

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadirat Allah SWT atas segala Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan modul Rangkaian Listrik sebagai panduan Praktikum Rangkaian Listrik edisi tahun 2021.

Panduan buku Praktikum ini kami peruntukan bagi mahasiswa dan mahasiswi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas PGRI Banyuwangi. Kami mengharapkan mahasiswa bias mendapatkan materi dan kesesuaian antara topik praktikum dan perkuliahan mata kuliah Rangkaian Listrik 1 yang diikuti setelah paraktikum.

Melalui buku ini mahasiswa dipandu untuk dapat membuat eksperimen dan pengambilan data. Namun proses pengalisan data tetap membutuhkan bimbingan dan perlu dipelajari dengan cermat serta teliti oleh mahasiswa.

Kami menyadari bahwa buku panduan Praktikum ini masih jauh dari sempurna . Oleh karena itu saran, kritik dan arahan yang membangun dari rekan- rekan sejawat dari semua ilmu terapan Rangkaian Listrik sangat kami harapkan.

Banyuwangi, 16 Juni 2021
Laboratorium Teknik Elektro
Fakultas Teknik

Rezki Nalandari, S.T.,M.M.

MODUL I

TEGANGAN DAN DAYA LISTRIK , SUPER POSISI , THEVENIN DAN NORTON

1.1 TUJUAN

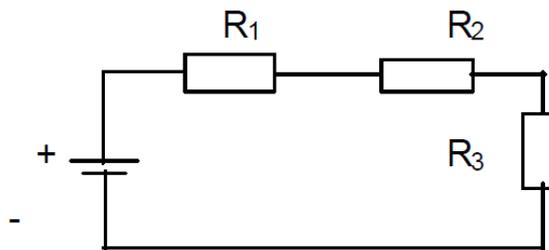
- Mahasiswa mampu menganalisis rangkaian listrik arus sederhana dengan menggunakan hukum Kirchoff.
- Mahasiswa mampu menganalisis rangkaian menggunakan teori superposisi, teori Thevenin dan teori Norton.

1.2 DASAR TEORI

A. TEGANGAN DAN DAYA LISTRIK

1. Hukum Ohm dan Kirchoff

Untuk menghitung besar arus atau tegangan pada suatu rangkaian sederhana dapat menggunakan hukum ohm dan hukum Kirchoff secara bersama-sama. Sebagai contoh perhatikan rangkaian pada Gambar 1.1 di bawah ini.



Gambar 1.1 Contoh Rangkaian

Menurut hukum ohm, tegangan pada masing-masing tahanan adalah sebagai berikut :

$$R_1 \text{ disebut } V_{R1} = I R_1$$

$$R_2 \text{ disebut } V_{R2} = I R_2$$

$$R_3 \text{ disebut } V_{R3} = I R_3$$

Berdasarkan hukum Kirchoff II tentang tegangan bahwa jumlah tegangan dalam rangkaian tertutup sama dengan nol. Berdasarkan rangkaian di atas hukum Kirchoff II persamaan tegangan dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut :

$$- V + I R_1 + I R_2 + I R_3 = 0$$

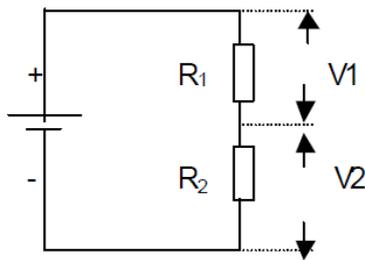
$$I R_1 + I R_2 + I R_3 = V$$

$$I(R_1 + R_2 + R_3) = V$$

$$I = \frac{V}{R_1 + R_2 + R_3}$$

2. Rangkaian Pembagi Tegangan

Dalam rangkain listrik arus searah untuk memperoleh suatu tegangan tertentu dapat menggunakan suatu kombinasi tahanan tertentu , rangkaian seperti ini disebut rangkaian pembagi tegangan. Rangkaian pembagi tegangan yang sederhana dapat ditunjukkan oleh Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Rangkaian Pembagi Tegangan

Besarnya arus yang mengalir dalam rangkaian ditunjukkan dengan rumus :

$$I = \frac{V}{R_1 + R_2}$$

Tegangan pada R_2 ditunjukkan dengan rumus berikut :

$$\begin{aligned} V_2 &= I \cdot R_2 \\ &= \frac{V}{R_1 + R_2} \cdot R_2 \end{aligned}$$

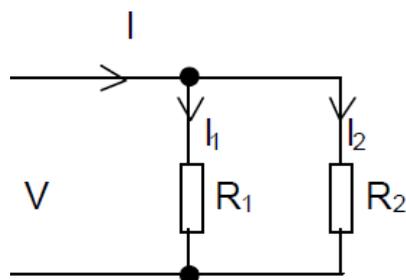
$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V$$

Dengan cara yang sama tegangan pada R_1 diperoleh :

$$V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot V$$

3. Rangkaian Pembagi Arus

Dalam rangkaian pembagi tegangan tahanan disusun secara seri, sedangkan dalam rangkaian pembagi arus tahanan disusun secara paralel. Pembagian rangkaian arus ditunjukkan oleh Gambar 1. 3.



Gambar 1.3 Gambar Rangkaian Pembagi arus

Persamaan-persamaan yang didapatkan dari rangkaian diatas adalah sebagai berikut :

$$V = I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2$$

$$V = I \cdot \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot V$$

$$R_{ek} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

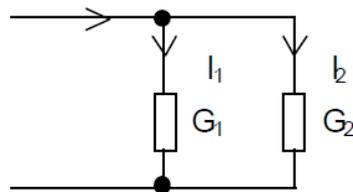
$$I_1 R_1 = I \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot I$$

$$I_2 R_2 = I \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot I$$

Jika dinyatakan dalam konduktansi (lihat gambar 1. 4)



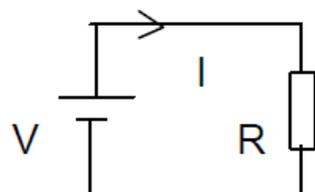
$$I_1 = \frac{G_1}{G_1 + G_2} I$$

$$I_2 = \frac{G_2}{G_1 + G_2} I$$

Gambar 1.4 Rangkaian dengan konduktansi

4. Daya dan Energi Arus Searah

Jika suatu sumber tegangan V diberikan beban R sehingga arus yang mengalir pada I , maka sumber tegangan menyalurkan daya listrik sedangkan R menyerap daya listrik. Kedua daya ini besarnya sama. Perhatikan Gambar 1. 5 di bawah ini.



Besarnya daya

$$P = V I$$

$P = \text{Daya (Watt)}$

$V = \text{Tegangan (Volt)}$

$I = \text{Arus (Ampere)}$

Gambar 1.5 Rangkaian Dengan Sumber tegangan V dan beban R

Karena $V = I R$, jika V diganti dengan IR diperoleh rumus :

$$P = I.R = I^2 R$$

Jika I diganti dengan $\frac{V}{R}$ pada persamaan

$$P = V.I$$

$$= V \cdot \frac{V}{R}$$

$$= \frac{V^2}{R}$$

$$P = V.I = I^2 R = \frac{V^2}{R}$$

Energi listrik yang disalurkan oleh sumber tegangan sama dengan energi listrik yang diserap oleh R . Besar energi listrik yang disalurkan sama dengan daya dikalikan waktu.

$$W = P.t$$

$$W = V.I.t$$

$$= I^2 R t = \left(\frac{V^2}{R}\right)t$$

Dalam Sistem Internasional satuan daya adalah watt, satuan waktu adalah detik sehingga satuan energi (W) adalah Watt detik = joule

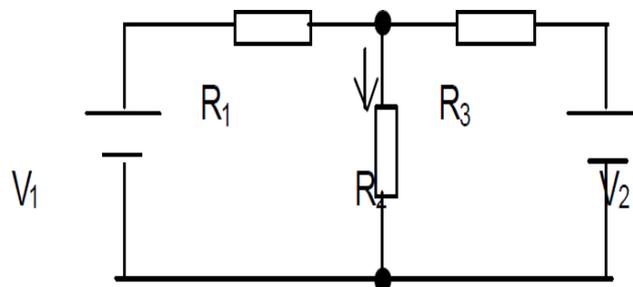
Dalam sehari – hari satuan energi listrik dinyatakan dengan kwh (kilo watt jam)

$$1 \text{ kwh} = 3,6 \times 10 \text{ Joule}$$

B. Teori Superposisi

Teori superposisi memudahkan kita untuk menentukan arus pada suatu cabang dengan menganggap sumber bekerja satu per satu. Arus total pada cabang tersebut merupakan jumlah aljabar dari arus tiap-tiap sumber dengan memperhatikan arah arus pada rangkaian. Teori ini memudahkan kita untuk menganalisa rangkaian yang berasal dari beberapa sumber dan tahanan yang dapat berupa tegangan atau sumber arus.

Apabila mengerjakan satu sumber, maka sumber yang lain dihubung singkat (untuk sumber tegangan) dan dihubung terbuka untuk sumber arus. Perhatikan rangkaian pada Gambar 1.9 di bawah ini yang menunjukkan rangkaian dengan menggunakan Teori Superposisi.

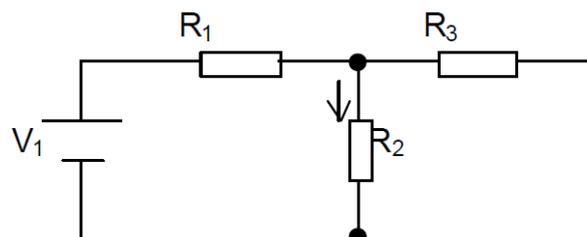


Gambar 1.9 Rangkaian dengan Dua Sumber

Untuk menghitung arus pada \$R_2\$ dapat dilakukan dengan menghitung arus yang disebabkan \$V_1\$ dan \$V_2\$ secara bergantian kemudian dijumlahkan.

Langkah – langkah menghitung arus pada \$R_2\$ adalah sebagai berikut :

1. Arus oleh sumber tegangan \$V_1\$ adalah \$I_1\$, rangkaian ekuivalen seperti Gambar 1. 10.

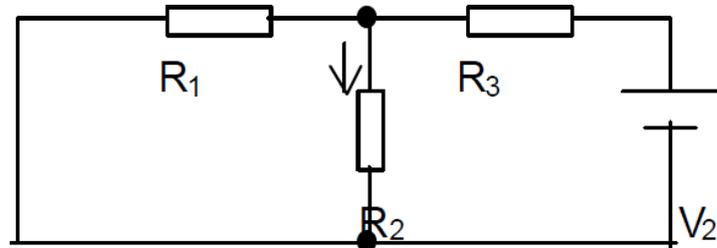


Gambar 1.10 Rangkaian Ekuivalen

Dalam hal ini \$V_2\$ dihubung singkat.

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1 + R_2 // R_3} \cdot \frac{R_3}{R_2 + R_3}$$

1. Menghitung arus oleh sumber tegangan V2 , V1 dihubung singkat maka rangkaian ekivalen sebagai berikut (Gambar 1.11) :



Gambar 1.11 Sumber Tegangan V1 Dihubung Singkat.

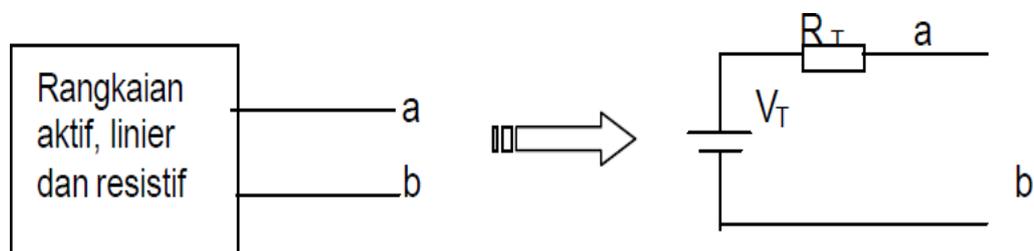
$$I_2 = \frac{V_2}{R_3 + R_2 // R_1} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

2. Arus yang mengalir pada R2 yaitu I merupakan jumlah dari I1 dan I2 karena arahnya sama.

$$I = I_1 + I_2$$

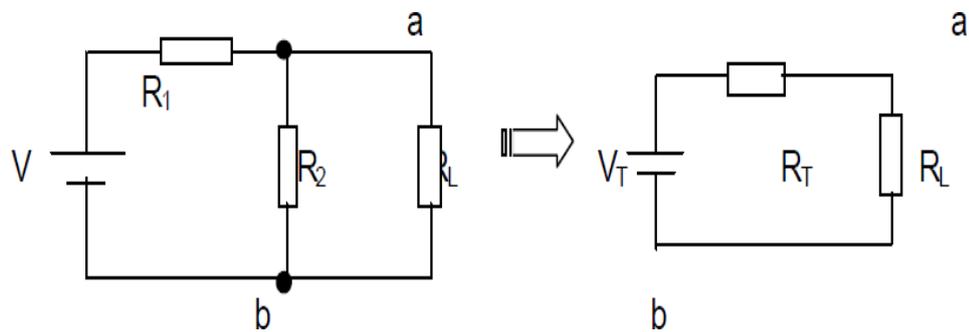
A. Teori Thevenin

Suatu rangkaian aktif, linier dan resistif yang mengandung satu atau lebih sumber tegangan atau sumber arus dapat diganti dengan sebuah sumber tegangan dan sebuah tahanan yang diseri, perhatikan Gambar 12.



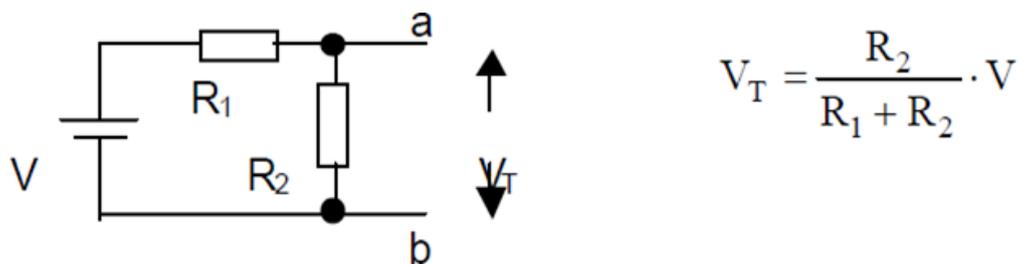
Gambar 1.12 Rangkaian Dengan Sumber Tegangan Pengganti

VT disebut tegangan pengganti Thevenin, R T disebut tahanan pengganti Thevenin. Sebagai contoh perhatikan rangkaian pada Gambar 13 di bawah ini.



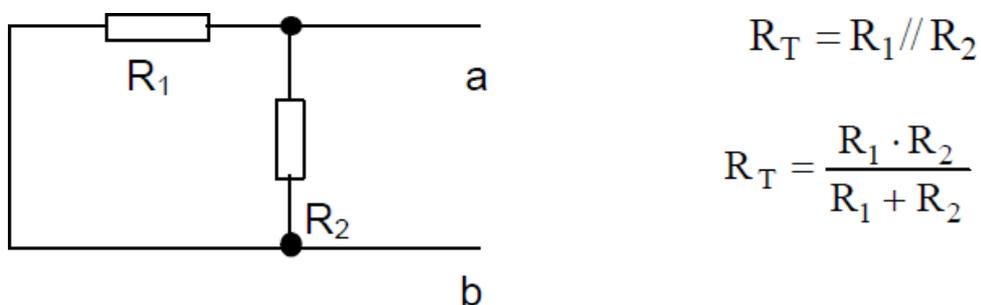
Gambar 1.13 Rangkaian dengan R Pengganti

Untuk menghitung VT beban RL dilepas, tegangan antara a dan b tanpa RL merupakan tegangan VT. (perhatikan Gambar 14)



Gambar 1.14 Rangkaian Untuk Menghitung VT

Untuk menghitung RT dengan mencari tahanan antara a dan b (dengan sumber tegangan dihubung singkat) Hal ini dapat diperjelas dengan melihat Gambar 15 di bawah ini.



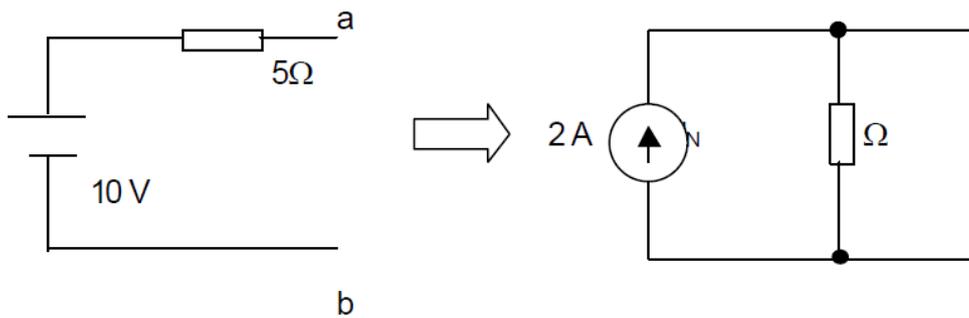
Gambar 1.15 Menghitung RT Dengan Sumber Tegangan Dihubung Singkat

A. Teori Norton

Suatu rangkaian aktif, linier dan resistif yang mengandung satu atau lebih sumber

tegangan atau sumber arus dapat diganti dengan sebuah sumber arus dan sebuah tahanan yang diparalel dengan sumber arus.

