



Kelas XII
FISIKA

Rangkaian Arus Bolak-Balik



Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, kamu diharapkan memiliki kemampuan berikut.

1. Memahami definisi arus bolak-balik dan persamaannya.
2. Memahami nilai efektif dan rangkaian resistor murni.
3. Memahami rangkaian induktor dan kapasitor murni.
4. Memahami rangkaian RLC dan frekuensi resonansi.
5. Dapat menentukan faktor daya dalam rangkaian arus bolak-balik.
6. Memahami penerapan listrik AC dalam kehidupan sehari-hari.

A. Arus dan Tegangan Bolak-Balik

1. Persamaan Arus dan Tegangan Bolak-Balik

Arus bolak-balik adalah arus listrik yang arah dan besarnya senantiasa berubah terhadap waktu dan dapat mengalir dalam dua arah. Arus bolak-balik diperoleh dari sumber tegangan bolak-balik seperti generator AC yang bekerja berdasarkan prinsip hukum Faraday.

Secara umum, arus dan tegangan bolak-balik yang dihasilkan generator listrik merupakan persamaan sinusoidal dengan frekuensi f . Secara matematis, dirumuskan sebagai berikut.

$$I(t) = I_m \sin(2\pi \cdot ft + \varphi) \\ = I_m \sin(\omega t + 90^\circ)$$

dan

$$V(t) = V_m \sin 2\pi \cdot ft \\ = V_m \sin \omega t$$

Keterangan:

I = kuat arus listrik (A);

I_m = kuat arus listrik maksimum (A);

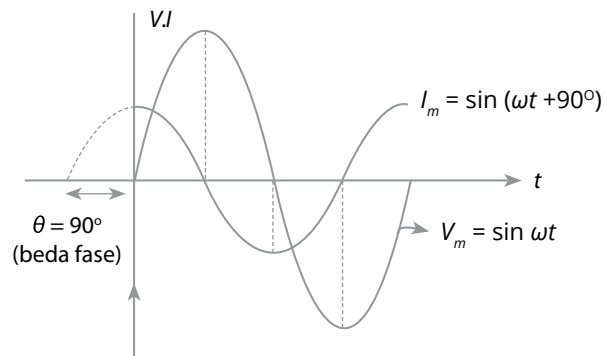
V = tegangan listrik (V);

V_m = tegangan listrik maksimum (V);

t = waktu (s);

f = frekuensi (Hz); dan

ω = frekuensi sudut (rad/s) = $\frac{2\pi}{T} = 2\pi f$.



Gambar 1. Arus dan tegangan bolak-balik

2. Nilai Efektif

Nilai efektif arus atau **tegangan bolak-balik** adalah nilai arus dan tegangan bolak-balik yang menghasilkan efek panas (kalor) yang sama dengan suatu nilai arus dan tegangan searah. Nilai efektif ditunjukkan oleh alat ukur seperti voltmeter atau amperemeter, sedangkan nilai maksimum ditunjukkan oleh osiloskop. Harga efektif dari arus atau tegangan bolak-balik dengan gelombang sinusoidal adalah 0,707 kali harga maksimumnya. Secara matematis, dirumuskan sebagai berikut.

$$V_{ef} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

dan

$$I_{ef} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

Keterangan:

V_{ef} = tegangan efektif (volt);

V_m = tegangan maksimum (volt);

I_{ef} = kuat arus efektif (ampere); dan

I_m = kuat arus maksimum (ampere).



Contoh Soal 1

Apabila jarum voltmeter AC menunjukkan angka 215 volt, besarnya tegangan bolak-balik yang terukur adalah (anggap $\sqrt{2} = 1,4$)

Pembahasan:

Tegangan terukur voltmeter adalah tegangan efektif, sehingga $V_{ef} = 215$ volt.

$$V_{ef} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

Dengan demikian, diperoleh:

$$\begin{aligned} V_m &= V_{ef} \cdot \sqrt{2} \\ &= 215 \sqrt{2} \text{ volt} \\ &= 215 \times 1,4 \\ &= 301 \text{ volt} \end{aligned}$$

