

**Soal dan Jawaban Ujian 2 FI1201 Fisika Dasar 2A**  
**Semester 2 Tahun 2022/2023**  
**Kamis, 11 Mei 2023 Pukul 09.15-11.15 WIB**  
**oleh Jo – FMIPA'22**

**Ujian 2 FI1201 Fisika Dasar IIA**  
**Semester 2 2022/2023**  
 Kamis, 11 Mei 2023, Waktu: 09.00 – 11.00 (2 jam)  
 Gunakan:  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ ,  $m_e = 9,31 \times 10^{-31} \text{ kg}$

1. Dua batang konduktor disambungkan saling tegak lurus dan membentuk sistem konduktor yang simetris terhadap sumbu x seperti pada gambar di samping. Sebuah batang konduktor lain ditempatkan pada titik sudut sistem batang konduktor tersebut dan digerakkan ke arah sumbu x-negatif dengan laju konstan  $v = 2,0 \text{ m/s}$ . Jika tiga batang konduktor tersebut berada dalam suatu daerah bermedan magnet  $B = 1,0 \text{ T}$  dengan arah tegak lurus masuk bidang kertas,

a. Tentukan besar fluks magnet yang menembus bidang segitiga yang dibentuk konduktor tersebut. Nyatakan dalam  $B$ ,  $v$  dan  $t$ .  
 b. Hitung besar GGL induksi pada segitiga tersebut saat  $t = 2,0 \text{ s}$ .  
 c. Tentukan arah arus induksi yang terjadi. Jelaskan!

Karena kedua batang konduktor tegak lurus dan simetris terhadap sumbu-x, maka

$$2\theta = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \tan \theta = 1$$

Karena saat awal batang konduktor abu-abu berada pada titik sudut system, maka

$$x(t) = vt$$

$$y(t) = x(t) \tan \theta \Rightarrow y(t) = x(t) = vt \dots (1)$$

a. Berikut adalah fluks magnet dalam loop:  $\Phi_m = \int \vec{B} \cdot \hat{n} dA$   
 $\Phi_m = BA_{\text{segitiga}}$   
 $\Phi_m = B \cdot \frac{1}{2} x(2y)$   
 $\Phi_m = Bv^2 t^2$

Karena medan magnet uniform:

Substitusi (1):

b. GGL induksi:

$$\varepsilon_{in} = \frac{d\Phi_m}{dt}$$

$$\varepsilon_{in}(t) = \frac{d}{dt}(Bv^2 t^2) = 2Bv^2 t$$

$$\varepsilon_{in}(2) = 2 \cdot 1 \cdot 2^2 \cdot 2 \Rightarrow \varepsilon_{in}(2) = 16 \text{ Volt}$$

c. Karena luas bertambah, maka  $\frac{d\Phi_m}{dt} \hat{n}$  searah dengan  $\vec{B}$  masuk ke dalam bidang. Berdasarkan hukum Lenz, arah  $\vec{B}_{in}$  berlawanan dengan  $\frac{d\Phi_m}{dt} \hat{n}$ , sehingga arah  $\vec{B}_{in}$  keluar bidang gambar dan  $I_{in}$  berlawanan arah jarum jam

2. Dalam rangkaian RLC seri dengan sumber tegangan bolak-balik diketahui  $R = 20 \Omega$ ,  $C = 31,25 \mu\text{F}$ , dan  $L = 25 \text{ mH}$ . Jika arus yang mengalir pada saat  $t$  sama dengan  $i(t) = (2 \text{ A}) \sin((1600 \text{ rad/s})t + \pi/3)$ , tentukan:

a. impedansi rangkaian RLC tersebut,  
 b. beda sudut fase antara arus dan tegangan sumber pada rangkaian RLC tersebut,  
 c. fungsi tegangan generator AC yang disambungkan pada rangkaian RLC tersebut.

a.

$$\omega = 1600 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$X_L = \omega L = 1600 \cdot 25 \cdot 10^{-3} = 40 \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{1600 \cdot 31,25 \cdot 10^{-6}} = 20 \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{20^2 + (40 - 20)^2} \Rightarrow Z = 20\sqrt{2} \Omega$$

b. tegangan mendahului arus dengan beda sudut fase:

$$\tan \theta = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{40 - 20}{20} = 1 \Rightarrow \theta = 45^\circ = \frac{\pi}{4} \text{ rad}$$

c.

$$V(t) = i_m Z \sin\left(\left(1600 \frac{\text{rad}}{\text{s}} t\right) + \frac{\pi}{3} + \theta\right)$$

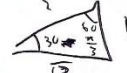
$$V(t) = (2A)(20\sqrt{2}\Omega) \sin\left(\left(1600 \frac{\text{rad}}{\text{s}} t\right) + \frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{4}\right)$$

$$V(t) = (40\sqrt{2} \text{ Volt}) \sin\left(\left(1600 \frac{\text{rad}}{\text{s}} t\right) + \frac{7\pi}{12}\right)$$