Untuk menghitung sumber arus beban dilepas lalu dicari arus hubung singkat. Sedangkan untuk menghitung tahanan pengganti caranya sama dengan mencari tahanan pengganti Thevenin. Antara teori Thevenin dan Norton mempunyai hubungan yang sangat erat. Jika rangkaian pengganti Thevenin sudah dihitung maka rangkaian pengganti Norton mudah ditentukan. Misalnya rangkaian pengganti Thevenin di atas diganti Norton menjadi seperti Gambar.16 berikut ini.



$$I_N = \frac{10 \text{ V}}{5 \Omega} = 2 \text{ A}$$

Gambar 1.16 Gambar Ekuivalen Teori Norton

1.3 Alat dan Bahan

A. Praktikum 1

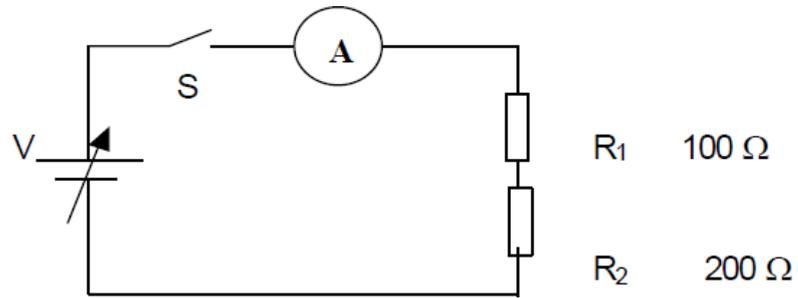
- | | |
|-----------------------------------|------------|
| 1. Power supply dc 0 – 20 V | 1 buah |
| 2. Ampere meter DC | 3 buah |
| 3. Multimeter..... | 1 buah |
| 4. Tahanan 100 Ω , 5 watt..... | 1 buah |
| 5. Tahanan 200 Ω , 5 watt..... | 1 buah |
| 6. Kabel penghubung | secukupnya |

B. Praktikum 2

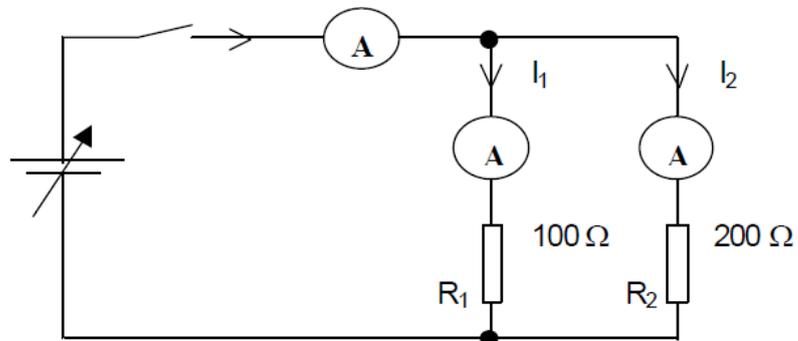
- | | |
|--------------------------------|------------|
| 1. Sumber tegangan DC | 2 buah |
| 2. Ampere meter DC | 1 buah |
| 3. Tahanan 100 Ω , 5 W | 1 buah |
| 4. Tahanan 300 Ω , 5 watt..... | 1 buah |
| 5. Tahanan 200 Ω , 5 watt..... | 1 buah |
| 6. Multimeter..... | 1 buah |
| 7. Kabel penghubung | secukupnya |
| 8. Saklar | 1 buah |

1.4 Gambar Rangkaian

A. Praktikum 1

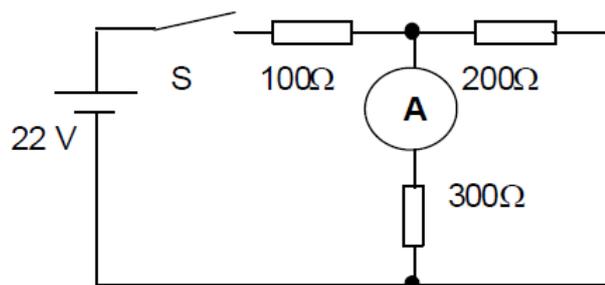


Gambar 1.17 Rangkaian Percobaan beban seri

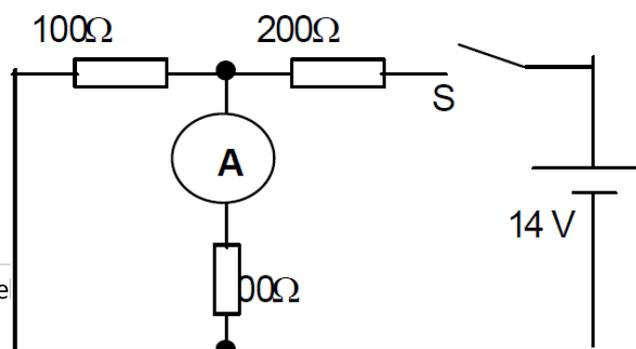


A. Praktikum 2

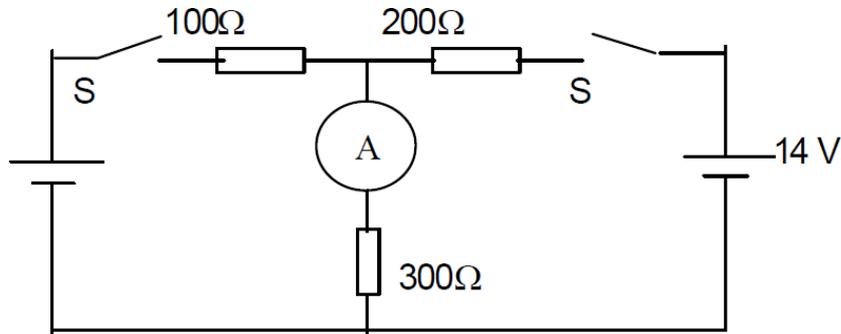
Gambar 1.18 Rangkaian percobaan beban paralel



Gambar 1.19 Rangkaian ekivalen sumber satu



Gambar 1.20 Rangkaian ekivalen sumber dua



Gambar 1.21 Rangkaian dua sumber (super posisi)

1.5 Langkah Percobaan

A. Praktikum 1

1. Buatlah rangkaian seperti Gambar 1.17 berikut!
2. Setelah rangkaian benar tutuplah saklar dan aturlah tegangan seperti Tabel 1.1 berikut! Catatlah besar arus yang mengalir serta ukur tegangan pada R1 dan R2 pada setiap perubahan tegangan!
3. Hitunglah besar arus dan tegangan V1, V2 berdasarkan teori dan bandingkan hasilnya dengan hasil pengukuran!
4. Buatlah rangkaian seperti Gambar 1.18 di atas!
5. Setelah rangkaian benar tutuplah saklar dan aturlah tegangan seperti pada Tabel 1.2. Catatlah I, I1 dan I2 pada setiap perubahan tegangan!
6. Hitunglah besar arus pada setiap perubahan tegangan berdasarkan teori lalu bandingkan dengan hasil pengukuran!
7. Lanjutkan dengan percobaan ke-2!

B. Praktikum 2

1. Buatlah rangkaian seperti Gambar 1.19 di atas!
Aturlah tegangan keluaran dari sumber tegangan dc sehingga menunjukkan nilai 22 volt! Setelah rangkaian benar hubungkan saklar S dan catat arus yang mengalir!
2. Lepas saklar dan sumber tegangan, rangkaian masih seperti semula!
3. Atur tegangan keluaran dari sumber tegangan yang lain sehingga menunjukkan nilai 14 volt!
4. Buatlah rangkaian seperti Gambar 1.20 di atas!
5. Setelah rangkaian benar hubungkan saklar S catat arus yang mengalir!
6. Buatlah rangkaian seperti Gambar 1.21 di atas!
7. Setelah rangkaian benar tutuplah kedua saklar dan catat arus yang mengalir!
8. Hitunglah arus pada ketiga langkah percobaan bandingkan dengan hasil pengukuran!
9. Hentikanlah kegiatan dan kemudian kembalikan semua peralatan ke tempat semula!
10. Buatlah kesimpulan secara keseluruhan berdasarkan percobaan tadi!

1.6 Hasil Percobaan

A. Praktikum 1

Tabel 1.1 Pengamatan Rangkaian Pembagi Tegangan

V	I	V ₁	V ₂
3			
6			
9			
12			

Tabel 1.2 Pengamatan Rangkaian Pembagi Arus

V	I(mA)	I ₁	I ₂
2			
4			
6			
8			
10			
12			

B. Praktikum 2

Tabel 1.3 Pengamatan Rangkaian Super Posisi (Thevenin dan Norton)

V ₁	V ₂	I
22	14	
ON	Short	
Short	ON	
ON	ON	

1.7 Pertanyaan

1. Mengapa sebelum membuat rangkaian perlu mengukur resistansi resistor?
2. Sebut dan jelaskan Aplikasi (penggunaan) rangkaian seri dan paralel!
3. Bagaimana cara mencari nilai arus pada rangkaian tanpa perlu mencari nilai tegangan dan sebaliknya? Jelaskan menggunakan bahasa sendiri!
4. Kemukakan pendapatmu mengenai pembagi arus dan pembagi tegangan!
5. Apakah perbedaan rangkaian Thevenin dan rangkaian Norton?
6. Sebutkan aplikasi rangkaian Thevenin dan Norton apakah hanya dalam analisa atau dalam lapangan, jelaskan!
7. Nilai V_s tidak sama dengan nilai V_{in} atau V pada beban, karena melalui kawat penghantar banyak yang hilang, jelaskan mengenai hal ini!

Keterangan Tambahan :

MODUL II ANALISIS LOOP DAN ANALISIS SIMPUL

2.1 Tujuan

- Mahasiswa mampu menuliskan persamaan tegangan dalam loop tertutup.
- Mahasiswa mampu menghitung arus loop, arus dari setiap cabang rangkaian.
- Mahasiswa mampu menghitung arus dan daya dengan analisis loop.
- Mahasiswa mampu menuliskan persamaan arus dalam suatu titik cabang.
- Mahasiswa mampu menghitung tegangan titik simpul, arus yang mengalir pada setiap cabang, dan daya yang diserap tiap tahanan.

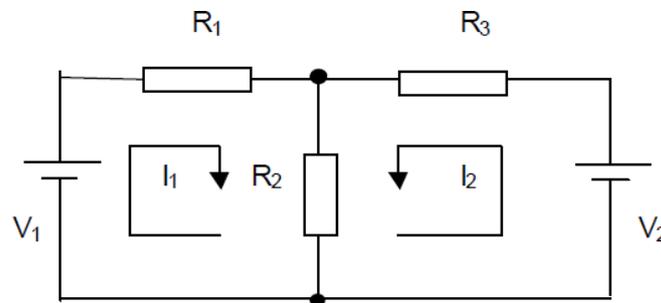
2.2 Dasar Teori

A. Analisis Loop

Teknik menganalisis rangkaian listrik dengan menggunakan analisis loop merupakan pengembangan dari penggunaan hukum Kirchoff II tentang tegangan. Persamaan-persamaan loop merupakan persamaan tegangan dalam rangkaian tertutup. Langkah-langkah dalam analisis loop ini untuk menentukan arus loop, persamaan tegangan, dan metode penyelesaian persamaan tegangan.

1. Arus Loop

Arus dalam rangkaian tertutup digambarkan dengan arus loop yang dapat diberi arah sembarang. Jika hasil perhitungan menghasilkan nilai negatif maka arah arus terbalik. Jika pada suatu cabang rangkaian ada dua arus loop maka arus riil dari cabang tersebut merupakan jumlah dari arus loop sesuai dengan tandanya. Perhatikan Gambar 22 berikut ini.



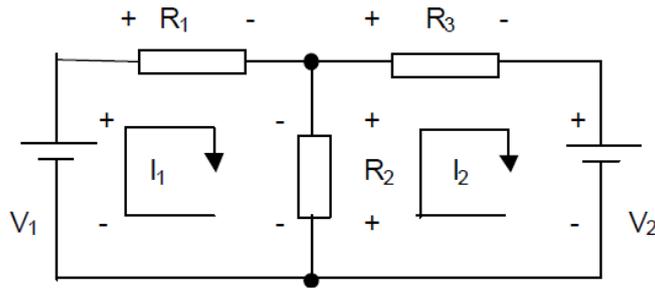
Gambar 2.1 cabang rangkaian dengan arus loop

2. Persamaan Tegangan

Persamaan tegangan diuraikan berdasarkan hukum Kirchoff tentang tegangan, yaitu jumlah tegangan dalam suatu rangkaian tertutup sama dengan nol. Dalam menuliskan persamaan tegangan perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- Untuk sumber tegangan arus masuk polaritas negatif persamaan tegangan ditulis negatif, masuk polaritas positif ditulis positif.
- Untuk tahanan ujung tempat arus loop polaritas positif dan tempat keluar polaritas negatif.

Sebagai contoh perhatikan rangkaian pada Gambar 23 di bawah ini.



Gambar 2.2 contoh rangkaian untuk menguraikan persamaan tegangan

Persamaan Tegangan Loop I

$$\begin{aligned}
 -V_1 + I_1R_1 + (I_1 - I_2)R_2 &= 0 \\
 -V_1 + I_1R_1 + I_1R_2 - I_2R_2 &= 0 \\
 I_1(R_1 + R_2) - I_2R_2 &= V_1 \dots\dots\dots (1)
 \end{aligned}$$

Persamaan Tegangan Loop II

$$\begin{aligned}
 V_2 + (I_2 - I_1)R_2 + I_2R_3 &= 0 \\
 V_2 + I_2R_2 - I_1R_2 + I_2R_3 &= 0 \\
 -I_1R_2 + I_2(R_2 + R_3) &= -V_2 \dots\dots\dots (2)
 \end{aligned}$$

Jika persamaan (1) dan (2) ditulis kembali :

$$\begin{aligned}
 I_1(R_1 + R_2) - I_2R_2 &= V_1 \\
 -I_1R_2 + I_2(R_2 + R_3) &= -V_2
 \end{aligned}$$

Kedua persamaan di atas merupakan dua persamaan linier dengan dua variabel, yaitu I1 dan I2. Kedua persamaan di atas dapat ditulis menjadi persamaan matrik

$$\begin{bmatrix} R_1 + R_2 & -R_2 \\ -R_2 & R_2 + R_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_1 \\ -V_2 \end{bmatrix}$$

3. Penyelesaian Persamaan Tegangan

Untuk menghitung arus loop pada persamaan di atas dapat dilakukan dengan dua cara yaitu :

- Metode Eliminasi
- Metode Determinan

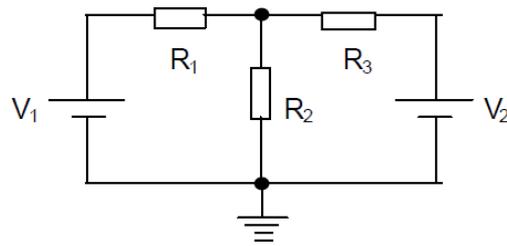
B. Analisis Simpul

Teknik menganalisa rangkaian listrik dengan menggunakan analisis simpul merupakan pengembangan dari hukum Kirchoff I tentang arus. Jumlah aljabar arus di titik simpul atau titik cabang sama dengan nol atau arus yang masuk titik simpul sama dengan arus dari titik simpul. Langkah- langkah dalam analisis simpul adalah menentukan jumlah titik simpul dan simpul referensi, menentukan persamaan arus di titik simpul dan menyelesaikan persamaan arus yang menghasilkan tegangan di titik simpul. Dengan mengetahui tegangan pada setiap simpul maka arus di setiap cabang mudah dihitung.

1. Menentukan jumlah simpul dan simpul referensi.

Titik simpul merupakan tempat bertemunya arus dari beberapa cabang. Salah satu dari titik simpul dijadikan simpul referensi. Simpul referensi dianggap

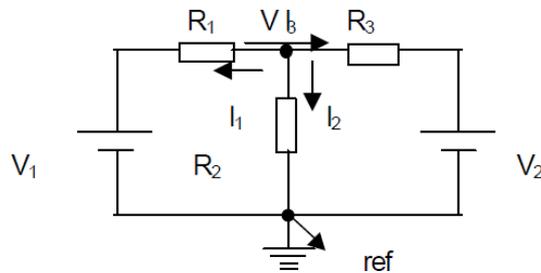
mempunyai tegangan sama dengan nol. Sebagai contoh perhatikan rangkaian pada Gambar 25 di bawah ini.



Gambar 2.3 Rangkaian Dengan 2 (dua) simpul

2. Persamaan arus di titik simpul

Untuk dapat menuliskan persamaan arus di titik simpul harus dapat menentukan titik simpul dengan benar dan menentukan salah satu sebagai simpul referensi. Di samping itu perlu ditetapkan perjanjian awal yaitu arus yang keluar dari simpul diberi tanda positif dan arus yang masuk diberi tanda negatif. Arah arus yang belum diketahui ditentukan sembarang. Untuk memahami perhatikan Gambar 2.4 di bawah ini.



Gambar 2.4 Penentuan Arah Arus

Persamaan arus simpul di atas :

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0$$

$$I_1 = \frac{V - V_1}{R_1}$$

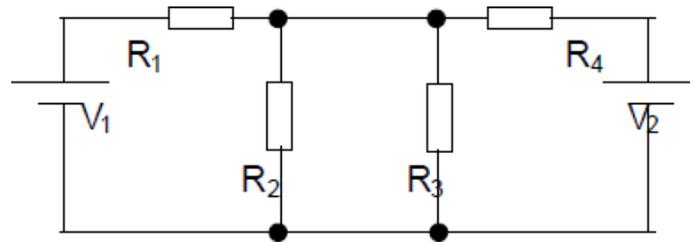
$$I_2 = \frac{V - 0}{R_2}$$

$$I_3 = \frac{V - V_2}{R_3}$$

Sehingga persamaan arus menjadi :

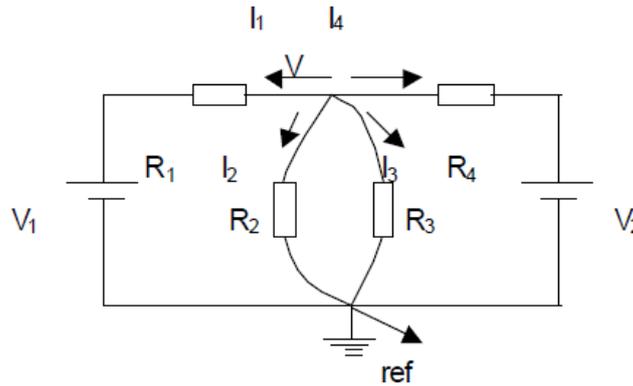
$$\frac{V - V_1}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V - V_2}{R_3} = 0$$

Untuk lebih memahami menentukan titik simpul perhatikan Gambar 2.5 di bawah ini.



Gambar 2.5 Pemahaman Penentuan titik simpul

Rangkaian di atas hanya memiliki dua simpul yang disederhanakan, perhatikan gambar 28 berikut ini.



Gambar 2.6 rangkaian hasil penyederhanaan

Persamaan arus di titik simpul tersebut adalah sebagai berikut :

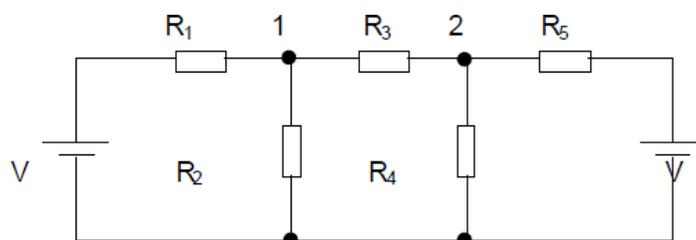
$$I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = 0$$

$$I_1 = \frac{V - V_1}{R_1} \quad I_2 = \frac{V}{R_2}$$

$$I_3 = \frac{V}{R_3} \quad I_4 = \frac{V - V_2}{R_4}$$

$$\frac{V - V_1}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3} + \frac{V - V_2}{R_4} = 0$$

Rangkaian pada gambar 29 di bawah ini mempunyai 3 buah simpul salah satu dijadikan referensi.



