

1. Induksi EM

- a. Turunkan persamaan tegangan induksi sebagai fungsi waktu (**SKOR = 10**)

$$\varepsilon_{ggl}(t) = -N \frac{d\phi}{dt} = -NA \frac{dB}{dt} = -200 \times 0.04 \times (-4 \sin(40t)) = 32 \sin(40t) \text{ V}$$

- b. Arus yang mengalir pada resistor pada $t = 6 \text{ s}$ (**SKOR = 10**)

$$i(t) = \frac{\varepsilon_{ggl}(t)}{R} = \frac{32 \sin(40t)}{500} = 0.064 \sin(40t) \text{ A}$$

$$i(t = 6) = 0.064 \sin(240) = -0.055 \text{ A} = -55 \text{ mA}$$

2. Arus Bolak-Balik

- a. Impedansi rangkaian (**SKOR = 5**)

$$X_L = \omega L = 2\pi fL = 2 \times 3.14 \times 60 \times 2 = 753.6 \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 60 \times 4 \times 10^{-6}} = 663.5 \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{200^2 + (753.6 - 663.5)^2} = 219.4 \Omega$$

- b. Sudut fasa (**SKOR = 5**)

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{X_L - X_C}{R} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{753.6 - 663.5}{200} \right) = 24.3^\circ$$

- c. Arus sebagai fungsi waktu, $i(t)$ (**SKOR = 5**)

$$i_{max} = \frac{V_{max}}{Z} = \frac{140}{219.4} = 0.64 \text{ A}$$

$$i(t) = i_{max} \sin(\omega t - \phi) = 0.64 \sin(120\pi t - 24.3^\circ) \text{ A}$$

- d. Fungsi tegangan pada masing-masing komponen (**SKOR = 5**)

$$V_R(t) = i(t)R = 0.64 \sin(120\pi t - 24.3^\circ) \times 200 = 128 \sin(120\pi t - 24.3^\circ) \text{ V}$$

$$V_L(t) = i(t)X_L = 0.64 \sin(120\pi t - 24.3^\circ) \times 753.6 = 482.3 \sin(120\pi t + 66.7^\circ) \text{ V}$$

$$V_C(t) = i(t)X_C = 0.64 \sin(120\pi t - 24.3^\circ) \times 663.5$$

$$= 424.6 \sin(120\pi t - 114.3^\circ) \text{ V}$$

3. Gelombang EM

- a. Fungsi medan magnet (**SKOR = 5**)

$$B_{max} = \frac{E_{max}}{c} = \frac{5}{3 \times 10^8} = 1.67 \times 10^{-8} \text{ T} = 16.7 \text{ nT}$$

Besarnya ω dicari dengan menggunakan hubungan ω dan k , yaitu

$$\omega = ck = 1 \times 10^6 \times 3 \times 10^8 = 3 \times 10^{14}$$

Sehingga fungsi medan magnet gelombang elektromagnetik tersebut adalah

$$B = 16.7 \sin \left[(1 \times 10^6)z + (3 \times 10^{14})t \right] \text{ nT}$$

- b. Arah medan magnet gelombang (**SKOR = 5**)

Karena Gelombang EM merambat ke arah sumbu z , sedangkan medan listrik sejajar dengan sumbu y , maka medan magnet akan sejajar dengan **sumbu x** .

- c. Panjang gelombang dan periode (**SKOR = 5**)

$$\lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2 \times 3,14}{10^6} = 6,28 \times 10^{-6} m = 6,28 \mu m$$

$$T = \frac{\lambda}{c} = \frac{6,28 \times 10^{-6}}{3 \times 10^8} = 2,09 \times 10^{-14} s$$

- d. Besar vektor poynting dan rata-rata vektor poynting (**SKOR = 5**)

$$S = \frac{EB}{\mu_0} = \frac{16,7 \times 10^{-9} \times 5}{4 \times 3,14 \times 10^{-7}} = 6,65 \times 10^{-2} W / m^2$$

Vektor poynting rata-rata (intensitas)

$$I = \frac{E_{\max}^2}{2\mu_0 c} = \frac{5 \times 5}{2 \times 4 \times 3,14 \times 10^{-7} \times 3 \times 10^8} = 3,317 \times 10^{-2} W / m^2$$

4. Interferensi dan Difraksi

- a. Sudut dari tengah ke titik intensitas nol pertama pola difraksi (**SKOR = 8**)

$$\sin \theta = \frac{\lambda}{w} = \frac{4,8 \times 10^{-7}}{2 \times 10^{-6}} = 0,24 \Rightarrow \theta = \sin^{-1}(0,24) = 0,242 rad = 13,87^\circ$$

- b. Nilai-nilai sudut dimana interferensi maksimum terletak di dalam difraksi maksimum pusat (**SKOR = 8**)

