



# PERANGKAT PEMBELAJARAN STEM ISCIT

DIAN ARTHA KUSUMANINGTYAS

**vivavictory**  
a b a d i

## **PERANGKAT PEMBELAJARAN STEM ISCIT**

Oleh:

Dian Artha Kusumaningtyas

Editor: Syamsul Hadi

Ilustrasi dalam: I Gede Andri Setiawan

Ilustrasi Sampul: Komarudin

Penerbit

PT. Viva Victory Abadi

Nglarang Malangrejo RT 05 RW 35 No 67

Wedomartani Ngemplak Sleman Yogyakarta

Email: etosedigital@gmail.com

Cetakan perdana

Oktober 2021

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

**PERANGKAT PEMBELAJARAN STEM ISCIT**

vii, 52 halaman ; 16 x 23 cm.

ISBN: 9 786025 377273

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang. Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun, termasuk fotokopi, tanpa izin tertulis dari penerbit



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan hidayah-Nya, kami dapat menyusun perangkat pembelajaran STEM ISCIT, yakni Rencana Pembelajaran Semester, Modul Magnet dan Induksi Elektromagnetik, Media Pembelajaran, dan Instrumen Evaluasi. Perangkat pembelajaran STEM ISCIT dirancang untuk membantu mahasiswa, belajar secara mandiri metode pembelajaran STEM ISCIT.

Setelah belajar menggunakan modul ini, pengguna diharapkan menguasai konsep- konsep, hukum-hukum, dan teori-teori fisika serta penerapannya yang meliputi gejala kelistrikan dan gejala kemagnetan serta pengaruh timbal balik antara kedua gejala tersebut dengan model STEM ISICT.

Dengan berbagai keterbatasannya, perangkat pembelajaran ini diharapkan dapat digunakan sebagai sarana untuk membantu mahasiswa dalam menyelenggarakan kegiatan pembelajara secara efisien dan fleksibel serta meningkatkan keterampilan mahasiswa pendidikan fisika melalui model pembelajaran STEM ISciT

## Daftar Isi

Kata Pengantar .....	3
Daftar Isi .....	4
Rencana Pembelajaran Semester .....	5
Magnet Dan Induksi Elektromagnetik .....	11
Media Pembelajaran STEM ISCIT .....	29
Lembar Kerja Mahasiswa.....	36
Instrumen Evaluasi Pembelajaran STEM ISCIT .....	43
Daftar Pustaka .....	45



**RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER**  
**LISTRIK MAGNET**

**1. Identitas**

- |                           |                                |
|---------------------------|--------------------------------|
| 1. Program Studi          | : Pendidikan Fisika            |
| 2. Fakultas               | : Keguruan dan Ilmu Pendidikan |
| 3. Nama Matakuliah        | : Listrik magnet               |
| 4. Bobot (Teori/ Praktek) | : 3 sks                        |
| 5. Semester               | : Gasal                        |
| 6. Rumpun Mata Kuliah     | : Pendidikan                   |
| 7. Alokasi waktu total    | : 14 kali pertemuan            |

**2. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah**

Mata kuliah ini membahas konsep-konsep listrik magnet yang meliputi sebagai berikut : Elektrostatika, Medan Listrik, Hukum Gauss, Energi dan Potensial Listrik, Multipole Listrik, Metode Khusus dalam Elektrostatika, Arus Listrik, Bahan Dielektrik, Magnetostatika, Induksi Elektromagnetika, Kemagnetan dalam Bahan

**3. Capaian Pembelajaran Khusus**

- a. Mahasiswa dapat mengidentifikasi sifat-sifat interaksi muatan listrik
- b. Mahasiswa dapat mengidentifikasi medan listrik oleh muatan titik dan muatan kontinu dengan pendekatan STEM ISciT
- c. Mahasiswa dapat menerapkan hukum gauss untuk menentukan medan listrik oleh muatan kontinu. Mahasiswa dapat menganalisis hubungan antara potensial listrik oleh muatan titik dan muatan kontinu, dengan medan listrik dengan pendekatan STEM ISciT
- d. Mahasiswa dapat mengidentifikasi monopole, dipole dan quadrupole dari potensial skalar dan menghitung medan listrik oleh dipole listrik
- e. Mahasiswa dapat mengidentifikasi distribusi potensial listrik melalui persamaan laplace dan metode pemisahan variabel
- f. Mahasiswa dapat mengidentifikasi keterkaitan arus listrik dengan hambatan listrik, beda potensial listrik, dan sifat-sifat bahan yang dilalui
- g. Mahasiswa dapat mengidentifikasi perubahan gejala kelistrikan yang terjadi pada bahan dielektrik akibat adanya medan listrik dengan pendekatan STEM ISciT
- h. Mahasiswa dapat mengidentifikasi gejala kemagnetan karena gerakan muatan dalam medan magnet dengan pendekatan STEM ISciT
- i. Mahasiswa dapat menganalisis gejala kemagnetan yang ditimbulkan oleh arus listrik dengan pendekatan STEM ISciT
- j. Mahasiswa dapat mengidentifikasi sifat-sifat kemagnetan dalam bahan dengan pendekatan STEM ISciT

## 4. Deskripsi singkat mata kuliah

## 5. Mata kuliah Prasyarat : -

## 6. Team Teaching :-

## 7. Matrik RPS :

Sesi ke	Capaian Pembelajaran Mingguan	Materi Pembelajaran	Metode/ Strategi Pembelajaran	Aktifitas Pembelajaran/ Pengalaman	PENILAIAN		
					Indikator Penilaian	Bentuk Penilaian	%
1	2	3	4	5	7	8	9
1	Mengidentifikasi sifat-sifat interaksi muatan listrik (muatan titik dan muatan kontinu)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muatan Titik</li> <li>• Hukun Coulomb</li> <li>• Sistem Muatan Kontinu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sinkron (Tatap Maya) melalui Zoom meeting sesuai dengan jadwal perkuliahan</li> <li>• Elearning</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memberikan pengantar tentang Tujuan dan sistematika perkuliahan beserta istilahnya</li> <li>• Memberikan soal pre-test kepada mahasiswa untuk mengukur kemampuan kompetensi awal mahasiswa</li> <li>• Mengidentifikasi sifat-sifat interaksi muatan listrik (muatan titik dan muatan kontinu)</li> </ul>	Mahasiswa dapat menyelesaikan soal pre-test yang diberikan	Pre-test	16%
2	Mengidentifikasi medan listrik oleh muatan titik dan muatan kontinu dengan pendekatan STEM ISciT	Medan Listrik : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengertian Medan Listrik</li> <li>• Medan Listrik oleh Muatan Titik</li> <li>• Medan Listrik oleh Muatan Kontinu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sinkron (Tatap Maya) melalui Zoom meeting sesuai dengan jadwal perkuliahan</li> <li>• E-learning</li> </ul>	Memberikan pengantar tentang Konsep Pengertian Medan Listrik, Medan Listrik oleh Muatan Titik, dan Medan Listrik oleh Muatan Kontinu	Mahasiswa mampu menjelaskan konsep Medan Listrik dengan pendekatan STEM ISciT	UAS : 35 % UTS : 35 % Tugas : 25 % Kehadiran : 5 %	100 %
3	Menerapkan Hukum Gauss untuk menentukan medan listrik oleh muatan kontinu	Hukum Gauss : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fluks dan Rapat Fluks Listrik</li> <li>2. Hukum Gauss</li> <li>3. Penerapan Hukum Gauss</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sinkron (Tatap Maya) melalui Zoom meeting sesuai dengan jadwal</li> </ul>	Memberikan pengantar Hukum Gauss untuk menentukan medan listrik oleh muatan kontinu	Mahasiswa mampu menjelaskan Hukum Gauss dan mempersiapkan rancangan	UAS : 35 % UTS : 35 % Tugas : 25 % Kehadiran : 5 %	100 %