Gambar 2.7 Rangkaian dengan 3 (tiga) buah simpul

Misalkan sumber sama ($= V$)

Tegangan di simpul 1 = V_1

Tegangan di simpul 2 = V_2

Persamaan arus di simpul 1 adalah :

$$\frac{V_1 - V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V_1 - V_2}{R_3} = 0$$

Persamaan arus simpul 2 :

$$\frac{V_2 - V}{R_5} + \frac{V_2}{R_4} + \frac{V_2 - V_1}{R_3} = 0$$

3. Menyelesaikan Persamaan Arus

Untuk menyelesaikan persamaan arus pada analisis loop dapat dilakukan dengan :

- Metode eliminasi
- Metode determinasi

2.3 Alat dan Bahan

A. Percobaan 1

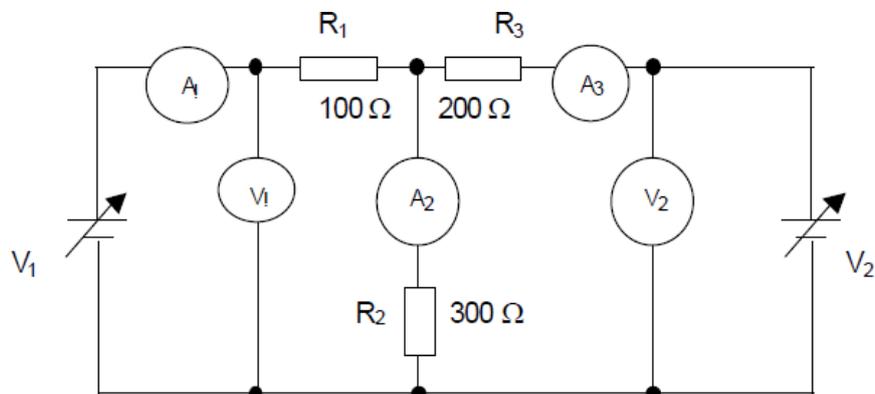
1. Sumber tegangan DC	2 buah
2. Ampere meter DC	1 buah
3. Tahanan 100 Ω , 5 W	1 buah
4. Tahanan 300 Ω , 5 watt.....	1 buah
5. Tahanan 200 Ω , 5 watt.....	1 buah
6. Multimeter.....	1 buah
7. Kabel penghubung.....	secukupnya

B. Percobaan 2

1. Sumber tegangan DC	2 buah
2. Ampere meter	3 buah
3. Multi meter.....	2 buah
4. Tahanan 100 Ω , 5 watt.....	1 buah
5. Tahanan 50 Ω , 5 wat.....	1 buah
6. Tahanan 200 Ω , 5 watt.....	1 buah
7. Kabel penghubung	secukupnya

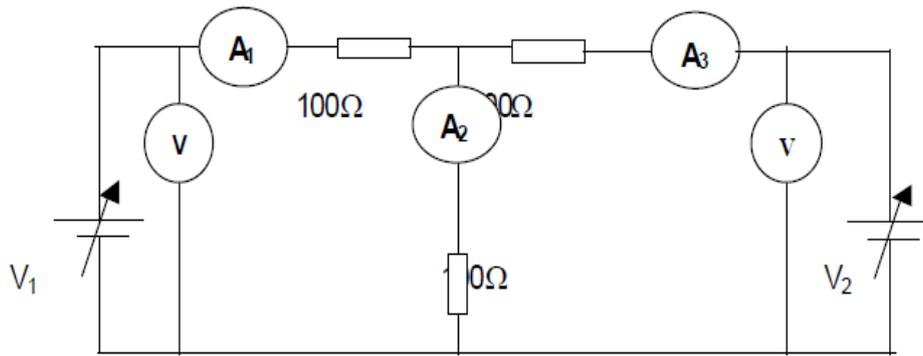
2.4 Gambar Rangkaain

A. Percobaan 1



Gambar 2.8 Rangkaian Percobaan analisis loop

B. Percobaan 2



Gambar 2.9 Rangkaian percobaan analisis simpul

2.5 Langkah Percobaan

A. Percobaan 1

1. Buatlah rangkaian seperti gambar 2.8 di atas!
2. Setelah rangkaian benar, atur tegangan V_1 dan V_2 sehingga menunjukkan nilai-nilai seperti tabel 2.1 Catat besarnya arus pada setiap perubahan tegangan V_1 dan V_2 !
3. Hitung besarnya arus berdasarkan teori, kemudian bandingkan dengan hasil pengukuran dalam praktik!
4. Hentikan kegiatan dan kemudian kembalikan semua peralatan ke tempat semula!
5. Buatlah kesimpulan secara keseluruhan berdasarkan percobaan tadi!

B. Percobaan 2

1. Buatlah rangkaian seperti gambar 2.9 di atas!
2. Atur tegangan V_1 dan V_2 seperti pada tabel 2.2 catat I_1 , I_2 dan I_3 setiap perubahan tegangan sesuai tabel!
3. Hitunglah arus I_1 , I_2 dan I_3 berdasarkan teori dan bandingkan hasilnya dengan hasil pengukuran!
4. Hentikan kegiatan dan kemudian kembalikan semua peralatan ke tempat semula!
5. Buatlah kesimpulan secara keseluruhan berdasarkan percobaan tadi!

2.6 Hasil Percobaan

Tabel 2.1 Pengamatan arus rangkaian

V_1 (volt)	V_2 (volt)	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)
5,5	11			
11	16,5			
22	22			

Tabel 2.2 Pengukuran arus pada setiap perubahan tegangan

V_1 (volt)	V_2 (volt)	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)
10	15			
12	20			
20	10			

2.7 Pertanyaan

1. Jelaskan bagaimana teori super posisi digunakan untuk mencari arus pada suatu rangkaian jika disupply lebih dari 1 sumber tegangan!
2. Mengapa tanda polaritas itu penting dalam pencatatan data arus hasil percobaan?
3. Buatlah perbandingan antara hasil praktikum dan analisa (perhitungan)!
4. Buatlah kesimpulan praktikum ini!

Keterangan Tambahan:

MODUL III

RANGKAIAN RL , RC DAN

DASAR – DASAR RANGKAIAN AC

A. RANGKAIAN RL DAN RC

3.1 Tujuan percobaan

- a. Mahasiswa dapat mempelajari efek perubahan frekuensi terhadap impedansi dan arus pada rangkaian RL seri.
- b. Mahasiswa dapat mempelajari efek perubahan frekuensi terhadap impedansi dan arus pada rangkaian RC seri.

3.2 Dasar Teori

3.2.1 Impedansi Rangkaian RL Seri

Impedansi rangkaian RL seri diberikan rumus :

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} \dots\dots\dots (3.1)$$

Jika R adalah konstant, perubahan X_L akan mempengaruhi Z. Sehingga kenaikan X_L , menyebabkan Z naik. Sebaliknya X_L turun menyebabkan Z turun .

$$X_L = 2 . \pi . f . L \dots\dots\dots (3.2)$$

Perubahan X_L dapat dilakukan dengan menaikkan atau menurunkan harga L, dengan f mendekati konstant. Dapat pula dengan menaikkan atau menurunkan f, dengan L mendekati konstant.

3.2.2 Arus Terhadap Frekuensi Pada Rangkaian RL

Arus pada rangkaian AC diberi rumus :

$$I = \frac{V}{Z} \dots\dots\dots (3.3)$$

Besarnya arus berbanding terbalik dengan Z. Pada saat Z bertambah dengan f pada rangkaian RL seri, maka arus akan berkurang sebagaimana f bertambah.

3.2.3 Impedansi Rangkaian RC Seri

Impedansi rangkaian RC seri diberi rumus :

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} \dots\dots\dots (3.4)$$

Perubahan X_C berbanding terbalik dengan frekuensi. Rumus X_C :

$$X_C = \frac{1}{2 . \pi . f . C} \dots\dots\dots (3.5)$$

Impedansi rangkaian RC seri bertambah dengan penurunan frekuensi dan sebaliknya akan berkurang dengan kenaikan frekuensi.

3.2.4 Arus Terhadap Frekuensi pada Rangkaian RC

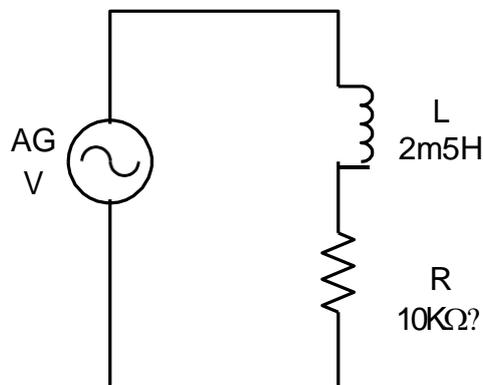
Pada rangkaian RC seri, ketika f berkurang, X_C bertambah, Z bertambah dan I berkurang. Ketika f bertambah, X_C berkurang, Z berkurang dan I bertambah. Hubungan ini berkebalikan dengan rangkaian RL seri.

Sehingga dapat dikatakan bahwa efek dari kapasitor dan induktor pada arus pada rangkaian RC dan RL adalah kebalikan.

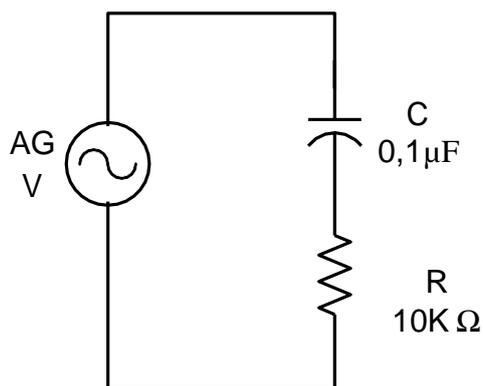
3.3 Alat Dan Bahan

- | | |
|------------------------------|--------|
| a. Audio Generator | 1 buah |
| b. Digital Multimeter | 1 buah |
| c. Resistor ($10K\Omega$) | 1 buah |
| d. Kapasitor ($0,1\mu F$) | 1 buah |
| e. Induktor ($2,5mH$ 200mA) | 1 buah |

3.4 Gambar Rangkaian Praktikum



Gambar 3.1 Rangkaian Respon Frekuensi RL



Gambar 3.2 Rangkaian Respon Frekuensi RC

3.5 Langkah Percobaan

A. Respon Frekuensi Rangkaian RL

1. ukur resistor $10K\Omega$ dengan ohmmeter, catat hasil pengukuran pada tabel 3.1
2. buatlah rangkaian seperti pada gambar 3.1

3. atur AG dengan $V_{OUT} = 5 \text{ Vpp}$ dan frekuensi = 50 Hz. Ukur tegangan pada resistor V_R dan catat pada tabel 3.1
4. atur AG sehingga $f = 100\text{Hz}$, cek tegangan keluaran = 5Vpp. Ukur V_R dan catat pada tabel 4.1
5. ulangi langkah 4 untuk frekuensi seperti pada tabel 3.1 pada tiap frekuensi, ukur V_R dan catat hasil pengukuran pada tabel 3.1 setelah pengukuran selesai, matikan AG.
6. Dengan harga terukur dari V_R dan R. Hitung arus pada rangkaian pada tiap frekuensi. Catat hasil pengukuran pada tabel 3.1
7. Dengan harga hasil perhitungan dari arus I dan tegangan V, hitung impedansi Z rangkaian pada tiap frekuensi. Catat hasil perhitungan saudara pada tabel 3.1

B. Respon Frekuensi pada Rangkaian RC

1. Buat rangkaian seperti gambar 3.2
2. Nyalakan AG dan atur pada $f_0 = 500\text{Hz}$ dan $V_o = 5 \text{ Vpp}$
3. Ukur tegangan resistor V_R dan catat pada tabel 3.2
4. Turunkan frekuensi menjadi 450 Hz. Cek tegangan keluarannya. Ukur V_R dan catat pada tabel 3.2.
5. Ulangi langkah 4 untuk frekuensi seperti tabel 3.2, setelah pengukuran selesai matikan AG.
6. Dengan menggunakan harga V_R yang terukur pada (dari tabel 3.2) dan R (dari 3.1), hitung arus I pada rangkaian tiap frekuensi. Catat hasil perhitungan saudara pada tabel 3.2
7. Dengan menggunakan harga hasil perhitungan arus I dan tegangan V, hitung impedansi rangkaian pada tiap harga frekuensi. Catat hasil perhitungan saudara pada tabel 3.2

3.6 Hasil Percobaan

Tabel 3.1 Respon Frekuensi Rangkaian RL Seri

Frekuensi F, (Hz)	V	Tegangan R _{ess} V _R , (V)	Arus R _{gk}	Impedansi Rangkaian (
50	5			
100	5			
150	5			
200	5			
250	5			
300	5			
350	5			
400	5			
450	5			
500	5			
R (nominal) = 10kΩ ; R (terukur) =.....Ω				

Tabel 3.2 Respon Frekuensi Rangkaian RC Seri

Frekuensi F, (Hz)	V	Tegangan Rcss V _R , (V)	Arus Rgk	Impedansi Rangkaian (
500	5			
450	5			
400	5			
350	5			
300	5			
250	5			
200	5			
150	5			
100	5			
50	5			

3.7 Pertanyaan

1. Jelaskan dengan kalimat saudara , bagaimana *efek perubahan frekuensi* terhadap arus dan impedansi pada suatu rangkaian RL seri!
2. Jelaskan dengan kalimat saudara, bagaimana *efek perubahan frekuensi* terhadap impedansi dan arus pada rangkaian RC seri!
3. Gambarkan *grafik* yang menggambarkan *impedansi terhadap frekuensi* menggunakan data tabel 3.1 , sumbu horisontal (x) menunjukkan frekuensi dan sumbu vertikal (y) menunjukkan impedansi. Dengan sumbu yang sama, gambarkan grafik arus terhadap frekuensi!
4. Lakukan seperti pertanyaan 3, menggunakan data pada tabel 3.2!
5. Apakah ada bagian grafik linier pada grafik pertanyaan 3?, jika ada, mengapa linier, jelaskan!
6. Bagaimana grafik impedansi terhadap frekuensi pada rangkaian RL seri berbeda dengan rangkaian RC? Jelaskan!
7. Bagaimana grafik arus terhadap frekuensi pada rangkaian RL seri berbeda dengan rangkaian RC seri? Jelaskan!
8. Buatlah kesimpulan dari percobaan ini!

B. DASAR – DASAR RANGKAIAN AC

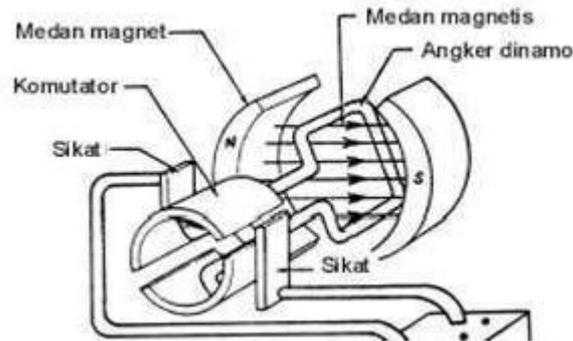
3.1 Tujuan Percobaan

- a. Mahasiswa dapat mengerti dan memahami dasar-dasar rangkaian AC
- b. Mahasiswa dapat mengerti dan memahami tentang **nilai puncak** , nilai **rms**, dan nilai rata-rata / **average**.
- c. Mahasiswa dapat mengerti dan memahami karakteristik beban **resistif** pada rangkaian AC.
- d. Mahasiswa dapat mengerti dan memahami karakteristik beban **induktif** pada rangkaian AC.
- e. Mahasiswa dapat mengerti dan memahami karakteristik beban **kapasitif** pada rangkaian AC.

3.2 Dasar Teori

3.2.1 Rangkaian AC

Tegangan bolak-balik (AC, Alternating Current) dipergunakan dalam membangkitkan dan mendistribusikan energi listrik. Tegangan AC dibangkitkan dari perputaran sebuah gulungan (coil) di dalam sebuah medan magnet, seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.3

Tegangan AC yang dihasilkan tergantung dari jumlah belitan dalam gulungan tersebut, kekuatan medan magnet, dan kecepatan putaran gulungan dalam medan magnet.

Sesuai dengan hukum Farady tentang induksi elektromagnetik, tegangan EMF yang diinduksikan pada gulungan adalah nilai perubahan fluks yang melingkupi pada gulungan terhadap perubahan waktu, dimana :

$$e = -N \frac{d\Phi}{dt} \dots\dots\dots (3.6)$$

$$e = -N \frac{d(\Phi_m \cos \omega t)}{dt} \dots\dots\dots (3.7)$$

$$e = -N\omega \Phi_m (-\sin \omega t) \dots\dots\dots (3.8)$$

$$e = \omega N \Phi_m \sin \omega t \dots\dots\dots (3.9)$$

$$e = E_m \sin \omega t \dots\dots\dots (3.10)$$

$$e = E_m \sin \theta \dots\dots\dots (3.11)$$

Dimana :

$$E_m = \omega N \Phi_m \dots\dots\dots (3.12)$$

$$\theta = \omega t \dots\dots\dots (3.13)$$

Keterangan :

- e = tegangan induksi emf (volt)
- E_m = emf maksimum (volt)
- N = jumlah belitan dalam gulungan

- Φ = jumlah magnet (weber)
- Φ_m = jumlah magnet maksimum (weber)
- ω = kecepatan sudut (radian/detik)
- θ = sudut listrik (radian)
- t = waktu (detik)

karena $\omega = 2\pi f$ (3.14)

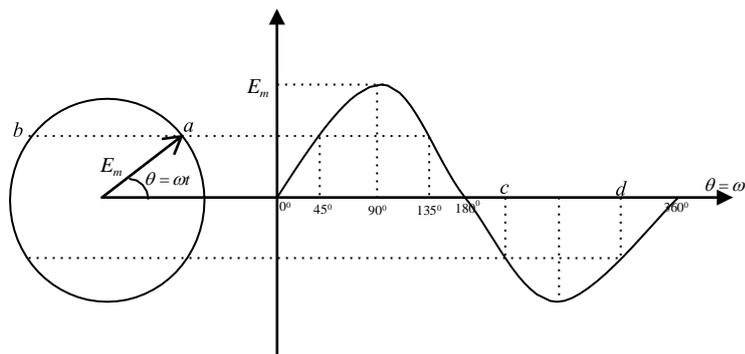
dimana f adalah frekuensi , yang merupakan perbandingan jumlah satu siklus yang ditempuh per satuan waktu, dengan satuan Hz (Hertz), sehingga persamaan tegangan bolak-balik adalah :

$$e = E_m \sin 2\pi ft = E_m \sin \frac{2\pi}{T} t \text{ (3.15)}$$

Dimana : $f = \frac{1}{T}$ (3.16)

T adalah waktu yang dibutuhkan untuk satu periode tegangan menyelesaikan satu siklus gelombangnya, dimana waktu tersebut adalah sama dengan waktu yang dibutuhkan gulungan berputar diantara dua buah kutub magnet dalam satu putaran.

Gambar dibawah ini memperlihatkan sebuah tegangan induksi emf yang merupakan fungsi sinusoidal, sesuai dengan persamaan diatas.



Gambar 3.4

Dari gambar diatas terlihat bahwa suatu tegangan induksi emf bolak-balik sinusoidal mempunyai nilai maksimum , yaitu E_m pada sudut 90^0 dan $- E_m$ pada sudut 180^0 . Nilai maksimum dari tegangan bolak-balik, baik nilai negatif maupun positif, disebut **amplituda**.

Bila didefinisikan suatu tegangan AC sinusoidal v, maka sesuai dengan persamaan (1.5), maka nilai sesaat v adalah :

$$v = V_m \sin \omega t = V_m \sin \theta \text{ (3.17)}$$

Dan nilai arus AC sinusoidal sesaat adalah :

$$i = I_m \sin \omega t = I_m \sin \theta \text{ (3.18)}$$

Selain mempunyai nilai sesaat , tegangan dan arus bolak-balik mempunyai nilai efektif. **Nilai efektif** adalah nilai yang terukur pada alat ukur multimeter. Nilai efektif disebut juga **RMS** (root mean square) dari sebuah tegangan bolak-balik memberikan kemungkinan untuk membandingkan tegangan itu dengan tegangan searah yang

sepadan. Dalam sebuah tahanan, nilai ini akan menghasilkan efek panas yang sama seperti yang ditimbulkan oleh tegangan searah yang setara nilainya.

