

KEGIATAN BELAJAR 2

A. LANDASAN TEORI

ARUS BOLAK BALIK

Arus dan tegangan listrik bolak balik adalah arus dan tegangan listrik yang berubah terhadap waktu atau merupakan fungsi waktu. Yang berubah adalah besar kuat arus dan tegangannya, juga polaritas atau kekutubannya. Arus bolak balik yang paling sederhana dan mudah bentuknya adalah arus sinusoidal, artinya kuat arus dan tegangannya berubah menurut fungsi sinus.

1. Resistor dalam rangkaian arus bolak balik

Pada gambar 2 di samping ini dilukiskan sebuah resistor yang dipasang pada sebuah sumber tegangan bolak balik. Bila tegangan bolak balik itu memenuhi persamaan

$$V = V_m \sin \omega t \dots\dots\dots (3)$$

maka pada resistor akan mengalir arus listrik dengan kuat arus

$$i = \frac{V}{R} = \frac{V_m \sin \omega t}{R}$$

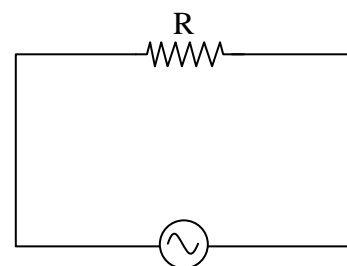
atau yang biasa ditulis dalam bentuk

$$i = i_m \sin \omega t \dots\dots\dots (4)$$

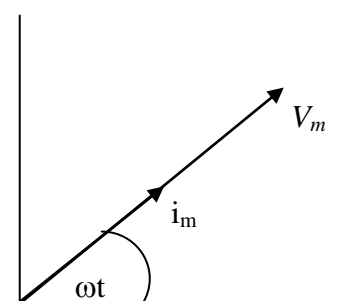
dengan

$$i_m = \frac{V_m}{R}$$

Tampak dalam persamaan (3) dan (4) bahwa sudut fase tegangan sama dengan sudut fase kuat arus. Oleh sebab itu dikatakan bahwa dalam hambatan pada rangkaian arus bolak balik tegangan sefase dengan kuat arus.



Gambar 2. Resistor pada rangkaian arus bolak balik



Gambar 3
Diagram vektor tegangan dan kuat arus pada resistor

Kedua persamaan itu dapat digambarkan dalam bentuk diagram vektor atau fasor seperti pada gambar 3.

2. Induktor dalam rangkaian arus bolak balik

Sebuah induktor dipasang pada sebuah sumber tegangan bolak balik . Karena sumber tegangan bolak balik memberikan tegangan listrik yang berubah terhadap waktu yaitu

$$V = V_m \sin \omega t \dots\dots\dots (5)$$

maka pada induktor terjadi induksi diri sehingga padanya timbul ggl induksi sebesar

$$\varepsilon = -L \frac{di}{dt}$$

Dengan demikian maka pada induktor terdapat dua tegangan listrik yang jumlahnya memenuhi hukum II Kirchoff yaitu

$$\sum \varepsilon = V_m \sin \omega t - L \frac{di}{dt} = \sum iR$$

Jika R pada persamaan di atas dianggap nol, maka diperoleh

$$L \frac{di}{dt} = V_m \sin \omega t$$

Bila persamaan terakhir di atas diselesaikan untuk mencari kuat arus maka diperoleh

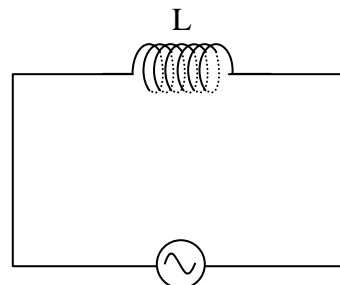
$$i = i_m \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) \dots\dots\dots (6)$$

