

Rangkaian Listrik II

Pertemuan Ke 3

1. Dalam suatu rangkaian listrik, tegangan bolak-balik memiliki nilai puncak sebesar 120 volt dan frekuensi sudut (ω) sebesar 60 radian per detik. Hitunglah nilai tegangan pada saat $t = 0,01$ detik
2. Sebuah tegangan sinusoida (v), mempunyai perioda $T = 0,01$ s dan tegangan puncak $V_m = 40$ V, saat $t = 0$ maka tegangan $v = -20$ V. Tuliskan ekspresi dari tegangan sinusoida dalam bentuk $v = V_m \sin (\omega t + \theta)$?

METODE FASOR

Suatu tegangan/arus berbentuk gelombang sinusoida dapat dinyatakan dalam bentuk fasor, yaitu bilangan kompleks yang merepresentasikan besaran dan fasa gelombang sinusoida, atau disebut juga sebagai vektor dengan arah sudut fasa dengan panjabaran sebagai berikut. Persamaan tegangan gelombang sinusoida :

$$v(t) = V_m \cos(\omega t + \theta)$$

$$v(t) = \operatorname{Re}[V_m e^{j(\omega t + \theta)}]$$

Dimana Re adalah bagian riel dari $e^{j(\omega t + \theta)}$ dan selalu diingat bahwa gelombang tegangan tersebut adalah bagian nyata, yang selanjutnya notasi (Re) tidak perlu ditulis dalam persamaan gelombang tegangan. Sehingga persamaan tegangan menjadi :

$$v(t) = V_m e^{j(\omega t + \theta)}$$

$$v(t) = V_m e^{j\omega t} e^{j\theta}$$

$$v(t) = V_m e^{j\theta} e^{j\omega t}$$

$$v(t) = [V_m e^{j\theta}] e^{j\omega t}$$

$$v(t) = [V_m \angle \theta] e^{j\omega t}$$

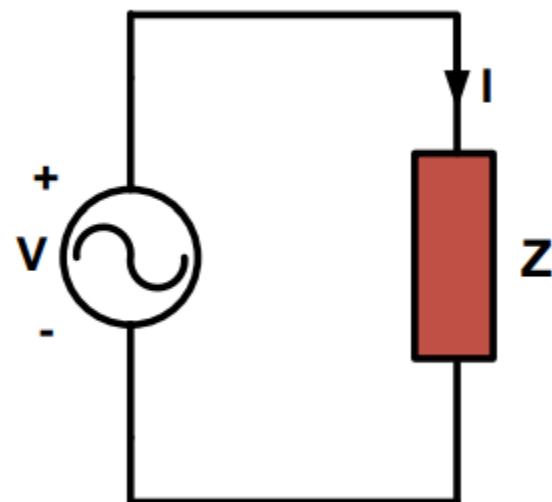
Dari persamaan dapat diketahui bahwa tegangan sesaat dapat dinyatakan dengan bentuk vektor dengan arah sudut fasanya

$$v(t) \Rightarrow V_m e^{j\theta}$$

$$v(t) \Rightarrow V_m \angle \theta$$

Impedansi (Z) dan Admitansi (Y)

Dalam penyelesaian dengan menggunakan metode fasor, harus dipahami terlebih dahulu pengertian impedansi dan admitansi, impedansi adalah perbandingan antara tegangan (fasor) dan arus (fasor) diantara dua terminal. Apabila dinyatakan dalam bentuk matematik sebagai berikut yang diperlihatkan pada gambar berikut