Maka nilai arus rms I adalah :

$$I = \left(\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i^2 d\theta \right)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (3.19)$$

$$I = \left(\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (I_m \sin \omega t)^2 d\theta \right)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (3.20)$$

$$I = \left(\frac{(I_m)^2}{2} \right)^{\frac{1}{2}} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0,707I_m \dots\dots\dots (3.21)$$

Analogi dengan persamaan (1.16), maka nilai tegangan rms adalah :

$$V = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = 0,707V_m \dots\dots\dots (3.22)$$

Nilai rata-rata dari suatu tegangan bolak-balik dinyatakan sebagai nilai rata-rata gelombang dalam setengah siklus, dimana nilai rata-rata tegangan bolak-balik V_{av} :

$$V_{av} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} V_m \sin \theta d\theta \dots\dots\dots (3.23)$$

$$V_{av} = \frac{2V_m}{\pi} = 0,637V_m \dots\dots\dots (3.24)$$

Analogi dengan persamaan (1.19), maka arus rata-rata bolak-balik adalah :

$$I_{av} = \frac{2I_m}{\pi} = 0,637I_m \dots\dots\dots (3.25)$$

Beban pada rangkaian bolak-balik disebut **Impedansi Z (Ω)**, terdiri dari tiga jenis, yaitu :

1. Beban tahanan murni **R**, yang menghasilkan *panas* dalam tahanan.
2. Beban induktif **L**, yang menghasilkan *medan magnet* dalam alat listrik (Induktor).
3. Beban kapasitif **C**, yang menghasilkan *medan listrik* dalam alat listrik (kapasitor)

3.2.2 Beban Resistif Pada Rangkaian AC

Apabila terdapat sebuah beban resistif murni R pada rangkaian AC, maka sesuai dengan persamaan (1.5), nilai tegangannya adalah :

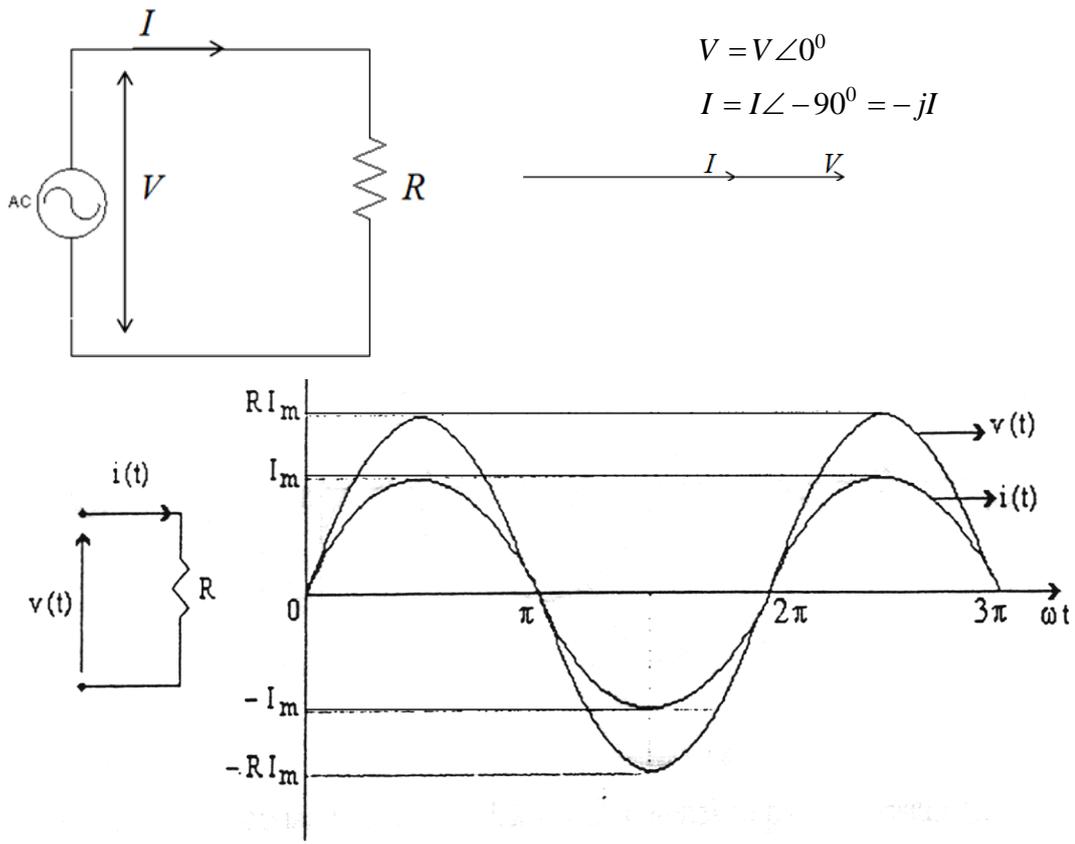
$$v = V_m \sin \omega t \dots\dots\dots (3.26)$$

Dan sesuai dengan **Hukum Ohm**, maka arus yang dihasilkan adalah :

$$i = \frac{v}{R} = \frac{V_m \sin \omega t}{R} = I_m \sin \omega t \dots\dots\dots (3.27)$$

Dari persamaan di atas, terlihat bahwa tegangan dan arus sesaat pada rangkaian AC untuk beban resistif murni ini adalah *Sefasa*, karena sudut fasa ωt yang sama dan

melewati nol secara bersamaan. Tegangan dan arus dalam nilai efektif dan bentuk kompleks beserta phasornya :



Gambar 3.5

3.2.3 Beban Induktif L Pada Rangkaian AC

Apabila terdapat sebuah beban induktif murni L pada rangkaian AC, maka sesuai dengan persamaan (1.5), nilai tegangannya adalah :

$$v = V_m \sin \omega t \dots\dots\dots (3.28)$$

Dan tegangannya juga dipengaruhi besarnya induktansi dan perubahan arus terhadap waktu, sehingga :

$$v = L \frac{di}{dt} \dots\dots\dots (3.29)$$

Dari kedua persamaan di atas, jika di substitusikan :

$$L \frac{di}{dt} = V_m \sin \omega t \dots\dots\dots (3.30)$$

$$di = \frac{V_m}{L} \sin \omega t dt \dots\dots\dots (3.31)$$

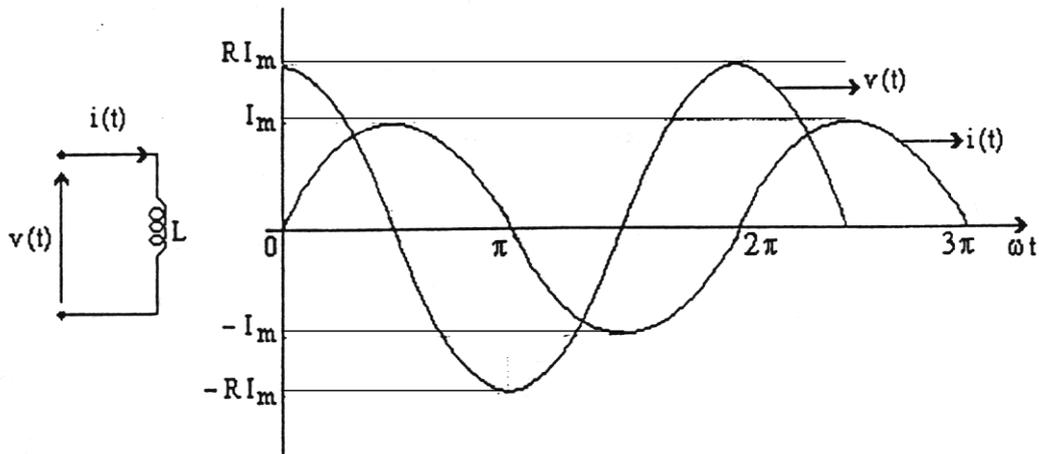
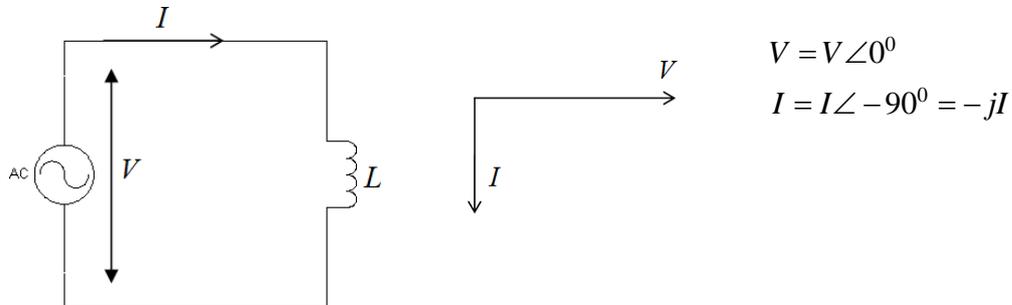
$$i = \frac{V_m}{L} \int \sin \omega t dt \dots\dots\dots (3.32)$$

$$i = -\frac{L V_m}{\omega L} \cos \omega t = \frac{V_m}{XL} \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right) \dots\dots\dots (3.33)$$

XL adalah reaktansi induktif dengan besaran **Ohm**, dimana :

$$XL = \omega L \dots\dots\dots (3.34)$$

Dari persamaan diatas, terlihat bahwa **arus pada rangkaian AC** untuk beban **induktif** murni ini **tertinggal 2π rad atau 90° terhadap tegangannya**. Tegangan dan arus dalam nilai efektif dan bentuk kompleks beserta phasornya adalah :



Gambar 3.6

3.2.4 Beban Kapasitif C Pada Rangkaian AC

Apabila terdapat sebuah beban kapasitif murni C pada rangkaian AC, maka sesuai dengan persamaan (1.5), nilai tegangannya adalah :

$$v = V_m \sin \omega t \dots\dots\dots (3.35)$$

Dan arusnya dipengaruhi oleh besarnya perubahan muatan listrik terhadap waktu, dimana :

$$i = \frac{dq}{dt} \dots\dots\dots (3.36)$$

$$i = \frac{d(Cv)}{dt} = C \frac{d}{dt} V_m \sin \omega t \dots\dots\dots (3.37)$$

$$i = \omega C V_m \cos \omega t \dots\dots\dots (3.38)$$

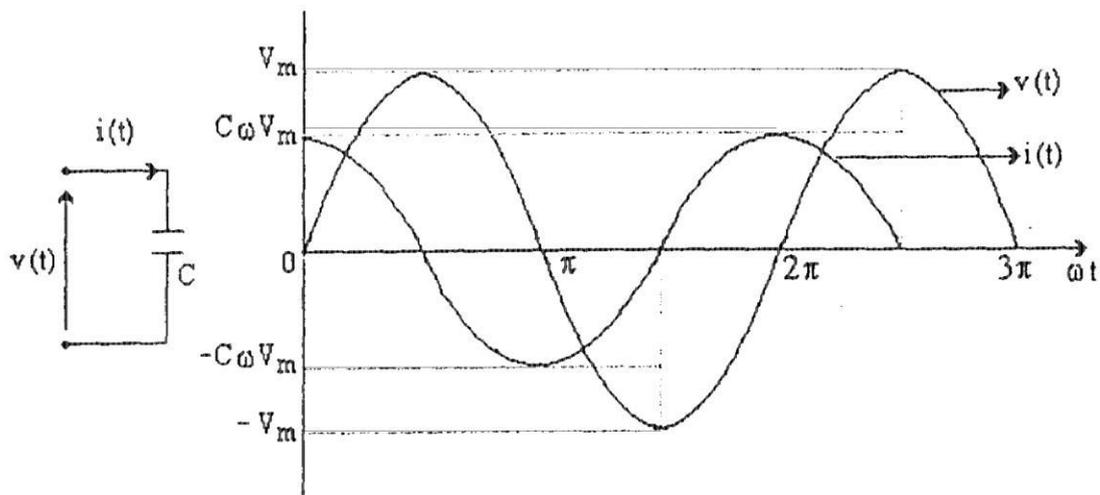
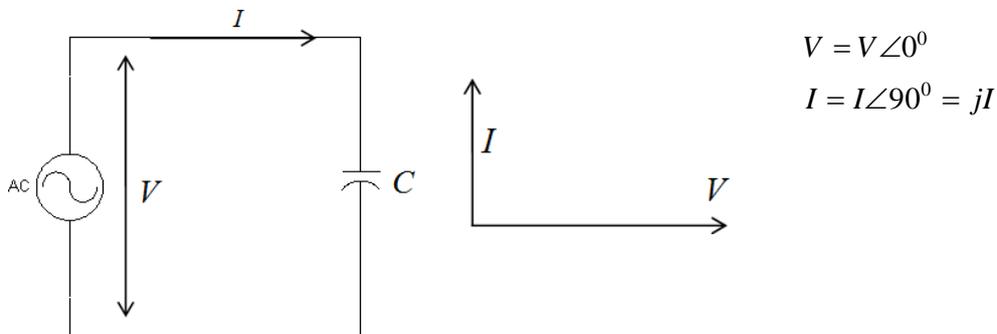
$$i = V_m \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) \dots\dots\dots (3.39)$$

$$\frac{1}{XC} \left\{ \begin{array}{c} \\ 2 \end{array} \right\}$$

XC adalah reaktansi kapasitif dengan besaran Ohm, dimana :

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \dots\dots\dots (3.40)$$

Dari persamaan diatas, terlihat bahwa arus pada rangkaian AC untuk beban kapasitif ini mendahului 2π rad atau 90° terhadap tegangannya. Tegangan dan arus dalam nilai efektif dan arus kompleks beserta phasornya adalah :

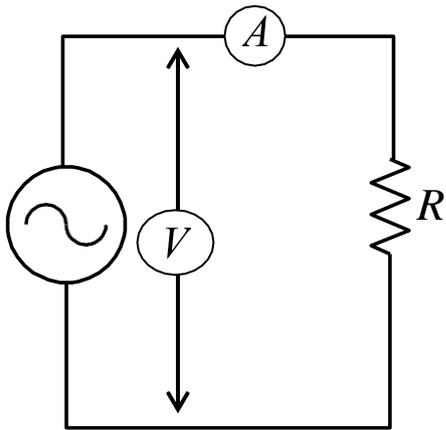


Gambar 3.7

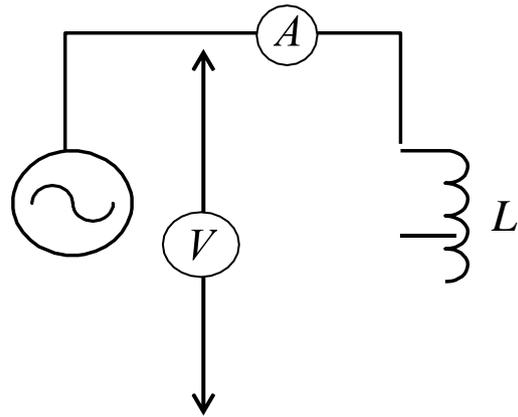
3.3 Alat dan Bahan

- a. AFG : 1 buah
- b. Oscilloscope : 1 buah
- c. Multimeter Digital : 2 buah
- d. Resistor $1K\Omega$: 1 buah
- e. Induktor $2,5mH$: 1 buah
- f. Kapasitor $0,01\mu F$: 1 buah

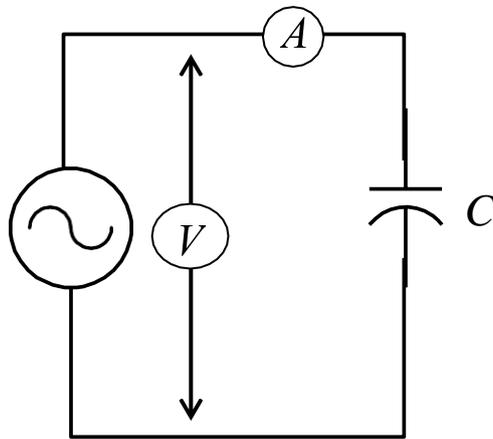
3.4 Gambar Rangkaian Percobaan



Gambar 3.8 Pengukuran AC untuk R



Gambar 3.9 Pengukuran AC untuk L



Gambar 3.10 Pengukuran AC untuk C

3.5 Langkah Percobaan

1. Buatlah rangkaian seperti gambar 3.8.
2. Nyalakan AFG dan oscilloscope
3. Dengan memperhatikan voltmeter, pertahankan tegangan keluaran AFG pada 5 Volt.
4. Atur frekuensi awal AFG pada 10 KHz
5. Dengan memperhatikan bentuk dan gelombang oscilloscope, catat nilai tegangan puncak V_m pada tabel hasil percobaan
6. Catat nilai arus yang ditunjukkan oleh amperemeter pada tabel hasil percobaan
7. Mengulangi langkah 4 sampai 6, dengan frekuensi yang bervariasi sesuai dengan tabel.
8. Buatlah rangkaian seperti gambar 3.9.
9. Ulangi langkah 2 sampai 7 untuk beban induktif
10. Buatlah rangkaian seperti gambar 3.10.
11. Ulangi langkah 2 sampai 7 untuk beban kapasitif.

3.6 Hasil percobaan

Tabel 3.1 Hasil Percobaan beban resistif R

No	f (KHz)	V (V)	V_m (V)	I (mA)
1	10	5		
2	20	5		
3	30	5		
4	40	5		
5	50	5		

Tabel 3.2 Hasil Percobaan beban resistif L

No	f (KHz)	V (V)	V_m (V)	I (mA)
1	10	5		
2	20	5		
3	30	5		
4	40	5		
5	50	5		

Tabel 3.3 Hasil Percobaan beban resistif C

No	f (KHz)	V (V)	V_m (V)	I (mA)
1	10	5		
2	20	5		
3	30	5		
4	40	5		
5	50	5		

3.7 Analisa

1. untuk percobaan beban resistif R

- Hitung nilai tegangan maksimum V_m
- Hitung nilai tegangan rata-rata V_{av}
- untuk semua frekuensi, hitunglah periode gelombang tegangannya
- Untuk semua frekuensi, hitunglah nilai $R = \frac{V}{I}$

2. untuk percobaan beban induktif L

- Hitunglah nilai tegangan maksimum V_m
- Hitunglah nilai tegangan rata-rata V_{av}
- Hitunglah nilai reaktansi induktif $X_L = \frac{V}{I}$ untuk setiap perubahan frekuensi.
- Hitunglah nilai reaktansi induktif $X_L = 2\pi fL$ untuk setiap perubahan frekuensi.

3. untuk perubahan beban kapasitif C

- Hitunglah nilai tegangan maksimum V_m

- Hitunglah nilai tegangan rata-rata V_{av}
 - Hitunglah nilai reaktansi induktif $X_C = \frac{V}{I}$ untuk setiap perubahan frekuensi.
 - Hitunglah nilai reaktansi induktif $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$ untuk setiap perubahan frekuensi.
4. Grafik :
- $R = f$ (frekuensi)
 - $X_L = f$ (frekuensi)
 - $X_C = f$ (frekuensi)
5. Bagaimana hasil perhitungan nilai tegangan puncak V_m dan tegangan rata-rata V_{av} untuk semua beban, jika dibandingkan dengan hasil percobaan dan dasar teori? Apa alasannya?
 6. Bandingkan nilai tahanan dari hasil perhitungan dengan data resistor yang digunakan? Apa alasannya?
 7. Bandingkan nilai reaktansi induktif dari hasil perhitungan untuk kedua formula tersebut? Apa pendapat anda?
 8. Bandingkan nilai reaktansi kapasitif dari hasil perhitungan untuk kedua formula tersebut? Apa pendapat anda?
 9. Dengan memperhatikan grafik $R = f$ (frekuensi), apa pendapat anda tentang resistansi terhadap perubahan frekuensi? Jelaskan secara detail.
 10. Dengan memperhatikan grafik $X_L = f$ (frekuensi), apa pendapat anda tentang reaktansi induktif terhadap perubahan frekuensi? Jelaskan secara detail.
 11. Dengan memperhatikan grafik $X_C = f$ (frekuensi), apa pendapat anda tentang reaktansi kapasitif terhadap perubahan frekuensi? Jelaskan secara detail.
 12. Berilah kesimpulan anda tentang percobaan ini.

