

1. Percobaan pengamatan gelombang sinus dari trafo adaptor
 - a. Siapkan trafo adaptor, pilih tegangan 6 V dan ukur tegangan sekunder trafo dengan multimeter, catat
 - b. Hidupkan oscilloscope. atur TIM/DIV pada skala terbesar
 - c. Atur VOLT/DIV pada 2 volt
 - d. Arahkan probe Oscilloscope pada keluaran trafo, dengan lebih dulu bagian ground oscilloscope dijepitkan pada CT trafo.
 - e. Gambarkan gelombangnya catat volt div dan time/div

- f. Dalam laporan tentukan sudut fase gelombang, lalu frekuensi, nilai maks serta rms dan tentukan persamaan dari gelombang tadi.
2. Percobaan pengamatan gelombang sinus dari sinyal generator
 - a. Siapkan sinyal generator, atur keluaran sinyal generator pada frekuensi 200 Hz, ukur tegangan dengan multimeter
 - b. Hidupkan oscilloscope, atur TIM/DIV pada skala terbesar atau ubah sesuai kebutuhan
 - c. Atur VOLT/DIV pada 2 volt
 - d. Arahkan probe Oscilloscope pada keluaran trafo, dengan lebih dulu bagian ground oscilloscope dijepitkan pada signal generator
 - e. Gambarkan gelombangnya catat volt div dan time/div
 - f. Dalam laporan tentukan sudut fase gelombang, lalu frekuensi, nilai maks serta rms dan tentukan persamaan dari gelombang tadi.
 - g. Ulangi untuk frekuensi signal generator 1000 Hz
3. Percobaan pengamatan gelombang sinus tiga fase
 - a. Buka proteus
 - b. Buat new file
 - c. Dalam komponen selector pilih generator mode, lalu sine
 - d. Ambil 3 biji lalu edit bagian phase 0, 120 dan 240



- e. Ambil symbol oscilloscope
 - f. Tempat probe oscilloscope pada keluaran generator tadi
 - g. Jalankan simulasi
 - h. Printlah hasil simulasi anda
 - i. Dalam laporan tentukan sudut fase gelombang, lalu frekuensi, nilai maks serta rms dan tentukan persamaan dari gelombang tadi.
- F. TUGAS: Sebuah gelombang sinus memiliki persamaan:

$$E_1 = 120 \sin(120t - 90)$$

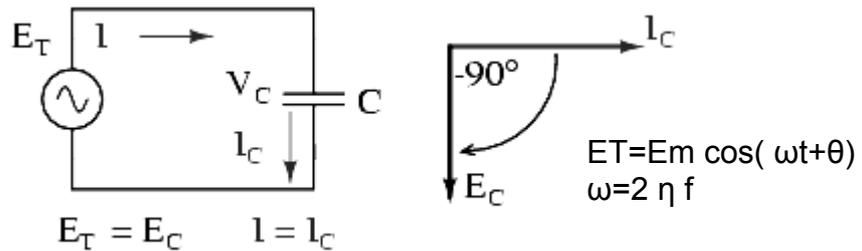
$$E_3 = 120 \sin(120t + 90)$$

$$E_2 = 120 \sin(120t)$$

Gambarkan ketiga fasor dari gelombang tersebut.

MODUL IX
KAPASITOR DIBERI TEGANGAN SINUS

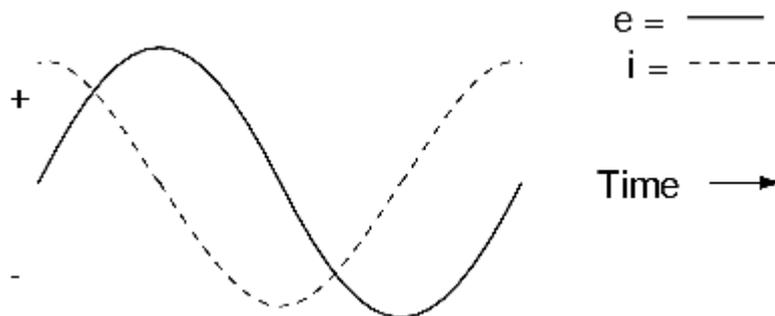
- A. KOMPETENSI DASAR: Menguasai tingkah laku KAPASITOR saat diberi tegangan sinus
- B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI
1. Membuat gambar gelombang sinus arus dan tegangan pada kapasitor
 2. Mahasiswa dapat menentukan beda fase arus dan tegangan pada kapasitor
- C. DASAR TEORI
- Gambar dibawah menunjukkan sebuah kapasitor yang diberi tegangan sinus.