Sesi	ke	Capaian Pembelajaran Mingguan	Materi Pembelajaran	Metode/Strategi Pembelajaran	Aktifitas Pembelajaran/Pengalaman	PENILAIAN		
						Indikator Penilaian	Bentuk Penilaian	%
1	2	3	4	5	7	8	9	
			perkuliahan • E-learning		pembelajaran STEM ISciT dengan pada materi Listrik			
4	Menganalisis hubungan antara potensial listrik oleh muatan titik dan muatan kontinu, dengan medan listrik pendekatan STEM ISciT	Energi dan Potensial Listrik : 1. Potensial Listrik dari Muatan Titik 2. Potensial Listrik dari Muatan Kontinu 3. Potensial Listrik dan Energi 4. Kapasitor dan Kapasitansi 5. Energi dalam Kapasitor dan Rapat Energi	• Sinkron (Tatap Maya) melalui Zoom meeting sesuai dengan jadwal perkuliahan E-learning	Memberikan pengantar tentang hubungan antara potensial listrik oleh muatan titik dan muatan kontinu, dengan medan listrik pendekatan STEM ISciT	Mahasiswa memahami hubungan antara potensial listrik oleh muatan titik dan muatan kontinu, dengan medan listrik pendekatan STEM ISciT	UAS : 35 % UTS : 35 % Tugas : 25 % Kehadiran : 5 %	100 %	
5	Mengidentifikasi monopole, dipole dan quadropole dari potensial skalar dan menghitung medan listrik oleh dipole listrik	Multipole : 1. Ekspansi Multipole dari Potensial Skalar 2. Medan Diopole Listrik	• Sinkron (Tatap Maya) melalui Zoom meeting sesuai dengan jadwal perkuliahan • E-learning	Mengidentifikasi monopole, dipole dan quadropole dari potensial skalar dan menghitung medan listrik oleh dipole listrik	Mahasiswa mampu Mengidentifikasi monopole, dipole dan quadropole dari potensial skalar dan menghitung medan listrik oleh dipole listrik	UAS : 35 % UTS : 35 % Tugas : 25 % Kehadiran : 5 %	100 %	
6	Mengidentifikasi distribusi potensial listrik melalui persamaan Laplace dan metode pemisahan variabel	Metode Khusus dalam Penentuan Potensial Listrik: Persamaan Laplace dalam satu dimensi 2. Persamaan Laplace dalam dua dimensi 3. Persamaan Laplace dalam tiga dimensi 4. Syarat Batas dan Teorema Keunikan 5. Metode Pemisahan Variabel	• Sinkron (Tatap Maya) melalui Zoom meeting sesuai dengan jadwal perkuliahan E-learning	Mengidentifikasi distribusi potensial listrik melalui persamaan Laplace dan metode pemisahan variabel	Mahasiswa mampu Mengidentifikasi distribusi potensial listrik melalui persamaan Laplace dan metode pemisahan variabel	UAS : 35 % UTS : 35 % Tugas : 25 % Kehadiran : 5 %	100 %	
7	Mengidentifikasi keterkaitan arus listrik dengan hambatan listrik, beda potensial listrik, dan sifat-sifat bahan yang dilalui melalui pendekatan STEM ISciT	Arus Listrik : 1. Arus Listrik dan Rapat Fluks 2. Resistansi dan Konduktansi, Resistivitas dan Konduktivitas 3. Hukum Ohm 4. Hukum Ohm	• Sinkron (Tatap Maya) melalui Zoom meeting sesuai dengan jadwal perkuliahan	Memberikan pengantar dan memunculkan ide-ide baru tentang keterkaitan arus listrik dengan hambatan listrik, beda potensial listrik, dan sifat-	Mahasiswa mampu menjelaskan pengembangan dan pengelolaan keterkaitan arus listrik	UAS : 35 % UTS : 35 % Tugas : 25 % Kehadiran : 5 %	100 %	

Sesi	Capaian Pembelajaran Mingguan	Materi Pembelajaran	Metode/Strategi Pembelajaran	Aktifitas Pembelajaran/Pengalaman	PENILAIAN		
					Indikator Penilaian	Bentuk Penilaian	%
1	2	3	4	5	7	8	9
		<p>pada suatu titik dan Rapat Arus</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Daya dan Hukum Joule</li> <li>6. Membandingkan Dielektrik, Konduktor dan Semikonduktor</li> <li>7. Sel-sel Konduktor</li> </ol> <p>Persamaan Kontinuitas</p>	<p>an</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>E-learning</li> </ul>	<p>sifat bahan yang dilalui melalui pendekatan STEM IsciT</p>	<p>dengan hambatan listrik, beda potensial listrik, dan sifat-sifat bahan yang dilalui melalui pendekatan STEM IsciT</p>		
8	Mengidentifikasi perubahan gejala kelistrikan yang terjadi pada bahan dielektrik akibat adanya medan listrik STEM IsciT	<p>Bahan Dielektrik :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Polarisasi</li> <li>2. Rapat-rapat Muatan Terikat</li> <li>3. Hukum Gauss dalam Dielektrik (Pergeseran Listrik)</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sinkron (Tatap Maya) melalui Zoom meeting sesuai dengan jadwal perkuliahan</li> </ul>	<p>Memberikan pengantar dan memunculkan ide-ide baru tentang perubahan gejala kelistrikan yang terjadi pada bahan dielektrik akibat adanya medan listrik STEM IsciT</p>	<p>Mahasiswa mampu melakukan analisis skill</p>	<p>Tugas pendahuluan 16% Praktik 24% Tugas Laporan 28%</p>	68%
9	Mengidentifikasi gejala kemagnetan karena gerakan muatan dalam medan magnet pendekatan STEM IsciT	<p>Magnetostatika :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definisi Induksi Magnet</li> <li>2. Gaya Magnet pada Muatan Bergerak</li> <li>3. Gerak Muatan dalam Medan Magnet</li> <li>4. Contoh-contoh Partikel dalam Medan Magnet</li> <li>5. Gaya Magnet pada Arus Listrik</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sinkron (Tatap Maya) melalui Zoom meeting sesuai dengan jadwal perkuliahan</li> </ul>	<p>Mengidentifikasi gejala kemagnetan karena gerakan muatan dalam medan magnet pendekatan STEM IsciT</p>	<p>Mahasiswa mampu Mengidentifikasi asi gejala kemagnetan karena gerakan muatan dalam medan magnet pendekatan STEM IsciT</p>	<p>Tugas pendahuluan 16% Praktik 24% Tugas Laporan 28%</p>	68%
10	Mengidentifikasi gejala kemagnetan karena gerakan muatan dalam medan magnet pendekatan STEM IsciT	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Momen Magnetik pada Arus Listrik</li> <li>2. Medan Magnet oleh Arus Tertutup</li> <li>3. Medan Magnet oleh Arus Listrik</li> <li>4. Gaya-gaya antara Dua Arus Listrik</li> <li>10. Medan Magnet oleh Arus Melingkar</li> <li>11. Medan Magnet oleh</li> </ol>	<p>Sinkron (Tatap Maya) melalui Zoom meeting sesuai dengan jadwal perkuliahan</p>	<p>Membuat pengembangan model pembelajaran Inovatif</p>	<p>Mahasiswa mampu melakukan pembelajaran gejala kemagnetan karena gerakan muatan dalam medan magnet pendekatan STEM IsciT</p>	<p>Tugas pendahuluan 16% Praktik 24% Tugas Laporan 28%</p>	68%



