



MODUL 1

PRINSIP DASAR LISTRIK



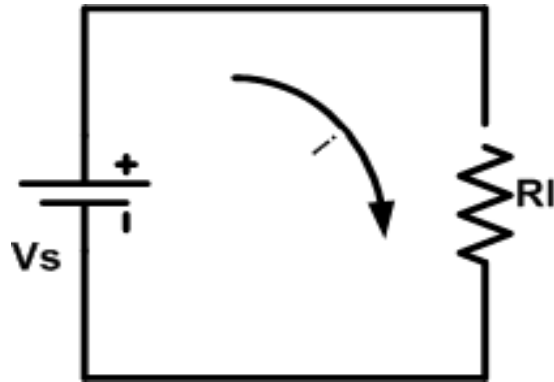
1. Dua Bentuk Arus Listrik Penghasil Energi Listrik

- Arus listrik bolak-balik (AC; *alternating current*)
Diproduksi oleh sumber tegangan/generator AC

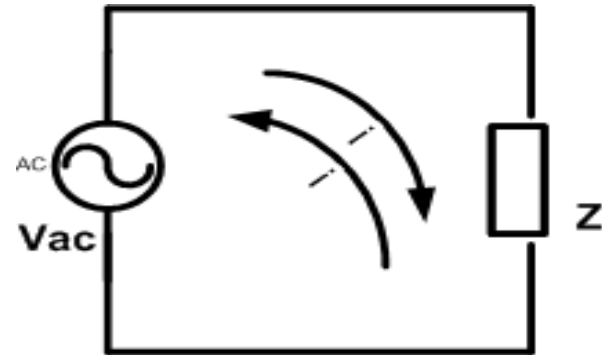
- Arus searah (DC; *direct current*)
Diproduksi oleh sumber tegangan DC
 - Untuk kapasitas besar, misalnya untuk menjalankan motor elevator, arus searah diproduksi oleh generator DC
 - Untuk kapasitas kecil, misalnya untuk mencukupi kebutuhan telpon, alat elektronik, lampu *emergency* dan kebutuhan khusus lainnya arus searah diproduksi oleh sel baterai atau *rectifier*



Continued



Arus searah



Arus bolak balik

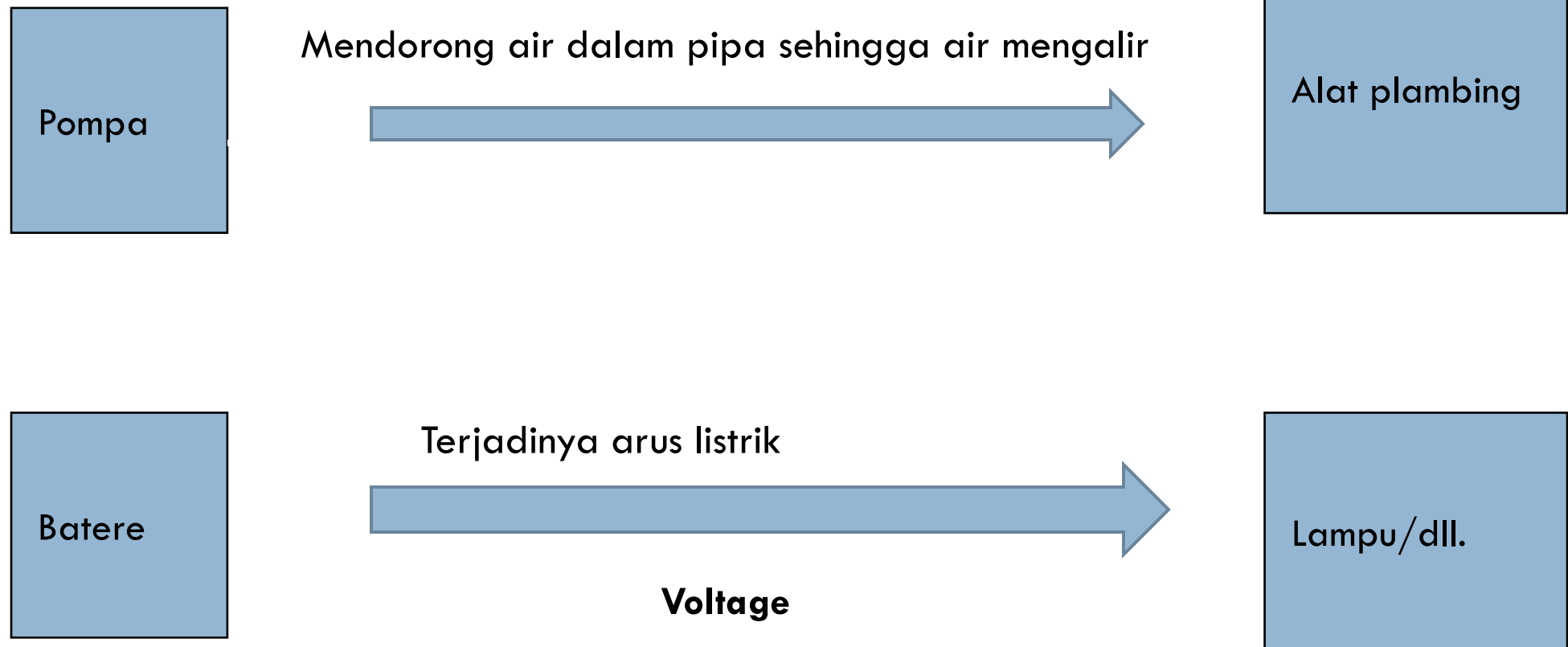
- Perhatikan : sesungguhnya arus listrik adalah berupa aliran elektron, dimana dalam konvensi bersama arah arus listrik adalah kebalikan dari arah aliran elektron .

