



MODUL TUTORIAL FISIKA DASAR IIA (FI-1201) KE - 6
Semester II Tahun 2022-2023
TOPIK : Gelombang EM

A. PERTANYAAN

1. Gelombang elektromagnetik (EM) telah dimanfaatkan untuk berbagai keperluan dalam kehidupan sehari-hari. Tuliskan rentang frekuensi untuk beberapa contoh pemanfaatan gelombang elektromagnetik dalam kehidupan sehari-hari kita:

| Contoh penerapan gelombang EM | Rentang frekuensi yang digunakan |
|---|----------------------------------|
| Komunikasi radio dan Televisi | |
| Komunikasi dengan Handphone | |
| Menghangatkan makanan dengan <i>microwave</i> | |
| <i>Rontgen</i> Sinar-X | |

2. Isilah pada kotak yang kosong dalam tabel untuk lebih memahami perbedaan antara gelombang bunyi dan gelombang elektromagnetik:

| | Gelombang bunyi | Gelombang EM |
|---|-----------------|--------------|
| Medium untuk merambat | | |
| Laju di udara | | |
| Rentang Frekuensi | | |
| Tipe gelombang (Longitudinal/transversal) | | |

3. Berangkat dari persamaan Maxwell, dapat kita turunkan persamaan gelombang EM yang sangat indah, misalnya dituliskan dalam sumbu-x:

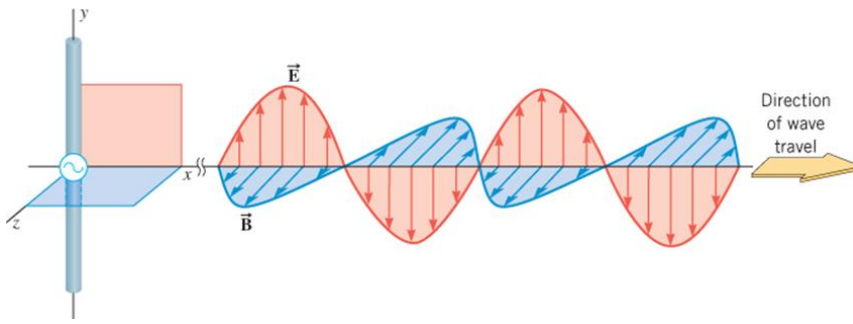
$$\frac{\partial^2 E}{\partial x^2} - \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial^2 E}{\partial t^2} = 0$$

$$\frac{\partial^2 B}{\partial x^2} - \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial^2 B}{\partial t^2} = 0$$

Berdasarkan persamaan gelombang tersebut, tentukan laju rambat gelombang EM. Besaran tersebut dikenal sebagai kelajuan dari

4. Pada umumnya pemancar gelombang elektromagnetik untuk komunikasi berupa antena kawat panjang. Antena tersebut dialiri arus bolak-balik untuk menghasilkan medan listrik dan medan magnetik yang berubah terhadap waktu serta merambat antara lain ke penerima, seperti terlihat pada gambar ilustrasi di bawah ini. Dalam gambar terlihat bahwa piranti yang digunakan untuk menerima sinyal gelombang EM yang dipancarkan tersebut berupa kabel antena untuk menangkap medan listrik dan loop/kumparan untuk menangkap medan magnetik. Jelaskan prinsip sederhana kedua piranti tersebut. Gambarkan ilustrasi kedua jenis penerima medan tersebut.

Sebagai ilustrasi:



5. Jelaskan secara ringkas hipotesis Maxwell yang merupakan kontribusi terbesar pada teori elektromagnetik.

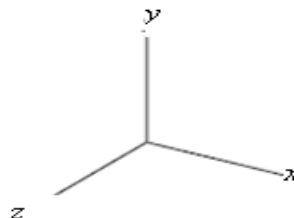
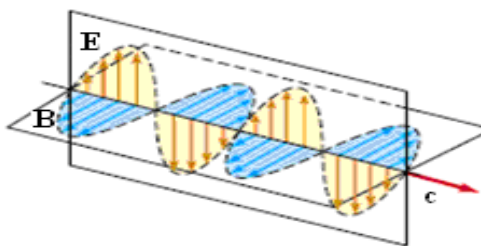
B. SOAL

1. Medan listrik yang merupakan bagian dari gelombang elektromagnetik dituliskan sebagai berikut (unit SI):
 $E_y = 100 \sin(1 \times 10^7 x - \omega t)$.

