



KARAKTERISTIK MATERIAL ELEKTROMAGNETIK

OLEH : IBU HEPI LUDYATI

Bismilaahirrahmaanirrahim.....

Bagi yang Muslim silahkan berdoa ini sebelum dimulai yah....agar kita semua dipahamkan, dibukakan kemampuan untuk berfikir dan diberi kesehatan, aamiin, bagi yang Non Muslim....mangga pilih doa terbaik menurut keyakinan kalian

Doa Sebelum Belajar

رَضِيتُ بِاللَّهِ رَبًّا وَبِالْإِسْلَامِ دِينًا وَبِمُحَمَّدٍ نَبِيًّا وَرَسُولًا رَبِّ زِدْ نِي عِلْمًا وَرْزُقْنِي فَهْمًا

Rodlittu billahirobba, wabi islamidina, wabimuhammadin nabiyyaw warasulla ,robbi zidnii ilmaa warzuqnii fahmaa.

Artinya: "Kami ridho Allah Swt sebagai Tuhanku, Islam sebagai agamaku, dan Nabi Muhammad sebagai Nabi dan Rasul, Ya Allah, tambahkanlah kepadaku ilmu dan berikanlah aku pengertian yang baik"



Assalamu'alaikum Anak-anak....selamat siang,
apa kabar semuanya, sehat?

**Selamat datang di kuliah online
Elektromagnetika 1.....yuk kita
Ngopi (Ngobrol Bersama Bu Hepi)**



KITE HADIR BU.....

Karena ini kuliah online, maka : boleh pakai sarung....tapi harus ditutup auratnya yah...dan jangan kalah juga, boleh sambil ngemil dan ngopi atau ngeteh, oke yah?





Siapkan catatan dan alat tulis, siapkan kalkulator bila diperlukan, oke yah?

Eitttt...jangan lupa siapkan juga semangat, oke?

BAIKLAH...INI YANG AKAN KITA PELAJARI BERSAMA

- Karakteristik Material Elektromagnetik :
 - Material konduktor
 - Material dielektrik
 - Material magnetik



Material dielektrik



Material konduktor

Material magnetik



Pendahuluan

Jika suatu bahan/material elektromagnetik dikenai dengan medan listrik ataupun medan magnet maka material tersebut akan memberikan respon terhadap medan listrik ataupun medan magnet tersebut.

Respon yang terjadi bergantung pada jenis dan parameter material elektromagnetik tersebut.

Material Konduktor :

- 1) Memiliki parameter : **konduktivitas (conductivity)**, satuan siemens/meter (σ : dibaca “Sigma”)
- 2) Responsif terhadap medan listrik.
- 3) Ketika material ini dikenai medan listrik eksternal, maka respon yang terjadi adalah elektron-elektron akan bergerak bebas dari satu titik ke titik lain di dalam material konduktor di bawah pengaruh medan listrik.
- 4) Elektron-elektron yang bergerak bebas ini (*move freely*) akan menghasilkan arus konduksi, yang mana arus konduksi ini ditandai dengan adanya **rapat arus konduksi** dalam konduktor.

Rapat Arus Konduksi, dirumuskan :

$$\vec{J}_C = \sigma \vec{E}$$



Dari rumus ini dapat kita nyatakan bahwa :

- Rapat arus konduksi berbanding lurus dengan parameter konduktivitas (σ) dan medan listrik.
- Untuk medan listrik eksternal yang tetap, maka material konduktor dengan konduktivitas tinggi akan menghasilkan rapat arus konduksi tinggi.
- Untuk material konduktor tetap, maka semakin tinggi amplitudo medan listrik yang diberikan, rapat arus konduksi akan semakin tinggi.

Daftar nilai konduktivitas untuk beberapa contoh material elektromagnetik

Material	$\sigma(\text{S/m})$
Perak	$6,1 \times 10^7$
Tembaga	$5,7 \times 10^7$
Emas	$4,1 \times 10^7$
Aluminium	$3,5 \times 10^7$
Air Laut	4
Tanah basah	10^{-3}
Silikon	$3,9 \times 10^{-4}$

Kategori Good Conductor

Lebih masuk ke jenis material dielektrik

Material Dielektrik

- 1) Material dielektrik memiliki sifat seperti insulator (sifat antara **konduktor** & **isolator**).
- 2) Memiliki parameter : permitivitas (ϵ).
- 3) Ketika material dielektrik dikenai oleh medan listrik eksternal, maka electron-electron tidak bergerak bebas seperti halnya pada konduktor, tetapi bergerak terbatas bahkan seperti terikat, sehingga terbentuklah bounded electrons.
- 4) Respon material dielektrik terhadap medan listrik eksternal ini adalah terkumpulnya elektron-elektron dengan polaritas yang sama, sehingga terjadi pengkutuban atau diberi istilah polarisasi.
- 5) Efek polarisasi ini menyebabkan muatan-muatan listrik terikat dan dapat menyimpan energi listrik.
- 6) Fenomena polarisasi sangat dipengaruhi oleh medan listrik dan nilai parameter permitivitas.