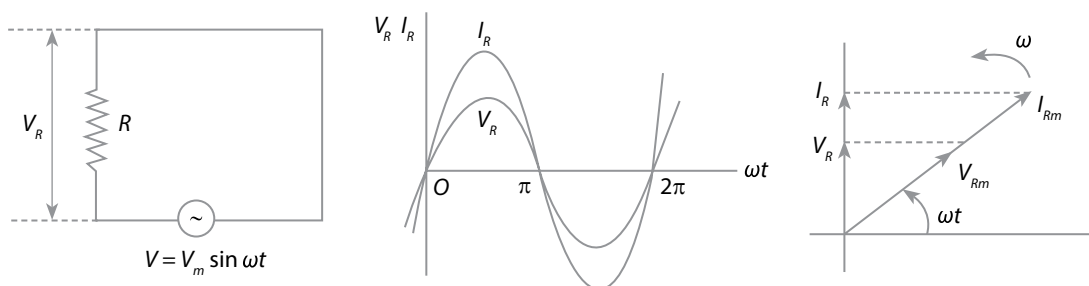
Jadi, besarnya tegangan bolak-balik yang terukur adalah 301 V.

B. Rangkaian Arus Bolak-Balik

Pada rangkaian arus bolak-balik, terdapat hambatan yang disebut impedansi Z dalam satuan ohm yang terdiri atas hambatan murni R (resistor dalam ohm), hambatan induktif X_L (induktor dalam ohm), dan hambatan kapasitif X_C (kapasitor dalam ohm).

1. Rangkaian Resistif Murni

Jika sebuah resistor diberi tegangan bolak-balik, arus listrik dan tegangannya sefase. Hal ini dikarenakan nilai tegangan dan arus akan mencapai nilai maksimum atau minimum pada waktu yang bersamaan.



Gambar 2. Rangkaian resistif murni

Dengan demikian, berlaku:

$$I_{ef} = \frac{V_{ef}}{R}$$

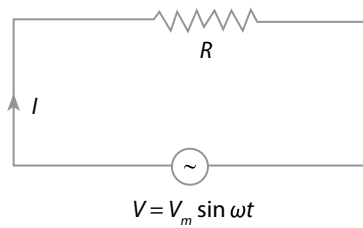
dan

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



Contoh Soal 2

Perhatikan gambar berikut.



Jika $R = 40 \text{ ohm}$, $V_m = 200 \text{ volt}$, dan frekuensi sumber arus 50 Hz , besarnya arus yang melalui R pada saat $t = \frac{1}{150}$ sekon adalah

Pembahasan:

Diketahui:

$R = 40 \text{ ohm}$

$V_m = 200 \text{ V}$

$f = 50 \text{ Hz}$

Ditanya: $I(t = \frac{1}{150} \text{ s}) = \dots?$

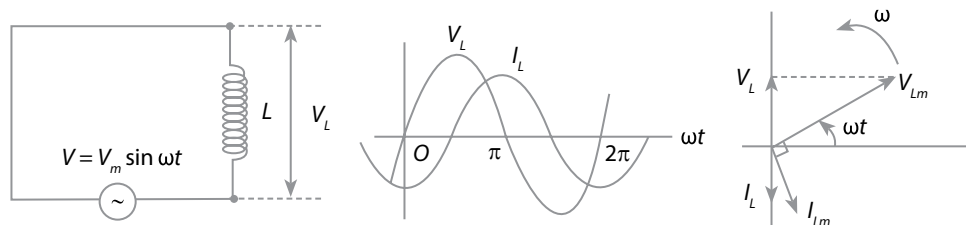
Dijawab:

Langkah-langkah menjawab soal tersebut adalah sebagai berikut.

- $I_m = \frac{V_m}{R} = \frac{200}{40} = 5 \text{ A}$
- $\omega = 2\pi \cdot f = 2\pi \cdot 50 = 100\pi \text{ Hz}$
- $I(t) = I_m \sin \omega t = 5 \sin (100\pi \cdot \frac{1}{150}) = 5 \sin \frac{2}{3}\pi = 5 \cdot \frac{1}{2}\sqrt{3} = \frac{5}{2}\sqrt{3} \text{ A}$

Jadi, besarnya arus yang melalui R adalah $\frac{5}{2}\sqrt{3} \text{ A}$.