2. Arus Listrik

- Arus Listrik merupakan besaran dasar dimana Satuan SI untuk arus listrik adalah Ampere (A). Besaran ini biasanya diberi simbol huruf I atau i.
- Satu Ampere adalah $6,28 \times 10^{18}$ elektron (atau 1 coulomb) yang mengalir melalui suatu penampang tertentu selama 1 detik, dimana arah aliran elektron adalah kebalikan arah arus.

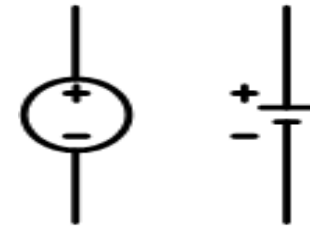


3. TEGANGAN LISTRIK



Elemen Aktif DC

1. Sumber Tegangan Bebas/ *Independent Voltage Source*



2. Sumber Tegangan Tidak Bebas/ *Dependent Voltage Source*



1. Sumber Arus Bebas/ *Independent Current Source*

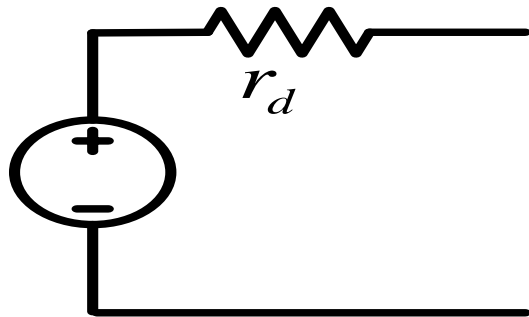


2. Sumber Arus Tidak Bebas/ *Dependent Current Source*

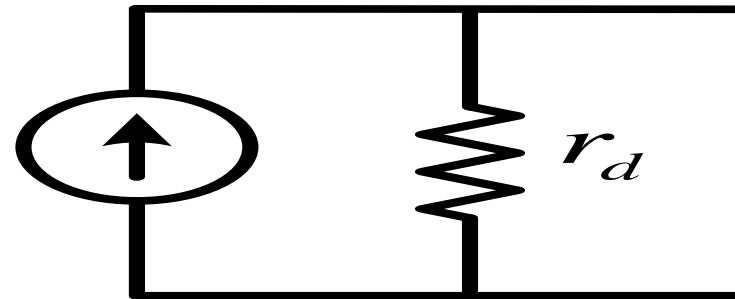


Sumber ideal dan tidak ideal DC

- Sumber Ideal → sumber yang tidak memiliki tahanan dalam.
- Sumber tidak Ideal → memiliki tahanan dalam



Untuk sumber Tegangan
Tahanan dalam bersifat seri



Untuk sumber Arus
Tahanan dalam bersifat shunt

TEGANGAN AC

- Sumber tegangan menghasilkan gelombang sinus :

$$v(t) = \sqrt{2} V_{\text{rms}} \sin(\omega t)$$

dimana: V_{rms} adalah harga efektif sumber tegangan untuk PLN $V_{\text{rms}} = 220$ Volt untuk 1 fasa
 ω adalah frekuensi sudut (rad/sec)

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \text{ rad/sec} \qquad f = \frac{1}{T} \text{ Hz}$$

f adalah frekuensi (60 Hz di USA, 50 Hz di Eropa juga di Indonesia).

