



UJIAN 2 FI-1201 FISIKA DASAR IIA (4 SKS)

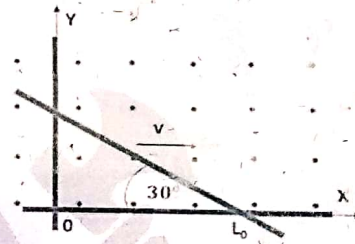
Semester II, Tahun Akademik 2018/2019

Sabtu, 20 April 2019; Pukul 09:00 – 11:00 WIB (120 menit)

SOLUSI

Gunakan: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \frac{\text{m}}{\text{A}}$, $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ Js}$, $c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

1. Sebuah batang konduktor amat panjang menempel pada jalur konduktor yang saling tegak lurus berupa sumbu X dan Y. Batang konduktor tsb membentuk sudut 30° terhadap sumbu X seperti pada gambar dan sedang bergerak ke arah sumbu X positif dengan laju konstan v . Saat $t = 0$ s, titik sentuh batang konduktor dengan sumbu X adalah di $x = L_0$. Seluruh sistem berada di dalam medan magnet seragam B_0 berarah keluar bidang kertas.



Untuk pertanyaan-pertanyaan berikut jawaban dinyatakan dalam besaran-besaran yang diketahui.

- Hitunglah fluks medan magnet saat $t = 0$. (5)
- Tuliskanlah posisi titik sentuh batang konduktor dengan sumbu X saat t . (5)
- Hitunglah besar ggl induksi yang terjadi saat t . (5)
- Pada jalur yang sejajar sumbu X, kemanakah arah arus induksi yang terjadi? (5)

SOLUSI:

- a. Saat $t=0$, fluks medan magnet $\Phi = BA$ dengan $A = \frac{1}{2} L_0 h$ dan $h = L_0 \tan 30^\circ$ adalah tinggi segitiga sehingga saat $t=0$,

$$\Phi(0) = \frac{1}{2} B_0 L_0 (L_0 \tan 30^\circ) = \frac{1}{6} \sqrt{3} B_0 L_0^2 \quad (5)$$

- b. Gerak lurus beraturan, karena kecepatan konstan. Posisi titik sentuh:

$$x = x_0 + vt = L_0 + vt \quad (5)$$

- c. Fluks magnetik saat t :

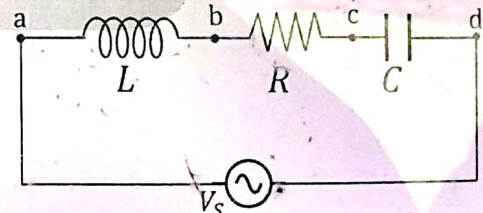
$$\Phi(t) = \frac{1}{6} \sqrt{3} B_0 L^2(t) = \frac{1}{6} \sqrt{3} B_0 (L_0 + vt)^2 \quad (2)$$

sehingga besar ggl induksinya menjadi:

$$\epsilon_{\text{ind}} = \frac{d}{dt} \Phi(t) = \frac{1}{3} \sqrt{3} B_0 v (L_0 + vt) \quad (3)$$

- d. Menurut hukum Lenz arah arus induksi melawan penyebabnya, maka arus induksi dalam kasus ini harus menimbulkan medan magnet arah masuk ke dalam bidang segitiga, jadi, arus induksi di batang sumbu X adalah ke kiri. (5)

2. Sebuah generator arus bolak balik dengan tegangan $V_s(t) = 40 \sin(500t)$ volt dirangkai seri dengan sebuah induktor $L = 250 \text{ mH}$, resistor $R = 100 \Omega$, dan kapasitor C seperti ditunjukkan gambar. Diketahui bahwa arus total yang mengalir pada rangkaian adalah $I(t) = 0,2\sqrt{2} \sin(500t - \pi/4) \text{ A}$.



- Hitung daya rata-rata yang terdisipasi pada rangkaian. (5)
- Berapakah nilai kapasitansi C pada rangkaian? (8)
- Gunakanlah diagram fasor untuk mencari $V_{ac}(t)$ yaitu beda tegangan antara titik a dan titik c. (hasil perhitungan cukup disajikan dalam bentuk akar) (7)

SOLUSI

a. Daya rata-rata yang terdisipasi pada rangkaian :

$$\langle P \rangle = I_{\text{rms}}^2 R = \left(\frac{I_m}{\sqrt{2}} \right)^2 R = \left(\frac{0,2\sqrt{2} \text{ A}}{\sqrt{2}} \right)^2 (100 \Omega) = 4 \text{ Watt} \quad (5)$$

b. Terdapat 2 alternatif cara menjawab soal ini.

