

A 3D visualization of a magnetic field. A central bar magnet is shown with its magnetic field lines looping around it. The field lines are represented as a dense, glowing grid of white lines that radiate outwards from the magnet, creating a sense of depth and intensity. The background is dark with some light spots, suggesting a space-like environment.

MEDAN ELEKTROMAGNETIK

Dr. Indri Dayana, M.Si

MEDAN ELEKTROMAGNETIK

Penulis : Dr. Indri Dayana, M.Si
Editor : Siti Shofiyatus Sa'diyah
Desain Cover : Muzammil Akbar
Ilustrasi : Hot Mods - Chatgpt

Ukuran: 14.8 x 21 cm; Hal: iv + 76 (80)

Cetakan I, Agustus 2024

ISBN 978-623-8564-82-8



Penerbit

Insight Mediatama

Anggota IKAPI No. 338/JTI/2022

Watesnegoro No. 4 (61385) Mojokerto

Whatsapp 087762245559

www.insightmediatama.co.id

© All Rights Reserved Ketentuan Pidana Pasal 112-119 Undang-undang Nomor 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta. Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit dan penulis.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunianya, sehingga buku Medan Elektromagnetik ini dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini ditulis sebagai buku ajar untuk mahasiswa dan dosen. Buku ini dapat dipakai sebagai pedoman dan sebagai buku pegangan dosen dan mahasiswa.

Buku ini berisi materi yang diperlukan untuk belajar Medan Elektromagnetik dan didesain dengan bahasa yang mudah dan praktis supaya siapapun yang menggunakan buku akan mudah memahaminya.

Penulis meyakini bahwa dalam pembuatan buku Medan Elektromagnetik ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna penyempurnaan buku Medan Elektromagnetik ini di masa yang akan datang.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan dalam menyelesaikan buku ini, mudah-mudahan buku ini dapat memberikan manfaat bagi para mahasiswa dan dosen yang menjadikan buku ini sebagai buku ajar untuk mempelajari Medan Elektromagnetik.

Penulis

DAFTAR ISI

Kata pengantar | iii

Daftar Isi | iv

BAB I Konsep Pengantar Medan
Elektromagnetik | 1

BAB II Hukum Coulomb | 7

BAB III Intensitas Medan Listrik | 11

BAB IV Kerapatan Fluks Listrik Dan Hukum
GAUSS | 16

BAB V Energi Dan Potensial | 21

BAB VI Konduktor, Dielektrik Dan Kapasitansi
| 32

BAB VII Persamaan Poisson dan Laplace | 39

BAB VIII Hukum Bio-Savart | 68

Daftar Pustaka | 74

Tentang penulis | 76

BAB I

KONSEP PENGANTAR MEDAN ELEKTROMAGNETIK

Pengertian Medan Elektromagnetik – Tanpa kita sadari didalam sekitar lingkungan kita, terutama peralatan rumah tangga kita banyak barang-barang yang mengandung medan elektromagnetik. Medan elektromagnetik sering kali disebut dengan medan EM, yang dihasilkan ketika partikel bermuatan, seperti elektron yang dipercepat.

Jadi, **medan elektromagnetik** yaitu semua partikel yang bermuatan listrik dan dikelilingi oleh medan listrik pula. Partikel yang bermuatan dan bergerak menghasilkan medan magnet. Ketika kecepatan perubahan partikel bermuatan makan medan elektromagnetik diproduksi.

Pertamakali bidang **elektromagnetik** ditemukan pada abad ke 19, ketika fisikawan menyadari bahwa busur listrik (percikan api) dapat direproduksi dari kejauhan dan tanpa menghubungkan kabel diantara keduanya.

BAB II

HUKUM COULOMB

Hukum Coulomb ditemukan oleh ahli fisika asal Prancis yang bernama **Charles Augustin de Coulomb**. Coulomb melakukan penelitian mengenai gaya yang ditimbulkan oleh dua benda yang diberi muatan listrik dan dipisahkan oleh jarak tertentu. Hukum Coulomb pada dasarnya menyatakan bahwa **interaksi muatan listrik yang sejenis akan tolak-menolak, sedangkan muatan yang berlainan jenis akan tarik-menarik**. Dari hasil percobaan Coulomb, dapat dinyatakan bunyi Hukum Coulomb sebagai berikut:

Misalnya, ada dua muatan, yaitu q_1 dan q_2 yang berada pada jarak r satu sama lain dalam ruang hampa udara. Jika q_1 dan q_2 memiliki muatan yang sama, maka kedua muatan akan saling tolak-menolak. Contohnya seperti yang ditunjukkan pada gambar (a) dan (b), ya.

Pada gambar (a), muatan q_1 dan q_2 sama-sama positif. Makanya, muatan q_1 mendapat gaya tolakan sebesar F_{12} ke kiri akibat interaksi

BAB III

INTENSITAS MEDAN LISTRIK

Pengertian dan Konsep Medan Listrik

Medan listrik itu **daerah/area/ruang di sekitar muatan listrik**, baik itu **muatan positif (proton) maupun muatan negatif (elektron)** yang masih dipengaruhi gaya listrik.

Nah, kejadian memegang gagang pintu bisa kesetrum itu disebabkan oleh lompatan elektron akibat adanya medan listrik.

Hal ini bisa terjadi ketika terdapat ketidakseimbangan antara jumlah proton dengan elektron di tangan kita dan gagang pintunya. Biasanya, fenomena tangan kita kesetrum saat memegang gagang pintu itu disebabkan karena tangan kita kelebihan elektron, yang menyebabkan elektron mengalir atau melompat dari tangan kita ke gagang pintunya.