$$Z = \frac{V}{I} \text{ } (\Omega)$$

$$V = ZI$$

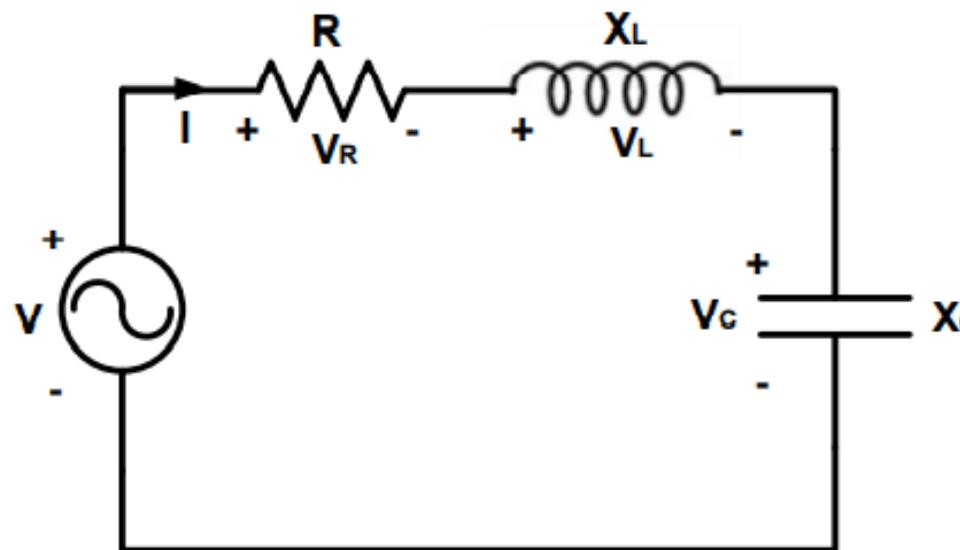
Impedansi (Z) mempunyai satuan ohm, admitansi (Y) adalah kebalikan dari impedansi, satuan dari admitansi adalah mho, yang dinyatakan dalam persamaan :

$$Y = \frac{1}{Z}$$

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

$$I = YV$$

Pada rangkaian R,L,C yang dihubungkan seri, seperti diperlihatkan pada gambar, maka fasor tegangan pada masing-masing unsur rangkaian dapat dihitung sebagai berikut :