3. Medan listrik sebuah gelombang elektromagnetik yang merambat dalam ruang vakum dituliskan sebagai fungsi berikut ( $\lambda$  dalam m,  $E$  dalam N/C,  $\hat{k}$  vektor satuan arah sumbu z positif)

$$\vec{E} = (E_m \hat{k}) \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}(\alpha x - \beta t)\right)$$

- Tentukan satuan internasional dari besaran  $\alpha$  dan  $\beta$ .
- Tentukan arah osilasi medan magnetik dari gelombang elektromagnetik tersebut. Jelaskan!
- Jika gelombang ini dilewatkan pada sebuah polarisator dengan sumbu transmisi membentuk sudut  $\theta$  terhadap medan listrik sehingga intensitasnya menjadi seperempat dari intensitas semula, tentukanlah sudut  $\theta$ .



a. nilai di dalam fungsi cosinus tidak mungkin bersatuan. Jadi  $\frac{2\pi}{\lambda}(\alpha x - \beta t) = k$  dengan  $k$  suatu variable tak bersatuan. Berikut bentuk analisis dimensi persamaan tersebut:

$$\frac{1}{[L]}(\alpha[L] - \beta[T]) = 1$$

$$(\alpha[L] - \beta[T]) = [L]$$

$$\Rightarrow \alpha[L] = [L] \text{ dan } \Rightarrow \beta[T] = [L]$$

$$\alpha \text{ tidak berdimensi dan } \beta = [L][T]^{-1} = \text{m/s}$$

b. dari variable di dalam fungsi cosinus ( $\frac{2\pi}{\lambda}(\alpha x - \beta t)$ ), terlihat bahwa gelombang merambat ke arah sumbu-x positif ( $\hat{i}$ ). Dari persamaan maxwell, didapatkan relasi arah:

$$\hat{S} = \hat{E} \times \hat{B}$$

$$\hat{i} = \hat{k} \times \hat{B} \Rightarrow \hat{B} = -\hat{j}$$

Jadi medan magnetik berosilasi pada sumbu y.

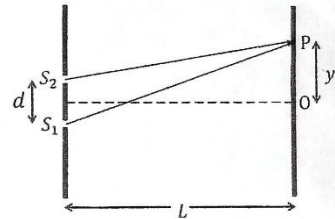
c.

$$I = I_0 \cos^2 \theta$$

$$\cos^2 \theta = \frac{I}{I_0} = \frac{1}{4} \Rightarrow \cos \theta = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta = 60^\circ = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$$

4. Berkas sinar laser yang memiliki panjang gelombang 600 nm dilewatkan melalui dua celah  $S_1$  dan  $S_2$ . Jarak antar celah 0,18 mm, jarak celah ke layar 3,0 m, dan jarak OP 2,7 cm.

- Apakah intensitas di titik P maksimum, minimum atau bukan keduanya? Jelaskan!
- Tentukan jarak antara dua posisi maksimum berturut-turut pada layar.
- Jika salah satu celah ditutup, dan jika lebar celah yang digunakan adalah 0,03 mm, hitung lebar terang pusat pada pola difraksi yang muncul pada layar.



a. berikut perbedaan fasa sinar dari kedua celah pada P:

$$n = \frac{d \sin \theta}{\lambda}$$

Karena  $y \ll L$  dapat digunakan aproksimasi:

$$n \approx \frac{d \tan \theta}{\lambda} = \frac{dy}{L\lambda} = \frac{0,18 \cdot 10^{-3} \cdot 2,7 \cdot 10^{-2}}{3 \cdot 600 \cdot 10^{-9}} = 2,7$$

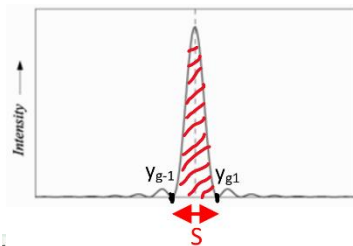
Karena  $n=2,7$  bukanlah kelipatan  $m_t$  (dengan  $m_t=0, 1, 2, \dots$ ) maupun  $m_g - \frac{1}{2}$  (dengan  $m_g=1, 2, \dots$ ), maka titik P bukanlah titik maksimum maupun minimum.

b. dengan aproksimasi  $y \ll L$ , titik terang dapat dicari dengan

$$m_t = \frac{dy_t}{L\lambda} \Rightarrow y_t = \frac{L\lambda m_t}{d} \text{ dengan } m_t = 0, 1, 2, \dots$$

Sehingga jarak antara dua posisi titik terang pada layar dapat dicari dengan

$$\Delta y_{tt} = \frac{L\lambda}{d} = \frac{3 \cdot 600 \cdot 10^{-9}}{0,18 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow \Delta y_{tt} = 1 \text{ cm}$$