T adalah periode gelombang sinus (seconds).

- Ketika digunakan Voltmeter AC untuk mengukur beda tegangan maka yang terukur adalah harga RMS nya



Continued

- Harga efektif dapat dihitung

$$V_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v(t)^2 dt}$$

- Harga Puncak (maksimum) tegangan adalah

$$V_m = \sqrt{2} V_{\text{rms}}$$

Jadi untuk PLN 1 fasa dengan $V_{\text{rms}} = 220$ Volt,

maka $V_m = 220 \sqrt{2} = 381$ Volt



4. RESISTANSI dan IMPEDANSI

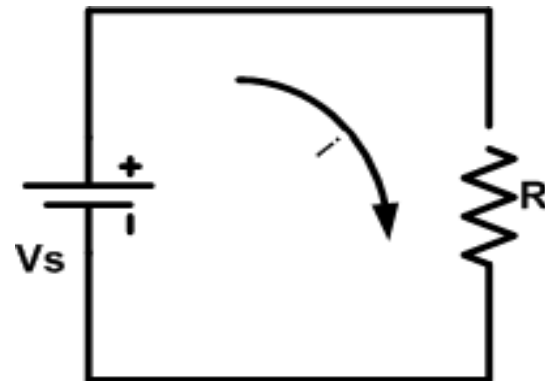
- Pada Rangkaian DC , beban listrik berupa Resistor yang memiliki nilai resistansi R dengan satuan Ohm (Ω).
- Pada Rangkaian AC beban listrik di simbolkan sebagai Z (impedansi), dan satuannya adalah ohm (Ω). Z bisa jadi berupa Resistor murni, atau gabungan Resistor dengan Kapasitor ($R + C$) atau Resistor dengan Induktor ($R + L$) , atau gabungan $R + L + C$



5. HUKUM OHM DC

- Hukum Ohm, menghubungkan antara Arus, I (Ampere) yang lewat dalam sebuah Rangkaian DC yang terdiri dari Sumber tegangan, V (Volt) dan resistor R (Ohm) dengan rumus :

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



6. DAYA DAN ENERGI (LISTRIK DC)

- Daya yang diperlukan oleh suatu alat listrik/beban listrik yang mempunyai resistan (R) yang dialiri arus listrik (I), dinyatakan dalam persamaan: $P = I^2 \cdot R$
- Tetapi, pada rumus Ohm; $V = I \cdot R$; maka :
$$P = V \cdot I = V^2/R$$
- Satuan SI daya listrik adalah Watt (w)
- Jadi Watt = $A^2 \text{Ohm} = V^2/\text{Ohm} = VA$

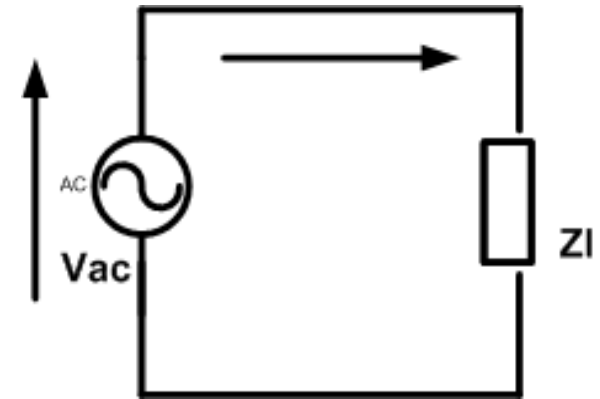


7. HUKUM OHM DALAM AC

- Hukum Ohm, menghubungkan antara Arus, I (Ampere) yang lewat dalam sebuah Rangkaian DC yang terdiri dari Sumber tegangan, V (Volt) dan Impedansi Z (Ohm) dengan rumus :

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

$$I_{\text{rms}} = \frac{V_{\text{rms}}}{Z}$$



- Dalam harga RMS :
- Pada rangkain AC ini harus digunakan prinsip fasor. Bahwa jika beban bukan R murni maka antara V dan I rangkaian akan terdapat beda fasa.
- Berikutnya akan dibahas Rangkain satu fasa saja.



