GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK

Ramadoni Syahputra

Jurusan Teknik Elektro FT UMY

<u>GERAK GELOMBANG DALAM RUANG HAMPA</u>

Persamaan Maxwell dalam **E** dan **H**

$$\nabla \times \mathbf{H} = \varepsilon_0 \frac{\partial \mathrm{E}}{\partial t}$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = \mu_0 \frac{\partial \mathrm{H}}{\partial t}$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = 0$$

$$\nabla \times \mathbf{H} = 0$$

Anggap bahwa suatu komponen, misalnya E_x

- $$E_x = E_{xyz} \cos (\varpi t + \varphi)$$

dengan E_{xyz} = fungsi nyata dari x, y, dan z dan juga dari ω, tetapi bukan fungsi waktu, dan φ ialah sudut fasa yang juga merupakan fungsi dari x, y, z, dan ω.

Dengan memakai identitas Euler,

- $$e^{j\omega t} = \cos \omega t + j \sin \omega t$$

- Ambil
- $E_x = \text{Re } E_{xyz} \, e^{j(\omega t + \varphi)} = \text{Re } E_{xyz} \, e^{j\varphi} \, e^{j\omega t}$
- dengan Re menyatakan bagian nyata (real) dari kuantitas tersebut.
- Sekarang kita sederhanakan lagi penulisannya dengan menghilangkan Re dan menghilangkan $e^{j\varpi t}$, kuantitas E_x menjadi suatu fasor, atau kuantitas kompleks yang kita identifikasi dengan memakai subskrip s, yaitu E_{xs}.
- Jadi,
- $$E_{xs} = E_{xyz} \, e^{j\varphi}$$

- Sekarang, karena

$$\frac{\partial E_x}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial t}\left[E_{xyz}\cos(\omega t + \varphi)\right] = -\omega E_{xyz}\sin(\omega t + \varphi)$$

$$= \mathrm{Re}\, j\omega E_{xs}\, e^{j\omega t}$$

contoh,

$$\frac{\partial E_x}{\partial t} = -\frac{1}{\varepsilon_0}\frac{\partial H_y}{\partial z}$$

persamaan fasor yang sesuai ialah

$$j\varpi E_{xs} = -\frac{1}{\varepsilon_0}\frac{\partial H_{ys}}{\partial z}$$

Jika diketahui persamaan Maxwell

$$\boxed{\nabla \times \mathbf{H} = \varepsilon_0 \frac{\partial E}{\partial t}}$$

Hubungan yang sesuai dengannya ialah

$$\nabla \times \mathbf{H}_s = j\omega\varepsilon_0\mathbf{E}_s$$

$$\nabla \times \mathbf{E}_s = -j\omega\mu_0\mathbf{H}_s$$

$$\nabla \cdot \mathbf{E}_s = 0$$

$$\nabla \cdot \mathbf{H}_s = 0$$

- Metode yang diperlukan untuk memperoleh persamaan gelombang dapat dijalankan sebagai berikut:
- $\nabla \times \nabla \times \mathbf{E}_s = \nabla (\nabla \cdot \mathbf{E}_s) - \nabla^2 \mathbf{E}_s$
- $= -j\omega\mu_0 \nabla \times \mathbf{H}_s$
- $= \omega^2 \mu_0 \varepsilon_0 \mathbf{E}_s = -\nabla^2 \mathbf{E}_s$

- karena $\nabla \cdot \mathbf{E}_s = 0$, maka
- $\nabla^2 \mathbf{E}_s = -\omega^2 \mu_0 \varepsilon_0 \mathbf{E}_s$

Persamaan gelombang

$$E_x = E_{x0} \cos [\varpi (t - z\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0})]$$

- dan,

$$E'_x = E'_{x0} \cos [\omega (t - z\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0})]$$

- dengan,

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0}} = 2{,}998 \text{ x } 10^8 \cong 3 \text{ x } 10^8 \quad m/s$$

Pada saat t = 0

$$E_x = E_{x0} \cos\left(-\omega z \sqrt{\mu_0 \varepsilon_0}\right) = E_{x0} \cos \frac{\omega z}{c}$$

dengan,

$$\frac{\omega z}{c} = 2\pi$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{f}$$

dan,

$$\frac{dz}{dt} = v = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0}} = c$$

Persamaan gelombang

$$H_{ys} = -\frac{1}{j\omega\mu_0} E_{x0} \left(-j\omega\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0}\right) e^{-j\omega z/c}$$

