



MODUL
TEMA 13

Rahasia Diantara Dua Kutub

FISIKA PAKET C SETARA SMA/MA KELAS XII



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal PAUD, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah
Direktorat Pendidikan Masyarakat dan Pendidikan Khusus
Tahun 2020



MODUL
TEMA 13

Rahasia Diantara Dua Kutub

FISIKA PAKET C SETARA SMA/MA KELAS XII



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal PAUD, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah
Direktorat Pendidikan Masyarakat dan Pendidikan Khusus
Tahun 2020

Fisika Paket C Setara SMA/MA Kelas XII
Modul Tema 13 : Rahasia Diantara Dua Kutub

- **Penulis:** Dra. Salbiah, M.Pd dan Mohamad Hisyam
- **Editor:** Dr. Samto; Dr. Subi Sudarto
Dra. Maria Listiyanti; Dra. Suci Paresti, M.Pd.; Apriyanti Wulandari, M.Pd.
- **Diterbitkan oleh:** Direktorat Pendidikan Masyarakat dan Pendidikan Khusus—Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah—Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

iv+ 48 hlm + ilustrasi + foto; 21 x 28,5 cm

Kata Pengantar

Pendidikan kesetaraan sebagai pendidikan alternatif memberikan layanan kepada masyarakat yang karena kondisi geografis, sosial budaya, ekonomi dan psikologis tidak berkesempatan mengikuti pendidikan dasar dan menengah di jalur pendidikan formal. Kurikulum pendidikan kesetaraan dikembangkan mengacu pada kurikulum 2013 pendidikan dasar dan menengah hasil revisi berdasarkan peraturan Mendikbud No.24 tahun 2016. Proses adaptasi kurikulum 2013 ke dalam kurikulum pendidikan kesetaraan adalah melalui proses kontekstualisasi dan fungsionalisasi dari masing-masing kompetensi dasar, sehingga peserta didik memahami makna dari setiap kompetensi yang dipelajari.

Pembelajaran pendidikan kesetaraan menggunakan prinsip flexible learning sesuai dengan karakteristik peserta didik kesetaraan. Penerapan prinsip pembelajaran tersebut menggunakan sistem pembelajaran modular dimana peserta didik memiliki kebebasan dalam penyelesaian tiap modul yang di sajikan. Konsekuensi dari sistem tersebut adalah perlunya disusun modul pembelajaran pendidikan kesetaraan yang memungkinkan peserta didik untuk belajar dan melakukan evaluasi ketuntasan secara mandiri.

Tahun 2017 Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan, Direktorat Jendral Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat mengembangkan modul pembelajaran pendidikan kesetaraan dengan melibatkan Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru dan tutor pendidikan kesetaraan. Modul pendidikan kesetaraan disediakan mulai paket A tingkat kompetensi 2 (kelas 4 Paket A). Sedangkan untuk peserta didik Paket A usia sekolah, modul tingkat kompetensi 1 (Paket A setara SD kelas 1-3) menggunakan buku pelajaran Sekolah Dasar kelas 1-3, karena mereka masih memerlukan banyak bimbingan guru/tutor dan belum bisa belajar secara mandiri.

Kami mengucapkan terimakasih atas partisipasi dari Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru, tutor pendidikan kesetaraan dan semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penyusunan modul ini.

Jakarta, 1 Juli 2020
Plt. Direktur Jenderal



Hamid Muhammad

Modul Dinamis: Modul ini merupakan salah satu contoh bahan ajar pendidikan kesetaraan yang berbasis pada kompetensi inti dan kompetensi dasar dan didesain sesuai kurikulum 2013. Sehingga modul ini merupakan dokumen yang bersifat dinamis dan terbuka lebar sesuai dengan kebutuhan dan kondisi daerah masing-masing, namun merujuk pada tercapainya standar kompetensi dasar.