Sesi ke	Capaian Pembelajaran Mingguan	Materi Pembelajaran	Metode/Strategi Pembelajaran	Aktifitas Pembelajaran/Pengalaman	PENILAIAN		
					Indikator Penilaian	Bentuk Penilaian	%
1	2	3	4	5	7	8	9
		Kumparan Berarus 5. Hukum Ampere untuk Medan Magnet					
11	Menganalisis gejala kemagnetan yang ditimbulkan oleh arus listrik pendekatan STEM ISciT	Induksi Elektromagnet : 1. Hukum Faraday 2. Induktansi Bersama 3. Induktansi Diri 4. Energi dalam Medan Magnet	Sinkron (Tatap Maya) melalui Zoom meeting sesuai dengan jadwal perkuliahan	Membuat pengembangan model pembelajaran Inovatif	Mahasiswa mampu Menganalisis gejala kemagnetan yang ditimbulkan oleh arus listrik pendekatan STEM ISciT	Tugas pendahuluan 16% Praktik 24 % Tugas Laporan 28%	68%
12	Mengidentifikasi sifat-sifat kemagnetan dalam bahan pendekatan STEM ISciT	Kemagnetan dalam Bahan : 1. Magnetisasi 2. Rapat Arus Magnetisasi 3. Medan H 4. Bahan Linier dan Tak Linier	• Sinkron (Tatap Maya) melalui Zoom meeting sesuai dengan jadwal perkuliahan	sifat-sifat kemagnetan dalam bahan pendekatan STEM ISciT	Mahasiswa mampu mengidentifikasi sifat-sifat kemagnetan dalam bahan pendekatan STEM ISciT	Tugas pendahuluan 16% Praktik 24 % Tugas Laporan 28%	68%
13	Melakukan perencanaan pengembangan model pembelajaran yang inovatif dengan pendekatan STEM ISciT pada matakuliah Listrik Magnet	Evaluasi proses dan aktivitas dalam KBM Evaluasi hasil melalui tugas	• Sinkron (Tatap Maya) melalui Zoom meeting sesuai dengan jadwal perkuliahan	Memotivasi mahasiswa dalam belajar Fisika, dengan mengembangkan model pembelajaran untuk meningkatkan kompetensi mahasiswa	Mahasiswa mampu membuat perencanaan pengembangan model pembelajaran yang inovatif	UAS : 35 % UTS : 35 % Tugas : 25 % Kehadiran : 5 %	100 %
14	Membuat dengan pendekatan STEM ISciT pada matakuliah Listrik Magnet	Evaluasi proses dan aktivitas dalam KBM Evaluasi hasil melalui tugas	• Sinkron (Tatap Maya) melalui Zoom meeting sesuai dengan jadwal perkuliahan	• Memberikan kesimpulan tentang Tujuan dan sistematika perkuliahan • Memberikan soal <i>post-test</i> kepada mahasiswa untuk mengukur kemampuan akhir mahasiswa	Mahasiswa dapat menyelesaikan soal <i>post-test</i> yang diberikan	<i>Post-test</i>	16%

#### 8. Rujukan

- a. Waloejo Loeksmanto, 1993, *Medan Elektromagnet*. Jakarta. P2TK, Dirjen Dikti. Depdikbud.

FM-UAD-PBM-08-05/R2

- b. Reitz, JR. & Milford, FJ. 1990. *Foundations of Elektromagnetic Theory*. Third Edition Addison-Wesley Publishing Company Reading Masschusetts MenloPark. California.
- c. Marcelo Alonso, Edward J. Finn, 1967. *University Physics*. Reading Masschusetts Amsterdam.

#### 9. Aspek Penilaian

Aspek Penilaian	Persentase
Ujian Akhir Semester	35%
Ujian Tengah Semester	35%
Tugas	25%
Kehadiran	5%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Dosen Pengampu

Dian Artha Kusumaningtyas, M.Pd.Si

## MAGNET DAN INDUKSI ELEKTROMAGNETIK

### A. Magnet

Lebih dari 2000 tahun yang lalu, orang Yunani yang hidup di daerah di Turki yang dikenal sebagai Magnesia menemukan batu aneh. Batu tersebut menarik benda-benda yang mengandung besi seperti diperlihatkan pada **Gambar 1**. Karena batu tersebut ditemukan di Magnesia, orang Yunani memberi nama batu tersebut *magnet*.



Gambar 1. Bahan tambang yang memiliki sifat-sifat *magnetic* alamiah.

Kemagnetan adalah sifat zat yang teramati sebagai gaya tarik atau gaya tolak antara kutub- kutub tidak senama maupun senama. Gaya magnet tersebut paling kuat di dekat ujung-ujung atau kutub-kutub magnet tersebut. Semua magnet memiliki dua kutub magnet yang berlawanan, utara (U) dan selatan (S). Apabila magnet batang digantung maka magnet tersebut berputar secara bebas, kutub utara akan menunjuk ke utara

## B. Bahan Magnetik

Jika Anda mendekatkan magnet pada sepotong kayu, kaca, alumunium, maupun plastik, apa yang terjadi? Ya, Anda betul, jika Anda mengatakan tidak terjadi apa-apa. Tidak ada pengaruh apapun antara magnet dan bahan-bahan tersebut. Disamping itu, bahan-bahan tersebut tidak dapat dibuat magnet. Tetapi, bahan-bahan seperti besi, baja, nikel, dan kobalt bereaksi dengan cepat terhadap magnet. Seluruh bahan tersebut dapat dibuat magnet. Mengapa beberapa bahan mempunyai sifat magnetik sedangkan yang lain tidak?

Secara sederhana kita dapat mengelompokkan bahan-bahan menjadi dua kelompok. Pertama adalah bahan magnetik, yaitu bahan-bahan yang dapat ditarik oleh magnet. Kedua adalah bahan bukan magnetik, yaitu bahan-bahan yang tidak dapat ditarik oleh magnet.

Bahan magnetik yang paling kuat disebut bahan ferromagnetik. Nama tersebut berasal dari bahasa Latin ferrum yang berarti besi. Bahan ferromagnetik ditarik dengan kuat oleh magnet dan dapat dibuat menjadi magnet. Sebagai contoh, jika Anda mendekatkan magnet pada paku besi, magnet akan menarik paku tersebut. Jika Anda menggosok paku dengan magnet beberapa kali dengan arah yang sama, paku itu sendiri

akan menjadi magnet. Paku tersebut akan tetap berupa magnet meskipun magnet yang digunakan menggosok tersebut telah dijauhkan.

Bahan-bahan magnetik tersebut dapat dibagi menjadi dua macam. Bahan ferromagnetik, yaitu bahan yang dapat ditarik oleh magnet dengan kuat. Bahan ini misalnya adalah besi, baja, dan nikel. Bahan paramagnetik, yaitu benda yang dapat ditarik oleh magnet dengan lemah. Benda-benda ini misalnya adalah aluminium, platina, dan mangan. Sedangkan bahan yang tidak dapat ditarik oleh magnet digolongkan sebagai bahan diamagnetik misalnya bismut, tembaga, seng, emas dan perak.