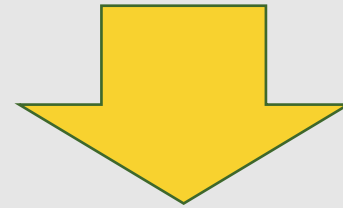
Karena polarisasi itu mewakili Gerakan electron-electron terbatas dan terjadinya pengkutuban, maka polarisasi merupakan besaran vektor

$$\vec{P} = \epsilon_0 \chi_e \vec{E}$$

$$\epsilon_0 = \text{permitivitas ruang hampa} = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9}$$
$$\chi_e = \text{suseptibilitas elektrik} = \epsilon_r - 1$$



Bagaimana, paham semuanya, ada pertanyaan?



Kalau Kalian paham, ayo lanjut lagi yah....

Masih seputar material dielektrik

Dengan pergerakan electron-electron yang tidak bebas ini, memunculkan yang disebut rapat arus polarisasi, yang dirumuskan :

□ Rapat arus polarisasi

$$\vec{J}_P = \frac{\partial \vec{P}}{\partial t} = \frac{\partial (\epsilon_0 \chi_e \vec{E})}{\partial t}$$



**Jadi : Rapat arus polarisasi merupakan turunan
vector polarisasi terhadap waktu**

Masih seputar material dielektrik

Respon dielektrik apabila dikenai medan listrik dalam bentuk polarisasi memberikan fakta bahwa dalam dielektrik terdapat rapat muatan polarisasi :

$$\rho_P = -\nabla \cdot \vec{P}$$



ρ_p = rapat muatan polarisasi merupakan negative divergensi dari vector polarisasi.

Daftar nilai permitivitas relatif beberapa material dielektrik

Material	ϵ_r
Udara	1
Kaca	6
Lucite	3,2
Polystyrene	2,5
Tanah basah	3
Teflon	2,1
Destilled water	81

Permitivitas material dielektrik $\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$

Soal latihan :

1. Sebuah material dielektrik dikenai medan listrik dengan persamaan : $\vec{E} = 0,1 \cos(2\pi \times 10^6 t) \vec{a}_x$ V/m, Material tersebut adalah polystyrene dengan $\epsilon_r = 2,5$ dan distilled water $\epsilon_r = 81$

Tentukan :

- a) Vektor polarisasi
- b) Suseptibilitas elektrik
- c) Rapat arus polarisasi
- d) Rapat muatan polarisasi

Pada kedua material dielektrik tersebut

2. Dua buah konduktor masing-masing memiliki konduktivitas berturut-turut $\sigma_1 = 5,7 \times 10^7$ (S/m) dan $\sigma_2 = 3,2 \times 10^7$ (S/m). Jika kedua konduktor ini dikenai medan listrik $\vec{E} = 10 \vec{a}_y$ (volt/meter), tentukan perbandingan rapat arus konduksi konduktor 1 terhadap 2.

Material Magnetik

- ❑ Memiliki kemampuan untuk menyimpan energi magnet,
- ❑ Material magnetik memberikan respon terhadap medan magnet yang mengenainya.
- ❑ Respon yang terjadi hampir mirip dengan di material dielektrik, yaitu terjadi pengkutuban (terkumpulnya elektron-elektron yang memiliki polaritas sama).
- ❑ Suatu bahan magnet yang diberi pengaruh medan magnet maka pada bahan timbul **momen dipol magnet**.
- ❑ Momen dipol dinyatakan dengan persamaan :

$$\vec{m} = I_s \vec{S}$$

\vec{m} = vektor momen dipol

I_s = arus permukaan (yaitu arus listrik yang ditimbulkan oleh electron-electron yang bergerak pada permukaan material magnetik)

\vec{S} = vektor bidang/permukaan yang dilalui arus I_s , catatan : vektor satuan \vec{S} tegak lurus bidang

- ❑ Dalam bahan magnet, ada istilah **Magnetisasi**, yaitu momen dipol per satuan volume.
- ❑ Untuk bahan magnet linier, magnetisasi ini sebanding dengan intensitas magnet yang diberikan.
- ❑ Linier artinya : perubahan sifat-sifat magnet mengikuti/sebanding dengan perubahan medan magnet yang mengenaanya.

Vektor Magnetisasi :

$$\vec{M} = \chi_m \vec{H}$$

χ_m adalah suseptibilitas magnet

$$\chi_m + 1 = \mu_r = \text{permeabilitas relatif}$$

χ_m = menunjukkan kemampuan material magnetik menyimpan energi magnet
Semakin besar nilai permeabilitas relative material, maka kemampuan material dalam menyimpan energi magnetic akan semakin besar

- ❑ Pada material magnetik, akan terjadi **rapat arus magnetisasi** sebagai respon material terhadap medan magnet yang mengenainya :

$$\vec{J}_M = \nabla \times \vec{M}$$

Lihat lagi rumus-rumus curl

Nilai permeabilitas relatif beberapa material

Material	μ_r
Perak	0,99998
Tembaga	0,999991
Nikel	600
Baja	2000
Besi	5000