Reactance kapasitor :

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

Gambar kedua menunjukkan fasor tegangan dan arus kapasitor. Tegangan disini terlihat tertinggal 90o oleh arus kapasitor. Hal ini disebut bawa dalam kapasitor murni, arus kapasitor leading 90o terhadap tegangannya. Seperti terlihat dalam gambar ini :



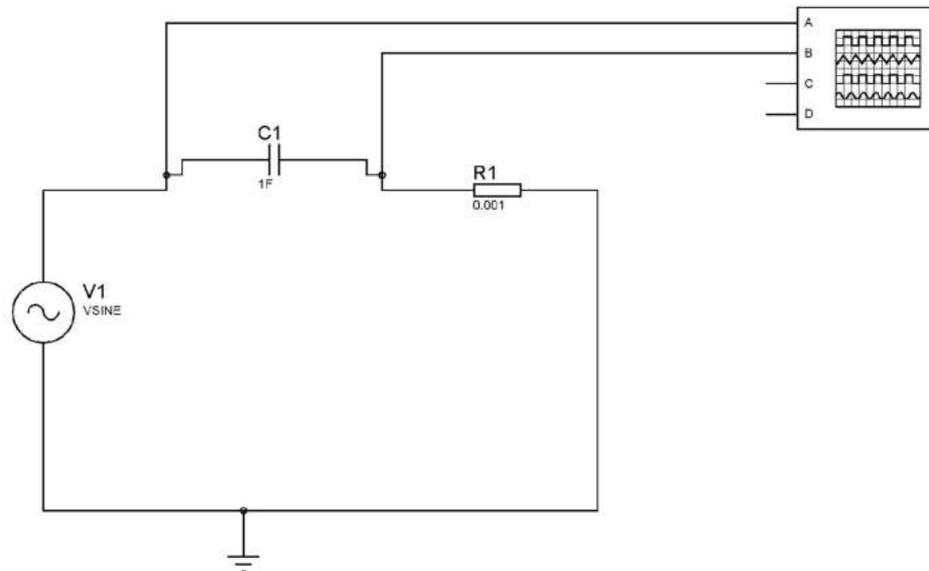
Frekuensi tegangan dan frekuensi arus tetap sama tapi hanya ada perbedaan fase sebesar 90o. Karena berbeda 90o, sebetulnya pada kapasitor tidaklah terjadi pembuangan energi. Hal ini benar apabila kapasitornya ideal.

- D. TUGAS PENDAHULUAN
- Sebuah kapasitor diberi tegangan :

$$E_1 = 120 \sin(120t - 90)$$

Berapakah Reactance kapasitif dari capacitor tersebut.
Carilah arus kapasitor, gambarkan dalam bentuk fungsi sinus

- E. LANGKAH PERCOBAAN
1. Percobaan pengamatan gelombang TEGANGAN dan ARUS saat dilewati tegangan AC
- Dalam proteus susun untai berikut :
- C= 1F
R=0,001ohm



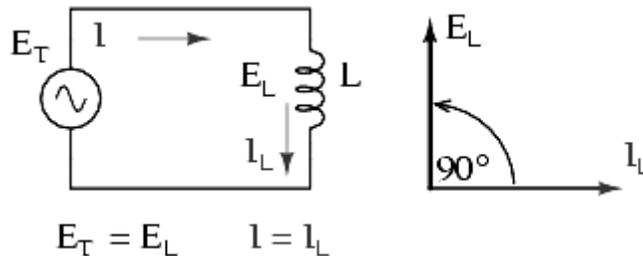
- f. Hidupkan generator fungsi, pilih tegangan sinus dengan frekuensi terendah , amati dan gambar tegangannya dengan oscilloscope dan beri nama vs
- g. Hidupkan oscilloscope.atur TIM/DIV pada skala sesuai kebutuhan
- h. Atur VOLT/DIV sesuai kebutuhan
- i. Arahkan probe Oscilloscope pada titik A dan B pada untai
- j. Gambarkan gelombangnya catat volt div dan time/div
- k. Simulasikan,lalu printlah hasilnya
- l. Dalam laporan tentukan sudut fase(beda fase) gelombang tegangan dan arus kapasitor,nilai reactance kapasitif(X_c) ,lalu frekuensi, nilai maks serta rms dan tentukan persamaan dari gelombang tadi DAN gambarkan fasornya , serta analisislah hubungan antara tegangan dan arus pada Kapasitor.
‘ingat nilai laporan praktikum anda tergantung dari kemampuan anda menganalisis hal diatas’
- m. Catatan penting : pada titik A, adalah tegangan di kapasitor IFdan tahanan R, pada titik B adalah TEGANGAN(bukan arus) tahanan 0.001 ohm, untuk mengubah nilai tegangan menjadi arus, tegangan dititik B tadi dibagi 0.001

F. TUGAS : Sebutkan fungsi atau peranan kapasitor dalam system tenaga listrik.

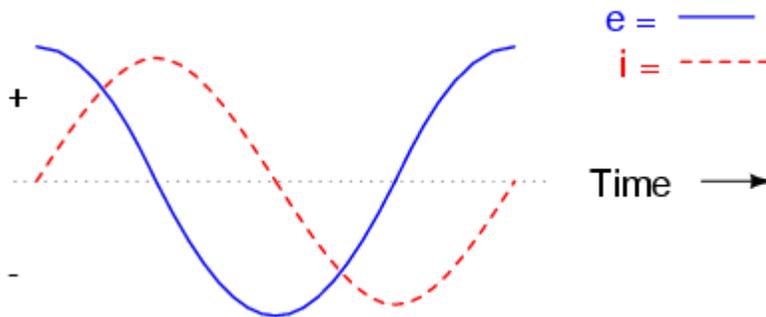
MODUL X
INDUKTOR DIBERI TEGANGAN SINUS

- A. KOMPETENSI DASAR: Menguasai tingkah laku INDUKTOR saat diberi tegangan sinus
- B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI
1. Membuat gambar gelombang sinus arus dan tegangan pada induktor
 2. Mahasiswa dapat menentukan beda fase arus dan tegangan pada induktor
- C. DASAR TEORI

Gambar dibawah menunjukkan sebuah inductor yang diberi tegangan sinus.