Beberapa bahan, seperti besi lunak, mudah dibuat menjadi magnet. Tetapi bahan tersebut mudah kehilangan kemagnetannya. Magnet yang dibuat dari bahan besi lunak seperti itu disebut magnet sementara. Magnet lain dibuat dari bahan yang sulit dihilangkan kemagnetannya. Magnet demikian disebut magnet tetap. Kobalt, nikel, dan besi adalah bahan yang digunakan untuk membuat magnet tetap. Banyak magnet tetap dibuat dari campuran aluminium, nikel, kobalt dan besi.

### **C. Kutub Magnet**

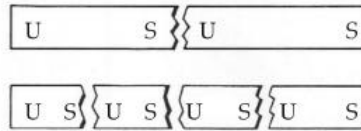


Semua magnet mempunyai sifat-sifat tertentu. Setiap magnet, bagaimanapun bentuknya, mempunyai dua ujung dimana pengaruh magnetiknya paling kuat. Dua ujung tersebut dikenal sebagai kutub magnet. Salah satu kutub diberi nama kutub utara (U) dan kutub yang lain diberi nama kutub selatan (S). Magnet dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran meliputi magnet batang, tapal kuda, dan cakram.

Jika dua magnet saling didekatkan, mereka saling mengerahkan gaya, yaitu gaya magnet. Gaya magnet, seperti gaya listrik, terdiri dari gaya tarik menarik dan tolak-menolak. Jika dua kutub utara saling didekatkan, kedua kutub tersebut akan tolak-menolak. Demikian juga halnya jika dua kutub selatan saling didekatkan. Namun, jika kutub utara salah satu magnet didekatkan ke kutub selatan magnet lain, kutub-kutub tersebut akan tarik-menarik. Aturan untuk kutub-kutub magnet tersebut berbunyi: Kutub-kutub senama akan tolak-menolak dan kutub-kutub tidak senama akan tarik-menarik. Bagaimana aturan ini bila dibandingkan dengan aturan yang memaparkan perilaku muatan listrik?

Kutub magnet selalu ditemukan berpasangan, kutub utara dan kutub selatan. Jika magnet dipotong menjadi dua buah, dihasilkan dua magnet yang lebih kecil masing-masing mempunyai satu kutub utara dan satu kutub selatan. Prosedur ini dapat diulang-ulang, namun

selalu dihasilkan magnet lengkap yang terdiri dari dua kutub (**Gambar 2**).

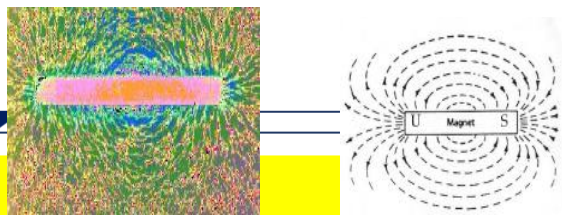


**Gambar 2.** Tidak memandang berapa kali magnet dipotong menjadi dua, tiap-tiap potongan tetap mempertahankan sifat-sifat kemagnetannya.

#### D. Medan Magnet

Meskipun gaya magnet paling kuat terdapat pada kutub-kutub magnet, gaya tersebut tidak terbatas hanya pada kutub. Gaya magnet juga terdapat di sekitar bagian magnet yang lain. Daerah di sekitar magnet tempat gaya magnet bekerja disebut medan magnet.

Sangat membantu jika Anda memikirkan medan magnet sebagai daerah yang dilewati oleh garis-garis gaya magnet. Garis gaya magnet menentukan medan magnet benda. Seperti halnya garis-garis medan listrik, garis-garis gaya magnet dapat digambar untuk memperlihatkan lintasan medan magnet tersebut.

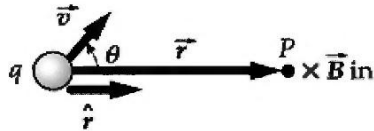


**Gambar 3.** Anda dapat melihat garis-garis gaya magnet dengan cara menaburkan serbuk besi pada selembar kaca yang diletakkan di atas magnet

## 1. Timbulnya Medan Magnet

### a. Medan Magnet yang Dihasilkan oleh Muatan Titik yang Bergerak.

Apabila muatan titik bergerak dalam ruang, maka di sekitarnya akan timbul medan magnet. Seberapa besar dan arah induksi magnetik  $B$  yang dihasilkan oleh muatan titik yang bergerak? Perhatikan gambar dan penjelasan berikut.

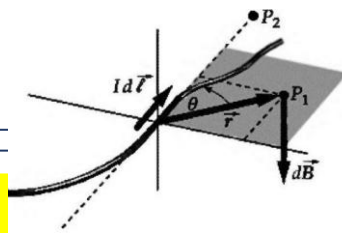


Gambar 4. Medan magnet oleh muatan bergerak

Apabila muatan titik  $q$  bergerak dengan kecepatan  $v$  akan menghasilkan medan magnet dengan induksi magnetik  $B$  dalam ruang

### b. Medan Magnet yang dihasilkan oleh Elemen Arus.

Sebelum kumparan dialiri arus, jarum kompas menunjukkan arah utara-selatan karena kompas dipengaruhi oleh medan





magnet bumi. Setelah kumparan dialiri arus, jarum kompas menyimpang dari arah utara-selatan. Jarum kompas menyimpang dari arah utara-selatan, berarti ada medan magnet lain, selain medan magnet bumi. Jika arus listrik dihilangkan, jarum kompas kembali menunjukkan arah utara-selatan. Dapat disimpulkan bahwa medan magnet itu timbul karena ada arus listrik.

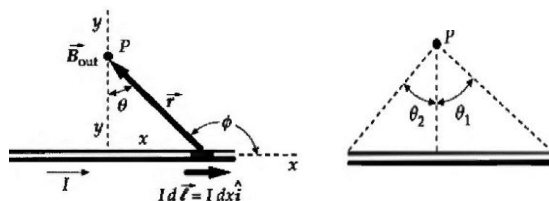
Gambar 5. Medan magnet oleh elemen arus

Biot-Savart menyelidiki dan menemukan bahwa di sekitar kawat berarus listrik terdapat medan magnet dengan induksi magnetik

### c. Induksi Magnetik di Sekitar Kawat Lurus Berarus.

Berikut ini kita akan mempelajari bagaimana besar dan arah induksi magnetik  $\vec{B}$  di sekitar kawat lurus yang dialiri arus listrik. Perhatikan gambar dan penjelasannya berikut.

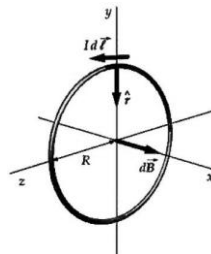
Gambar 6. Medan magnet oleh kawat lurus



Kawat dipilih sebagai sumbu X dan titik medan P berada di sumbu Y. Elemen arus  $I d\vec{l} = Id\vec{x}$  berjarak  $x$  dari titik asal. P berjarak  $y$  dari titik asal.  $\vec{r}$  adalah vektor yang mengarah dari  $I d\vec{l}$  ke titik medan P.  $d\vec{B}$  yang dihasilkan  $I d\vec{l}$  tegak lurus  $I d\vec{l}$  dan tegak lurus  $\vec{r}$  serta mendekati pembaca.