dengan

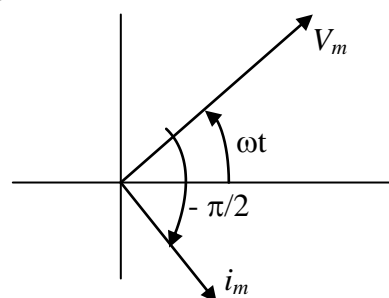
$$i_m = \frac{V_m}{X_L}$$

X_L disebut sebagai reaktansi induktif dan nilainya adalah

$$X_L = \omega L \dots\dots\dots (7)$$



Gambar 4. Induktor pada rangkaian arus bolak balik



Gambar 5. diagram vektor tegangan dan arus pada induktor

Dari persamaan (5) dan (6) diperoleh bahwa dalam induktor pada rangkaian arus bolak balik tegangan mendahului arus dengan beda sudut fase $\pi/2$. Hal itu dapat dilukiskan dengan diagram vektor pada gambar 5.

3. Kapasitor dalam rangkaian arus bolak balik

Bila sebuah kapasitor dipasang pada sebuah sumber tegangan bolak balik yang berubah terhadap waktu menurut persamaan

$$V = V_m \sin \omega t \dots\dots\dots (8)$$

maka sedikit demi sedikit kapasitor terisi muatan listrik. Kuat arus yang mengalir untuk pengisian kapasitor itu memenuhi persamaan

$$i = \frac{dQ}{dt}$$

Sesuai dengan rumus kapasitas kapasitor $C = Q/V$ dan dengan menggunakan persamaan (8), maka persamaan di atas dapat diubah menjadi

$$i = \frac{d(CV_m \sin \omega t)}{dt}$$

yang jika diselesaikan maka diperoleh

$$i = i_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

Bila persamaan terakhir di atas diselesaikan untuk mencari kuat arus maka diperoleh

$$i = i_m \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) \dots\dots\dots (9)$$

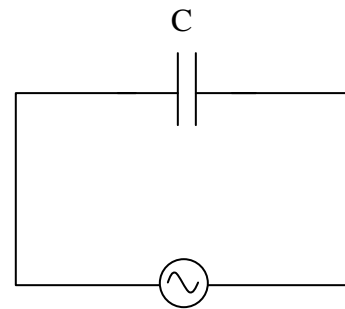
dengan

$$i_m = \frac{V_m}{X_c}$$

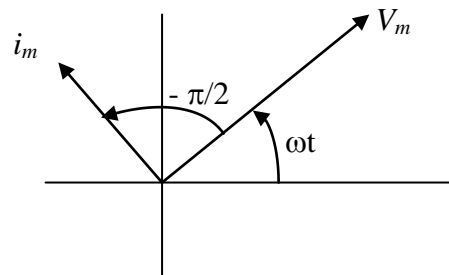
X_c disebut sebagai reaktansi kapasitif dan nilainya memenuhi persamaan

$$X_c = \frac{1}{\omega C} \dots\dots\dots (10)$$

Dari persamaan (8) dan (9) diperoleh bahwa dalam induktor pada rangkaian arus bolak balik arus mendahului tegangan dengan beda sudut fase $\pi/2$. Hal itu dapat dilukiskan dengan diagram vektor pada gambar 7.



Gambar 6. Induktor pada rangkaian arus bolak balik

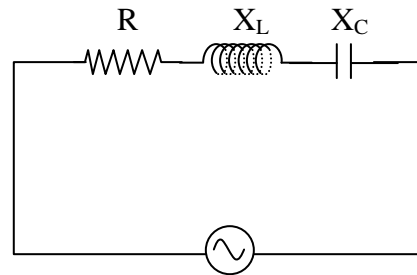


Gambar 7. diagram vektor tegangan dan arus pada kapasitor

4. Rangkaian Seri RLC

Bila sebuah resistor, sebuah induktor dan sebuah kapasitor dirangkai seri kemudian dihubungkan dengan sebuah sumber arus bolak balik, maka pada ketiganya akan mengalir arus listrik yang sama. Jika kuat arus listrik itu memenuhi persamaan