Catatan tambahan :

MODUL IV

RANGKAIAN AC SERI

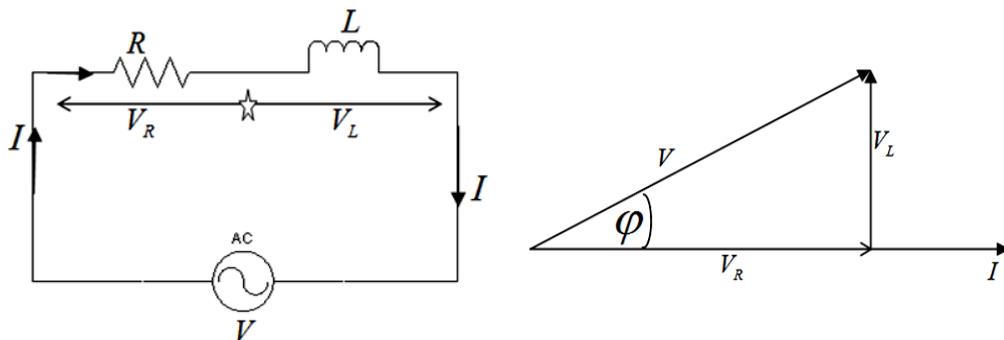
4.1 Tujuan Penulisan

- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami tentang karakteristik rangkaian AC seri
- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami tentang rangkaian RL seri.
- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami tentang rangkaian RC seri
- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami tentang rangkaian RLC seri
- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami tentang resonansi pada rangkaian RLC
- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami tentang daya listrik pada rangkaian AC seri.

4.2 Dasar Teori

4.2.1 Rangkaian RL Seri

Apabila terdapat sesuatu resistansi murni R dan gulungan induktif murni L di dalam sebuah rangkaian AC, dengan masukan rms V dan arus mengalir I , seperti pada gambar berikut :



Gambar 4.1 Rangkaian RL Seri

Sesuai dengan gambar diatas, arus yang mengalir pada resistor sama dengan arus yang mengalir pada induktor, yaitu I . Tetapi tegangan resistor V_R tidak sama dengan tegangan induktor V_L . Sesuai dengan pembahasan pada Bab sebelumnya, bahwa tegangan dan arus untuk beban resistif adalah sefasa, tetapi untuk beban induktif rusnya tertinggal 90° terhadap tegangannya. karena arus yang melewati resistor dan induktor sama, maka arus sebagai referensi dan tegangan resistor V_R dan tegangan induktor V_L terpisah 90° , (lihat phasor pada gambar vektor 4.1) sehingga tegangan V merupakan vektor dengan besar V dan sudut φ , dimana :

$$V = \sqrt{V_R^2 + V_L^2}$$
$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{V_L}{V_R} \right)$$

Karena $V_R = I.R$

Dan $V_L = I.X_L$

Maka besarnya tegangan V adalah :

$$V = \sqrt{(I.R)^2 + (I.X_L)^2}$$

$$V^2 = I^2(R^2 + X_L^2)$$

Sehingga arus yang mengalir dalam rangkaian RL seri adalah :

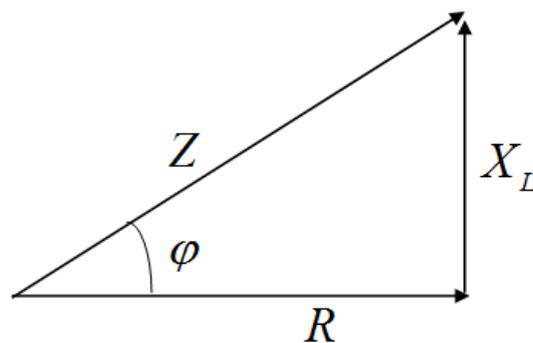
$$I = \frac{V}{\sqrt{R^2 + X_L^2}}$$

$$I = \frac{V}{Z}$$

Pada rangkaian RL seri , Z adalah suatu impedansi dari rangkaian AC yang terdiri dari suatu resistansi dan reaktansi induktif dengan satuan ohm, dimana :

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

Hubungan antara impedansi, resistansi dan reaktansi induktif , dapat diperlihatkan pada gambar phasor berikut



Gambar 4.2 Phasor Diagram rangkaian RL

Dan φ adalah sudut antara impedansi Z terhadap resistansi R, yang disebut juga sudut fasa dimana :

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{X_L}{R} \right)$$

Dan $R = Z \cos \varphi$

Sehingga impedansi Z merupakan vektor yang dinyatakan dalam bentuk bilangan kompleks, dan dinyatakan dalam bentuk polar adalah :

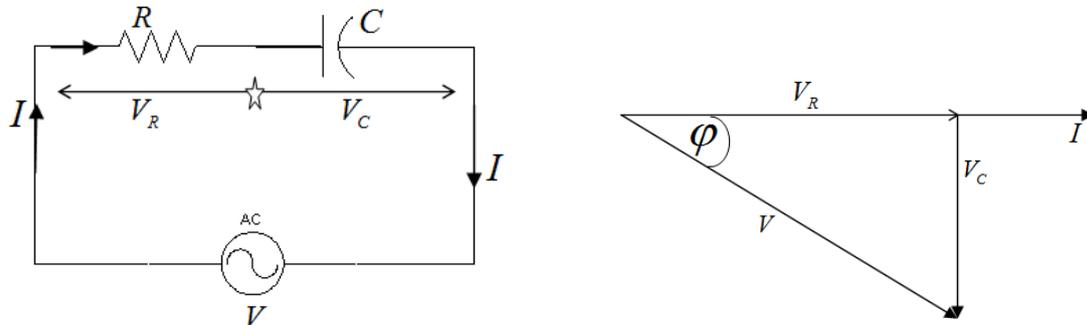
$$Z = Z \angle \varphi$$

Dan Bila impedansi Z dinyatakan dalam bentuk bilangan rektanguler :

$$Z = R + jX_L$$

4.2.2 Rangkaian RC Seri

Apabila terdapat suatu resistansi murni R dan kapasitif murni C didalam sebuah rangkaian AC, dengan masukan tegangan rms V dan arus yang mengalir I , seperti pada gambar berikut :



Gambar 4.3 Rangkaian RC seri

Dari gambar di atas, arus yang mengalir pada resistor sama dengan arus yang mengalir pada kapasitor , yaitu I , dan tegangan resistor V_R tidak sama dengan tegangan kapasitor V_C . analogi dengan rangkaian RL seri, bahwa *tegangan dan arus untuk beban resistif adalah sefasa*, tetapi untuk beban kapasitif arusnya mendahului 90^0 terhadap tegangannya. Karena arus yang mengalir pada resistor dan kapasitor sama, maka arus sebagai referensi dan antara tegangan resistor V_R dan tegangan kapasitor V_C terpisah 90^0 , (lihat gambar vektor 4.3). sehingga tegangan V merupakan vektor yang mempunyai besaran V dan sudut φ , dimana :

$$V = \sqrt{V_R^2 + (-V_C)^2}$$

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{V_C}{V_R} \right)$$

Karena $V_R = I.R$

Dan $V_C = I.X_C$

Maka tegangan V adalah :

$$V = \sqrt{(I.R)^2 + (-I.X_C)^2}$$

$$V^2 = I^2(R^2 + X_C^2)$$

Sehingga arus yang mengalir dalam rangkaian RC seri adalah :

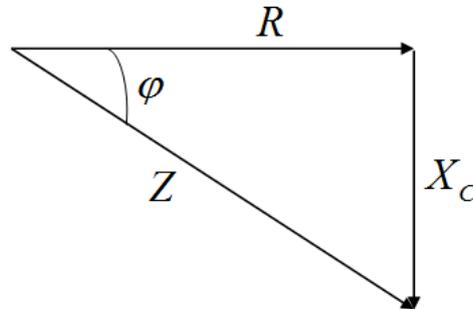
$$I = \frac{V}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$$

$$I = \frac{V}{Z}$$

Pada rangkaian RC seri, Z adalah suatu impedansi dari rangkaian AC yang terdiri dari suatu resistansi dan reaktansi kapasitif dengan satuan ohm, dimana :

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

Hubungan antara impedansi , resistansi dan reaktansi kapasitif, diperlihatkan pada gambar phasor berikut ini :



Gambar 4.4 phasor diagram rangkaian RC seri

Seperti pada rangkaian RL seri, φ adalah sudut antara impedansi Z terhadap resistansi R dimana :

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{X_C}{R} \right)$$

Dan $R = Z \cos \varphi$

Sehingga impedansi Z merupakan vektor yang dapat dinyatakan dalam bentuk bilangan kompleks , jika dinyatakan dalam bentuk polar adalah :

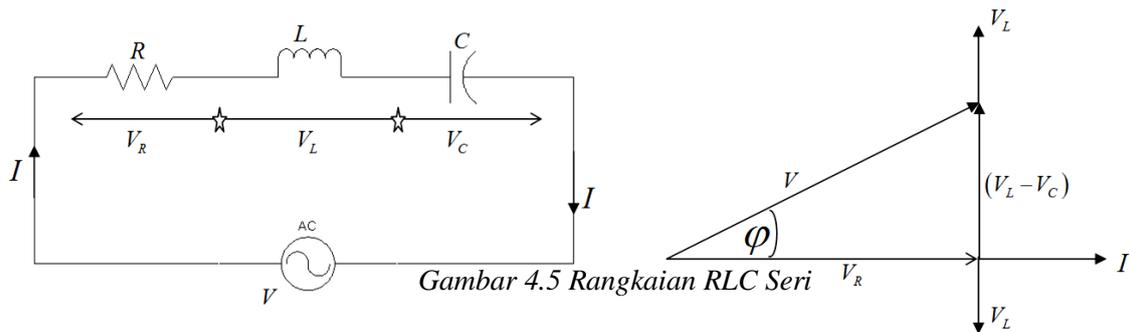
$$Z = Z \angle \varphi$$

Dan bila impedansi Z dinyatakan dalam bentuk bilangan rektanguler :

$$Z = R - jX_C$$

4.2.3 Rangkaian RLC Seri

Apabila terdapat suatu resistansi murni R dan gulungan induktif murni L dan sebuah beban kapasitif murni , didalam sebuah rangkaian AC, dengan maksud tegangan rms V dan arus yang mengalir I ,seperti pada gambar berikut :



Gambar 4.5 Rangkaian RLC Seri

Sehingga arus yang mengalir pada resistor, induktor dan kapasitor sama nilainya yaitu I dan tegangan pada rangkaian terdiri dari tegangan resistor V_R , tegangan induktor V_L , dan tegangan kapasitor V_C . karena arus yang mengalir pada beban sama, maka arus sebagai referensi maka seperti yang terlihat pada gambar phasor, sehingga tegangan V merupakan vektor yang mempunyai besaran V dan sudut φ , dimana :

$$V = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$$

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{V_L - V_C}{V_R} \right)$$

Dan arus yang mengalir dalam rangkaian RLC seri adalah :

$$I = \frac{V}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$$

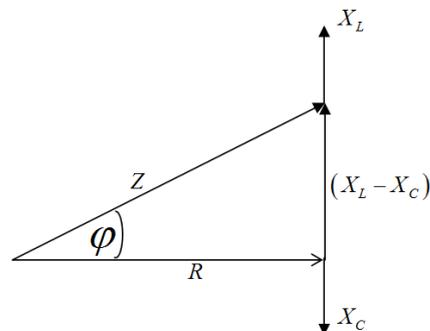
$$I = \frac{V}{Z}$$

Z adalah suatu impedansi dari rangkaian RLC seri yang terdiri dari suatu resistansi dan reaktansi induktif dan reaktansi kapasitif dengan satuan ohm, dimana :

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$X = X_L - X_C$$

Hubungan antara impedansi, resistansi, reaktansi induktif dan reaktansi kapasitif diperlihatkan pada gambar phasor berikut :



Gambar 4.6 Phasor diagram rangkaian RLC seri

Dan φ adalah sudut antara impedansi Z terhadap resistansi R dimana :

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{X}{R} \right)$$

Dan $R = Z \cos \varphi$

Sehingga impedansi Z merupakan vektor dan dinyatakan dalam bentuk bilangan kompleks, jika dinyatakan dalam bentuk polar adalah :

$$Z = Z \angle \varphi$$

Dan bila impedansi Z dinyatakan dalam bentuk bilangan rectangular :

$$Z = R + j(X_L - X_C)$$

4.2.4 Resonansi pada Rangkaian RLC seri

Memperhatikan rangkaian RLC seri seperti pada gambar , apabila nilai reaktansi X adalah nol , dimana :

$$X = X_L - X_C = 0$$

Kadaan $X = 0$ terjadi apabila nilai reaktansi induktif sama dengan reaktansi kapasitif.

$$X_L = X_C$$

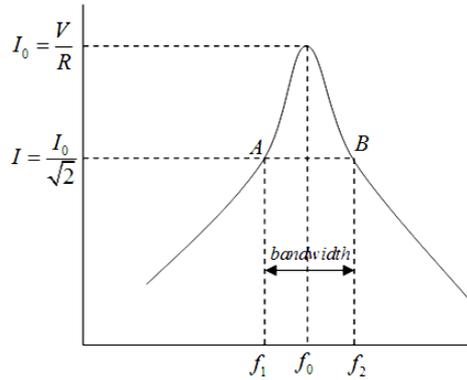
Sehingga nilai impedansi Z akan sama dengan nilai resistansi R :

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} \quad ; X = 0$$
$$Z = R$$

Dari persamaan diatas , maa frekuensi f_0 resonansi RLC seri adalah :

$$\omega L = \frac{1}{\omega C}$$
$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Pada saat resonansi, arus yang mengalir pada rangkaian RLC seri merupakan arus maksimum, karena impedansi Z nilainya akan minimum dan sama dengan resistansi R , seperti ditunjukkan pada grafik berikut :



Gambar 4.7 Kurva Resonansi

Grafik di atas disebut juga kurva resonansi, kemungkinan dari sebuah rangkaian resonansi untuk menentukan antara satu frekuensi dengan frekuensi yang lain disebut **selektifitas**. Selektifitas dari rangkaian resonansi yang berbeda diperbandingkan dalam hubungannya terhadap lebar pita atau lebar jalur (*bandwidth*). *Bandwidth* dari sebuah rangkaian adalah suatu jalur dari beberapa frekuensi, yang dibatasi oleh dua titik pada nilai tertentu. Nilai batas dari *bandwidth* adalah perpotongan kurva resonansi adalah $\frac{1}{\sqrt{2}}$ dari nilai maksimum saat resonansi, pada gambar kurva resonansi tersebut, titik perpotongan terdapat pada titik A dan B, sehingga nilai batas frekuensi dari *bandwidth* adalah f_1 dan f_2 . Dimana, batas frekuensi dapat dicari :

$$f_1 = f_0 - \frac{R}{4\pi L}$$

$$f_2 = f_0 + \frac{R}{4\pi L}$$

4.2.5 Daya Listrik pada rangkaian AC

Terdapat tiga macam daya pada rangkaian arus bolak-balik, yaitu :

1. Daya aktif atau daya nyata **P** dengan satuan **Watt**. **P** adalah daya nyata yang dipergunakan oleh alat-alat listrik, untuk menghasilkan sebuah kerja, seperti panas, cahaya, putaran dan kerja lainnya. Daya ini akan diserap oleh beban pada rangkaian resistif murni, dimana :

$$P = I^2 \cdot R$$

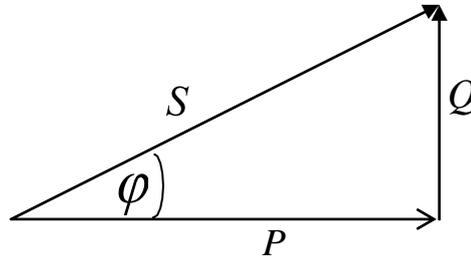
2. Daya reaktif **Q** dengan satuan **VAR**. Daya ini merupakan daya yang diserap oleh rangkaian reaktansi, apabila pada rangkaian induktif akan menghasilkan medan magnet, dan pada rangkaian kapasitif daya ini akan menghasilkan medan listrik, dimana :

$$Q = I^2 \cdot X$$

3. Daya semu S dengan satuan **VAR** , daya kompleks yang merupakan penjumlahan secara vektor antara daya aktif dan daya reaktif dimana :

$$S = I^2 \cdot Z = V \cdot I$$

Hubungan ketiga daya tersebut dinyatakan dalam segitiga daya berikut :



Gambar4.8 Segitiga Daya

Dari gambar diatas , φ adalah sudut fasa yang merupakan sudut antara daya aktif P dan daya semu S , dimana :

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{Q}{P} \right)$$

Dan $P = S \cos \varphi$

$\cos \varphi$ disebut juga **faktor daya** pf , adalah perbandingan antara daya aktif dan daya semu, analogi dai persamaan :

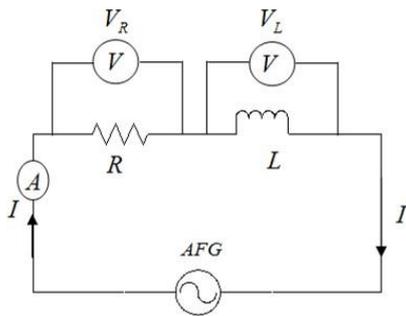
$$pf = \cos \varphi = \frac{P}{S}$$

Untuk rangkaian yang bersifat induktif, maka pf akan mempunyai nilai positif dimana arus akan tertinggal dari tegangan atau disebut **lagging**, dan untuk rangkaian yang bersifat kapasitif pf akan mempunyai nilai negatif dimana arus akan mendahului tegangannya atau disebut **leading**.

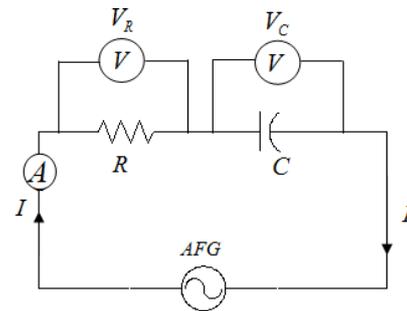
4.3 ALAT DAN BAHAN

- | | |
|--------------------------|----------|
| a. AFG | : 1 buah |
| b. Oscilloscope | : 1 buah |
| c. Multimeter Digital | : 2 buah |
| d. Resistor $1K\Omega$ | : 1 buah |
| e. Induktor 2,5mH | : 1 buah |
| f. Kapsitor 0,01 μF | : 1 buah |

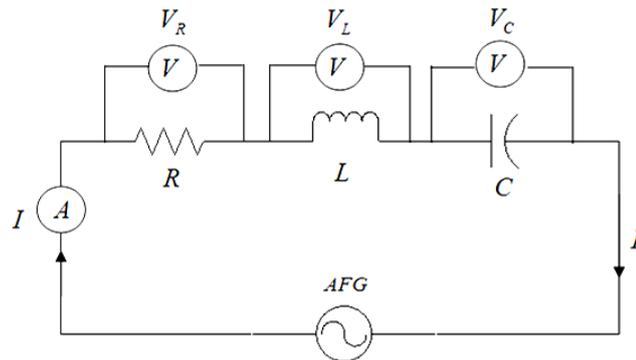
4.4 GAMBAR RANGKAIAN



(4.9a)



(4.9b)



(4.9c)

Gambar 4.9 Percobaan rangkaian AC seri

4.5 LANGKAH PERCOBAAN

- Buatlah rangkaian seperti pada gambar 4.9a
- Nyalakan AFG
- Dengan memperhatikan voltmeter, atur tegangan awal keluaran AFG pada 3 volt
- Dusahakan tegangan V tersebut dipertahankan konstans pada 5 volt
- Aturlah frekuensi AFG pada 10 KHZ
- Catat nilai parameter yang ditunjukkan alat ukur, I , V_R , dan V_L pada tabel hasil percobaan.
- Ulangi langkah e sampai g dengan frekuensi yang bervariasi sesuai dengan tabel.
- Buatlah rangkaian seperti pada gambar 4.9b
- Ulangi langkah b sampai h untuk rangkaian RC, dan mengganti parameter tegangan V_L dengan V_C
- Buatlah rangkaian seperti pada gambar 4.9c
- Ulangi langkah b sampai h untuk rangkaian RLC, dengan menambahkan V_C sebagai parameter yang diukur.