**d. Induksi Magnetik pada Pusat Simpal Arus Melingkar.**

Besar dan arah induksi magnetik  $\vec{B}$  yang dihasilkan oleh arus listrik, tergantung pada bentuk simpal arus dan letak titik medan. Berikut ini kita akan mempelajari besar dan arah induksi magnetik pada pusat simpal arus melingkar. Perhatikan gambar dan penjelasan berikut.

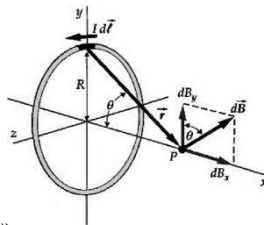


Gambar 7.  $\vec{B}$  di pusat simpal arus melingkar

Simpal arus melingkar dengan jari-jari  $R$  dialiri arus  $I$ . Elemen arus  $I d\vec{l}$  selalu tegak lurus  $\vec{r}$ , sehingga  $\sin \theta = 1$ . Medan magnetik keseluruhan  $\vec{B}$  di pusat lingkaran diperoleh dengan mengintegalkan  $d\vec{B}$  untuk seluruh elemen arus dalam simpal melingkar.

**e. Induksi Magnetik pada Sumbu Simpul Arus Melingkar.**

Bagaimana besar dan arah induksi magnetik  $\vec{B}$  pada sumbu simpul arus melingkar. Perhatikan gambar dan penjelasan berikut.

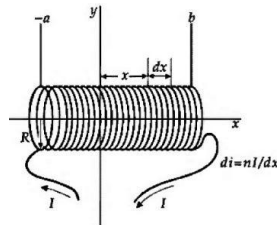


Gambar 8.  $\vec{B}$  pada sumbu simpul arus melingkar

Elemen arus  $d\vec{l}$  selalu tegak lurus jari-jari lingkaran  $R$ . Titik  $P$  berjarak  $x$  dari pusat lingkaran. Vektor  $\vec{r}$  mengarah dari  $d\vec{l}$  ke titik  $P$ . Medan magnetik  $d\vec{B}$  yang dihasilkan oleh elemen arus  $I d\vec{l}$  tegak lurus  $\vec{r}$  dan tegak lurus  $I d\vec{l}$ .

### f. Induksi Magnetik pada Sumbu Solenoida

Solenoida dapat dipandang sebagai simpal arus melingkar yang disusun berjejer sehingga mencapai panjang tertentu. Lihat gambar berikut.



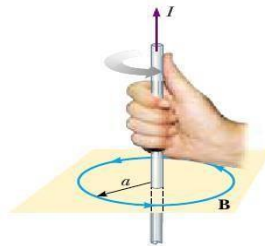
Gambar 9. Solenoida

Kita tinjau solenoida dengan panjang  $L$  jari-jari  $R$ , terdiri atas  $N$  lilitan dan dialiri arus  $I$ . Sumbu solenoida sama dengan sumbu  $X$ , dengan ujung kiri di  $x = -a$  dan ujung kanan  $x = +b$ . Ambil elemen panjang  $dx$  yang berjarak  $x$  dari titik asal. Jika jumlah lilitan persatuan panjang  $n = N/L$ , maka pada elemen panjang  $dx$  terdapat  $n dx$  lilitan dengan setiap lilitan membawa arus  $I$ .

### g. Hukum Ampere

Kita akan mempelajari bagaimana menentukan induksi magnetik di sekitar kawat

berarus dengan menggunakan hukum Ampere. Perhatikan gambar dan penjelasan berikut.



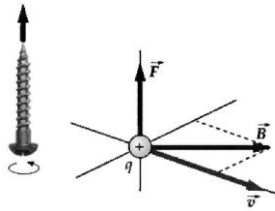
Gambar 10. Arah  $I$  dan  $\vec{B}$

Arus  $I$  mengalir pada kawat lurus. Garis medan membentuk lingkaran dengan jari-jari  $a$ . Garis medan  $B^{\rightarrow}$  dapat dibagi-bagi dalam elemen garis  $dl$  yang berimpit dengan  $B^{\rightarrow}$ . Menurut Ampere jumlah keseluruhan  $B^{\rightarrow} \cdot dl^{\rightarrow}$  pada kurva yang mengelilingi arus, sama dengan arus yang dikelilingi kurva.

## 2. Gaya Dalam Medan Magnet.

- a. Gaya Yang Dialami oleh Muatan yang Bergerak di dalam Medan Magnet.

Muatan yang bergerak di dalam medan magnet akan mengalami gaya yang biasa disebut gaya Lorentz. Bagaimana besar dan arah gaya Lorentz yang dialami muatan yang bergerak tersebut? Perhatikan gambar dan penjelasan berikut.



Gambar 11. muatan  $q$  bergerak dengan kecepatan  $\vec{v}$

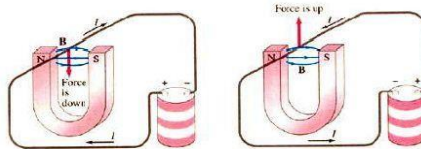
Gambar ini memperlihatkan muatan  $q$  bergerak dengan kecepatan  $\vec{v}$  di dalam medan magnetik  $\vec{B}$ . Muatan  $q$  mengalami gaya Lorentz  $\vec{F}$ . Percobaan-percobaan dengan berbagai macam muatan  $q$ , kecepatan yang berbeda-beda, dan induksi magnetik  $\vec{B}$  yang berbeda-beda, memberikan hasil untuk gaya Lorentz  $\vec{F}$  yang dapat dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$$

(1)

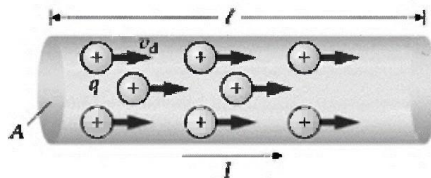
b. **Gaya yang Dialami Kawat Berarus yang Berada dalam Medan Magnet.**

Perhatikan gambar dan penjelasan berikut



Gambar 12 Gaya Lorentz

Dari gambar di atas kita melihat bahwa kawat yang dialiri arus dan berada dalam medan magnet mengalami gaya. Bagaimana besar dan arah gaya yang dialami kawat?



Gambar 13. Muatan di dalam kawat berarus

Muatan yang bergerak dalam medan magnet, mengalami gaya  $\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$ . Jika kawat yang dialiri arus  $I$  berada dalam medan magnet, maka setiap muatan yang bergerak dalam kawat mengalami gaya  $\vec{F} = q \vec{v}_d \times \vec{B}$  dimana  $\vec{v}_d$  adalah kecepatan hanyut dalam

penghantar. Gaya yang dialami kawat merupakan jumlah gaya yang dialami semua muatan di dalam kawat. Misal panjang kawat  $l$ , luas penampang kawat  $A$ , rapat muatan dalam kawat (muatan persatuan volume)  $n$ , maka jumlah muatan dalam kawat adalah  $(n A l)$ .

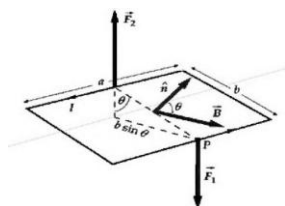
Untuk menentukan arah  $\vec{F}$  dapat juga digunakan kaidah tangan kanan atau kaidah tangan kiri.



Gambar 14. Aturan tangan kanan dan aturan tangan kiri

### c. Gaya Pada Simpal Arus Dalam Medan Magnet.

Bagaimana besar dan arah gaya yang dialami simpal arus yang berada dalam medan magnet. Perhatikan gambar dan penjelasan berikut.