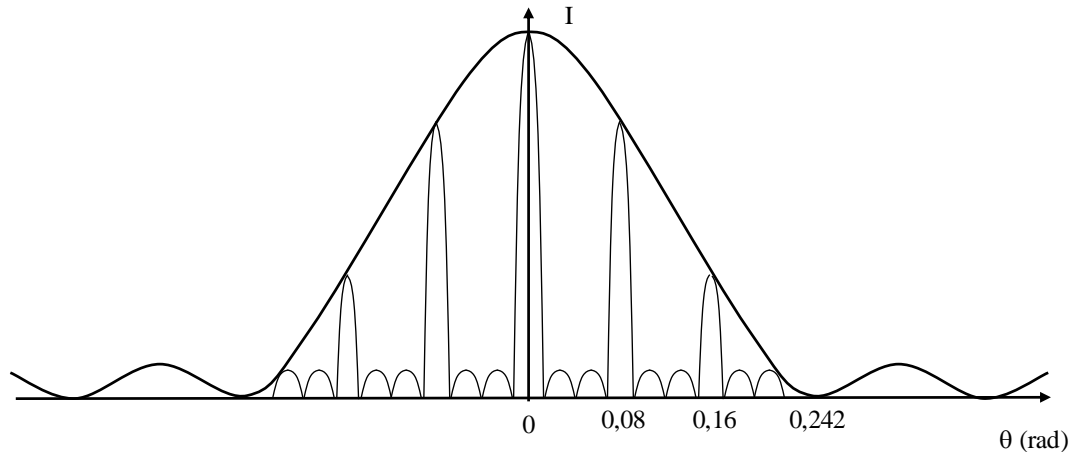
$$\sin \theta = m \frac{\lambda}{d} \Rightarrow m = 0 \rightarrow \theta = 0$$

$$\Rightarrow m = 1 \rightarrow \sin \theta = \frac{\lambda}{d} = \frac{4,8 \times 10^{-7}}{6 \times 10^{-6}} = 0,08 \rightarrow \theta = 0,08 rad$$

$$\Rightarrow m = 2 \rightarrow \sin \theta = \frac{2\lambda}{d} = \frac{2(4,8 \times 10^{-7})}{6 \times 10^{-6}} = 0,16 \rightarrow \theta = 0,16 rad$$

$$\Rightarrow m = 3 \rightarrow \sin \theta = \frac{3\lambda}{d} = \frac{3(4,8 \times 10^{-7})}{6 \times 10^{-6}} = 0,242 \rightarrow \theta = 0,242 rad$$

- c. Sketsa intensitas sebagai fungsi sudut (**SKOR = 4**)



5. Fisika Modern

- a. Besar momentum, energi kinetik, dan energi total relativistik (**SKOR = 10**)

Momentum (**SKOR = 3**):

$$p = \gamma mv = \frac{mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1.67 \times 10^{-27} \times 0.82 \times 3 \times 10^8}{\sqrt{1 - \frac{(0.82c)^2}{c^2}}} = 7.18 \times 10^{-19} \text{ kgm/s}$$

Energi Total (**SKOR = 4**):

$$pc = \frac{mvc}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{mc^2(\frac{v}{c})}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{(938 \text{ MeV})(0.82)}{\sqrt{1 - \frac{(0.82c)^2}{c^2}}} = 1345 \text{ MeV}$$

$$E = \sqrt{(pc)^2 + (mc^2)^2} = \sqrt{1345^2 + 938^2} = 1640 \text{ MeV}$$

Energi Kinetik (**SKOR = 3**):

$$K = E - E_0 = 1640 - 938 = 702 \text{ MeV}$$

- b. Efek foto listrik (**SKOR = 10, SKOR MASING-MASING = 2.5**)

- i. Efek foto listrik: $K_{maks} = \frac{hc}{\lambda} - \Phi$, maka fungsi kerja alumunium adalah :

$$\Phi = \frac{hc}{\lambda} - K_{maks} = \frac{(4,136 \times 10^{-15} \text{ eVs})(3 \times 10^8 \text{ m/s})}{600 \times 10^{-9} \text{ m}} - 1,1 \text{ eV} = 0,9 \text{ eV}$$

- ii. Frekuensi ambang diperoleh jika $K_{maks} = hf_o - \Phi = 0$

$$f = \frac{\Phi}{h} = \frac{0,9 \text{ eV}}{4,136 \times 10^{-15} \text{ eVs}} = 0,23 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

- iii. $K_{maks} = \frac{hc}{\lambda} - \Phi = \frac{(4,136 \times 10^{-15} \text{ eVs})(3 \times 10^8 \text{ m/s})}{300 \times 10^{-9} \text{ m}} - 0,9 \text{ eV} = 3,23 \text{ eV}$

- iv. Karena Energi foton < fungsi kerja logam, maka tidak akan terjadi efek fotolistrik