

**PERCOBAAN VII  
ARUS BOLAK – BALIK**

**I. TUJUAN**

**Tujuan Instruksional Umum (TIU)**

Memahami konsep arus bolak - balik dari resonansi.

**Tujuan Instruksional Khusus (TIK)**

Setelah mengerjakan modul ini mahasiswa diharapkan mampu :

1. Menentukan besaran-besaran dalam satuan arus bolak-balik.
2. Mengukur besaran dalam arus bolak-balik.
3. Melakukan percobaan resonansi dalam arus bolak-balik.

**II. WAKTU BELAJAR**

± 3 jam di rumah dan 3 jam di laboratorium.

**III. ALAT – ALAT**

- |                           |                       |
|---------------------------|-----------------------|
| 1. Sumber arus DC dan AC. | 5. Kumparan/Induktor. |
| 2. Kabel penghubung       | 6. Penjepit buaya     |
| 3. Kapasitor 2200 $\mu F$ | 7. Multimeter 3 buah  |
| 4. Resistor 47 $\Omega$   | 8. Kertas grafik      |

**IV. PUSTAKA**

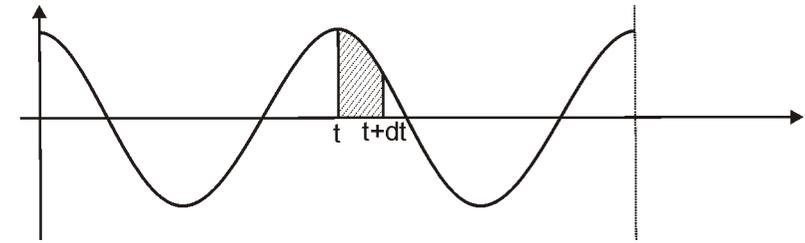
1. Arthur, F., *Fundamentals of Electricity and Magnetism*, 1989, hal 382 – 434.
2. Halliday & Resnick, SILABAN, P. PH.D & DRS. ERWIN SUCIPTO. *Fisika* Jilid 2, edisi – 3, hal 479-495.
3. Sears Zemansky & Young, *University Physics*, 3th edition, 1976, 609 – 620.
4. Ingersol Martin and Rouse, *Experiments in Physics*, hal 161.

**V. TEORI RINGKAS**

**1. Pendahuluan**

Yang dimaksud dengan arus bolak-balik adalah arus listrik yang berubah-ubah arahnya. Bentuk arus bolak-balik yang paling sederhana secara matematis adalah arus sinusoidal.

$$i(t) = I_m \cos(\omega t) \tag{1}$$



Gambar 7.1 Bentuk gelombang arus bolak-balik

Dari Gambar 7.1 dapat dilihat bahwa jumlah muatan yang lewat dalam selang waktu antara  $t + dt$  adalah:

$$dq = I(t) dt \tag{2}$$

Ditunjukkan oleh luas yang dibatasi kurva  $I(t)$  dengan sumbu  $t$

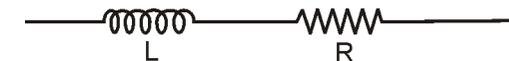
*Tugas R-1:* Tuliskan dua contoh fungsi lain dari arus bolak-balik dan gambarkan grafiknya.

Suatu arus konstan yang mengeluarkan kalor Joule yang sama dengan kalor Joule yang dikeluarkan oleh suatu arus bolak-balik dalam setiap periode, disebut arus efektif ( $I_{ef}$ ) untuk arus bolak-balik tersebut. Besaran inilah yang terbaca dalam alat ukur analog arus bolak balik.  $I_{ef}$  sering pula sebagai  $I_{rms}$ .

$$I_{ef} = I_m / \sqrt{2} \tag{2}$$

*Tugas R-2:* Buktikan Persamaan (2)

Suatu kumparan (induktor) didalamnya juga memiliki sifat hambatan R, dikenal sebagai hambatan parasitik. Dalam skema rangkaian digambarkan sebagai berikut :