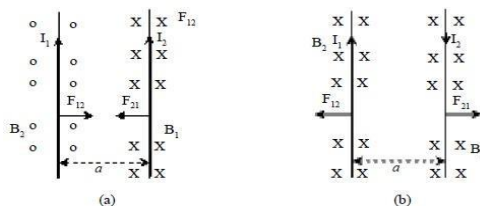




Gambar 15. Gaya pada simpal arus

Simpal persegi panjang dengan ukuran  $a \times b$  dialiri arus  $I$  dan berada dalam medan magnet dengan induksi magnetik  $\vec{B}$ . Simpial dapat berputar pada porosnya. Sisi simpial dengan sisi  $a$ , mengalami gaya Lorentz dengan arah seperti pada gambar. Besar gaya adalah  $B Ia$ . Karena simpial mengalami sepasang gaya yang sama besar, sejajar dan berlawanan arah, maka simpial mengalami torsi. Besar torsi adalah  $B I a b$  atau  $B I A$  dengan  $A = a b$  sama dengan luas simpial. Jika simpial dengan  $N$  lilitan, dialiri arus  $I$  dan luas simpial  $A$  berada dalam medan magnet  $\vec{B}$ ,

**d. Gaya pada Dua Kawat Berarus yang Sejajar.**



Gambar 16. Gaya pada dua kawat sejajar

Dua kawat berarus diletakkan sejajar dan berdekatan. Bagaimana besar dan arah gaya yang dialami kedua kawat itu. Perhatikan penjelasan berikut.

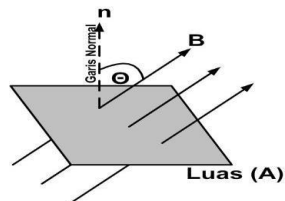
Pada gambar (a), kawat kiri dialiri arus  $I_1$  dan kawat kanan dialiri arus  $I_2$ . Arah  $I_1$  dan  $I_2$  sama. Kedua kawat sejajar terpisah sejauh  $a$ . Karena kawat kiri dialiri arus  $I_1$  maka pada kawat kanan dihasilkan medan magnet  $\vec{B}$ .

### 3. Induksi Elektromagnetik

Masalah ketiga dalam modul ini adalah bagaimana arus induksi timbul pada simpal. Untuk memahami masalah ini perlu dipelajari terlebih dahulu apa itu fluks magnetik dan bagaimana fluks magnetik bisa berubah.

#### a. Fluks Magnetik

Perhatikan gambar dan penjelasan berikut



Gambar 17. Fluks magnetik

Fluks magnetik berkaitan dengan jumlah garis medan magnetik yang melalui luasan. Jika ada medan magnetik dengan induksi magnetik  $\vec{B}$ , melalui luasan  $\vec{AA}$  maka fluks magnetik didefinisikan sebagai

$$\phi_m = \vec{B} \cdot \vec{A} = \vec{B} \cdot \hat{n}A = B A \cos \theta = B_n A \quad (3)$$

**b. Gaya Gerak Listrik (GGL) Induksi.**

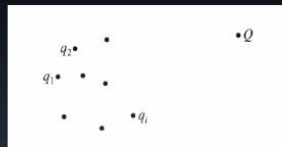
Gejala ini dapat dianalisis sebagai berikut. Ketika tidak ada gerak relatif antara magnet dan kumparan, fluks magnetik yang dilingkupi kumparan tidak berubah. Ketika magnet mendekati kumparan, fluks magnetik yang dilingkupi kumparan bertambah. Sebaliknya ketika magnet menjauhi kumparan, fluks magnetik yang dilingkupi kumparan berkurang. Dapat disimpulkan bahwa arus listrik pada kumparan timbul karena ada perubahan fluks magnetik yang dilingkupi kumparan. Faraday menyebut arus yang timbul pada kumparan adalah arus induksi dan GGL yang timbul pada kumparan adalah GGL induksi.



## Media Pembelajaran STEM ISICIT

# MAGNET DAN INDUKSI ELEKTROMAGNETIK

Dian Artha Kusumaringtyas  
Universitas Ahmad Dahlan



Sebutlah  $q_1, q_2, \dots$   
sebagai muatan-muatan "sumber" dan  
 $Q$  sebagai muatan test.

Satuan muatan: coulomb (C)

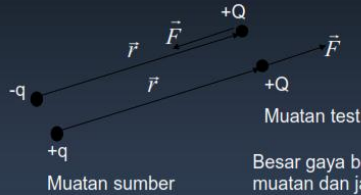
Bagaimana menentukan gaya pada muatan  $Q$  ?

Pada umumnya muatan-muatan sumber dan muatan test bergerak. Lalu bagaimana menentukan lintasan muatan test  $Q$  ?

Misalkan  $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots$

adalah gaya-gaya oleh muatan-muatan sumber  $q_1, q_2, \dots$  pada muatan test, maka total gaya pada muatan test itu

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots$$



Besar gaya bergantung pada besar muatan dan jarak

Arahnya bergantung jenis muatan.

## 1.2 HUKUM COULOMB

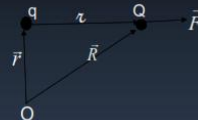
Gaya pada muatan test  $Q$  oleh muatan sumber  $q$  sebanding dengan muatan-muatan dan berbanding terbalik kuadrat jarak.

$$\vec{F} = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{e}_r \quad \text{newton}$$

$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$  adalah permittivitas ruang hampa

$\vec{r} = \vec{R} - r$  yang besarnya  $r$

$\hat{e}_r$  Vektor satuan searah  $r$



Untuk sejumlah muatan sumber:

$$\vec{F} = \frac{q_1 Q}{4\pi\epsilon_0 r_1^2} \hat{e}_{r_1} + \frac{q_2 Q}{4\pi\epsilon_0 r_2^2} \hat{e}_{r_2} + \frac{q_3 Q}{4\pi\epsilon_0 r_3^2} \hat{e}_{r_3} + \dots$$

## 1.2 MEDAN LISTRIK

$$\hat{F} = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{e}_r = Q \left( \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{e}_r \right) = Q\vec{E}$$

$$\vec{F} = Q\vec{E}; \quad \vec{E} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{e}_r$$

Arah:

F//E jika Q positif

F&lt;&gt;E jika Q negatif

Medan listrik dari satu muatan sumber q di titik sejauh

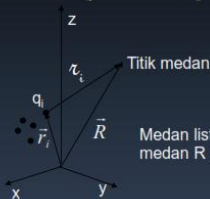
Untuk banyak muatan sumber:

$$\begin{aligned} \hat{F} &= \frac{q_1 Q}{4\pi\epsilon_0 r_1^2} \hat{e}_{r_1} + \frac{q_2 Q}{4\pi\epsilon_0 r_2^2} \hat{e}_{r_2} + \frac{q_3 Q}{4\pi\epsilon_0 r_3^2} \hat{e}_{r_3} + \dots \\ &= Q \left( \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r_1^2} \hat{e}_{r_1} + \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 r_2^2} \hat{e}_{r_2} + \frac{q_3}{4\pi\epsilon_0 r_3^2} \hat{e}_{r_3} + \dots \right) = Q\vec{E} \end{aligned}$$