Gambar kedua menunjukkan fasor tegangan dan arus induktor. Tegangan disini terlihat mendahului sebesar 90o terhadap arus induktor. Hal ini disebut bahwa dalam induktor murni, arus induktor lagging 90o terhadap tegangannya. Seperti gambar berikut ini :



Frekuensi tegangan dan frekuensi arus tetap sama tapi hanya ada perbedaan fase sebesar 90o. Karena berbeda 90o, sebetulnya pada induktor tidaklah terjadi pembuangan energi. Hal ini benar apabila induktornya ideal.

Apabila tegangan E_T pada gambar pertama diatas adalah :

$$e = E_m \cos(\omega t)$$

$$\omega = 2\pi f$$

Maka reactance induktifnya adalah :

$$X_L = 2\pi fL$$

- D. TUGAS PENDAHULUAN
- Sebuah inductor diberi tegangan :

$$E_1 = 120 \sin(120t - 90)$$

1. Berapakah Reactance induktif dari inductor tersebut.
2. Carilah arus induktor, gambarkan dalam bentuk fungsi sinus

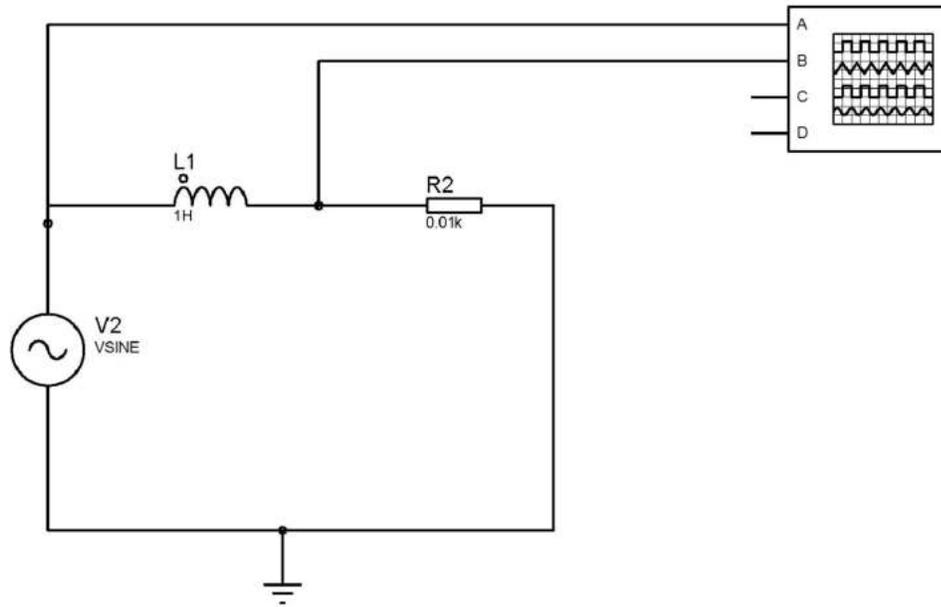
E. LANGKAH PERCOBAAN

1. Percobaan pengamatan gelombang TEGANGAN dan ARUS saat dilewati tegangan AC

Dalam proteus susun untai berikut :

$L = 1\text{H}$

$R = 0,01\text{ohm}$



- f. Hidupkan generator fungsi, pilih tegangan sinus dengan frekuensi terendah , amati dan gambar tegangannya dengan oscilloscope dan beri nama Vs
 - g. Hidupkan oscilloscope. atur TIM/DIV pada skala sesuai kebutuhan
 - h. Atur VOLT/DIV sesuai kebutuhan
 - i. Arahkan probe Oscilloscope pada titik A dan B pada untai
 - j. Gambarkan gelombangnya catat volt div dan time/div
 - k. Simulasikan, lalu printlah hasilnya
 - l. Dalam laporan tentukan sudut fase gelombang tegangan dan arus pada inductor, lalu frekuensi, nilai reactance induktif, nilai maks serta rms dan tentukan persamaan dari gelombang tadi DAN gambarkan fasornya , serta analisislah hubungan antara tegangan dan arus pada inductor tadi.
- ‘ingat nilai laporan anda tergantung apa anda bisa menganalisis hal diatas dengan tepat’
- m. Catatan penting : pada titik A, adalah tegangan di inductor 1H , pada titik B adalah TEGANGAN(bukan arus) tahanan 0.01ohm, untuk mengubah nilai tegangan menjadi arus, tegangan dititik B tadi dibagi 0.01

F. TUGAS : Turunkan persamaan daya untuk inductor murni