$$i = i_m \sin \omega t \quad \dots\dots\dots (11)$$



Gambar 8. RLC seri pada rangkaian arus bolak balik

maka sesuai dengan yang telah dibahas sebelumnya, pada resistor akan terdapat beda potensial listrik yang memenuhi persamaan

$$V_R = V_{Rm} \sin \omega t \quad \text{dengan} \quad V_{Rm} = i_m R$$

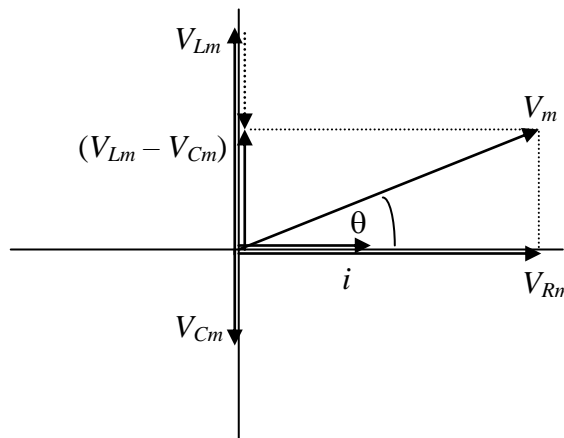
pada induktor akan terdapat beda potensial listrik yang memenuhi persamaan

$$V_L = V_{Lm} \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) \quad \text{dengan} \quad V_{Lm} = i_m X_L \quad \text{dan} \quad X_L = \omega L$$

pada kapasitor akan terdapat beda potensial listrik yang memenuhi persamaan

$$V_C = V_{Cm} \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) \quad \text{dengan} \quad V_{Cm} = i_m X_C \quad \text{dan} \quad X_C = \frac{1}{\omega C}$$

Bila kuar arus dan tegangan pada rangkaian seri itu digambarkan dalam sebuah diagram vector, maka akan diperoleh diagram vektyor seperti pada gambar di bawah ini.



Dari diagram vektor di atas dapat diperoleh bahwa tegangan total pada rangkaian seri itu adalah memenuhi

$$V_m = \sqrt{(V_{Rm})^2 + (V_{Lm} - V_{Cm})^2}$$

Jika timasukkan harga-harga tegangan maksimum di atas, maka diperoleh

$$V_m = \sqrt{(i_m R)^2 + (i_m X_L - i_m X_C)^2}$$

dan jika kuat arus maksimum kita keluarkan dari dalam tanda akar, maka diperoleh

$$V_m = i_m \sqrt{(R)^2 + (X_L - X_C)^2}$$

Yang di dalam tanda akar itu selanjutnya disebut sebagai impedansi rangkaian seri dan diberi simbol Z, yaitu

$$Z = \sqrt{(R)^2 + (X_L - X_C)^2} \dots\dots\dots (12)$$

sehingga tegangan maksimum rangkaian seri itu adalah

$$V_m = i_m Z$$

Dari diagram vector tampak bahwa tegangan maksimum rangkaian seri itu berbeda sudut fase sebesar θ dengan kuar arusnya. Beda sudut fase ini dapat dicari dengan persamaan berikut ini

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \theta &= \frac{V_{Lm} - V_{Cm}}{V_{Rm}} = \frac{i_m (X_L - X_C)}{i_m R} \\ \operatorname{tg} \theta &= \frac{X_L - X_C}{R} \dots\dots\dots (13) \end{aligned}$$

Dengan demikian maka tegangan pada rangkaian seri itu memenuhi persamaan

$$V = V_m \operatorname{Sim}(\omega t + \theta) \dots\dots\dots (14)$$

B. KEGIATAN PERCOBAAN

ARUS BOLAK BALIK

a. Tujuan

Setelah melakukan percobaan ini anda diharapkan mampu :