Medan listrik dari sejumlah muatan sumber

$$\vec{E}(\vec{R}) = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r_1^2} \hat{e}_{r_1} + \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 r_2^2} \hat{e}_{r_2} + \frac{q_3}{4\pi\epsilon_0 r_3^2} \hat{e}_{r_3} + \dots = \sum_i \frac{q_i}{4\pi\epsilon_0 r_i^2} \hat{e}_{r_i}$$

newton/coulomb



Medan listrik bergantung pada posisi titik medan R

Jika sumber merupakan muatan kontinu:

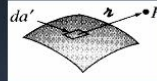
1. garis

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{\lambda(x)}{r^2} \hat{e}_r dx$$



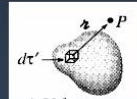
2. Permukaan

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{\sigma(r)}{r^2} \hat{e}_r da$$



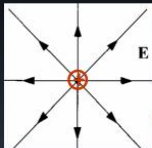
3. volume

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{\rho(r)}{r^2} \hat{e}_r dv$$



9

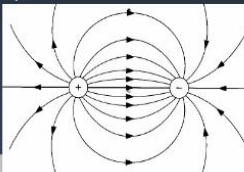
### 1.3 FLUKS LISTRIK DAN HUKUM GAUSS



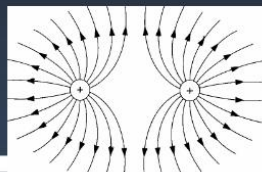
$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \hat{e}_r \text{ newton/coulomb}$$

Garis medan dari suatu muatan positif

Garis medan dari dua buah muatan yang sama besar tapi berbeda jenis; dipol



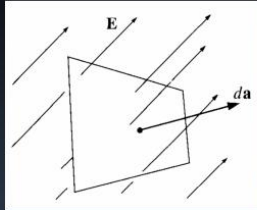
Garis medan dari dua buah muatan yang sama besar sama jenis; I



11



Fluks listrik= jumlah garis gaya melalui suatu permukaan



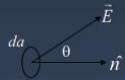
$$\Phi_E = \int_S \vec{E} \cdot d\vec{a}$$

$d\vec{a}$  =vektor elemen luas tegak lurus pada permukaan S

$$d\vec{a} = \hat{n} da$$

$\hat{n}$  =vektor satuan normal pada S

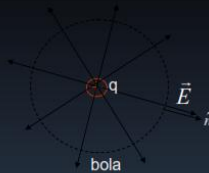
Perkalian dot →proyeksi E pada garis normal



$$\Phi_E = \int_S \vec{E} \cdot d\vec{a} = \int_S \vec{E} \cdot \hat{n} da = \int_S E \cos\theta da$$

12

Fluks melalui permukaan tertutup



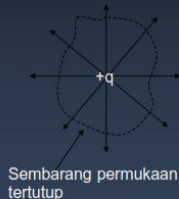
$$\Phi = \int_S \vec{E} \cdot \hat{n} da = \int \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \hat{e}_r \cdot \hat{n} r^2 \sin\theta d\theta d\phi$$

$$da = r^2 \sin\theta d\theta d\phi$$

$$\hat{e}_r = \hat{n}$$

$$0 \leq \theta \leq 180^\circ; \quad 0 \leq \phi \leq 360^\circ$$

$$\Phi_E = \int_S \vec{E} \cdot \hat{n} da = \frac{q}{\epsilon_0} \quad \text{Nm}^2\text{C}^{-1}$$



- Dalam kenyataannya, bentuk permukaan tertutup tak harus bola, bisa berbentuk apa saja asal tertutup akan memenuhi persamaan di atas.
- q tak harus muatan tunggal, tapi bisa jumlah muatan asal berada dalam permukaan tertutup.

13

**Hukum Gauss :**

Fluks listrik melalui permukaan tertutup sebanding dengan jumlah muatan di dalam permukaan itu

$$\Phi_E = \int_S \vec{E} \cdot d\vec{a} = \frac{Q}{\epsilon_0} \quad \text{Hukum Gauss dalam bentuk integral.}$$

**S** disebut permukaan Gauss.

**Teori Divergensi:**  $\int_S \vec{E} \cdot d\vec{a} = \int_V (\nabla \cdot \vec{E})$   $V = \text{volume yang ditutupi permukaan S}$

$$\Phi_E = \int_S \vec{E} \cdot d\vec{a} = \int_V (\nabla \cdot \vec{E})$$

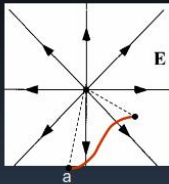
$$\nabla = \hat{i} \frac{\partial}{\partial x} + \hat{j} \frac{\partial}{\partial y} + \hat{k} \frac{\partial}{\partial z}$$

$$Q = \int_V \rho \, dv \quad \rho \text{ rapat muatan}$$

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \quad \text{Hukum Gauss dalam bentuk diferensial}$$

Ingat:  $\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\partial E_x}{\partial x} + \frac{\partial E_y}{\partial y} + \frac{\partial E_z}{\partial z}$

14

**1.4 SIFAT KONSERVATIF MEDAN LISTRIK**

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \hat{e}_r$$

Integral E dari a ke b:  $\int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l} = ?$

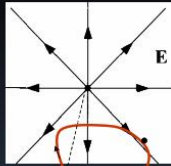
Koordinat bola:

$$d\vec{l} = dr \hat{e}_r + (r d\theta) \hat{e}_\theta + (r \sin\theta d\phi) \hat{e}_\phi$$

$$\int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l} = \int_a^b \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \hat{e}_r \cdot \hat{e}_r \, dr = - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r} \Big|_a^b = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[ \frac{q}{r_a} - \frac{q}{r_b} \right]$$

Hasil integral tidak bergantung pada bentuk lintasan, tapi bergantung pada posisi titik awal dan posisi titik akhir.

19



a  
Kurva tertutup

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{q}{r_o} - \frac{q}{r_o} \right) = 0$$

Integral pada garis tertutup sama dengan nol.  
Jadi medan listrik bersifat konservatif.

Teori Stokes:

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = \int_S (\nabla \times \vec{E}) \cdot \hat{n} da$$


S=luas bidang yang dilingkupi oleh kurva tertutup

Karena  $\int \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0 \rightarrow \nabla \times \vec{E} = 0$  Inilah ciri dari medan listrik, ciri medan konservatif

Ingat:

$$\nabla \times \vec{E} = \hat{i} \left( \frac{\partial E_z}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial z} \right) + \hat{j} \left( \frac{\partial E_x}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial x} \right) + \hat{k} \left( \frac{\partial E_y}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial y} \right)$$

$$\nabla \times \vec{E} = 0 \rightarrow \frac{\partial E_z}{\partial y} = \frac{\partial E_y}{\partial z}; \quad \frac{\partial E_x}{\partial z} = \frac{\partial E_z}{\partial x}; \quad \frac{\partial E_y}{\partial x} = \frac{\partial E_x}{\partial y}$$



**Lembar  
Kerja Mahasiswa**

**Membuat  
Penghantar Listrik Nirkabel**

*Bagaimana kita dapat menggunakan konsep induksi elektromagnetik dalam merancang dan membuat sebuah alat penghantar listrik nirkabel?*



## TANTANGAN 1

Berdasarkan konsep induksi elektromagnetik, kita telah mengetahui bahwa ketika sebuah kumparan bergerak melewati sebuah medan magnetik atau pada kumparan tersebut terdapat perubahan fluks magnetik maka akan menimbulkan GGL induksi pada kumparan sehingga akan menimbulkan arus induksi.