4.6 HASIL PERCOBAAN

Tabel 4.1 hasil percobaan rangkaian RL seri

<i>NO</i>	<i>f</i> (KHz)	<i>V_R</i> (V)	<i>V_L</i> (V)	<i>I</i> (mA)
1	10			
2	20			
3	30			
4	40			
5	50			

Tabel 4.2 hasil percobaan rangkaian RC seri

<i>NO</i>	<i>f</i> (KHz)	<i>V_R</i> (V)	<i>V_L</i> (V)	<i>I</i> (mA)
1	10			
2	20			
3	30			
4	40			
5	50			

Tabel 4.3 hasil percobaan rangkaian RLC seri

<i>NO</i>	<i>f</i> (KHz)	<i>V_R</i> (V)	<i>V_L</i> (V)	<i>I</i> (mA)
1	5			
2	15			
3	20			
4	25			
5	35			
6	45			
7	55			
8	65			

4.7. Analisa

1. Untuk semua frekuensi pada tabel percobaan rangkaian RL seri

- Hitunglah nilai reaktansi induktif X_L dengan metode $X_L = 2\pi fL$ dan

$$X_L = \frac{V_L}{I}$$

- Hitunglah nilai impedansi Z dengan metode $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ dan

$$Z = \frac{V}{I}$$

- Hitunglah nilai pf dan sudut fasa φ

- Hitunglah nilai daya S , P dan Q
2. Untuk semua frekuensi pada tabel percobaan RC Seri
 - Hitunglah nilai reaktansi kapasitif X_C dengan metode $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$ dan $X_C = \frac{V_C}{I}$
 - Hitunglah nilai impedansi Z dengan metode $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$ dan $Z = \frac{V}{I}$
 - Hitunglah nilai pf dan sudut fasa ϕ
 - Hitunglah nilai daya S , P dan Q
 3. Untuk semua frekuensi pada tabel percobaan RLC seri
 - Hitunglah nilai impedansi Z dengan metode $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ dan $Z = \frac{V}{I}$
 - Hitunglah frekuensi resonansi rangkaian RLC seri
 - Hitunglah batas frekuensi dari bandwidth rangkaian RLC seri tersebut.
 - Hitunglah nilai pf dan sudut fasa ϕ
 - Hitunglah nilai daya S , P dan Q
 4. Buatlah Grafik untuk rangkaian RL seri $Z = f(\text{frekuensi})$
 5. Buatlah Grafik untuk rangkaian RC seri $Z = f(\text{frekuensi})$
 6. Buatlah Grafik untuk rangkaian RLC seri $Z = f(\text{frekuensi})$; $I = f(\text{frekuensi})$
 7. Bandingkan nilai reaktansi induktif X_L dari hasil perhitungan dengan kedua metode tersebut untuk rangkaian RL seri, jelaskan!
 8. Bandingkan nilai impedansi Z dari hasil perhitungan dengan kedua metode tersebut untuk rangkaian RL seri, jelaskan!
 9. Buatlah phasor diagram untuk tegangan, impedansi dan daya dari salah satu data dari hasil percobaan rangkaian RL seri!
 10. Dengan memperhatikan grafik $Z = f(\text{frekuensi})$ untuk rangkaian RL seri, apa pengaruh frekuensi terhadap impedansi, jelaskan!
 11. Bandingkan nilai reaktansi kapasitif X_C dari hasil perhitungan dengan kedua metode tersebut untuk rangkaian RC seri, jelaskan !
 12. Bandingkan nilai impedansi Z dari hasil perhitungan dengan kedua metode tersebut untuk rangkaian RC seri, jelaskan
 13. Buatlah phasor diagram untuk tegangan, impedansi daya dari salah satu data dari hasil percobaan rangkaian RC seri !
 14. Dengan memperhatikan grafik $Z = f(\text{frekuensi})$ untuk rangkaian RC seri, apa pengaruh frekuensi terhadap impedansi, jelaskan !

15. Bandingkan nilai impedansi Z dari hasil perhitungan dengan kedua metode tersebut untuk rangkaian RLC seri, jelaskan !
16. Buatlah phasor diagram untuk tegangan, impedansi dan daya dari salah satu data dari hasil percobaan rangkaian RLC seri !
17. Dengan memperhatikan grafik $Z = f(\text{frekuensi})$ untuk rangkaian RLC seri, apa pengaruh frekuensi terhadap impedansi, jelaskan !
18. Grafik $I = f(\text{frekuensi})$ disebut juga kurva resonansi. Dengan memperhatikan grafik tersebut, jelaskan tentang kurva resonansi pada rangkaian RLC seri !

Keterangan Tambahan:

MODUL V

RANGKAIAN AC PARALEL

5.1 Tujuan percobaan

- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami tentang karakteristik rangkaian AC paralel.
- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami tentang rangkaian RL paralel
- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami tentang rangkaian RC paralel
- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami tentang rangkaian RLC paralel
- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami tentang resonansi pada rangkaian RLC paralel.
- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami tentang daya listrik pada rangkaian AC paralel.

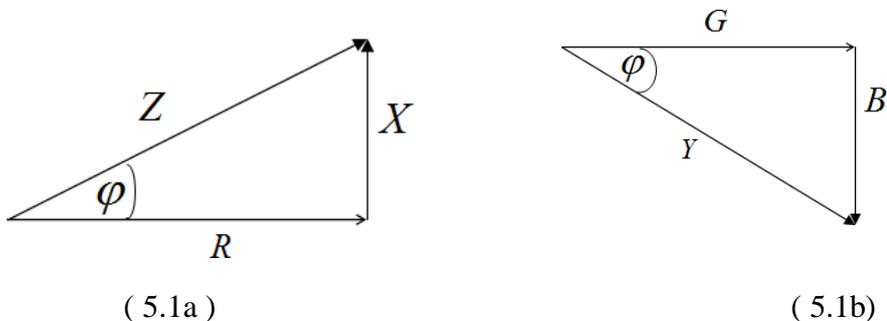
5.2 Dasar Teori

5.2.1 Metode Admitansi

Apabila dinyatakan sebuah admitansi Y adalah kebalikan dari impedansi, dengan satuan mho, maka :

$$Y = \frac{1}{Z} = \frac{I}{V} \dots\dots\dots (5.1)$$

Dibawah ini memperlihatkan perbandingan antara impedansi dengan admitansi, yang digambarkan dalam suatu phasor :



Gambar 5.1 Phasor impedansi dan admitansi

Dari gambar 5.1b, apabila dinyatakan suatu **konduktansi** G , maka :

$$G = Y \cos \varphi \dots\dots\dots (5.2)$$

Dari persamaan 5.1 dan memperhatikan gambar 5.1a, maka :

$$G = \frac{1}{Z} \frac{R}{Z} = \frac{R}{R^2 + X^2} \dots\dots\dots (5.3)$$

Dari persamaan 5.3 , apabila nilai reaktansinya nol, maka konduktansi merupakan kebalikan dari resistansi (hambatan), dimana :

$$G = \frac{1}{R} \dots\dots\dots (5.4)$$

Dari gambar 5.1b, apabila dinyatakan suatu **susepstansi B**, maka :

$$B = Y \sin\varphi \dots\dots\dots (5.5)$$

Dari persamaan 3.1 dan memperhatikan gambar 5.1a, maka :

$$G = \frac{1}{Z} \frac{X}{Z} = \frac{X}{R^2 + X^2} \dots\dots\dots (5.6)$$

Dari persamaan 5.6, apabila nilai resistansinya nol, maka suseptansi merupakan kebalikan dari reaktansi, dimana :

$$G = \frac{1}{X} \dots\dots\dots (5.7)$$

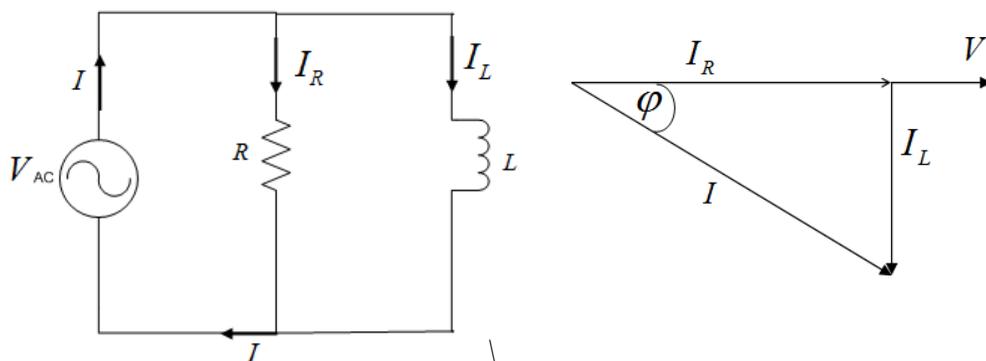
Dan, dalam bilangan kompleks, admitansi dinyatakan :

$$Y = G - jB \dots\dots\dots (5.8)$$

Di mana suseptansi kapasitif bernilai positif dan suseptansi induktif bernilai negatif

5.2.2 Rangkaian RL Paralel

Apabila terdapat suatu resistansi murni R dan gulungan induktif murni L didalam sebuah rangkaian AC, dengan masukan tegangan rms V dan arus yang mengalir I , seperti pada gambar berikut:



Gambar 5.2 Rangkaian RL Paralel

Sesuai dengan gambar di atas, tegangan sumber, tegangan resistor dan induktor adalah sama, yaitu V .sedangkan arusnya,sesuai dengan hukum kirchoff, arus yang masuk percabangan sama dengan arus yang keluar dari percabangan,sehingga arus I

adalah penjumlahan secara vektor antara arus resistor I_R dan arus induktor I_L .
 sesuai dengan pembahasan modul, bahwa tegangan dan arus untuk beban resistif
 adalah sefasa, tetapi untuk beban induktif arusnya tertinggal 90° terhadap tegangan.
 Karena tegangan resistor dan induktor sama, maka tegangan sebagai referensi dan
 arus resistor I_R dan arus induktor I_L terpisah 90° , (lihat phasor gambar vektor 3.2)
 sehingga arus I merupakan penjumlahan vektor dengan besar I dan sudut φ , di
 mana:

$$I = \sqrt{I_R^2 + (-I_L)^2} \dots\dots\dots (5.9)$$

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{I_L}{I_R} \right) \dots\dots\dots (5.10)$$

Karena $I_R = \frac{V}{R} \dots\dots\dots (5.11)$

Dan $I_L = \frac{V}{X_L} \dots\dots\dots (5.12)$

Maka $I = \sqrt{\left(\frac{V}{R}\right)^2 + \left(\frac{V}{X_L}\right)^2} \dots\dots\dots (5.13)$

$$I = V \sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_L^2}} \dots\dots\dots (5.14)$$

$$I = VY \dots\dots\dots (5.15)$$

$$I = \frac{V}{Z} \dots\dots\dots (5.16)$$

Dimana Y merupakan besaran admitansi dengan :

$$Y = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_L^2}} \dots\dots\dots (5.17)$$

$$Y = \sqrt{G^2 + B^2} \dots\dots\dots (5.18)$$

Dimana : $G = \frac{1}{R}$ dan $B = \frac{1}{X_L} \dots\dots\dots (5.19)$

Sudut fasa φ dapat dicari :

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{B}{G} \right) \dots\dots\dots (5.20)$$

Sehingga admitansi Y untuk rangkaian RL paralel dinyatakan dalam bilangan kompleks adalah :

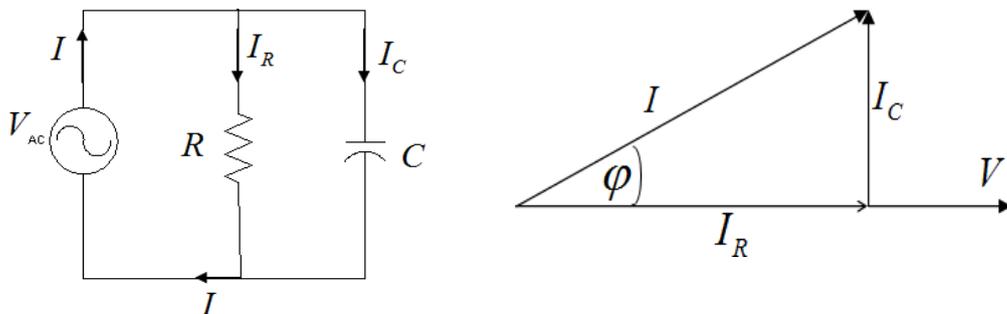
$$Y = G - jB \dots\dots\dots (5.21)$$

$$Y = Y \angle -\varphi \dots\dots\dots (5.22)$$

Dan impedansi Z rangkaian RL paralel dapat dicari dengan formula :

$$Z = \frac{1}{Y} = \frac{1}{Y \angle -\varphi} = Z \angle \varphi \dots\dots\dots (5.23)$$

5.2.3 Rangkaian RC Paralel



Gambar 5.3 Rangkaian RC Paralel

Dari gambar 5.3 di atas, diperlihatkan sebuah rangkaian RC paralel yang terdiri dari sebuah resistor dan kapasitor. Tegangan sumber, tegangan resistor dan induktor adalah sama, yaitu V . Analogi dari rangkaian RL paralel, arus I adalah penjumlahan secara vektor antara arus resistor I_R dan arus kapasitor I_C sesuai dengan pembahasan modul, bahwa tegangan dan arus untuk beban resistif adalah sefasa, sedangkan untuk beban kapasitif arusnya mendahului 90° terhadap tegangannya. Karena tegangan resistor dan kapasitor sama, maka tegangan sebagai referensi dan arus resistor I_R dan arus induktor I_L terpisah 90° , (lihat phasor gambar vektor 3.3) sehingga arus I merupakan penjumlahan vektor dengan besar I dan sudut φ , di mana:

$$I = \sqrt{I_R^2 + (I_C)^2} \dots\dots\dots (5.24)$$

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{I_C}{I_R} \right) \dots\dots\dots (5.25)$$

Karena $I_R = \frac{V}{R} \dots\dots\dots (5.26)$

Dan $I_C = \frac{V}{X_C}$ (5.27)

Maka $I = \sqrt{\left(\frac{V}{R}\right)^2 + \left(\frac{V}{X_C}\right)^2}$ (5.28)

$I = V \sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_C^2}}$ (5.29)

$I = VY$ (5.30)

$I = \frac{V}{Z}$ (5.31)

Dimana Y merupakan besaran admitansi dengan :

$Y = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_C^2}}$ (5.32)

$Y = \sqrt{G^2 + B^2}$ (5.33)

Dimana : $G = \frac{1}{R}$ dan $B = \frac{1}{X_C}$ (5.34)

Sudut fasa φ dapat dicari :

$\varphi = \tan^{-1}\left(\frac{B}{G}\right)$ (5.35)

Sehingga admitansi Y untuk rangkaian RC paralel dinyatakan dalam bilangan kompleks adalah :

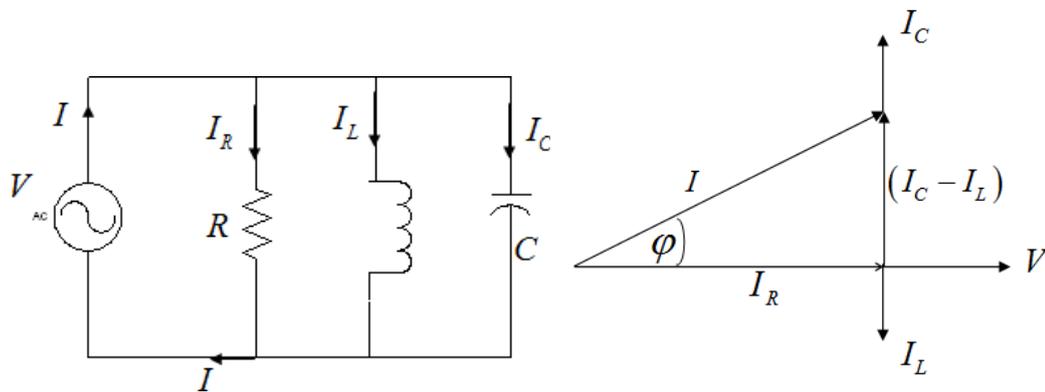
$Y = G + jB$ (5.36)

$Y = Y \angle \varphi$ (5.37)

Dan impedansi Z rangkaian RL paralel dapat dicari dengan formula :

$Z = \frac{1}{Y} = \frac{1}{Y \angle \varphi} = Z \angle -\varphi$ (5.38)

5.2.4 Rangkaian RLC Paralel



Gambar 5.4 Rangkaian RLC Paralel

Dara gambar 5.4 di atas, diperlihatkan sebuah rangkaian RLC paralel yang terdiri dari sebuah resistor, induktor dan kapasitor. Tegangan sumber, tegangan resistor, induktor dan kapasitor adalah sama, yaitu V . arus I adalah penjumlahan secara vektor antara arus resistor I_R , arus induktor dan arus kapasitor I_C karena tegangan resistor, induktor dan kapasitor sama, maka tegangan sebagai referensi dan arus resistor I_R dan arus induktor I_L tertinggal 90° terhadap tegangan, sedangkan arus kapasitor mendahului tegangannya 90° . (lihat phasor gambar vektor 3.3) sehingga arus I merupakan penjumlahan vektor dengan besar I dan sudut φ , di mana:

$$I = \sqrt{I_R^2 + (I_C - I_L)^2} \dots\dots\dots (5.39)$$

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{I_C - I_L}{I_R} \right) \dots\dots\dots (5.40)$$

Karena $I_R = \frac{V}{R} \dots\dots\dots (5.41)$

Dan $I_L = \frac{V}{X_L} \dots\dots\dots (5.42)$

$$I_C = \frac{V}{X_C} \dots\dots\dots (5.43)$$

Maka $I = \sqrt{\left(\frac{V}{R}\right)^2 + \left(\frac{V}{X_C} - \frac{V}{X_L}\right)^2} \dots\dots\dots (5.44)$

$$I = V \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right)^2} \dots\dots\dots (5.45)$$

$$I = VY \dots\dots\dots (5.46)$$

$$I = \frac{V}{Z} \dots\dots\dots (5.47)$$

Dimana Y merupakan besaran admitansi rangkaian RLC paralel dengan :

$$Y = \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right)^2} \dots\dots\dots (5.48)$$

$$Y = \sqrt{G^2 + B^2} \dots\dots\dots (5.49)$$

Dimana : $G = \frac{1}{R}$ dan $B = \frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L} \dots\dots\dots (5.50)$

Sudut fasa φ dapat dicari :

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{B}{G} \right) \dots\dots\dots (5.51)$$

