

1. Pada suatu medium terdapat pasangan medan listrik dan medan magnet dengan persamaan sebagai berikut:

Bentuk umum

$$\vec{E} = 100 e^{-\alpha x} \cos\left(2\pi \cdot 10^8 t - \beta x + \frac{\pi}{6}\right) \vec{a}_y \rightarrow \vec{E} = E_0 e^{-\alpha x} \cos(\omega t - \beta x) \vec{a}_y$$

$$\vec{H} = 0,2 e^{-\alpha x} \cos(2\pi \cdot 10^8 t - \beta x) \vec{a}_z \rightarrow \vec{H} = H_0 e^{-\alpha x} \cos(\omega t - \beta x - \theta_\eta) \vec{a}_z$$

Tentukan karakteristik medium tempat gelombang merambat.

$$E_0 = 100$$

$\mu \rightarrow$ Permittivitas \rightarrow medan magnetik

$$H_0 = 0,2$$

$\epsilon \rightarrow$ Permeabilitas \rightarrow medan listrik

karena $H_0 = \frac{E_0}{\eta}$, maka

$\sigma \rightarrow$ Konduktivitas

$$\eta = \frac{E_0}{H_0} = \frac{100}{0,2} = 120 \pi \sqrt{\frac{\mu_r}{\epsilon_r}}$$

$$\Rightarrow \sqrt{\frac{\mu_r}{\epsilon_r}} = \frac{500}{120 \pi}$$

$$\sqrt{\frac{\mu_r}{\epsilon_r}} = 1,32 \rightarrow \frac{\mu_r}{\epsilon_r} = 1,74 \rightarrow \mu_r = 1,74 \epsilon_r$$

$$\therefore \mu_r > \epsilon_r$$

$$\theta_\eta = \frac{\pi}{6} = 30^\circ$$

Untuk medium konduktor $\theta_\eta = 45^\circ$,

karena $\theta_\eta \neq 45^\circ$ maka tidak termasuk medium konduktor (σ sangat kecil)

$$\tan(\theta_\eta) = \frac{\sigma}{\omega \epsilon}$$

$$\tan(30^\circ) = 0,577 = \frac{\sigma}{\omega \epsilon} \quad \text{Asumsikan } \sigma = 1, \text{ maka:}$$

$$\epsilon = \frac{1}{2\pi \cdot 10^8 \cdot 0,577} = 2,76 \times 10^{-9} > \epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$$

Karena $\epsilon > \epsilon_0$, maka $\epsilon_r > 1$, sehingga $\mu_r > 1$, dan σ sangat kecil

Medium yang memenuhi adalah dielektrik tak sempurna.

$$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$$

2. Pada medium ($4\epsilon_0, \mu_0, \sigma = 0,1$) terdapat gelombang datar medan listrik 100 MHz yang merambat ke arah sumbu z positif. Besarnya amplitude maksimum gelombang tersebut adalah $10 \angle \frac{\pi}{6} \vec{a}_x \frac{V}{m}$. Tulislah persamaan gelombang datar medan listrik dan medan magnet dalam bentuk real time dan phasor.

$$f = 100 \text{ MHz} = 10^8 \text{ Hz} \rightarrow \omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 10^8$$

$$E_0 = 10 \text{ V/m}$$

$$\varphi = \frac{\pi}{6}$$

$$\beta = \omega \sqrt{\frac{\mu \epsilon}{2}} \sqrt{1 + \frac{\sigma^2}{\omega^2 \epsilon^2}}$$

$$\beta = 2\pi \cdot 10^8 \sqrt{\frac{\mu_0 \cdot 4\epsilon_0}{2}} \sqrt{1 + \frac{(0,1)^2}{(2\pi \cdot 10^8)^2 \cdot (4\epsilon_0)^2}}$$

$$\beta = 7,02$$

$$\alpha = \frac{\omega \mu \sigma}{2 \beta} = \frac{2\pi \cdot 10^8 \cdot 4\pi \times 10^{-7} \cdot 0,1}{2 \cdot 7,02} = 5,62$$

$$\eta = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \left(1 + \frac{1}{2} j \frac{\sigma}{\omega \epsilon}\right) = \sqrt{\frac{\mu_0}{4\epsilon_0}} \left(1 + \frac{1}{2} j \frac{0,1}{2\pi \cdot 10^8 \cdot 4\epsilon_0}\right)$$

$$\eta = 100,5 (1 + j 2,25)$$

$$|\eta| = 100,5 \sqrt{1^2 + 2,25^2} = 464,13 \Omega$$

$$\vec{E} = E_0 e^{-\alpha z} \cos(\omega t - \beta z + \varphi) \vec{a}_x$$

$$\vec{E}(z,t) = 10 e^{-5,62 z} \cos(2\pi \cdot 10^8 t - 7,02 z + \frac{\pi}{6}) \vec{a}_x \text{ V/m}$$

$$\theta_\eta = \tan^{-1}\left(\frac{2,25}{1}\right) = 66,04^\circ$$

$$\frac{\pi}{6} = 30^\circ$$

$$\vec{H} = \frac{E_0}{|\eta|} e^{-\alpha z} \cos(\omega t - \beta z + \varphi - \theta_\eta) \vec{a}_y$$

$$\vec{H}(z,t) = \frac{10}{464,13} e^{-5,62z} \cos(2\pi \cdot 10^9 t - 7,02z + 30^\circ - 66,04^\circ) \vec{a}_y$$

$$\vec{H}(z,t) = 0,02 e^{-5,62z} \cos(2\pi \cdot 10^9 t - 7,02z - 36,04^\circ) \vec{a}_y \text{ A/m}$$