Daftar Isi

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
Pengantar Modul	1
Petunjuk Penggunaan Modul	2
Tujuan yang Diharapkan Setelah Mempelajari Modul	2
UNIT 1 MEDAN MAGNET	4
A. Sifat Magnet	5
B. Cara Membuat Magnet	6
C. Pengertian Medan Magnet	9
D. Garis Gaya	10
Penugasan 1	11
Latihan	12
UNIT 2 MEDAN MAGNET DI SEKITAR ARUS LISTRIK DAN INDUKSI MAGNETIK	13
A. Medan Magnet di Sekitar Arus Listrik	13
B. Induksi Magnetik	14
Penugasan 2	16
Latihan	17
UNIT 3 GAYA LORENTZ	18
A. Pengertian Gaya Lorentz	18
B. Gaya Lorentz pada Kawat Sejajar Berarus Listrik	20
C. Gaya Lorentz pada Muatan Bergerak dalam Medan Magnet	21
D. Manfaat dan Aplikasi Gaya Lorentz	22
Penugasan 3	24
Latihan	26
Rangkuman	27
Uji Kompetensi	29
Kunci Jawaban dan Pembahasan	32
Kriteria Pindah Modul	45
Saran Referensi	46
Daftar Pustaka	46



RAHASIA DIANTARA DUA KUTUB



Pengantar Modul

Banyak peralatan yang kita gunakan dalam kehidupan sehari-hari menggunakan magnet. Contoh penggunaan magnet pada peralatan, antara lain: pada pengeras suara (*speaker*), mikropon, pintu kulkas, kompas, dinamo sepeda, alat pengangkat besi, dan bel listrik.

Kegunaan magnet pada alat-alat tersebut untuk mempermudah pekerjaan manusia.

Magnet adalah benda yang dapat menarik besi dan logam lainnya. Magnet selalu memiliki dua kutub, yaitu: kutub utara (U) dan kutub selatan (S), walaupun magnet itu dipotong-potong menjadi kecil, potongan magnet kecil tetap memiliki dua kutub.

Magnet dapat menarik logam besi, baja, dan logam lainnya karena memiliki medan magnet pada masing-masing kutubnya. Medan magnet adalah ruang atau wilayah di sekitar magnet yang masih dipengaruhi oleh gaya magnet. Medan magnet tidak dapat dilihat, tetapi dapat digambarkan. Besar medan magnet tergantung pada kekuatan magnet. Medan magnet dapat ditunjukkan dengan menggunakan serbuk besi yang ditaburkan di kertas di atas magnet, dapat juga menggunakan kompas. Modul 13 Rahasia Diantara Dua Kutub terdiri dari 3 (tiga) unit, yaitu:



Magnet Batang

Unit 1 Medan Magnet, membahas sifat-sifat magnet dan cara membuat magnet, meliputi: membuat magnet dengan cara menggosokkan magnet tetap, dengan aliran arus listrik, dan dengan induksi (influensi atau imbas). Selain itu juga dibahas pengertian medan magnet dan garis gaya.

Unit 2 Medan Magnet di Sekitar Arus Listrik dan Induksi Magnetik, membahas medan magnet di sekitar arus listrik dan induksi magnetik yang meliputi: induksi magnetik di sekitar arus lurus, induksi magnetik di pusat arus lingkaran, Solenoide, dan Toroida.

Unit 3 Gaya Lorentz, membahas pengertian gaya Lorentz, gaya Lorentz pada kawat sejajar berarus listrik, dan gaya Lorentz pada muatan bergerak dalam medan listrik serta manfaat gaya Lorentz dalam kehidupan terutama pada motor listrik dalam berbagai peralatan rumah tangga.