Sehingga admitansi Y dinyatakan dalam bilangan kompleks adalah :

$$Y = G - jB \dots\dots\dots (5.52)$$

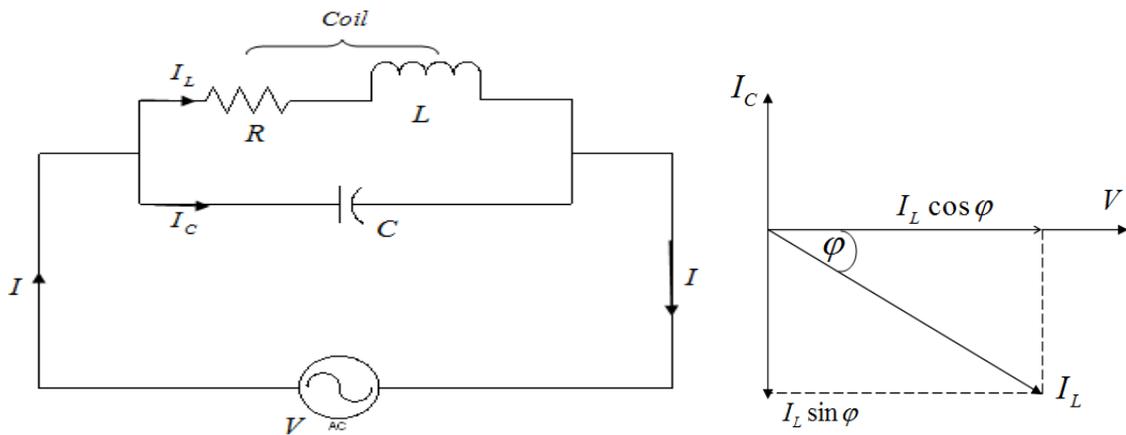
$$Y = Y \angle -\varphi \dots\dots\dots (5.53)$$

Dan impedansi Z rangkaian RL paralel dapat dicari dengan formula :

$$Z = \frac{1}{Y} = \frac{1}{Y \angle -\varphi} = Z \angle \varphi \dots\dots\dots (5.54)$$

5.2.5 Resonansi Pada Rangkaian RLC Paralel

Suatu induktor murni, tidak hanya mempunyai sifat induktif saja, tetapi terdapat juga sifat resistif juga, karena karena induktor terbuat dari sebuah kawat yang mempunyai nilai resis tensi.apabila diperlihatkan gambar sebuah rangkaian LC paralel yang terdiri dari sebuah coil dan sebuah kapasitor sebagai berikut :



Gambar 5.4 Rangkaian LC Paralel

Dengan memperhatikan gambar 5.4, bahwa rangkaian mengalami resonansi jika arus reaktif yang mengalir sama dengan nol, dimana :

$$I_C - I_L \sin \varphi = 0 \dots\dots\dots (5.55)$$

$$I_C = I_L \sin \varphi \dots\dots\dots (5.56)$$

Karena $I_L = \frac{V}{Z} \dots\dots\dots (5.57)$

$$\sin \varphi = \frac{X_L}{Z} \dots\dots\dots (5.58)$$

$$I_C = \frac{V}{X_C} \dots\dots\dots (5.59)$$

$$\frac{V}{X_C} = \frac{V}{Z} \frac{X_L}{Z} \dots\dots\dots (5.60)$$

$$X_L \square X_C = Z^2 \dots\dots\dots (5.61)$$

$$\omega L \frac{1}{\omega C} = Z^2 \dots\dots\dots (5.62)$$

$$\frac{L}{C} = R^2 + X_L^2 = R^2 + (2\pi fL)^2 \dots\dots\dots (5.63)$$

$$2\pi f_0 = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2}} \dots\dots\dots (5.64)$$

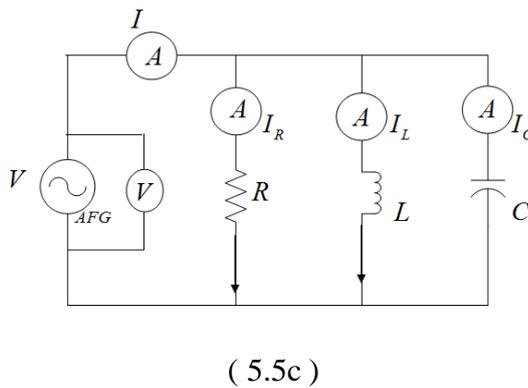
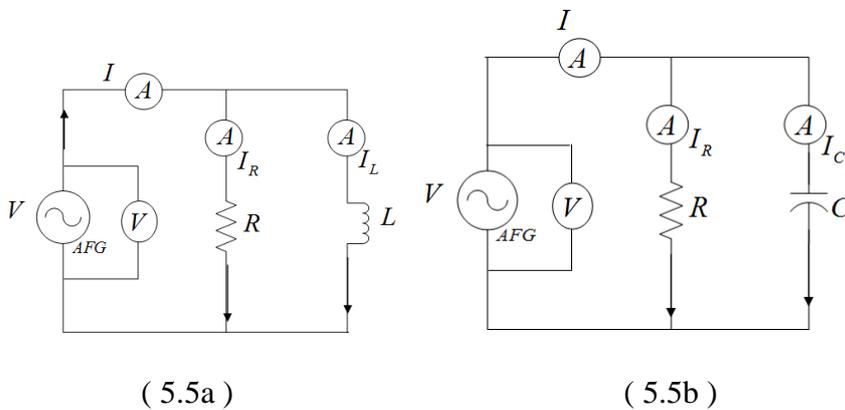
$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2}} \dots\dots\dots (5.65)$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \dots\dots\dots (5.66)$$

5.3 Alat dan Bahan

- a. AFG : 1 buah
- b. Oscilloscope : 1 buah
- c. Multimeter Digital : 5 buah
- d. Resistor 1 KΩ : 1 buah
- e. Induktor 2,5 mH : 1 buah
- f. Kapasitor 0,01 μF : 1 buah

5.4 Gambar Rangkaian Percobaan



Gambar 5.5 Percobaan rangkaian AC Paralel

5.5 Langkah Percobaan

- a. Buatlah rangkaian seperti pada gambar 5.5a
- b. Nyalakan AFG
- c. Dengan menyalakan voltmeter, atur tegangan awal keluaran AFG pada 5 volt
- d. Diusahakan tegangan V tersebut dipertahankan konstan pada 5 volt
- e. Aturlah frekuensi AFG pada 10 kHz

- f. Catat nilai parameter yang di tunjukkan alat ukur, V , I , I_R , dan I_L pada tabel hasil percobaan.
- g. Ulang langkah e sampai g dengan frekuensi yang bervariasi sesuai dengan tabel
- h. Buatlah rangkaian seperti pada gambar 5.5b
- i. Ulang langkah 2 sampai 8 untuk rangkaian RC, dan mengganti parameter tegangan V , dengan V_C
- j. Buatlah rangkaian seperti pada gambar 5.5c
- k. Ulangi langkah 2 sampai 8 untuk rangkaian RLC, dengan menambahkan V_C sebagai parameter yang diukur

5.6 Hasil Percobaan

Tabel 5.1 hasil percobaan rangkaian RL paralel

NO	f (KHz)	V (V)	I (mA)	I_R (mA)	I_L (mA)
1	10				
2	20				
3	30				
4	40				
5	50				

Tabel 5.2 hasil percobaan rangkaian RC paralel

NO	f (KHz)	V (V)	I (mA)	I_R (mA)	I_C (mA)
1	10				
2	20				
3	30				
4	40				
5	50				

Tabel 5.3 Hasil Percobaan rangkaian RLC Paralel

NO	f (KHz)	I_R (mA)	I_L (mA)	I_C (mA)	I (mA)	V (V)
1	5					
2	15					
3	20					
4	25					
5	35					
6	45					
7	55					
8	65					

5.7 Analisa

1. Perhitungan

- a. Untuk semua frekuensi pada tabel percobaan RL paralel
 - Hitunglah nilai susceptansi induktif $B = \frac{I_1}{V}$ dan $B = \frac{I}{XL} = \frac{I}{2\pi fl}$
 - Hitunglah nilai admitansi $Y = \sqrt{G^2 + B^2}$
 - Hitunglah nilai impedansi Z dengan metode $Z = \frac{1}{Y}$ dan $Z = \frac{V}{I}$
 - Hitunglah nilai pf dan sudut fasa φ
 - Hitunglah nilai daya S, P dan Q
- b. Untuk semua frekuensi pada tabel percobaan RC paralel
 - Hitunglah nilai susceptansi kapasitif $B = \frac{I_C}{V}$ dan $B = XC = 2\pi fC$
 - Hitunglah nilai admitansi $Y = \sqrt{G^2 + B^2}$
 - Hitunglah nilai impedansi Z dengan metode $Z = \frac{1}{Y}$ dan $Z = \frac{V}{I}$
 - Hitunglah nilai pf dan sudut fasa φ
 - Hitunglah nilai daya S, P dan Q
- c. Untuk semua frekuensi pada tabel percobaan RLC paralel
 - Hitunglah nilai admitansi $Y = \sqrt{G^2 + B^2}$
 - Hitunglah nilai impedansi Z dengan metode $Z = \frac{1}{Y}$ dan $Z = \frac{V}{I}$
 - Hitunglah frekuensi resonansi rangkaian RLC paralel
 - Hitunglah nilai pf dan sudut fasa φ
 - Hitunglah nilai daya S, P dan Q

2. Grafik

- a. Untuk rangkaian RL Paralel

$$B = f(\text{frekuensi}); Y = f(\text{frekuensi}); Z = f(\text{frekuensi})$$

- b. Untuk rangkaian RC Paralel

$$B = f(\text{frekuensi}); Y = f(\text{frekuensi}); Z = f(\text{frekuensi})$$

- c. Untuk rangkaian RLC Paralel

$$B = f(\text{frekuensi}); Y = f(\text{frekuensi}); Z = f(\text{frekuensi})$$

3. Bandingkan nilai susceptansi induktif B dari hasil perhitungan dengan kedua metode tersebut untuk rangkaian RL paralel, jelaskan!
4. Bandingkan nilai impedansi Z dari hasil perhitungan dengan kedua metode tersebut untuk rangkaian RL paralel, jelaskan !

5. Gambarkan fasor diagram untuk arus, admitansi , impedansi dan daya dari salah satu data hasil percobaan rangkaian RL , paralel !
6. Dengan memperhatikan grafik $B = f(\text{frekuensi})$ untuk rangkaian RL Paralel, apa pengaruh frekuensi terhadap susceptansi induktif, jelaskan !
7. Dengan memperhatikan grafik $Y = f(\text{frekuensi})$ untuk rangkaian RL Paralel, apa pengaruh frekuensi terhadap admitansi , jelaskan !
8. Dengan memperhatikan grafik $Z = f(\text{frekuensi})$ untuk rangkaian RL Paralel , apa pengaruh frekuensi terhadap impedansi, jelaskan!
9. Bandingkan nilai susceptansi kapasitif B dari hasil perhitungan dengan kedua metode tersebut untuk rangkaian RC Paralel, jelaskan!
10. Bandingkan nilai impedansi Z dari hasil perhitungan dengan kedua metode tersebut untuk rangkaian RC Paralel !
11. Gambarkan fasor diagram untuk arus, admitansi , impedansi dan daya dari salah satu hasil percobaan rangkaian RC Paralel !
12. Dengan memperhatikan grafik $B = f(\text{frekuensi})$ untuk rangkaian RC Paralel , apa pengaruh frekuensi terhadap susceptansi kapasitif, jelaskan !
13. Dengan memperhatikan grafik $Y = f(\text{frekuensi})$ untuk rangkaian RC Paralel , apa pengaruh frekuensi terhadap admitansi, jelaskan!
14. Dengan memperhatikan grafik $Z = f(\text{frekuensi})$ untuk rangkaian RC Paralel , apa pengaruh frekuensi terhadap impedansi, jelaskan!
15. Bandingkan nilai impedansi Z dari hasil perhitungan kedua metode tersebut untuk rangkaian RLC paralel, jelaskan!
16. Gambarkan fasor diagram untuk arus, admitansi, impedansi dan daya dari salah satu data hasil percobaan rangkaian RLC Paralel!
17. Dengan memperhatikan grafik $Y = f(\text{frekuensi})$ untuk rangkaian RLC Paralel, apa pengaruh frekuensi terhadap admitansi, jelaskan!
18. Dengan memperhatikan grafik $Z = f(\text{frekuensi})$ untuk rangkaian RLC Paralel, apa pengaruh frekuensi terhadap impedansi , jelaskan!
19. Grafik $I = f(\text{frekuensi})$ disebut juga kurva resonansi. Dengan memperhatikan grafik tersebut, jelaskan tentang kurva resonansi pada rangkaian RLC Paralel!

Keterangan Tambahan :

MODUL V

RANGKAIAN AC PARALEL

5.8 Tujuan percobaan

- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami tentang karakteristik rangkaian AC paralel.
- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami tentang rangkaian RL paralel
- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami tentang rangkaian RC paralel
- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami tentang rangkaian RLC paralel
- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami tentang resonansi pada rangkaian RLC paralel.
- Mahasiswa dapat mengerti dan memahami tentang daya listrik pada rangkaian AC paralel.

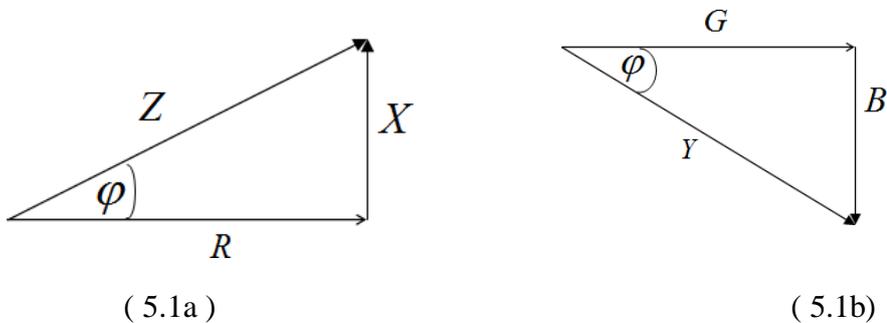
5.9 Dasar Teori

5.2.6 Metode Admitansi

Apabila dinyatakan sebuah admitansi Y adalah kebalikan dari impedansi, dengan satuan mho, maka :

$$Y = \frac{1}{Z} = \frac{I}{V} \dots\dots\dots (5.1)$$

Dibawah ini memperlihatkan perbandingan antara impedansi dengan admitansi, yang digambarkan dalam suatu phasor :



Gambar 5.1 Phasor impedansi dan admitansi

Dari gambar 5.1b, apabila dinyatakan suatu **konduktansi** G , maka :

$$G = Y \cos \varphi \dots\dots\dots (5.2)$$

Dari persamaan 5.1 dan memperhatikan gambar 5.1a, maka :

$$G = \frac{1}{Z} \frac{R}{Z} = \frac{R}{R^2 + X^2} \dots\dots\dots (5.3)$$

Dari persamaan 5.3 , apabila nilai reaktansinya nol, maka konduktansi merupakan kebalikan dari resistansi (hambatan), dimana :

$$G = \frac{1}{R} \dots\dots\dots (5.4)$$

Dari gambar 5.1b, apabila dinyatakan suatu **suseptansi B**, maka :

$$B = Y \sin\varphi \dots\dots\dots (5.5)$$

Dari persamaan 3.1 dan memperhatikan gambar 5.1a, maka :

$$G = \frac{1}{Z} \frac{R}{Z} = \frac{R}{R^2 + X^2} \dots\dots\dots (5.6)$$

Dari persamaan 5.6, apabila nilai resistansinya nol, maka suseptansi merupakan kebalikan dari reaktansi, dimana :

$$G = \frac{1}{X} \dots\dots\dots (5.7)$$

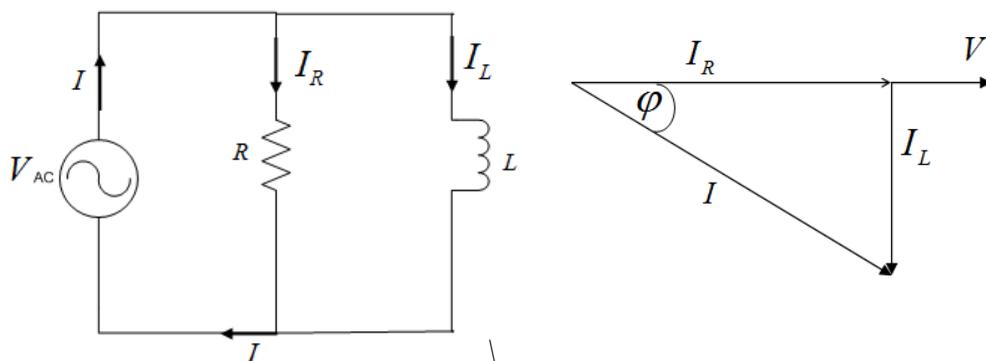
Dan, dalam bilangan kompleks, admitansi dinyatakan :

$$Y = G - jB \dots\dots\dots (5.8)$$

Di mana suseptansi kapasitif bernilai positif dan suseptansi induktif bernilai negatif

5.2.7 Rangkaian RL Paralel

Apabila terdapat suatu resistansi murni R dan gulungan induktif murni L didalam sebuah rangkaian AC, dengan masukan tegangan rms V dan arus yang mengalir I , seperti pada gambar berikut:



Gambar 5.2 Rangkaian RL Paralel

Sesuai dengan gambar di atas, tegangan sumber, tegangan resistor dan induktor adalah sama, yaitu V .sedangkan arusnya,sesuai dengan hukum kirchoff, arus yang masuk percabangan sama dengan arus yang keluar dari percabangan,sehingga arus I

adalah penjumlahan secara vektor antara arus resistor I_R dan arus induktor I_L .
 sesuai dengan pembahasan modul, bahwa tegangan dan arus untuk beban resistif
 adalah sefasa, tetapi untuk beban induktif arusnya tertinggal 90° terhadap tegangan.
 Karena tegangan resistor dan induktor sama, maka tegangan sebagai referensi dan
 arus resistor I_R dan arus induktor I_L terpisah 90° , (lihat phasor gambar vektor 3.2)
 sehingga arus I merupakan penjumlahan vektor dengan besar I dan sudut φ , di
 mana:

$$I = \sqrt{I_R^2 + (-I_L)^2} \dots\dots\dots (5.9)$$

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{I_L}{I_R} \right) \dots\dots\dots (5.10)$$

Karena $I_R = \frac{V}{R} \dots\dots\dots (5.11)$

Dan $I_L = \frac{V}{X_L} \dots\dots\dots (5.12)$

Maka $I = \sqrt{\left(\frac{V}{R}\right)^2 + \left(\frac{V}{X_L}\right)^2} \dots\dots\dots (5.13)$

$$III \quad \frac{I}{V} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_L^2}} \dots\dots\dots (5.14)$$

$$I = VY \dots\dots\dots (5.15)$$

$$I = \frac{V}{Z} \dots\dots\dots (5.16)$$

Dimana Y merupakan besaran admitansi dengan :

$$Y = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_L^2}} \dots\dots\dots (5.17)$$

$$Y = \sqrt{G^2 + B^2} \dots\dots\dots (5.18)$$

Dimana : $G = \frac{1}{R}$ dan $B = \frac{1}{X_L} \dots\dots\dots (5.19)$

Sudut fasa φ dapat dicari :

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{B}{G} \right) \dots\dots\dots (5.20)$$

Sehingga admitansi Y untuk rangkaian RL paralel dinyatakan dalam bilangan kompleks adalah :