2. Rangkaian Induktif Murni



Gambar 3. Rangkaian induktif murni

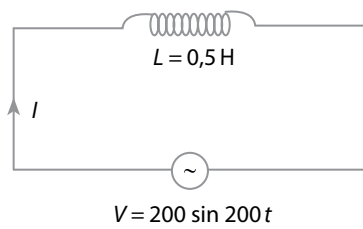
Tampak bahwa arus yang mengalir pada induktor tertinggal $\frac{\pi}{2}$ rad dari tegangan.

Dengan demikian, berlaku $I_{ef} = \frac{V_{ef}}{X_L}$ dan $I_m = \frac{V_m}{X_L}$ dengan $X_L = \omega L$.



Contoh Soal 3

Perhatikan gambar berikut.



Tentukan besarnya arus maksimum.

Pembahasan:

Diketahui:

$$L = 0,5 \text{ H}$$

$$V = 200 \sin 200t$$

Ditanya: $I_m = \dots?$

Dijawab:

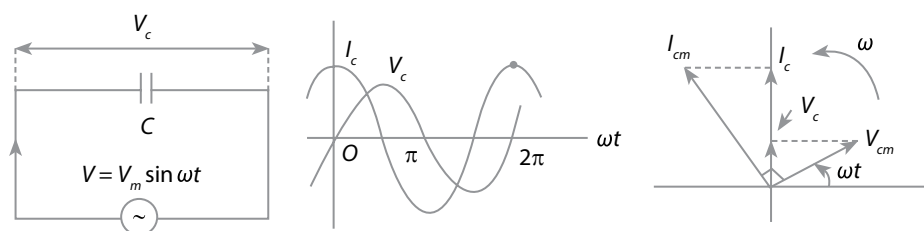
$$V(t) = V_m \sin(\omega t)$$

Ini berarti:

- $\omega = 200 \text{ rad/s}$ dan $V_m = 200 \text{ volt}$
- $X_L = \omega \cdot L = 200 \cdot 0,5 = 100 \text{ ohm}$
- $I_m = \frac{V_m}{X_L} = \frac{200}{100} = 2 \text{ A}$

Jadi, besarnya arus maksimum adalah 2 A.

3. Rangkaian Kapasitif Murni



Gambar 4. Rangkaian kapasitif murni

Tampak bahwa tegangan yang mengalir pada kapasitor tertinggal $\frac{\pi}{2}$ rad dari arus.

Dengan demikian, berlaku $I_{ef} = \frac{V_{ef}}{X_c}$ dan $I_m = \frac{V_m}{X_c}$ dengan $X_c = \frac{1}{\omega C}$.



Contoh Soal 4

Sebuah kapasitor $50 \mu\text{F}$ dihubungkan dengan tegangan AC. Kuat arus listrik yang mengalir memenuhi persamaan $I(t) = 2 \sin 100t$. Tentukanlah tegangan maksimum pada kapasitor.

Pembahasan:

Diketahui:

$$C = 50 \mu\text{F} = 50 \times 10^{-6} \text{ F} = 5 \times 10^{-5} \text{ F}$$

$$I(t) = 2 \sin 100t$$

$$\omega = 100 \text{ rad/s}$$

$$I_m = 2 \text{ A}$$

Ditanya: $V_m = \dots?$

Dijawab:

Mula-mula, tentukan dahulu reaktansi kapasitifnya.

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{100 \cdot 5 \times 10^{-5}} = \frac{1}{5 \times 10^{-3}} = \frac{10^3}{5} = 200$$

Dengan demikian, diperoleh:

$$V_m = I_m \cdot X_L = 2 \times 200 = 400 \text{ volt}$$

Jadi, tegangan maksimum pada kapasitor adalah 400 V.

4. Rangkaian RL

Impedansi rangkaian, tegangan efektif, dan sudut fase rangkaian berturut-turut dirumuskan sebagai berikut.