Petunjuk Penggunaan Modul

1. Baca tujuan yang diharapkan setelah mempelajari modul ini agar Anda fokus dalam belajar.
2. Baca pengantar modul dengan cermat agar Anda memahami isi modul secara keseluruhan.
3. Bacalah materi modul secara berurutan dengan cermat, tekun, dan sabar serta perhatikan gambar ilustrasi yang disajikan untuk membantu Anda memahami isi modul.
4. Kerjakan semua penugasan pada setiap unit untuk meningkatkan pemahaman Anda tentang materi modul. Gunakan alat, bahan dan media sesuai yang tercantum pada setiap penugasan.
5. Kerjakan setiap tugas dan latihan soal pada modul ini. Selanjutnya cocokkan jawaban Anda dengan rubrik atau kunci jawaban di bagian belakang modul ini. Jika Anda mengalami kesulitan diskusikan dengan teman atau tanyakan kepada tutor.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah soal yang dijawab benar}}{\text{Total jumlah soal}} \times 100\%$$

6. Untuk mengetahui ketuntasan belajar Anda, dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.
7. Batas ketuntasan minimal adalah 70%. Jika nilai yang Anda peroleh minimal 70% berarti Anda dianggap sudah tuntas dan menguasai materi modul ini maka Anda diperkenankan untuk lanjut mempelajari materi berikutnya. Sebaliknya, jika perolehan nilai Anda belum mencapai 70% maka Anda perlu mempelajari lagi materi modul dan ulangi mengerjakan tugas-tugas dan latihan hingga Anda paham.
8. Selamat membaca dan mempelajari modul ini, semoga sukses.

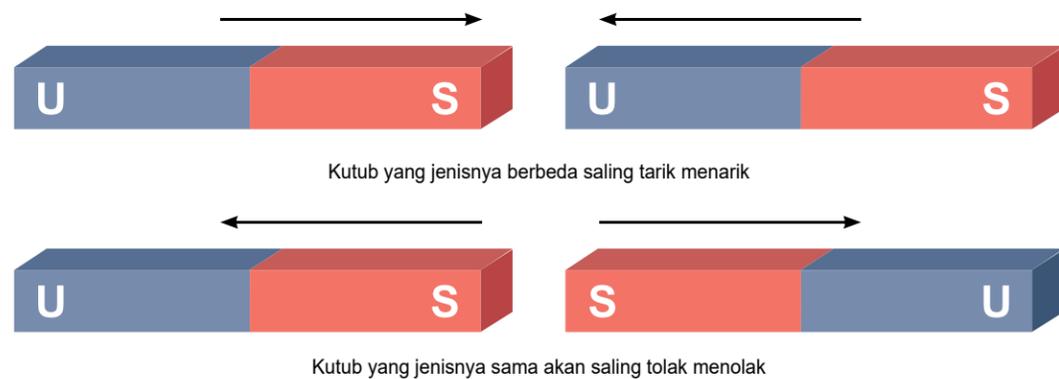


Tujuan yang Diharapkan Setelah Mempelajari Modul

Setelah mempelajari Modul 13 “Rahasia Diantara Dua Kutub” ini peserta didik diharapkan mampu:

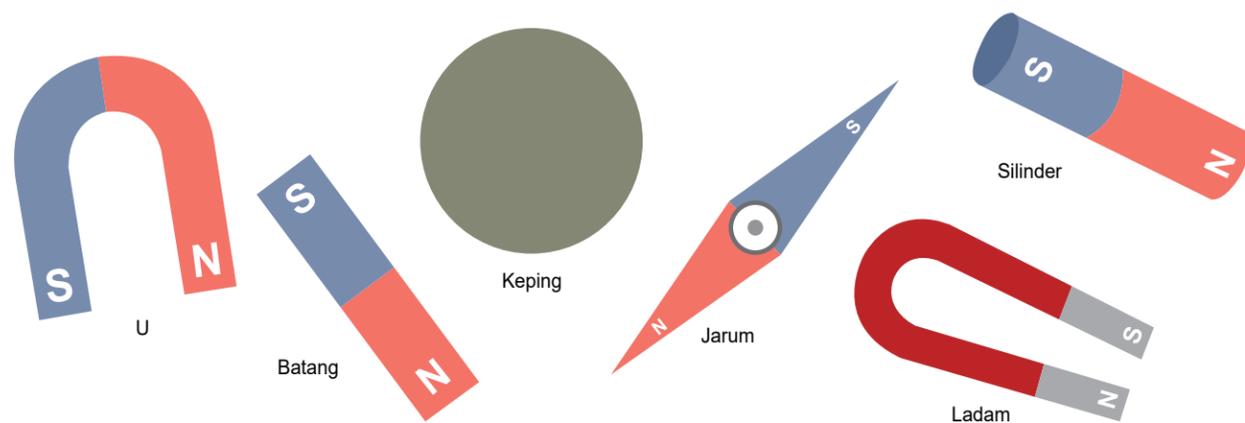
1. Menjelaskan sifat-sifat magnet, cara membuat magnet, dan kegunaan magnet dalam kehidupan sehari-hari.
2. Membuat magnet dengan cara menggosokkan magnet tetap, dengan aliran arus listrik, dan dengan induksi (influensi atau imbas)
3. Menjelaskan medan magnet di sekitar arus listrik dan induksi magnetik, yang meliputi: induksi magnetik di sekitar arus lurus, induksi magnetik di pusat arus lingkaran, Solenoide, dan Toroida.
4. Menjelaskan Gaya Lorentz dan penerapannya pada motor listrik yang banyak digunakan dalam berbagai peralatan rumah tangga.
5. Menggunakan peralatan rumah tangga, seperti pada blender, mixer, pengering rambut, mesin cuci, dan alat bor dengan hati-hati dan bertanggung jawab.

Magnet merupakan suatu benda yang terbuat dari besi yang mampu menarik benda lain yang terbuat dari logam, seperti besi dan baja. Magnet disebut juga besi berani. Magnet selalu memiliki dua kutub, yaitu: kutub utara (U) dan kutub selatan (S), walaupun magnet itu dipotong-potong, potongan magnet kecil tetap memiliki dua kutub. Jika dua buah magnet didekatkan maka akan terjadi gaya tarik menarik untuk kutub yang berbeda dan akan terjadi gaya tolak menolak untuk kutub magnet yang sama.



Gambar 1. Kutub Magnet

Magnet memiliki berbagai bentuk, yaitu: bentuk selinder, batang, jarum, ladam (tapal kuda), dan keping dan bentuk u seperti terlihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2. Bentuk magnet

Magnet mempunyai medan magnet yang dapat menarik butir-butir besi atau benda-benda yang mengandung unsur besi ke arahnya. Berikut ini dibahas sifat magnet; cara membuat magnet yang meliputi: membuat magnet dengan menggosok, membuat magnet dengan aliran arus listrik, dan membuat magnet dengan cara induksi serta pengertian medan magnet dan garis gaya.



A. Sifat Magnet

Magnet adalah benda yang memiliki kemampuan untuk menarik benda yang terbuat dari logam, akan tetapi tidak semua jenis logam bisa ditarik oleh magnet. Jenis logam yang bisa ditarik kuat oleh magnet adalah besi dan baja. Secara umum magnet memiliki 5 (lima) sifat sebagai berikut.

1. Dapat menarik benda logam

Setiap magnet memiliki sifat kemagnetan, yaitu kemampuan menarik benda lain yang terbuat dari logam, tetapi tidak semua logam bisa ditarik oleh magnet. Berdasarkan kemagnetannya, benda dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) jenis, yaitu:

- Ferromagnetik* adalah benda-benda logam yang ditarik dengan sangat kuat oleh magnet, sebagai contoh besi dan baja. Besi dan baja dapat dibuat menjadi magnet.
- Paramagnetik* adalah benda-benda logam yang ditarik dengan lemah oleh magnet, contohnya adalah aluminium. Benda tersebut dapat ditarik oleh magnet tetapi tidak menempel dengan kuat atau mudah dipisahkan dari magnet. Anda dapat mencoba menempelkan magnet pada wajan atau panci di rumah yang terbuat dari aluminium. Magnet akan mudah diambil karena tidak menempel dengan kuat pada aluminium.
- Diamagnetik* adalah logam atau benda yang tidak bisa ditarik oleh magnet, contohnya seng, kertas, dan plastik.