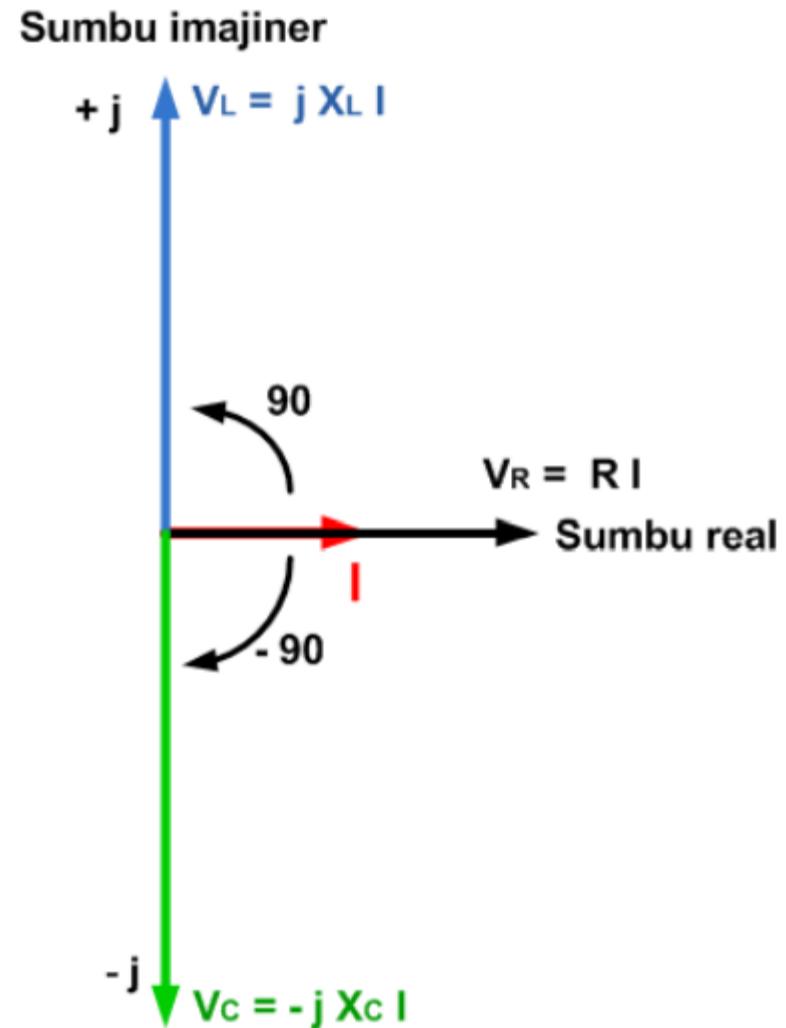
$$I = I \angle 0^\circ$$

$$V_R = RI \angle 0^\circ$$

$$V_L = X_L I \angle 90^\circ$$

$$V_C = X_C I \angle -90^\circ$$

Dari gambar Rangkaian RLC sebelumnya dapat dilihat, apabila arus yang mengalir dalam rangkaian mempunyai sudut fasa 0° maka tegangan pada resistansi akan sefasa dengan arus, sedangkan pada induktansi tegangan akan mendahului 90° terhadap arus dan tegangan pada kapasitansi akan tertinggal 90° terhadap arus. Fasor tegangan pada masing-masing unsur rangkaian apabila digambarkan pada bidang komplek, sebagai berikut :



Dari bidang komplek, diperoleh :

1). Pada Resistansi.

$$\mathbf{V}_R = \mathbf{R} \mathbf{I}$$

maka diperoleh impedansi :

$$\frac{\mathbf{V}_R}{\mathbf{I}} = \mathbf{R}$$
$$\mathbf{Z}_R = \mathbf{R}$$

2). Pada Induktansi

$$\mathbf{V}_L = j \mathbf{X}_L \mathbf{I}$$

maka diperoleh impedansi :

$$\frac{\mathbf{V}_L}{\mathbf{I}} = j \mathbf{X}_L$$
$$\mathbf{Z}_L = j \mathbf{X}_L$$

3). Pada Kapasitansi

$$\mathbf{V}_C = - j \mathbf{X}_C \mathbf{I}$$

maka diperoleh impedansi :

$$\frac{\mathbf{V}_C}{\mathbf{I}} = - j \mathbf{X}_C$$
$$\mathbf{Z}_C = - j \mathbf{X}_C$$

Syarat Penyelesaian dengan Metode Fasor

Hukum-hukum dasar, rangkaian sederhana dan metode analisis rangkaian pada rangkaian arus searah yang pernah dibahas, berlaku untuk rangkaian arus bolakbalik dengan sumber tegangan berbentuk gelombang sinusoida, dengan syarat-syarat sebagai berikut :

1. Unsur rangkaian (R,L,C) harus dinyatakan dalam bentuk impedansi (Z) atau admitansi (Y).

Impedansi dan admitansi seperti diperlihatkan pada table berikut ini :

	R	L	C
Z(Ω)	R	jX_L	$-jX_C$
Y(σ)	$\frac{1}{R}$	$\frac{1}{jX_L}$	$\frac{1}{-jX_C}$

$$X_L = \omega L = 2\pi f L$$

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

2. Tegangan dan Arus harus dalam bentuk fasor

Tegangan sesaat : $v(t) = V_m \sin(\omega t + \theta_1^0)$

Bentuk tegangan fasor : $V_m = V_m \angle \theta_1^0$

$$V_{ef} = V_{ef} \angle \theta_1^0$$

Arus sesaat : $i(t) = I_m \sin(\omega t - \theta_2^0)$

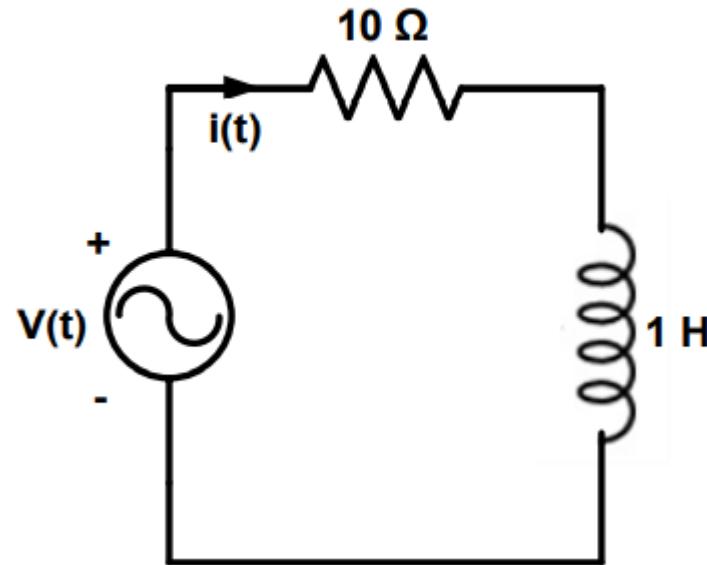
Bentuk arus fasor : $I_m = I_m \angle -\theta_2^0$