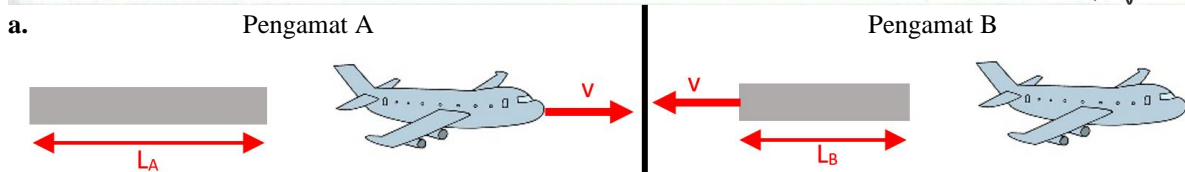
c. Berdasarkan gambar dapat dilihat bahwa lebar terang pusat (S) memenuhi

$$S = y_{g1} - y_{g-1}$$

$$S = \frac{L\lambda m_{g1}}{a} - \frac{L\lambda m_{g-1}}{a}$$

$$S = \frac{L\lambda}{a} (1 - (-1)) = \frac{3 \cdot 600 \cdot 10^{-9}}{0,03 \cdot 10^{-3}} \cdot 2 \Rightarrow S = 12 \text{ cm}$$

5. Batang A dengan panjang 2,0 m disimpan di sebuah laboratorium di Bumi dan batang B yang identik dengan batang A diletakkan di sebuah pesawat dengan posisi sejajar dengan arah depan-belakang pesawat. Laboratorium tersebut dilengkapi dengan sebuah menara yang memancarkan sinyal elektromagnetik secara berulang setiap 2,0 detik. Selanjutnya pesawat terbang dengan kecepatan tetap  $0,6c$  searah sumbu x positif, sumbu yang sejajar dengan batang A. Saat pesawat sedang terbang, tentukanlah
- panjang batang A menurut pengamat yang diam di pesawat,
  - periode pemancaran sinyal oleh menara laboratorium menurut pengamat yang diam di pesawat.



$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{(0,6c)^2}{c^2}}} = 1,25$$

$$L_B = \frac{L_A}{\gamma} = \frac{2}{1,25} \Rightarrow L_B = 1,6 \text{ m}$$

b. asumsi:

- pesawat dan pemancar berhimpit dengan sumbu-x dengan pesawat berada di kanan (mereka saling menjauh secara longitudinal).
- periode pemancaran sinyal yang dimaksud soal adalah periode sinyal yang pengamat deteksi.

Pemancar pada soal ini dapat dianggap sebagai sumber gelombang dengan periode ( $T_{\text{source}}$ ) 2s, sehingga

$$f_{\text{source}} = \frac{1}{T} = \frac{1}{2} \text{ Hz}$$

Frekuensi yang diterima oleh pengamat dapat dihitung dengan efek dopler relativistic longitudinal

$$f_{\text{receiver}} = \sqrt{\frac{1 - \frac{v}{c}}{1 + \frac{v}{c}}} f_{\text{source}} = \sqrt{\frac{1 - \frac{0,6c}{c}}{1 + \frac{0,6c}{c}}} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4} \text{ Hz}$$

Maka

$$T_{\text{receiver}} = \frac{1}{f_{\text{receiver}}} = \frac{1}{1/4} \Rightarrow T_{\text{receiver}} = 4 \text{ s}$$

6. a. Tentukanlah panjang gelombang de Broglie dari sebuah partikel bermassa  $0,32 \times 10^{-23} \text{ g}$  dan memiliki energi kinetik  $2,5 \times 10^{-17} \text{ J}$ .
- b. Pada peristiwa hamburan Compton, tentukanlah perubahan energi foton sinar X yang menumbuk elektron diam dengan sudut hamburan  $\pi/3$  radian. Diketahui panjang gelombang sinar X sebelum menumbuk elektron adalah  $0,0100 \text{ nm}$ .

a. asumsi  $v \ll c$  sehingga berlaku

$$K = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow p = \sqrt{2mK} = \sqrt{2 \cdot 0,32 \cdot 10^{-26} \cdot 2,5 \cdot 10^{-17}} = 4 \cdot 10^{-22} \text{ kgm/s}^2$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{4 \cdot 10^{-22}} = 1,6575 \cdot 10^{-12} \text{ m} \Rightarrow \lambda = 1,66 \text{ pm}$$

b.

$$\lambda_2 - \lambda_1 = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos \theta)$$

$$\lambda_2 = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos \theta) + \lambda_1 = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{9,31 \cdot 10^{-31} \cdot 3 \cdot 10^8} \left(1 - \cos \frac{\pi}{3}\right) + 0,01 \cdot 10^{-9} = 11,187 \text{ pm}$$

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda_2} - \frac{hc}{\lambda_1} \Rightarrow \Delta E = hc \left( \frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1} \right) = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot \left( \frac{1}{11,187 \cdot 10^{-12}} - \frac{1}{0,01 \cdot 10^{-9}} \right)$$

$$\Delta E = -2,11 \cdot 10^{-15} \text{ J}$$