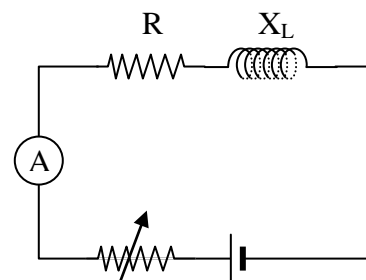
1. Mengidentifikasi watak kumparan jika dialiri listrik bolak-balik (AC)
2. Mengukur reaktansi induktif dari sebuah kumparan
3. Mengukur reaktansi kapasitif dari sebuah kapasitor

b. Alat dan Bahan

1. Avometer
2. Ampermeter DC
3. Ampermeter AC
4. Kumparan/ Induktor
5. Kapasitor
6. Resistor
7. Power supply AC/DC ; 0 – 12 volt AC/DC
8. Rheostat
9. Kabel penghubung

c. Prosedur Percobaan

1. Ambil avometer, putar tombol pemilihnya sehingga berfungsi sebagai ohmmeter, kemudian kalibrasi titik nolnya. (Bila tidak mengerti minta bantuan tutor/pembimbing praktikum anda)
2. Ukur hambatan resistor dan induktor yang akan digunakan.
3. Susun rangkaian seri resistor dan induktor kemudian hubungkan dengan power supply DC 12 Volt, rheostat dan ampermeter DC seperti pada gambar 9.



Gambar 9. RL seri pada rangkaian arus searah

4. Putar tombol pemilih avometer sehingga berfungsi sebagai voltmeter DC. Ukur tegangan pada ujung-ujung R, pada ujung-ujung L, dan pada ujung-ujung rangkaian RL, ukur dan catat kuat arus yang terbaca pada ampermeter DC.
5. Ulangi langkah 3 dan 4 dengan kuat arus yang berbeda-beda sebanyak lima kali ?
6. Ulangi langkah 3 s/d 5 tetapi power supply pada posisi AC, ampermeter DC diganti dengan ampermeter AC dan avometer pada posisi voltmeter AC.
7. Ulangi langkah 3 s/d 6 untuk rangkaian seri RLC.

d. Pertanyaan

1. Berapakah hambatan resistor dan inductor ketika diukur dengan ohmmeter ?
2. Bagaimanakah hubungan antara tegangan pada ujung-ujung R, tegangan pada ujung-ujung L, tegangan pada ujung-ujung rangkaian RL dan kuat arus sderta nilai hambatan resistor dan inductor pada saat rangkaian seri diberi tegangan searah ?
3. Bagaimanakah hubungan antara tegangan pada ujung-ujung R, tegangan pada ujung-ujung L, tegangan pada ujung-ujung rangkaian RL dan kuat arus sderta nilai hambatan resistor dan induktor ketika rangkaian seri diberi tegangan bolak balik ?
4. Bagaimanakah hubungan antara tegangan pada ujung-ujung R, tegangan pada ujung-ujung L, tegangan pada ujung-ujung C, tegangan pada ujung-ujung rangkaian RLC dan kuat arus rangkaian seri diberi tegangan searah ?
5. Bagaimanakah hubungan antara tegangan pada ujung-ujung R, tegangan pada ujung-ujung L, tegangan pada ujung-ujung C, tegangan pada ujung-ujung rangkaian RLC dan kuat arus rangkaian seri diberi bolak balik ?

FORMAT LEMBAR KERJA PRAKTIKUM

Nama :
NIM :
UPBJJJ :
Modul :
Percobaan :

A. DATA PERCOBAAN :

1. Keadaan laboratorium :

Keadaan	Sebelum percobaan	Sesudah percobaan
Suhu	°C	°C
Tekanan	cm Hg	cm Hg
Kelembaban relatif	%	%

2. Data Percobaan

Tulsikan data percobaan anda dalam bentuk tabel pengamatan yang sistematis dan mudah dibaca !

B. PEMBAHASAN

Buat pembahasan hasil percobaan anda dalam kerta kosong, kemudian lampirkan dan kumpulkan bersama-sama dengan format lembar kerja praktikum ini, disertai juga dengan jawaban anda atas pertanyaan-pertanyaan pada bagian d sesudah prosedur percobaan di atas !