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

$$V = \sqrt{V_R^2 + V_L^2}$$

$$\tan \varphi = \frac{V_L}{V_R} = \frac{X_L}{R}$$

5. Rangkaian RC

Impedansi rangkaian, tegangan efektif, dan sudut fase rangkaian berturut-turut dirumuskan sebagai berikut.

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

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

$$\tan \varphi = -\frac{V_C}{V_R} = -\frac{X_C}{R}$$

6. Rangkaian LC

Pada rangkaian LC, berlaku aturan berikut.

$$X_L > X_C \rightarrow Z = X_L - X_C$$

$$X_L < X_C \rightarrow Z = X_C - X_L$$

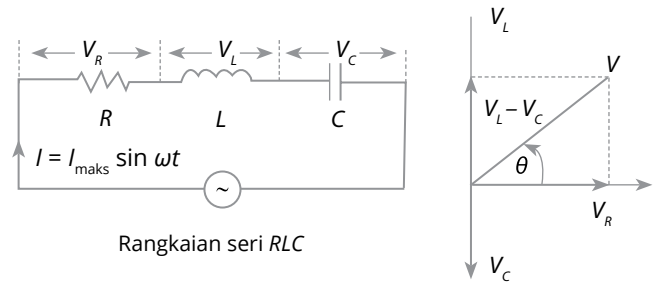
$$X_L = X_C \rightarrow Z = 0$$

$$V_L > V_C \rightarrow V = V_L - V_C$$

$$V_L < V_C \rightarrow V = V_C - V_L$$

$$V_L = V_C \rightarrow V = 0$$

7. Rangkaian RLC



Rangkaian seri RLC

Gambar 4. Rangkaian RLC

Impedansi rangkaian dirumuskan sebagai berikut.

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

Tegangan efektifnya dirumuskan sebagai berikut.

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

Kuat arusnya dihitung dengan rumusan berikut.

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

Besarnya sudut fase rangkaian dirumuskan sebagai berikut.

$$\tan \varphi = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{X_L - X_C}{R}$$

Adapun sifat rangkaian seri RLC, antara lain adalah sebagai berikut.

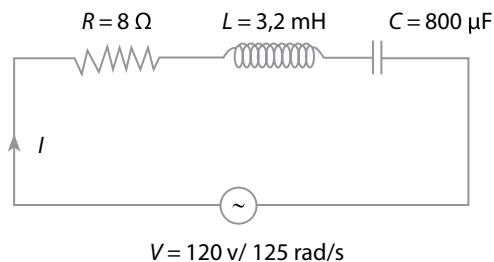
- $X_L > X_C \rightarrow$ rangkaian bersifat induktif, arus tertinggal oleh tegangan dengan beda fase $-\frac{\pi}{2} < \varphi < 0$.
- $X_L < X_C \rightarrow$ rangkaian bersifat kapasitif, arus mendahului tegangan dengan beda fase $\frac{\pi}{2} < \varphi < 0$.
- $X_L = X_C \rightarrow$ rangkaian bersifat resistif (resonansi), arus dan tegangan sefase, $\varphi = 0$. Resonansi pada rangkaian seri RLC terjadi jika memenuhi syarat, $X_L = X_C$, $Z = R$, dan sudut fase $\theta = 0^\circ$. Adapun frekuensi resonansinya dirumuskan sebagai berikut.

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$



Contoh Soal 5

Perhatikan gambar berikut.



Tentukan arus maksimum dan sifat rangkaian tersebut.

Pembahasan:

Diketahui:

$$R = 8 \text{ ohm}$$

$$L = 3,2 \text{ mH} = 32 \times 10^{-4} \text{ H}$$

$$C = 800 \text{ μF} = 8 \times 10^{-4} \text{ F}$$

$$\omega = 125 \text{ rad/s}$$

$$V = 120 \text{ volt}$$

Ditanya:

Arus maksimum, $I_m = \dots?$

Sifat rangkaian = ...?

Dijawab:

Arus maksimum dan sifat rangkaian dapat ditentukan sebagai berikut.

$$X_L = \omega \cdot L = 125 \times 32 \times 10^{-4} = 4 \text{ ohm}$$

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{125 \times 8 \times 10^{-4}} = \frac{1}{10^{-1}} = 10 \text{ ohm}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{8^2 + (4 - 10)^2} = 10 \text{ ohm}$$

Dengan demikian, arus maksimumnya adalah sebagai berikut.