Tentukanlah:

- Amplitudo medan magnet yang terkait dengan medan listrik tersebut,
 - panjang gelombang λ , dan
 - frekuensi f .
2. Gambar di bawah ini adalah ilustrasi dari gelombang elektromagnetik sinusoidal yang menjalar dalam arah sumbu x . Bila diketahui bahwa panjang gelombangnya adalah 50 m dan medan listrik bervibrasi dalam bidang xy dengan amplitudo 22 V/m.
- Hitunglah frekuensi gelombang ini
 - Hitunglah magnitudo dan arah medan \mathbf{B} ketika medan listrik mempunyai nilai maksimum dalam arah sumbu y negatif
 - Tentukan nilai B_{\max} , k , dan ω . Tuliskan medan magnet \mathbf{B} dalam persamaan berikut:

$$B = B_{\max} \cos(kx - \omega t)$$



3. Suatu gelombang elektromagnetik mempunyai panjang gelombang 600 nm dan merambat dalam arah sumbu z . Medan magnet gelombang tersebut berorientasi pada sumbu y dan mempunyai besar 10^{-8} T. Nyatakanlah persamaan medan listriknya jika dianggap medan magnet mempunyai harga maksimum pada $z = 0$ dan $t = 0$. Gambarkan ilustrasi perambatan gelombang elektromagnetik tersebut dalam sistem koordinat kartesian.
4. Seberkas cahaya terpolarisasi memiliki intensitas 15 W/m^2 dan dilewatkan pada keping polarisator yang sumbu transmisi keping membentuk sudut 25° terhadap arah polarisasi cahaya tersebut. Tentukanlah nilai rms medan listrik dari cahaya yang ditransmisikan oleh keping polarisator.

5. Diberikan gelombang elektromagnetik yang memiliki medan magnetik dinyatakan sebagai berikut $\vec{B}(x, t) = B_0 \cos(kx - \omega t)\hat{j}$
- Tentukan arah perambatan gelombang dan arah osilasi medan magnetiknya.
 - Tuliskan komponen medan listrik dari gelombang elektromagnetik tersebut.
 - Carilah vektor Poynting dari $\vec{S} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B}$

6. Untuk suatu program pemasangan panel surya perlu dikaji intensitas matahari. Diketahui bahwa intensitas cahaya matahari yang mencapai atmosfer bagian atas bumi adalah $1,37 \text{ kW/m}^2$. Asumsikan jarak matahari-bumi adalah $1,5 \times 10^{11} \text{ m}$ dan diameter matahari sekitar $6,96 \times 10^8 \text{ m}$.

Tentukan:

- nilai E_{rms} dan B_{rms}
- output daya rata-rata matahari.

7. Komponen medan listrik dari sebuah gelombang EM beresilasi dalam arah sumbu-y dan vektor Poynting diberikan oleh: (dalam satuan SI)

$$\vec{S}(x, t) = 100 \cos^2(10x - (3 \cdot 10^9)t)(\hat{i})$$

Tentukan:

- arah propagasi/rambat dari gelombang,
- panjang gelombang dan frekuensinya, dan
- medan listrik dan medan magnetik dari gelombang EM tersebut.

8. Komponen medan listrik dari gelombang elektromagnetik yang dikirimkan oleh pemancar-A dinyatakan sebagai berikut: $\vec{E}(x, t) = 100 \cos(10x - (3 \cdot 10^9)t)(\hat{j})$. Dengan mengabaikan atenuasi yang terjadi, jelaskan apa yang terjadi apabila

- Gelombang elektromagnetik yang sama dipancarkan secara serentak pada jarak 628 m dari antenna pemancar-A.
- Gelombang elektromagnetik yang sama dipancarkan secara serentak pada jarak 628,314 m dari antenna pemancar-A.
- Gelombang elektromagnetik yang sama dipancarkan secara serentak pada jarak 628,157 m dari antenna pemancar-A.

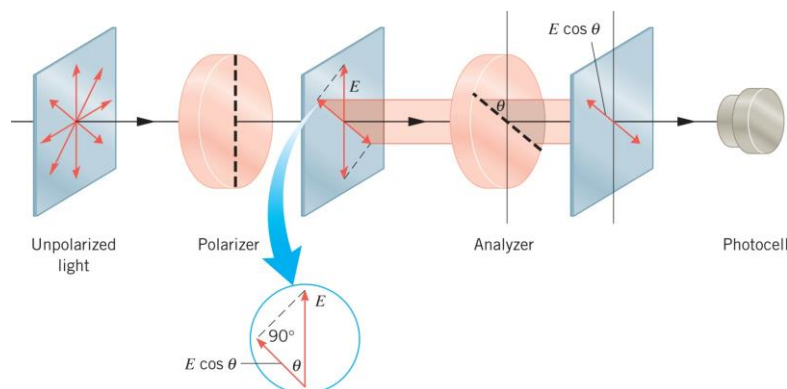
9. Medan listrik dari dua buah gelombang elektromagnetik dinyatakan sebagai berikut :

$$\vec{E}(x, t) = E_{0z} \cos(kx - \omega t)(\hat{k}) \frac{V}{m}$$

$$\vec{E}(x, t) = E_{0y} \cos(kx - \omega t + \alpha)(\hat{j}) \frac{V}{m}$$

- Jelaskan perbedaan dan persamaan kedua medan tersebut.
- Gambarkan ilustrasi kedua gelombang tersebut.
- Jelaskan fenomena yang akan terjadi bila kedua gelombang bertemu. Bahaslah Ketika $\alpha = 0$ dan $\alpha = \pi/2$

10. Berdasarkan susunan polarisator dan analisator berikut:



Tentukan besar sudut theta (θ), sehingga intensitas rata-rata cahaya terpolarisasi yang mencapai sel foto (photocell) adalah 10 persen dari intensitas cahaya tak-terpolarisasi.