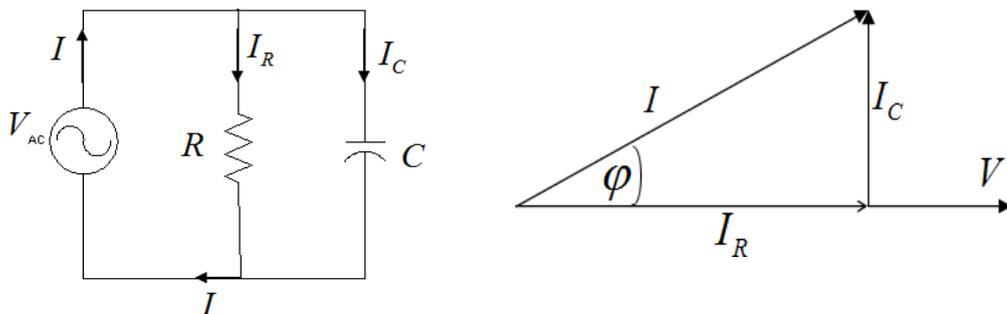
$$Y = G - jB \dots\dots\dots (5.21)$$

$$Y = Y \angle -\varphi \dots\dots\dots (5.22)$$

Dan impedansi Z rangkaian RL paralel dapat dicari dengan formula :

$$Z = \frac{1}{Y} = \frac{1}{Y \angle -\varphi} = Z \angle \varphi \dots\dots\dots (5.23)$$

5.2.8 Rangkaian RC Paralel



Gambar 5.3 Rangkaian RC Paralel

Dari gambar 5.3 di atas, diperlihatkan sebuah rangkaian RC paralel yang terdiri dari sebuah resistor dan kapasitor. Tegangan sumber, tegangan resistor dan induktor adalah sama, yaitu V . Analogi dari rangkaian RL paralel, arus I adalah penjumlahan secara vektor antara arus resistor I_R dan arus kapasitor I_C sesuai dengan pembahasan modul, bahwa tegangan dan arus untuk beban resistif adalah sefasa, sedangkan untuk beban kapasitif arusnya mendahului 90° terhadap tegangannya. Karena tegangan resistor dan kapasitor sama, maka tegangan sebagai referensi dan arus resistor I_R dan arus induktor I_V terpisah 90° , (lihat phasor gambar vektor 3.3) sehingga arus I merupakan penjumlahan vektor dengan besar I dan sudut φ , di mana:

$$I = \sqrt{I_R^2 + (I_C)^2} \dots\dots\dots (5.24)$$

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{I_C}{I_R} \right) \dots\dots\dots (5.25)$$

Karena $I_R = \frac{V}{R} \dots\dots\dots (5.26)$

Dan $I_C = \frac{V}{X_C}$ (5.27)

Maka $I = \sqrt{\left(\frac{V}{R}\right)^2 + \left(\frac{V}{X_C}\right)^2}$ (5.28)

$I = V \sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_C^2}}$ (5.29)

$I = VY$ (5.30)

$I = \frac{V}{Z}$ (5.31)

Dimana Y merupakan besaran admitansi dengan :

$Y = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_C^2}}$ (5.32)

$Y = \sqrt{G^2 + B^2}$ (5.33)

Dimana : $G = \frac{1}{R}$ dan $B = \frac{1}{X_C}$ (5.34)

Sudut fasa φ dapat dicari :

$\varphi = \tan^{-1}\left(\frac{B}{G}\right)$ (5.35)

Sehingga admitansi Y untuk rangkaian RC paralel dinyatakan dalam bilangan kompleks adalah :

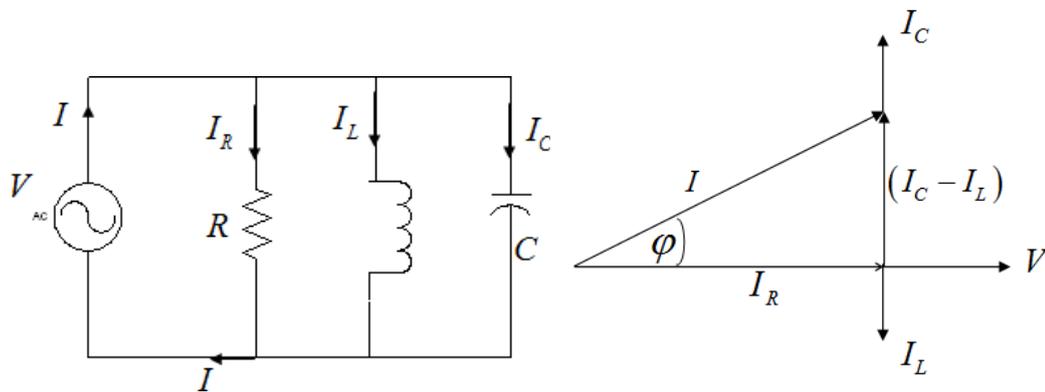
$Y = G + jB$ (5.36)

$Y = Y \angle \varphi$ (5.37)

Dan impedansi Z rangkaian RL paralel dapat dicari dengan formula :

$Z = \frac{1}{Y} = \frac{1}{Y \angle \varphi} = Z \angle -\varphi$ (5.38)

5.2.9 Rangkaian RLC Paralel



Gambar 5.4 Rangkaian RLC Paralel

Dari gambar 5.4 di atas, diperlihatkan sebuah rangkaian RLC paralel yang terdiri dari sebuah resistor, induktor dan kapasitor. Tegangan sumber, tegangan resistor, induktor dan kapasitor adalah sama, yaitu V . arus I adalah penjumlahan secara vektor antara arus resistor I_R , arus induktor dan arus kapasitor I_C karena tegangan resistor, induktor dan kapasitor sama, maka tegangan sebagai referensi dan arus resistor I_R dan arus induktor I_L tertinggal 90° terhadap tegangan, sedangkan arus kapasitor mendahului tegangannya 90° . (lihat phasor gambar vektor 3.3) sehingga arus I merupakan penjumlahan vektor dengan besar I dan sudut φ , di mana:

$$I = \sqrt{I_R^2 + (I_C - I_L)^2} \dots\dots\dots (5.39)$$

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{I_C - I_L}{I_R} \right) \dots\dots\dots (5.40)$$

Karena $I_R = \frac{V}{R} \dots\dots\dots (5.41)$

Dan $I_L = \frac{V}{X_L} \dots\dots\dots (5.42)$

$$I_C = \frac{V}{X_C} \dots\dots\dots (5.43)$$

Maka $I = \sqrt{\left(\frac{V}{R}\right)^2 + \left(\frac{V}{X_C} - \frac{V}{X_L}\right)^2} \dots\dots\dots (5.44)$

$$I = V \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right)^2} \dots\dots\dots (5.45)$$

$$I = VY \dots\dots\dots (5.46)$$

$$I = \frac{V}{Z} \dots\dots\dots (5.47)$$

Dimana Y merupakan besaran admitansi rangkaian RLC paralel dengan :

$$Y = \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right)^2} \dots\dots\dots (5.48)$$

$$Y = \sqrt{G^2 + B^2} \dots\dots\dots (5.49)$$

Dimana : $G = \frac{1}{R}$ dan $B = \frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L} \dots\dots\dots (5.50)$

Sudut fasa φ dapat dicari :

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{B}{G} \right) \dots\dots\dots (5.51)$$

Sehingga admitansi Y dinyatakan dalam bilangan kompleks adalah :

$$Y = G - jB \dots\dots\dots (5.52)$$

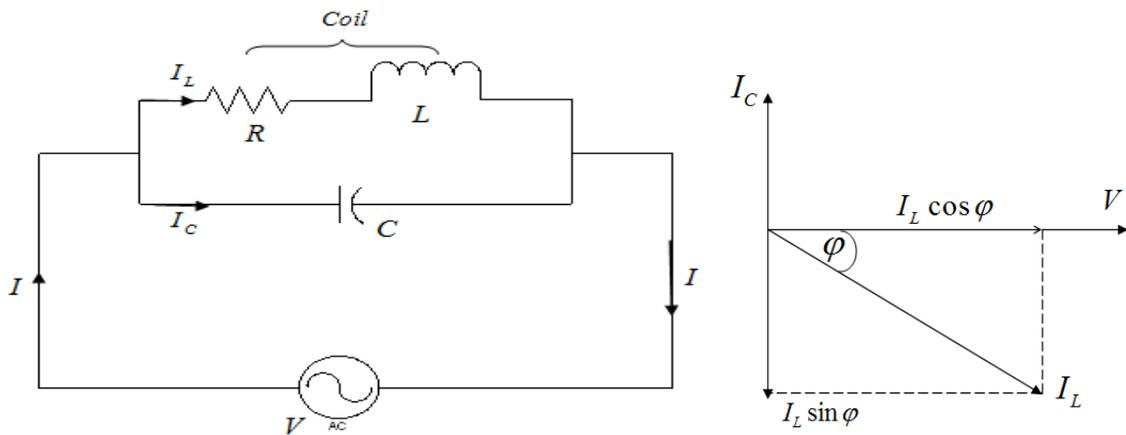
$$Y = Y \angle -\varphi \dots\dots\dots (5.53)$$

Dan impedansi Z rangkaian RL paralel dapat dicari dengan formula :

$$Z = \frac{1}{Y} = \frac{1}{Y \angle -\varphi} = Z \angle \varphi \dots\dots\dots (5.54)$$

5.2.10 Resonansi Pada Rangkaian RLC Paralel

Suatu induktor murni, tidak hanya mempunyai sifat induktif saja, tetapi terdapat juga sifat resistif juga, karena karena induktor terbuat dari sebuah kawat yang mempunyai nilai resis tensi. apabila diperlihatkan gambar sebuah rangkaian LC paralel yang terdiri dari sebuah coil dan sebuah kapasitor sebagai berikut :



Gambar 5.4 Rangkaian LC Paralel

Dengan memperhatikan gambar 5.4, bahwa rangkaian mengalami resonansi jika arus reaktif yang mengalir sama dengan nol, dimana :

$$I_C - I_L \sin \varphi = 0 \dots\dots\dots (5.55)$$

$$I_C = I_L \sin \varphi \dots\dots\dots (5.56)$$

Karena $I_L = \frac{V}{Z} \dots\dots\dots (5.57)$

$$\sin \varphi = \frac{X_L}{Z} \dots\dots\dots (5.58)$$

$$I_C = \frac{V}{X_C} \dots\dots\dots (5.59)$$

$$\frac{V}{X_C} = \frac{V}{Z} \frac{X_L}{Z} \dots\dots\dots (5.60)$$

$$X_L \square X_C = Z^2 \dots\dots\dots (5.61)$$

$$\omega L \frac{1}{\omega C} = Z^2 \dots\dots\dots (5.62)$$

$$\frac{L}{C} = R^2 + X_L^2 = R^2 + (2\pi fL)^2 \dots\dots\dots (5.63)$$

$$2\pi f_0 = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2}} \dots\dots\dots (5.64)$$

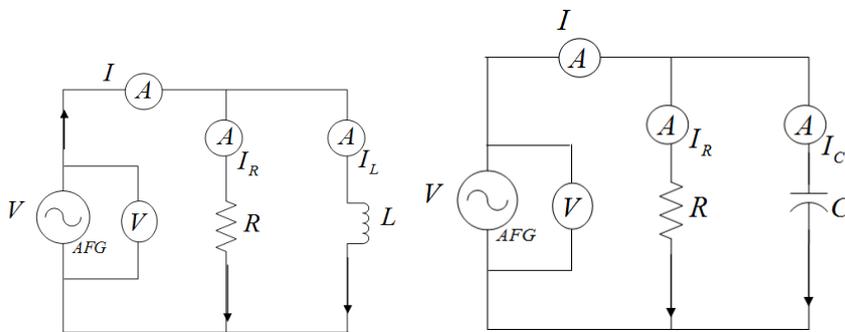
$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2}} \dots\dots\dots (5.65)$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \dots\dots\dots (5.66)$$

5.10 Alat dan Bahan

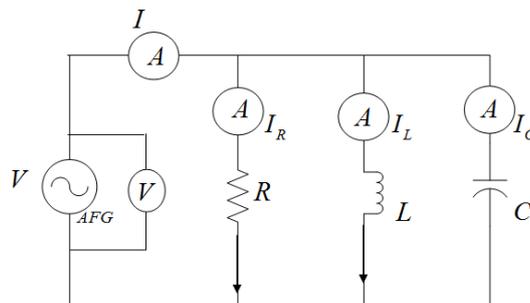
- a. AFG : 1 buah
- b. Oscilloscope : 1 buah
- c. Multimeter Digital : 5 buah
- d. Resistor 1 KΩ : 1 buah
- e. Induktor 2,5 mH : 1 buah
- f. Kapasitor 0,01 μF : 1 buah

5.11 Gambar Rangkaian Percobaan



(5.5a)

(5.5b)



(5.5c)

Gambar 5.5 Percobaan rangkaian AC Paralel

5.12 Langkah Percobaan

- a. Buatlah rangkaian seperti pada gambar 5.5a
- b. Nyalakan AFG
- c. Dengan menyalakan voltmeter, atur tegangan awal keluaran AFG pada 5 volt
- d. Diusahakan tegangan V tersebut dipertahankan konstan pada 5 volt
- e. Aturlah frekuensi AFG pada 10 kHz

- f. Catat nilai parameter yang di tunjukkan alat ukur, V , I , I_R , dan I_V pada tabel hasil percobaan.
- g. Ulang langkah e sampai g dengan frekuensi yang bervariasi sesuai dengan tabel
- h. Buatlah rangkaian seperti pada gambar 5.5b
- i. Ulang langkah 2 sampai 8 untuk rangkaian RC, dan mengganti parameter tegangan V , dengan V_C
- j. Buatlah rangkaian seperti pada gambar 5.5c
- k. Ulangi langkah 2 sampai 8 untuk rangkaian RLC, dengan menambahkan V_C sebagai parameter yang diukur

5.13 Hasil Percobaan

Tabel 5.1 hasil percobaan rangkaian RL paralel

NO	f (KHz)	V (V)	I (mA)	I_R (mA)	I_L (mA)
1	10				
2	20				
3	30				
4	40				
5	50				

Tabel 5.2 hasil percobaan rangkaian RC paralel

NO	f (KHz)	V (V)	I (mA)	I_R (mA)	I_C (mA)
1	10				
2	20				
3	30				
4	40				
5	50				

Tabel 5.3 Hasil Percobaan rangkaian RLC Paralel

NO	f (KHz)	I_R (mA)	I_L (mA)	I_C (mA)	I (mA)	V (V)
1	5					
2	15					
3	20					
4	25					
5	35					
6	45					
7	55					
8	65					

5.14 Analisa

20. Perhitungan

- a. Untuk semua frekuensi pada tabel percobaan RL paralel
 - Hitunglah nilai susceptansi induktif $B = \frac{I_l}{V}$ dan $B = \frac{I}{XL} = \frac{I}{2\pi fl}$
 - Hitunglah nilai admitansi $Y = \sqrt{G^2 + B^2}$
 - Hitunglah nilai impedansi Z dengan metode $Z = \frac{1}{Y}$ dan $Z = \frac{V}{I}$
 - Hitunglah nilai pf dan sudut fasa φ
 - Hitunglah nilai daya S, P dan Q
- b. Untuk semua frekuensi pada tabel percobaan RC paralel
 - Hitunglah nilai susceptansi kapasitif $B = \frac{I_c}{V}$ dan $B = XC = 2\pi fC$
 - Hitunglah nilai admitansi $Y = \sqrt{G^2 + B^2}$
 - Hitunglah nilai impedansi Z dengan metode $Z = \frac{1}{Y}$ dan $Z = \frac{V}{I}$
 - Hitunglah nilai pf dan sudut fasa φ
 - Hitunglah nilai daya S, P dan Q
- c. Untuk semua frekuensi pada tabel percobaan RLC paralel
 - Hitunglah nilai admitansi $Y = \sqrt{G^2 + B^2}$
 - Hitunglah nilai impedansi Z dengan metode $Z = \frac{1}{Y}$ dan $Z = \frac{V}{I}$
 - Hitunglah frekuensi resonansi rangkaian RLC paralel
 - Hitunglah nilai pf dan sudut fasa φ
 - Hitunglah nilai daya S, P dan Q

21. Grafik

- a. Untuk rangkaian RL Paralel

$$B = f(\text{frekuensi}) ; Y = f(\text{frekuensi}) ; Z = f(\text{frekuensi})$$

- b. Untuk rangkaian RC Paralel

$$B = f(\text{frekuensi}) ; Y = f(\text{frekuensi}) ; Z = f(\text{frekuensi})$$

- c. Untuk rangkaian RLC Paralel

$$B = f(\text{frekuensi}) ; Y = f(\text{frekuensi}) ; Z = f(\text{frekuensi})$$

22. Bandingkan nilai susceptansi induktif B dari hasil perhitungan dengan kedua metode tersebut untuk rangkaian RL paralel, jelaskan!

23. Bandingkan nilai impedansi Z dari hasil perhitungan dengan kedua metode tersebut untuk rangkaian RL paralel, jelaskan !

24. Gambarkan fasor diagram untuk arus, admitansi , impedansi dan daya dari salah satu data hasil percobaan rangkaian RL , paralel !
25. Dengan memperhatikan grafik $B = f(\text{frekuensi})$ untuk rangkaian RL Paralel, apa pengaruh frekuensi terhadap susceptansi induktif, jelaskan !
26. Dengan memperhatikan grafik $Y = f(\text{frekuensi})$ untuk rangkaian RL Paralel, apa pengaruh frekuensi terhadap admitansi , jelaskan !
27. Dengan memperhatikan grafik $Z = f(\text{frekuensi})$ untuk rangkaian RL Paralel , apa pengaruh frekuensi terhadap impedansi, jelaskan!
28. Bandingkan nilai susceptansi kapasitif B dari hasil perhitungan dengan kedua metode tersebut untuk rangkaian RC Paralel, jelaskan!
29. Bandingkan nilai impedansi Z dari hasil perhitungan dengan kedua metode tersebut untuk rangkaian RC Paralel !
30. Gambarkan fasor diagram untuk arus, admitansi , impedansi dan daya dari salah satu hasil percobaan rangkaian RC Paralel !
31. Dengan memperhatikan grafik $B = f(\text{frekuensi})$ untuk rangkaian RC Paralel , apa pengaruh frekuensi terhadap susceptansi kapasitif, jelaskan !
32. Dengan memperhatikan grafik $Y = f(\text{frekuensi})$ untuk rangkaian RC Paralel , apa pengaruh frekuensi terhadap admitansi, jelaskan!
33. Dengan memperhatikan grafik $Z = f(\text{frekuensi})$ untuk rangkaian RC Paralel , apa pengaruh frekuensi terhadap impedansi, jelaskan!
34. Bandingkan nilai impedansi Z dari hasil perhitungan kedua metode tersebut untuk rangkaian RLC paralel, jelaskan!
35. Gambarkan fasor diagram untuk arus, admitansi, impedansi dan daya dari salah satu data hasil percobaan rangkaian RLC Paralel!
36. Dengan memperhatikan grafik $Y = f(\text{frekuensi})$ untuk rangkaian RLC Paralel, apa pengaruh frekuensi terhadap admitansi, jelaskan!
37. Dengan memperhatikan grafik $Z = f(\text{frekuensi})$ untuk rangkaian RLC Paralel, apa pengaruh frekuensi terhadap impedansi , jelaskan!
38. Grafik $I = f(\text{frekuensi})$ disebut juga kurva resonansi. Dengan memperhatikan grafik tersebut, jelaskan tentang kurva resonansi pada rangkaian RLC Paralel!

Keterangan Tambahan :