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{120}{10} = 12 \text{ A}$$

Oleh karena $X_C > X_L$, rangkaian bersifat kapasitif.



Contoh Soal 6

Rangkaian RLC dihubungkan dengan tegangan arus bolak-balik. Jika $L = 10^{-3} \text{ H}$ dan frekuensi resonansi 1000 Hz, serta $\pi^2 = 10$, kapasitas kapasitor (dalam μF) adalah

Pembahasan:

Diketahui:

$$L = 10^{-3} \text{ H}$$

$$f_0 = 1000 \text{ Hz}$$

$$\pi^2 = 10$$

Ditanya: $C = \dots?$

Dijawab:

Frekuensi resonansi dirumuskan sebagai berikut.

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

$$\Leftrightarrow f_0^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC}$$

$$\Leftrightarrow (10^3)^2 = \frac{1}{4\pi^2 10^{-3} \cdot C}$$

$$\Leftrightarrow C = \frac{1}{4 \cdot 10 \cdot 10^{-3} 10^6} = 0,25 \cdot 10^{-4} \text{ F} = 25 \mu\text{F}$$

Jadi, kapasitas kapasitor tersebut adalah 25 μF .

C. Faktor Daya dalam Rangkaian Arus Bolak-Balik

Faktor daya ($\cos \varphi$) merupakan perbandingan antara daya sesungguhnya dan daya semu. **Daya sesungguhnya** adalah daya yang muncul akibat adanya hambatan murni. Sementara **daya semu** adalah daya yang muncul akibat adanya hambatan dari induktor atau kapasitor dalam rangkaian alat-alat listrik. Faktor daya menyatakan tingkat efisiensi dari daya listrik yang dihasilkan. Secara matematis, faktor daya dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\cos \varphi = \frac{P_{ss}}{P_{sm}} = \frac{I^2 R}{I^2 Z} = \frac{R}{Z}$$

Keterangan:

$\cos \varphi$ = faktor daya;

P_{ss} = daya sesungguhnya (W);

P_{sm} = daya semu (W);

I = kuat arus (A);

R = hambatan (Ω); dan

Z = impedansi (Ω).

Untuk menentukan daya sesungguhnya, dapat digunakan rumus berikut.

$$P = V_{ef} I_{ef} \cos \varphi$$

Keterangan:

P = daya sesungguhnya (W);

V_{ef} = tegangan efektif (V);

I_{ef} = arus efektif (A); dan

$\cos \varphi$ = faktor daya.

Ingat bahwa $V_{ef} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$ dan $I_{ef} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$.



Contoh Soal 7

Sebuah rangkaian seri RLC terdiri atas resistor 300Ω , reaktansi induktif 200Ω , dan reaktansi kapasitif 600Ω . Rangkaian ini dipasang pada sumber AC dengan frekuensi 60 Hz dan tegangan efektif 120 V . Tentukan faktor daya rangkaian dan nilai kapasitansi yang baru agar daya rata-ratanya maksimal sementara parameter lainnya tidak berubah.

Pembahasan:

Diketahui:

$$R = 300 \, \Omega$$

$$X_L = 200 \, \Omega$$

$$X_C = 600 \, \Omega$$

$$f = 60 \, \text{Hz}$$

$$V_{ef} = 120 \, \text{V}$$

Ditanya: $\cos \varphi$ dan $C = \dots$?

Dijawab:

Mula-mula, tentukan impedansinya.

$$\begin{aligned} Z &= \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \\ &= \sqrt{300^2 + (200 - 600)^2} \\ &= 500 \, \Omega \end{aligned}$$

Kemudian, tentukan faktor daya rangkaiannya dengan rumus berikut.

$$\begin{aligned} \cos \varphi &= \frac{R}{Z} \\ &= \frac{300}{500} \\ &= 0,6 \end{aligned}$$