Dengan menggunakan fenomena tersebut Anda diberikan sebuah tantangan untuk menciptakan sebuah purwarupa alat sederhana yang dapat menghantarkan energi listrik secara nirkabel. Alat dan bahan yang Anda miliki adalah sebagai berikut:

- a) Dua buah kabel tembaga (@ 3 meter)
- b) Satu buah baterai AA 1,5 V
- c) Satu 1 buah lampu led merah
- d) Selotip
- e) Gunting



### A. Mendesain Alat

Dengan menggunakan alat dan bahan yang disediakan, desainlah prototip alat penghantar listrik nirkabel pada kolom di bawah ini, dimana alat ini dapat menghantarkan energi listrik dari baterai kepada lampu led namun tanpa menggunakan kontak fisik secara langsung.

Pada desain alat tersebut, berikan informasi mengenai alat yang digunakan serta cara kerja alat tersebut.

Tips:

1. GGL hanya akan timbul ketika terjadi perubahan fluks medan magnet pada kumparan.
2. Ketika kumparan berada pada sebuah medan magnet namun tidak terjadi perubahan fluks maka GGL induksi tidak akan timbul.
3. Ketika sebuah kumparan dilewati oleh arus listrik maka akan timbul medan magnet di sekitar kumparan tersebut.

## B. Menyusun Alat

Ketika Anda sudah yakin akan desain alat tersebut, susunlah prototipe alat penghantar listrik nirkabel hanya dengan menggunakan alat dan bahan yang telah disediakan.

### c. Uji Coba Alat

Jika Anda telah selesai menyusun prototipe alat tersebut, lakukan pengujian apakah alat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan

#### 1. Uji coba kesesuaian dengan teori

Sudah diketahui persamaan GGL induksi pada sebuah kumparan, yaitu:

$$\varepsilon = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Berdasarkan persamaan tersebut, nilai GGL induksi berbanding lurus dengan jumlah lilitan dan perubahan fluks, serta berbanding terbalik dengan perubahan waktu. Apakah desain penghantar listrik nirkabelmu sudah sesuai dengan teori di atas?



Lakukan pengukuran untuk membuktikannya. Ukur tegangan diantara LED merah menggunakan voltmeter, kemudian isikan hasilnya pada tabel berikut.

Uji Coba ke-	$\mathcal{E}$ (volt)	Jumlah lilitan	Selang waktu ( $\Delta t$ )	$\Delta\phi$ (Wb)
1			2 s	
2			2 s	
3			2 s	

1. Bagaimana kesesuaian alat Anda dengan teori ?

.....

2. Apa yang harus Anda lakukan agar nilai yang dihasilkan menjadi lebih besar?

.....

#### D. Desain Lanjutan

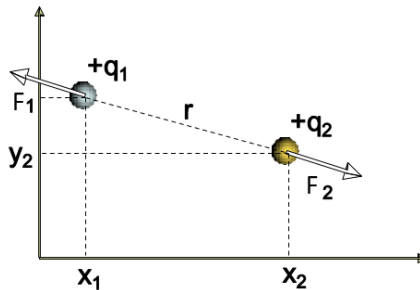
SELAMAT!!! Jika alat Anda telah berhasil bekerja sesuai dengan harapan, yaitu dapat menyalakan lampu LED tanpa menghubungkan baterai secara langsung ke lampu LED. Dengan begitu maka Anda telah menemukan bahwa diperlukan perubahan fluks magnet yang dihasilkan dari kumparan 1 (kita sebut dengan pemancar atau transmitter) yang di "pancarkan" ke kumparan kedua (kita sebut dengan penerima atau receiver). Perubahan fluks magnet ini didapatkan dengan cara menyambung dan memutuskan aliran arus listrik dari baterai pada rangkaian transmitter secara bergantian sehingga medan magnet yang tercipta pada transmitter akan terus menerus berubah. Perubahan medan magnet ini yang akan menyebabkan terjadinya GGL induksi pada kumparan receiver jika kita dekatkan kedua kumparan (transmitter dan receiver) ini.

Namun prosedur memutus-sambungkan rangkaian secara manual ini tidak akan efektif untuk jangka panjang sehingga kita memerlukan bantuan transistor.

## INSTRUMEN EVALUASI

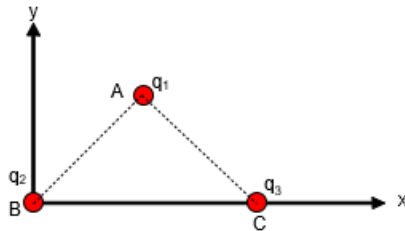
### PEMBELAJARAN STEM ISCIT

1



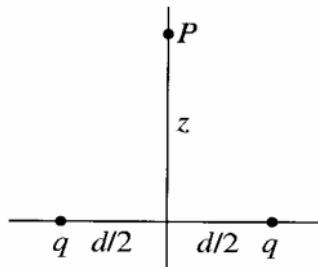
Berapa nilai yang diperoleh untuk arah gaya  $F_1$  dinyatakan pada gambar di samping. Arah gaya tersebut searah dengan vektor perpindahan yang menghubungkan posisi muatan  $q_2$  dengan posisi muatan  $q_1$  ?

- 2 Tiga buah muatan masing-masing  $q_1 = -1$  mC berada pada titik A (1,0) m,  $q_2 = +1$  mC berada pada titik B (1,1) m, dan  $q_3 = -1$  mC berada pada titik C (0,1) m. Tentukan gaya yang dialami oleh muatan  $q_1$  ?



Tiga buah muatan masing-masing  $q_1 = -1$  mC berada pada titik A (1,1) m,  $q_2 = +1$  mC berada pada titik B (0,0) m, dan  $q_3 = -1$  mC berada pada titik C (2,0) m. Tentukan gaya yang dialami oleh muatan  $q_1$  dan  $q_2$ ?

- 3 Tentukan kuat medan di titik P (a) jika kedua muatan sejenis, (b) jika berbeda jenis. Periksa jika  $z \gg d/2$



- 4 Sebuah silinder Panjang memiliki rapat muatan sebanding dengan jarak dari sumbunya  $r=ks$ ,  $k =$  konstanta. Tentukan medan listrik di dalam silinder!
- 5 Periksa apakah medan magnet berikut konservatif atau tidak

$$a) \vec{E} = \alpha(xy\hat{i} + 2yz\hat{j} + 3xz\hat{k})$$

$$b) \vec{E} = \alpha[y^2\hat{i} + (2xy + z^2)\hat{j} + 2yz\hat{k}]$$

## DAFTAR PUSTAKA

- Hari, B. S. (2019). *Mengenal Fisika Listrik dan Magnet*. Penerbit Duta.
- Putra, V. G. V., & Purnomosari, E. (2016). *Pengantar Listrik Magnet dan Terapannya* (Vol. 1). CV. Mulia Jaya.
- Risakotta, D. R. (2017). *Pembelajaran Konsep Listrik dan Magnet*. Syiah Kuala University Press.
- Rusydi, F., Yasin, M., & Trilaksana, H. (2020). *Buku Ajar Listrik dan Magnet: Seri "Teori Medan & Elektrostatik"*. Airlangga University Press.
- Soedjojo, P. (2018). *Azas-Azas Ilmu Fisika Jilid 2: Listrik magnet*. UGM PRESS.

**vivavictory**  
a b a d i

Nglarang Malangrejo RT 05 RW 35 No 67  
Wedomartani Ngemplak Sleman Yogyakarta  
Email: etosedigital@gmail.com

ISBN 978-602-53772-7-3