Alternatif 1 :

Berdasarkan soal diketahui bahwa fase arus tertinggal dari tegangan sebesar $\varphi = \pi/4$ rad, sehingga,

$$\tan \varphi = \frac{X_L - X_C}{R}, \text{ dengan } X_L = \omega L = (500 \text{ rad/s})(250 \times 10^{-3} \text{ H}) = 125 \Omega \quad (4)$$

$$\tan(\pi/4) = \frac{125 \Omega - X_C}{100 \Omega} \leftrightarrow 1 = \frac{125 \Omega - X_C}{100 \Omega} \leftrightarrow X_C = 25 \Omega$$

Maka,

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \leftrightarrow C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{1}{(500 \text{ rad/s})(25 \Omega)} = 8 \times 10^{-5} \text{ F} = 80 \mu\text{F}. \quad (4)$$

Alternatif 2 :

Berdasarkan soal, diketahui bahwa $V_{\text{maks}} = 40 \text{ V}$ dan $I_{\text{maks}} = 0,2\sqrt{2} \text{ A}$, maka impedansi total rangkaian dapat diperoleh, yaitu :

$$Z = \frac{V_{\text{maks}}}{I_{\text{maks}}} = \frac{40 \text{ V}}{0,2\sqrt{2} \text{ A}} = 100\sqrt{2} \Omega \quad (4)$$

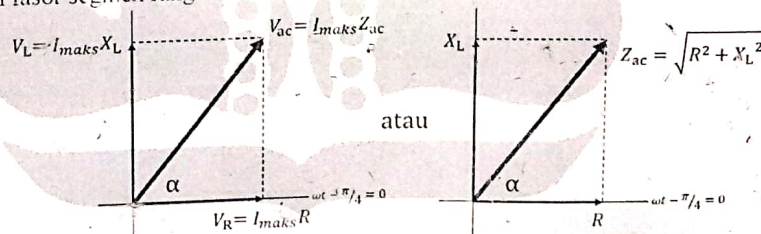
Hubungan antara impedansi total dengan impedansi tiap komponen:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}, \text{ dengan } X_L = \omega L = (500 \text{ rad/s})(250 \times 10^{-3} \text{ H}) = 125 \Omega$$
$$100\sqrt{2} = \sqrt{100^2 + (125 - X_C)^2} \leftrightarrow X_C = 25 \Omega$$

Maka,

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \leftrightarrow C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{1}{(500 \text{ rad/s})(25 \Omega)} = 8 \times 10^{-5} \text{ F} = 80 \mu\text{F} \quad (4)$$

c. Diagram fasor segmen rangkaian antara titik a dan c :



Fasor : (3)

Berdasarkan diagram fasor diperoleh :

$$V_{\text{ac,maks}} = I_{\text{maks}} Z_{\text{ac}} = (0,2\sqrt{2} \text{ A})(\sqrt{100^2 + 125^2}) = \sqrt{2050} \text{ V} \quad (2)$$

$$\text{Tegangan mendahului arus sebesar : } \alpha = \tan^{-1} \left(\frac{X_L}{R} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{125}{100} \right) = \tan^{-1}(1,25) \quad (1)$$

Maka,

$$V_{\text{ac}}(t) = \sqrt{2050} \sin(500t - \pi/4 + \tan^{-1}(1,25)) \text{ volt.} \quad (1)$$

3. Medan listrik dan medan magnet dari suatu radiasi elektromagnetik berturut-turut berbentuk $\vec{E} = E_m \hat{j} \sin(kx - \omega t)$ dan $\vec{B} = B_m \sin(kx - \omega t)$. Intensitas radiasi tersebut sama dengan $15\pi \text{ watt/m}^2$.
- Tentukanlah arah vektor Poynting dan arah vektor \vec{B}_m . (7)
 - Tentukanlah besar nilai E_m dan B_m . (8)
 - Jika radiasi tersebut melewati sebuah polarisator dengan sumbu transmisi membentuk sudut 60° terhadap sumbu Y, tentukanlah amplitudo medan listrik setelah melewati polarisator. (5)

SOLUSI:

- a. Arah vektor Poynting $\vec{S} = (\vec{E} \times \vec{B})/\mu_0$ sama dengan arah jalur gelombang, yaitu arah sumbu x positif (arah \hat{i}). Lihat dari fase fungsi E dan B. Arah $\vec{E} \times \vec{B}$ sama dengan arah jalur. Jadi $\hat{j} \times \vec{B}_m$ akan searah $\hat{i} \rightarrow$ sehingga mestilah \vec{B}_m searah sumbu +z (\hat{k}). (7)
- b. Karena $I = \frac{E_m^2}{2\mu_0 c} \rightarrow E_m = \sqrt{2I\mu_0 c} = \sqrt{\left(30\pi \frac{\text{J}}{\text{m}^2 \text{s}}\right) \left(4\pi \times \frac{10^{-7} \text{T.m}}{\text{A}}\right) \left(3 \times \frac{10^8 \text{m}}{\text{s}}\right)} = 60\pi \text{ N/C}$.
(rumus intensitas :4)
- Catatan: dalam soal ujian ini ϵ_0 tidak diberikan, kalau ada yg menjawab dengan $I = \frac{1}{2} \epsilon_0 E_m^2$, maka diberi nilai 3.