Daya rata-rata akan maksimal jika rangkaian beresonansi dengan ggl penyebabnya. Resonansi akan terjadi jika $X_C = X_L$. Oleh karena pada soal $X_C > X_L$, maka nilai X_C harus diturunkan. Ini berarti:

$$\begin{aligned} X_C &= X_L \\ \Leftrightarrow \frac{1}{\omega C} &= X_L \\ \Leftrightarrow C &= \frac{1}{\omega X_L} \\ \Leftrightarrow C &= \frac{1}{2\pi f X_L} \\ \Leftrightarrow C &= \frac{1}{2\pi \times 60 \times 200} \\ \Leftrightarrow C &= 1,3 \times 10^{-5} \text{F} \\ \Leftrightarrow C &= 13 \, \mu\text{F} \end{aligned}$$

Jadi, faktor daya rangkaiannya adalah 0,6 dan nilai kapasitansi barunya adalah 13 μF .



Contoh Soal 8

Sebuah kapasitor dengan reaktansi kapasitif $40 \, \Omega$ dihubungkan seri dengan hambatan $30 \, \Omega$. Rangkaian tersebut dipasang pada sumber AC yang tegangannya $220 \, \text{V}$. Tentukan:

- kuat arus dalam rangkaian;
- sudut fase antara arus dan tegangan; serta
- daya yang hilang dalam rangkaian.

Pembahasan:

Diketahui:

$$X_c = 40 \, \Omega$$

$$R = 30 \, \Omega$$

$$V = 220 \, \text{V}$$

Ditanya:

- $I = \dots?$
- $\phi = \dots?$
- $P = \dots?$

Dijawab:

- Mula-mula, tentukan impedansinya. Oleh karena tidak ada induktor pada rangkaian, maka nilai $X_L = 0$. Ini berarti:

$$\begin{aligned} Z &= \sqrt{R^2 + (X_L - X_c)^2} \\ &= \sqrt{30^2 + (0 - 40)^2} \\ &= \sqrt{2500} \\ &= 50 \, \Omega \end{aligned}$$

Kemudian, tentukan kuat arusnya dengan rumus berikut.

$$\begin{aligned} I &= \frac{V}{Z} \\ &= \frac{220}{50} \\ &= 4,4 \, \text{A} \end{aligned}$$

Jadi, kuat arus dalam rangkaian adalah $4,4 \, \text{A}$.

- b. Sudut fase antara arus dan tegangan dapat ditentukan dengan rumus berikut.

$$\begin{aligned}\tan \varphi &= \frac{X_L - X_C}{R} \\ &= \frac{0 - 40}{30} \\ &= -1,33\end{aligned}$$

Ini berarti:

$$\begin{aligned}\varphi &= \tan^{-1}(-1,33) \\ &= -53,06^\circ\end{aligned}$$

Tanda minus menyatakan bahwa tegangan tertinggal $53,06^\circ$ dari arus dan akan terletak di bawah sumbu horizontal.

Jadi, sudut fase antara arus dan tegangan adalah $-53,06^\circ$.

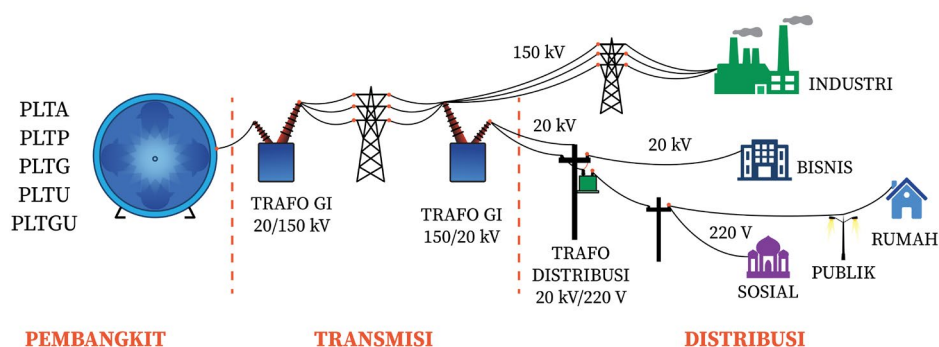
- c. Daya yang hilang dalam rangkaian dapat ditentukan dengan rumus berikut.

$$\begin{aligned}P &= VI \cos \varphi \\ &= VI \left(\frac{R}{Z} \right) \\ &= 220 \times 4,4 \times \frac{30}{50} \\ &= 580,8 \text{ W}\end{aligned}$$

Jadi, daya yang hilang dalam rangkaian adalah 580,8 W.