$$I_{ef} = I_{ef} \angle -\theta_2^0$$

Contoh Soal :

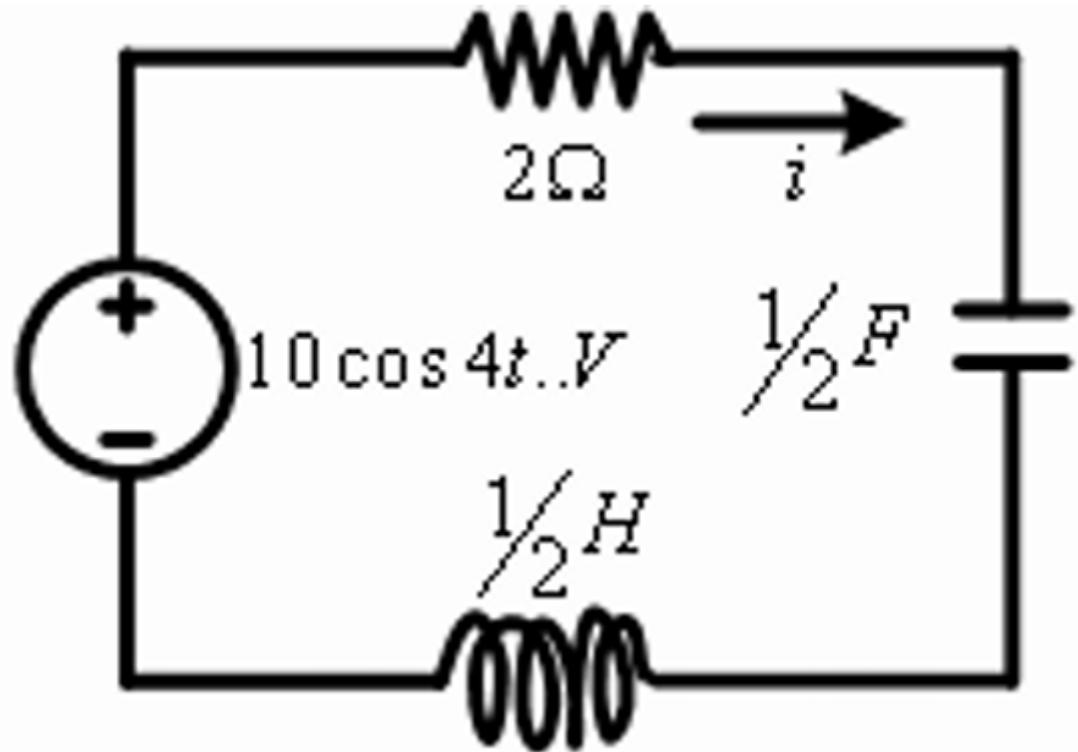
1. Rangkaian R L seri, dicatuh sumber tegangan sinusoida :

$$v(t) = 20 \cos(10t) \text{ volt}$$



- Hitung tegangan efektif dan frekuensi tegangan
- Hitung arus efektif dan arus sesaat yang mengalir dalam rangkaian

2. Rangkaian R L C seri, dicatu sumber tegangan sinusoida berikut:



Tentukan besar nya arus efektif dan arus sesaat yang mengalir pada rangkaian

3. Rangkaian R L berikut dicatuh sumber arus sinusoida. Tentukan besar nya tegangan sesaat yang mengalir pada hambatan 4Ω