- dan,

$$H_y = E_{x0}\sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}} \cos\left[\omega\left(t - \frac{z}{c}\right)\right]$$

- dengan rasio

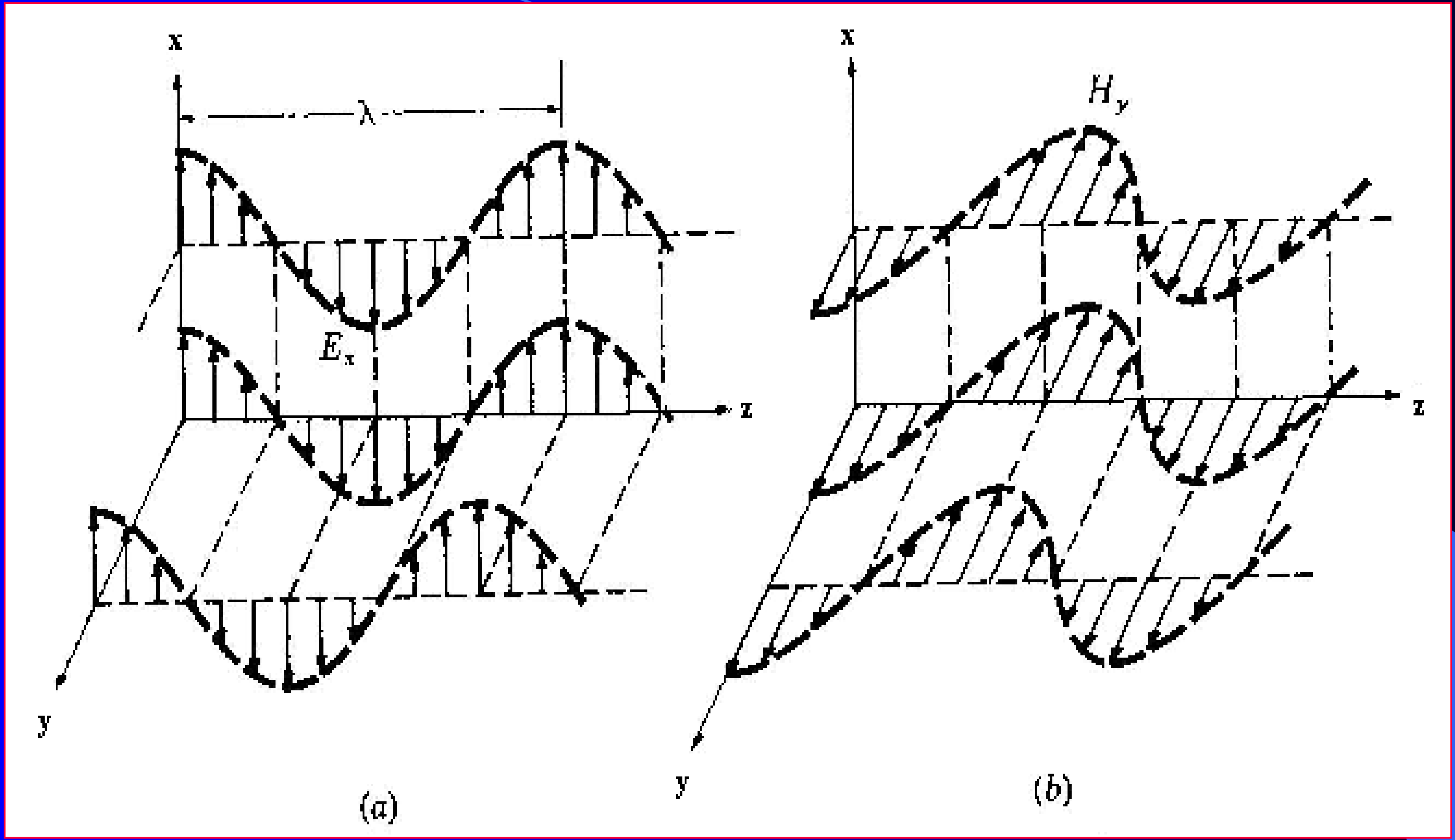
$$\frac{E_x}{H_y} = \sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}}$$

- Impedansi intrinsik

$$\eta = \sqrt{\frac{\varepsilon}{\mu}}$$

- Impedansi intrinsik dalam ruang hampa

$$\eta_0 = \sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}} = 377 = 120\pi \quad \Omega$$



- Gambar 9.1. (a) Gelombang medan listrik,
- (b) Gelombang medan magnetik

thank's

thank's

thank's