D. Penerapan Listrik AC dalam Kehidupan Sehari-hari

Energi listrik yang digunakan di rumah-rumah berasal dari PLN (Perusahaan Listrik Negara). Listrik dari PLN merupakan arus bolak-balik dengan frekuensi 60 Hz. Ini berarti, arusnya bolak-balik sebanyak 60 kali dalam satu detik. Sistem transmisi energi listrik digambarkan sebagai berikut.



Gambar 5. Sistem transmisi energi listrik

Sumber energi listrik diperoleh dari berbagai pembangkit (generator), di antaranya adalah energi air, uap, gas, dan sebagainya. Daya yang dihasilkan kemudian dinaikkan dengan menggunakan trafo *step up*, yaitu dari tegangan dari 20 kV menjadi 150 kV. Daya tersebut disalurkan melalui kabel-kabel. Sebelum didistribusikan, tegangan akan diturunkan kembali menjadi 20 kV untuk perumahan. Sementara untuk industri dibiarkan tetap 150 kV. Untuk listrik rumah tangga, tegangan diturunkan lagi menjadi 220 V. Sementara untuk keperluan bisnis, tegangan dibiarkan tetap 20 kV.

Oleh karena listrik melalui kabel yang panjang sebelum didistribusikan, maka akan terjadi kehilangan daya akibat kabel tersebut. Besarnya daya yang hilang dapat ditentukan dengan rumus berikut.

$$P = I^2 R = \left(\frac{P_{\text{generator}}}{V} \right)^2 R$$

Keterangan:

P = daya listrik (W);

I = kuat arus dari generator (A);

R = hambatan kabel (Ω);

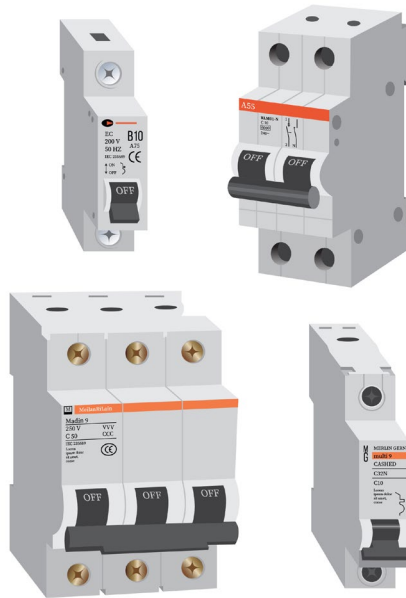
$P_{\text{generator}}$ = daya dari pembangkit listrik (W); dan

V = beda potensial dari pembangkit listrik (V).

Pemanfaatan energi listrik AC pada perumahan dan industri umumnya berupa beban listrik. Beban listrik dalam rumah tangga di antaranya adalah televisi, lampu, setrika, mesin cuci, lemari es, dan sebagainya. Beban pada rangkaian AC disebut **impedansi**. Selain dimanfaatkan sebagai sumber energi, rangkaian listrik AC juga dimanfaatkan untuk menemukan frekuensi gelombang pada radio. Pada radio, terdapat suatu induktor, resistor, dan kapasitor yang dapat diubah-ubah kapasitasnya, yaitu dari 40 pF sampai dengan 360 pF. Agar kurva resonansinya tajam, hambatan resistor yang digunakan sangat kecil, misalnya 2Ω . Dengan mengatur kapasitor, kita dapat menemukan frekuensi yang cocok dengan frekuensi gelombang yang diterima.