Gambar 7.2 Induktor

Untuk induktor murni, L akan menimbulkan GGL sebesar :  $\varepsilon = -L \frac{di}{dt}$ , sehingga ujung-ujungnya (A-B) berbeda potensial sebesar,  $V_{AB} = R_i I - \varepsilon$ , atau

$$V_{AB} = R_i I + L \frac{di}{dt} \tag{3}$$

$$V_{AB} = R_i I_{ef} \sqrt{2} \cos(\omega t) + L \omega I_{ef} \sqrt{2} \cos(\omega t + \mu / 2) \tag{4}$$

Penulisan di atas dapat ditulis dalam bentuk :

$$V_{AB} = V_m \cos(\omega t + \varphi) \tag{5}$$

Untuk mencari  $V_m$  dan  $\varphi$  dapat digunakan diagram fasor.

Langkah Diagram Fasor

- Semua fungsi dirubah menjadi fungsi cosinus.
- Ubah fungsi ini menjadi vektor fasor, misal persamaan (5) menjadi:

$$V_{AB} = V_m \angle(\omega t + \varphi) \quad (6)$$

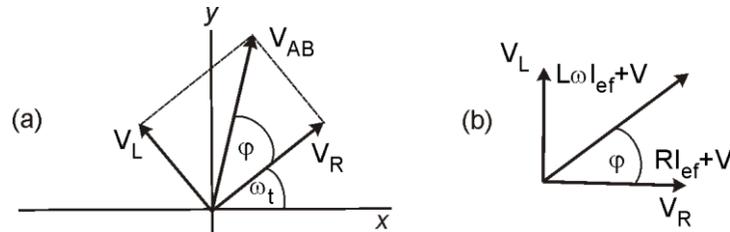
- Pada sumbu silang seperti di bawah ini, kita gambarkan vektor tersebut ( Gambar a) atau dengan menganggap  $t = 0$  (Gambar b).

Jadi  $V_m$  dan  $\rho$  dicari dengan diagram fasor sebagai berikut :

$$V_{AB} = V_R + V_L$$

$$V_R = R I_{ef} \sqrt{2} \alpha(\omega t)$$

$$V_L = L \omega I_{ef} \alpha(\omega t + \rho)$$



Gambar 7.3 Diagram Fasor

Dari gambar, maka :

$$V_m = (R I_{ef} \sqrt{2})^2 + (L \omega I_{ef} \sqrt{2})^2 \quad (7)$$

$$V_m = I_{ef} \sqrt{2} \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} \quad (8)$$

$$\varphi = \text{tg}^{-1} \{(\omega L) / R\} \quad (8)$$

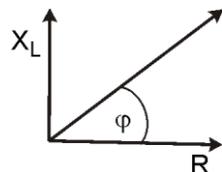
Secara umum  $V_m = I_{ef} \sqrt{2} Z$ , dimana  $Z$  disebut **impedansi** dengan satuan ohm ( $\Omega$ ).

Jadi dalam hal ini :

$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} = \sqrt{R^2 + X_L^2} \quad (9)$$

$X_L = \omega L$  adalah **reaktansi induktif**.

Impedansi dapat juga digambar dalam diagram fasor seperti di bawah ini:



Gambar 7.4 Diagram Fasor Impedansi

Suatu kapasitor dengan kapasitas  $C$  tak akan dapat dilewati oleh arus searah, tapi dapat dilewati arus bolak - balik. Muatan listrik yang terdapat dalam kapasitor adalah  $q = CV$  atau  $dq = C dV$

**Tugas R-3:** Tunjukkan bahwa beda potensial antara kedua ujung kapasitor yang dilewati arus bolak-balik adalah :

$$V = V_{ef} \sqrt{2} \text{Cos}(\omega t - \pi / Z) \text{ atau}$$

$$V = V_m \text{Cos}(\omega t - \pi / Z) \quad (10)$$

dengan  $V_{ef} = I_{ef} X_C$  atau  $V_m = I_m X_C$ , dan  $X_C = 1 / \omega C$  disebut **reaktansi kapasitif**.