BAB IV

KERAPATAN FLUKS LISTRIK DAN HUKUM GAUSS

Hukum Gauss adalah hukum yang dikemukakan oleh seorang ahli matematika dan fisika asal Jerman, Carl Friedrich Gauss.

Pada hakikatnya, hukum ini berhubungan dengan distribusi muatan listrik yang kemudian menghasilkan medan listrik.

Simpelnya nih, menurut hukum ini, ada garis muatan listrik pada benda yang membentuk medan listrik dengan bentuk tertentu. Umumnya, Hukum Gauss ini digunakan untuk menghitung kekuatan medan listrik pada objek simetris.

Bisa dilihat di situ, Gauss menggunakan istilah “fluks listrik”, apa itu? Fluks listrik di sini dapat didefinisikan sebagai banyaknya garis medan listrik yang menembus permukaan luas. Tanda panah kuning yang bisa dilihat di ilustrasi tersebut, merupakan fluks listrik.

BAB V ENERGI DAN POTENSIAL

Dalam hidup, manusia selalu beraktivitas atau bergerak karena ada energi. Semua benda yang bergerak juga memerlukan energi.

Contohnya, mobil dapat melaju dengan kencang karena ada energi dari bahan bakarnya. Atau Aldo dapat berlari karena mendapat energi dari makanan yang ia konsumsi.

Setiap benda yang memiliki energi cenderung melakukan usaha. Maka, bisa dikatakan bahwa energi merupakan kemampuan untuk melakukan usaha.

Energi potensial adalah energi yang dimiliki benda akibat kedudukan atau posisi bendanya. Energi potensial disebut juga dengan energi diam sebab benda yang dalam keadaan diam bisa memiliki energi.

Jika benda ini bergerak, maka benda mengalami perubahan energi potensial yang menjadi energi gerak.

Dari pengertian ini, kita dapat mengetahui bahwa benda yang diam namun ada di posisi tertentu maka akan memiliki energi potensial.

BAB VI

KONDUKTOR, DIELEKTRIK DAN KAPASITANSI

Konduktor merupakan bahan yang dapat menghantarkan arus listrik dengan baik, sedangkan isolator kebalikan dari konduktor merupakan bahan yang sulit menghantarkan arus listrik dengan baik.

Dielektrik dalam medan listrik dapat diumpamakan sebagai susunan dua kutub mikroskopik dalam ruang hampa yang terdiri atas muatan positif dan muatan negatif yang pusatnya tidak berhimpit.

Muatan tersebut bukanlah muatan bebas seperti konduktor, dan juga tidak memberi pengaruh dalam pada proses konduksi. Muatan tersebut terikat pada tempatnya oleh gaya atomik dan gaya antar molekul. Karena hal tersebut muatan hanya dapat bergeser sedikit saja jika ada medan eksternal. Inilah yang membedakan dielektrik dan konduktor.

Semua bahan dielektrik, baik yang berupa padat, cairan, atau gas. Meskipun bentuknya

BAB VII

PERSAMAAN POISSON DAN LAPLACE

Dalam matematika dan fisika, **persamaan Laplace** adalah persamaan diferensial parsial orde dua yang dinamakan dengan nama Pierre-Simon Laplace, yang pertama kali mempelajari sifat-sifatnya.

Persamaan Laplace merupakan salah satu jenis persamaan diferensial parsial yang banyak digunakan untuk memodelkan permasalahan dalam bidang sains. Persamaan ini merupakan contoh klasik dari persamaan eliptik dan merupakan jenis persamaan diferensial linier orde dua dengan dua peubah.

persamaan Laplace adalah sebuah fungsi bernilai real yang terdiferensialkan dua kali. Persamaan ini juga mengartikan operator Laplace memetakan sebuah fungsi bernilai skalar ke sebuah fungsi bernilai skalar yang lain.

Persamaan ini disebut dengan persamaan Poisson, sebuah perumuman dari persamaan Laplace. Persamaan Laplace dan persamaan Poisson adalah contoh termudah dari persamaan diferensial eliptik parsial.

BAB VIII

HUKUM BIO-SAVART

Hukum Biot-Savart digunakan untuk menghitung medan magnet yang sangat kecil yang diperoleh pada titik yang dilokalisasi oleh vektor. Dengan elemen rangkaian panjang dan terletak pada titik yang ditentukan. Menurut Engineering Electromagnetics (2005), Hukum Biot-Savart juga terkadang sebagai hukum Ampere untuk elemen arus. Tetapi untuk menghindari kerancuan, maka kita tetap menyebutnya sebagai hukum Biot-Savart.

Secara sederhana, hukum ini menyatakan hubungan antara arus listrik yang mengalir pada suatu lintasan dengan medan magnet yang muncul disekitar lintasan tersebut. Biot-Savart dalam eksperimennya, menyatakan bahwa besarnya kuat medan magnet di suatu titik yang dipengaruhi oleh kawat penghantar dan dialiri arus listrik adalah: berbanding lurus dengan kuat arus listrik, berbanding lurus dengan panjang kawat, berbanding lurus dengan kuadrat jarak antara titik ke kawat penghantar, berbanding lurus dengan sinus sudut apit antara arah arus dan garis hubung antara titik ke kawat penghantar.

Dapat membuat $d\mathbf{l}$ menjadi vektor $d\mathbf{l}$ dengan memberikan arah aliran arus. Segmen kecil ini menghasilkan medan magnet kecil $d\mathbf{B}$ pada