Untuk melindungi alat-alat listrik dari kerusakan akibat arus berlebih, biasanya pada alat tersebut dilengkapi dengan sekring. Di dalam sekring terdapat sebuah kawat halus. Jika arus yang melalui kawat tersebut melebihi batas maksimal, kawat akan putus. Dengan putusnya kawat, arus yang berlebih tadi tidak akan melalui alat-alat listrik. Di samping manfaatnya yang besar, sekring juga memiliki kelemahan, yaitu harus diganti jika sudah putus. Oleh karena itu, agar lebih efisien, pada perumahan biasanya digunakan

MCB. **MCB (Miniature Circuit Breaker)** adalah alat yang terbuat dari bimetal dengan nilai koefisien muai panjang yang berbeda. MCB terhubung langsung dengan instalasi listrik rumah, sehingga ketika ada arus berlebih yang mengalir melalui bimetal, bimetal akan panas. Bimetal kemudian menjadi bengkok dan menjauhi kabel yang terhubung dengan instalasi listrik. Aliran listrik akan terputus dan alat-alat listrik dapat terhindar dari kerusakan. Ketika arus listrik sudah normal, MCB dapat dinyalakan kembali tanpa ada penggantian komponen.



Gambar 6. MCB (*Miniature Circuit Breaker*)

Untuk menentukan ukuran kuat arus MCB yang dibutuhkan, dapat digunakan rumus berikut.

$$I_{\text{MCB}} = I \times \text{factor safety}$$

Nilai *factor safety* yang biasa digunakan adalah 1,2 (120%). Untuk keamanan, MCB yang dipilih harus di atas nilai I_{MCB} . Nilai kuat arus MCB yang tersedia adalah 80, 63, 50, 40, 32, 25, 20, 16, 10, 6, 4, dan 2.



Contoh Soal 9

Sebuah generator menghasilkan daya 100 kW dengan beda potensial 10 kV. Daya ditransmisikan melalui kabel dengan besar hambatan 5 Ω. Tentukan daya yang hilang dalam kabel.

Pembahasan:

Diketahui:

$$P_{\text{generator}} = 100 \text{ kW} = 1 \times 10^5 \text{ W}$$

$$V = 10 \text{ kV} = 1 \times 10^4 \text{ V}$$

$$R = 5 \Omega$$

Ditanya: $P_{\text{hilang}} = \dots?$

Dijawab:

Mula-mula, tentukan kuat arus yang melalui kabel.

$$\begin{aligned} I &= \frac{P_{\text{generator}}}{V} \\ &= \frac{1 \times 10^5}{1 \times 10^4} \\ &= 10 \text{ A} \end{aligned}$$

Kemudian, tentukan daya yang hilang dalam kabel dengan rumus berikut.

$$\begin{aligned} P &= I^2 R \\ &= 10^2 \times 5 \\ &= 500 \text{ W} \end{aligned}$$

Jadi, daya yang hilang dalam kabel adalah 500 W.

**Contoh Soal 10**

Suatu penerima radio membutuhkan frekuensi 455 kHz. Pada alat penerima radio tersebut terdapat suatu induktor sebesar 1,2 mH. Tentukan kapasitas kapasitor yang harus disetel agar mendapatkan frekuensi yang diinginkan.

Pembahasan:

Diketahui:

$$f_0 = 455 \text{ kHz} = 455 \times 10^3 \text{ Hz}$$

$$L = 1,2 \text{ mH} = 1,2 \times 10^{-3} \text{ H}$$

Ditanya: $C = \dots?$

Dijawab:

Resonansi dapat terjadi jika $X_L = X_C$. Ini berarti:

$$X_L = X_C$$

$$\Leftrightarrow \omega L = \frac{1}{\omega C}$$

$$\Leftrightarrow 2\pi f_0 L = \frac{1}{2\pi f_0 C}$$

$$\Leftrightarrow f_0^2 = \frac{1}{(2\pi)^2 LC}$$

$$\Leftrightarrow C = \frac{1}{(2\pi)^2 f_0^2 L}$$

$$\Leftrightarrow C = \frac{1}{4 \times (3,14)^2 \times (455 \times 10^3)^2 \times 1,2 \times 10^{-3}}$$

$$\Leftrightarrow C = 1,02 \times 10^{-10} \text{ F}$$

$$\Leftrightarrow C = 102 \times 10^{-12} \text{ F}$$

$$\Leftrightarrow C = 102 \text{ pF}$$

Jadi, kapasitas kapasitor yang harus digunakan adalah 102 pF.