Dengan demikian nampaklah bahwa arus bolak-balik yang melalui kapasitor  $C$ , mengalami keterlambatann (pergeseran) fasa sebesar  $-\pi / 2$ .

**Tugas R-4:** Gambarkanlah bentuk diagram fasor impedansi rangkaian seri antara hambatan murni  $R$  dan kapasitor  $C$ .

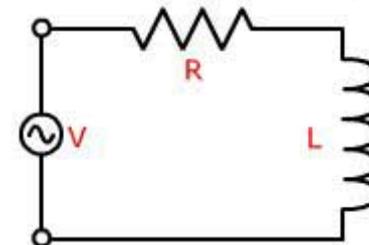
**Tugas R-5:** Gambarkan bentuk diagram fasor impedansi rangkaian seri antara hambatan murni  $R$  dan kapasitor dan induktor  $L$ .

**Tugas R-6:** Apakah yang dimaksud dengan keadaan resonansi dalam rangkaian arus bolak- balik ? Kaitkan dengan pengertian impedansi.

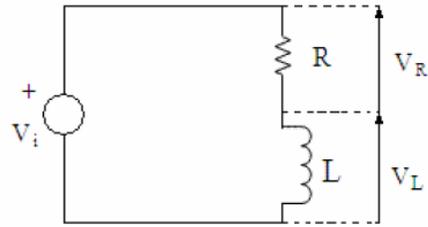
## VI. TUGAS DI LABORATORIUM

- Rangkaian Seri R-L

- Susunlah alat seperti pada gambar berikut:



- Hubungkan rangkaian diatas dengan multimeter secara seri.
- Hidupkan power supply, kemudian ukurlah besar arus untuk tegangan sumber 4V, 6V dan 8V.
- Amatilah arus yang terlihat pada multimeter (alat ukur amperemeter) tersebut.
- Hubungkan multimeter (alat ukur Voltmeter) pada indikator secara paralel untuk mengukur tegangan seperti pada gambar berikut:

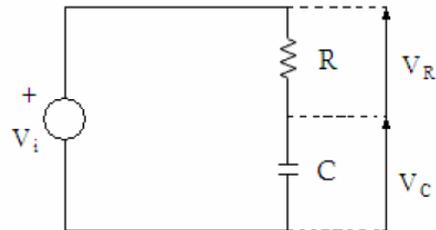


6. Hidupkan power supply, dan ukurlah besar tegangan untuk sumber tegangan 4V, 6V dan 8V.
7. Amati besarnya tegangan untuk setiap sumber, kemudian catatlah hasil yang diperoleh ke dalam tabel hasil pengamatan.

3. Hubungkan secara paralel antara kapasitor, induktor dan voltmeter AC untuk mendapatkan nilai tegangan pada induktor.
4. Amati dan catatlah angka yang ditunjukkan multimeter.

b. Rangkaian Seri R-C

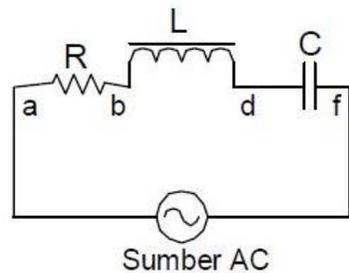
1. Susun Rangkaian seperti pada gambar berikut:



2. Hubungkan sumber arus positif dari AC dengan kutub positif pada multimeter AC dan hubungkan secara seri dengan hambatan dan induktor.
3. Hubungkan secara paralel antara kapasitor dan voltmeter AC untuk mendapatkan nilai tegangan pada induktor.
4. amatilah dan catatlah angka yang ditunjukkan multimeter.

c. Rangkaian Seri R-L-C

1. Susunlah Rangkaian seperti pada gambar berikut:



2. Hubungkan sumber arus positif dari AC dengan kutub positif pada multimeter AC dan hubungkan secara seri dengan hambatan , induktor dan kapasitor.