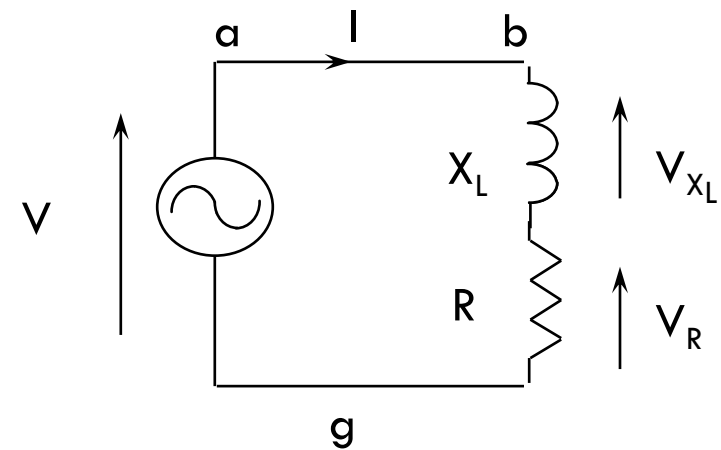
Rangkaian satu fasa

- Impedansi dari sebuah resistor dan induktor yang dihubungkan seri adalah :

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

- Sudut fasanya :

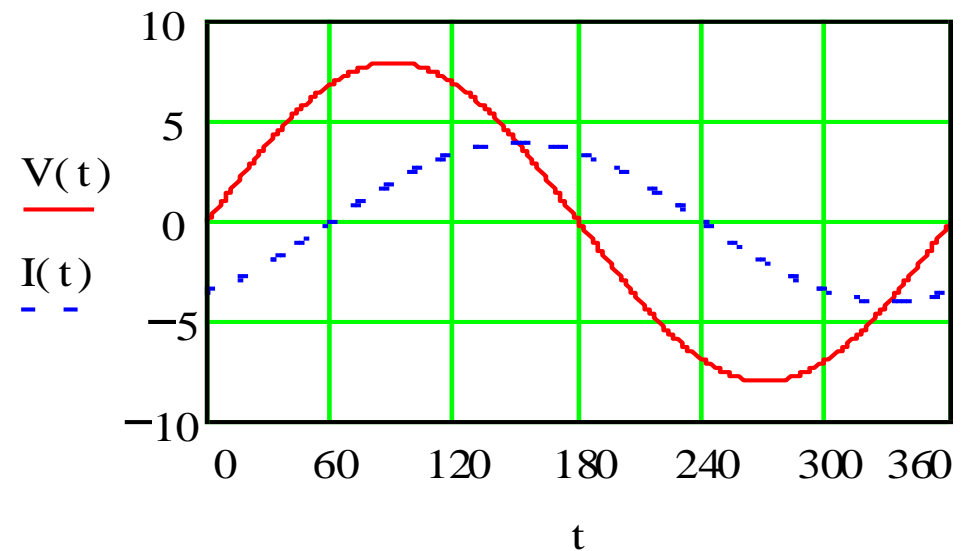
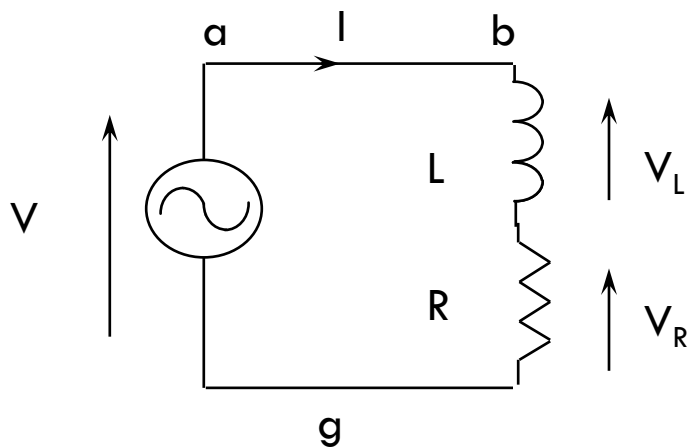
$$\phi = \tan^{-1} \frac{X}{R}$$