$$B_m = \frac{E_m}{c} = 2\pi \times 10^{-7} \text{ tesla} = 2 \times 10^{-7} \text{ tesla} \quad (1)$$

- c. Sudut antara medan listrik dan sumbu transmisi adalah $60^\circ \rightarrow$ intensitas radiasi setelah melewati polarisator sama dengan $I \cos^2 60^\circ$ maka amplitudo medan listrik setelah melewati polarisator sama dengan $E_m \cos 60^\circ = \frac{1}{2} E_m = 30\pi \text{ N/C}$ (5)

4. Pada percobaan Young dipergunakan cahaya dengan panjang gelombang 500 nm dan jarak antara dua celah $d = 36 \mu\text{m}$. Pola interferensi diamati pada layar berjarak 120 cm dari celah.
- Berapa banyak interferensi konstruktif (terang) pada daerah sudut θ dengan $-0,1 < \sin \theta < 0,1$? (8)
 - Berapakah lebar terang maksimum utama di layar? (7)
 - Jika lebar celah adalah $12 \mu\text{m}$, maksimum utama interferensi orde ke berapa yang hilang dari layar? (5)

SOLUSI:

- a. Intensitas cahaya akan maksimum ketika terjadi interferensi konstruktif.

$$d \sin \theta = m\lambda, \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

dengan λ adalah panjang gelombang. Pada $\sin \theta = 0,1$, $d = 36 \times 10^{-6} \text{ m}$ dan $\lambda = 500 \times 10^{-9} \text{ m}$, kita dapatkan $m = \frac{d \sin \theta}{\lambda} = \frac{36 \times 10^{-6} (0,1)}{5 \times 10^{-7}} = 7,2$ (6)

Jadi, ada 7 interferensi konstruktif di kanan kiri maksimum orde $m=0$, total ada $7 \times 2 + 1 = 15$ terang pada daerah sudut yg ditanyakan. (2)

- b. Posisi di layar diberikan oleh $y = L \tan \theta \approx L \sin \theta$ (3)

Lebar terang maksimum utama di layar diberikan oleh jarak dua buah minimum yang mengapit maksimum orde $m=0$. Posisi minimum diberikan oleh

$$d \sin \theta = \left(m + \frac{1}{2}\right) \lambda \quad (2)$$

Minimum yang mengapit maksimum utama terjadi di $d \sin \theta = \pm \frac{1}{2} \lambda$. Jadi lebar maksimum utama di layar:

$$\Delta y \approx 2L \sin \theta = 2L \left(\frac{\lambda}{2d}\right) = \frac{\lambda L}{d} = \frac{5 \times 10^{-7} (1,2)}{36 \times 10^{-6}} = 0,017 \text{ m} = 1,7 \text{ cm} \quad (2)$$

$$m = \frac{d}{v} = \frac{36}{12} = 3 \quad (5)$$

5. a. Dalam sebuah akselerator linear sepanjang 1,35 km, sebuah elektron bergerak dengan energi total sebesar 7,65 MeV. Berapakah panjang akselerator dirasakan oleh elektron, bila energi diam elektron $E_0 = 0,51 \text{ MeV}$. (7)
- b. Pada percobaan fotolistrik diperoleh energi kinetik maksimum fotoelektron sebesar $3,63 \times 10^{-19} \text{ J}$ untuk bahan logam tertentu yang memiliki fungsi kerja sebesar $3 \times 10^{-19} \text{ J}$.
- (i). Tentukan panjang gelombang cahaya yang digunakan pada percobaan tersebut? (8)
- (ii) Tentukan besar potensial penyetop V_{stop} ? (5)

SOLUSI:

a. Jika E energi total dan E_0 energi diam, maka $E = \gamma E_0$ sehingga $\gamma = 7,65 / 0,51 = 15$

Elektron akan memandang jarak mengalami kontraksi Lorentz:

$$L' = L/\gamma = 1350 \text{ m} / 15 = 90 \text{ m} \quad (4)$$

b.

(i) Persamaan fotolistrik:

$$E_{\text{foton}} = hf = K_{\text{maks}} + \phi \quad (4)$$

$$E_{\text{foton}} = 3 \times 10^{-19} + 3,63 \times 10^{-19} = 6,63 \times 10^{-19} \text{ J} \quad (2)$$

Maka panjang gelombang cahaya yang dipakai:

$$\lambda = \frac{hc}{E_{\text{foton}}} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{6,63 \times 10^{-19}} = 3 \times 10^{-7} \text{ m} = 300 \text{ nm} \quad (2)$$

(ii). Potensial penyetop

$$eV_{\text{stop}} = K_{\text{maks}} = 3,63 \times 10^{-19} \quad (3)$$

$$V_{\text{stop}} = \frac{3,63 \times 10^{-19}}{1,6 \times 10^{-19}} = \frac{3,63}{1,6} \text{ volt} \approx 2,27 \text{ V} \quad (2)$$

----- Selesai -----