Rangkaian satu fasa

Jadi untuk Rangkaian “Induktif” :

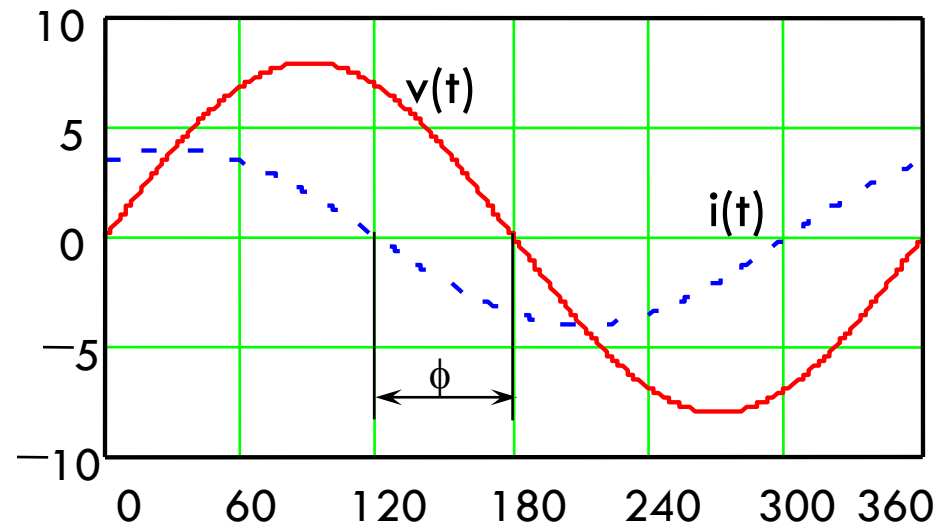
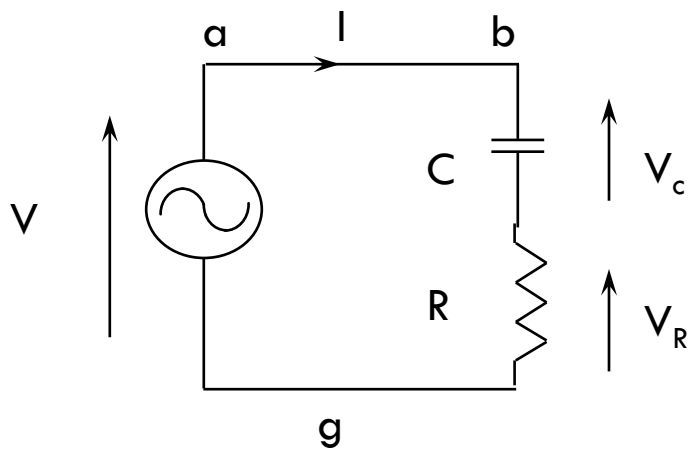
- Pergeseran fasa antara tegangan dan arus adalah “negatif”.
- Arus tertinggal (lagging) terhadap tegangan.



Rangkaian satu fasa

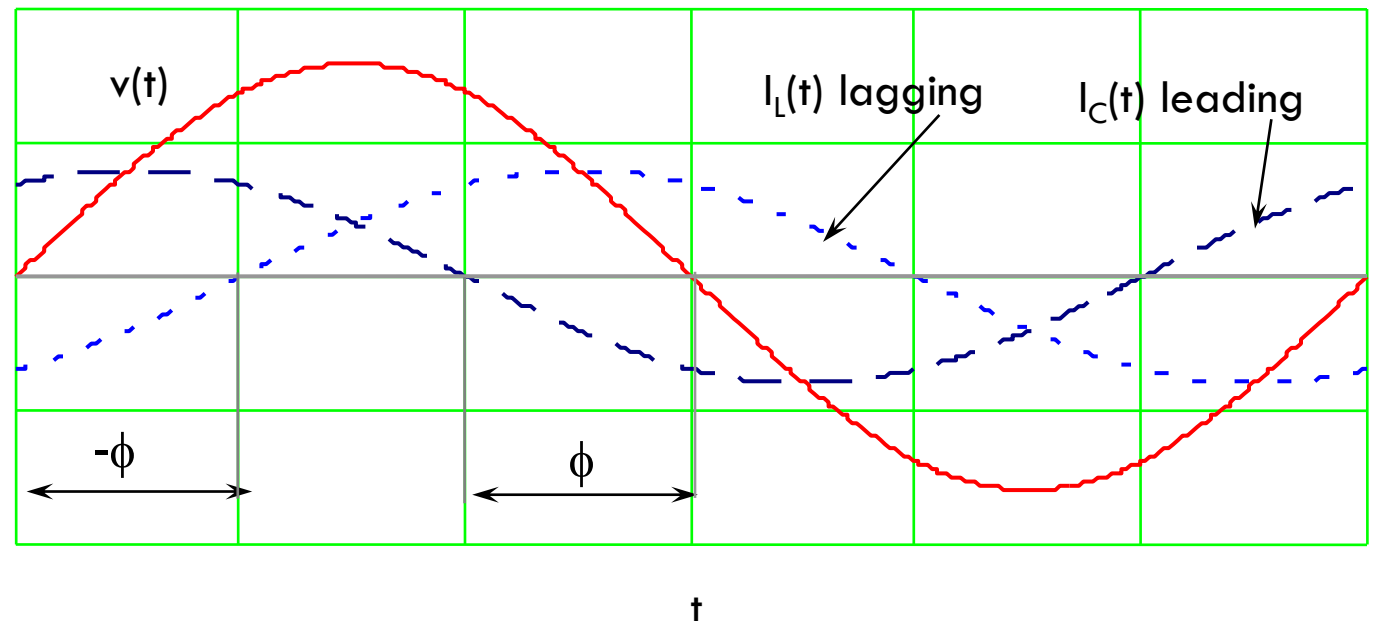
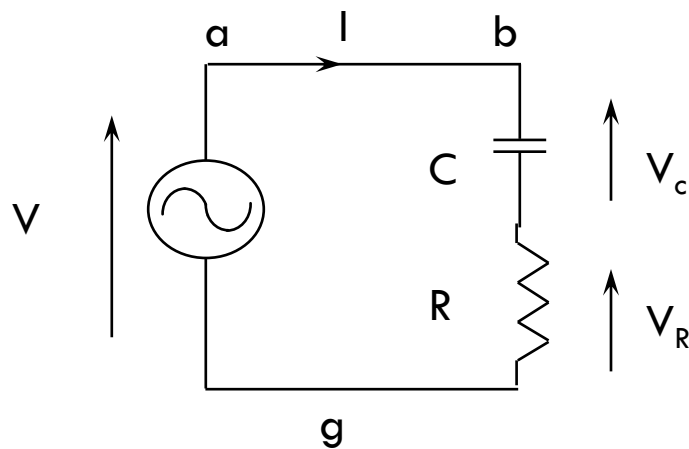
Sedangkan untuk Rangkaian Kapasitif

- Pergeseran fasa terjadi antara tegangan dan arus adalah “positif”.
- Arus mendahului (leading) terhadap tegangan



Rangkaian satu fasa

- Ilustrasi arus kapasitif (leading) dan induktif (lagging).



Rangkaian satu fasa

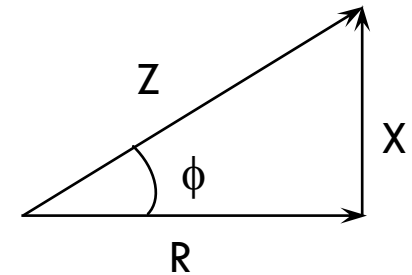
- Impedansi phasor: (resistance, capacitor, and inductance connected in series)

$$\mathbf{Z} = \mathbf{R} + j\omega\mathbf{L} + \left(\frac{1}{j\omega\mathbf{C}}\right) = \mathbf{R} + j(\mathbf{X}_L - \mathbf{X}_C) = \mathbf{R} + j\mathbf{X}_T$$

- Bentuk Exponential : $\mathbf{Z} = |\mathbf{Z}| e^{j\phi}$

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

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



8. DAYA DAN ENERGI (LISTRIK AC)

- Satuan daya listrik dalam SI adalah Watt (w);

Daya yang diperlukan oleh suatu beban listrik yang mempunyai Impedansi Z , dengan arus listrik I_{rms} , dinyatakan dalam persamaan : $P = V_{rms} I_{rms} \cos \phi$

Ingat segitiga daya.

$$\mathbf{Z} = |\mathbf{Z}| e^{j\phi}$$

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

$$\phi = \arctan\left(\frac{X}{R}\right)$$