2. Magnet memiliki dua kutub

Kemampuan magnet untuk menarik logam terletak pada kutubnya. Setiap magnet selalu memiliki dua kutub, yaitu kutub utara dan kutub selatan. Pada magnet yang berbentuk lingkaran seperti pada *speaker* pun memiliki dua kutub.

3. Sifat kemagnetan dapat hilang

Sifat kemagnetan dapat melemah bahkan hilang. Hilangnya sifat kemagnetan dapat disebabkan beberapa faktor, seperti: terbakar, terjatuh dengan benturan sangat keras secara terus menerus.

4. Medan magnet yang membentuk gaya magnet

Medan magnet sendiri didefinisikan sebagai ruang di sekitar magnet, di mana magnet lain atau benda lain yang mudah dipengaruhi magnet akan mengalami gaya magnetik jika diletakkan dalam ruang tersebut.

5. Menghasilkan dua jenis gaya

Magnet memiliki dua jenis kutub yaitu kutub utara dan kutub selatan. Ada dua gaya magnet

yang dihasilkan oleh kutub-kutub magnet. Gaya tarik dan gaya tolak menolak. Gaya tarik terjadi jika ada dua buah magnet yang berbeda kutub yang saling berdekatan. Sedangkan gaya tolak menolak terjadi jika dua buah magnet yang kutubnya sejenis yang saling berdekatan.

B. Cara Membuat Magnet

Magnet dikelompokkan dalam dua macam, yaitu magnet alam dan magnet buatan. Magnet alam terbentuk secara alami melalui proses alam, misalnya magnet bumi dan batu magnesian. Magnet alam sudah ada di alam tanpa campur tangan manusia. Kemagnetan magnet alam terjadi karena pengaruh medan magnet dari planet bumi. Magnet alam terdapat di dalam tanah berupa bijih besi magnet dalam bentuk besi oksida (Fe_3O_4).

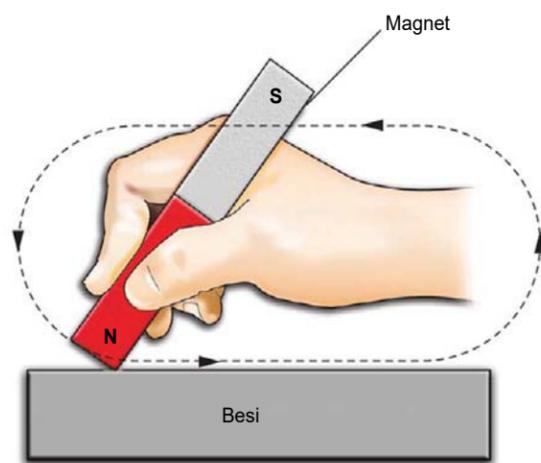
Magnet buatan adalah magnet yang secara sengaja dibuat oleh manusia dari baja atau besi murni, serta dari bahan paduan seperti paduan baja dengan nikel atau paduan antar aluminium, kobalt, dan nikel. Besi pada dasarnya terdiri dari kumpulan magnet dalam ukuran mikroskopik, tetapi magnet-magnet tersebut tidak beraturan sehingga besi tersebut tidak memiliki sifat kemagnetan. Magnet pada dasarnya terdiri dari kumpulan magnet berukuran mikroskopik yang beraturan sehingga memiliki medan magnet yang besar.

Logam besi dapat diubah menjadi magnet dengan cara induksi elektromagnetik. Logam lain seperti tembaga dan aluminium tidak dapat diubah menjadi magnet, karena logam-logam tersebut bersifat diamagnetik.

Magnet dibuat besi atau baja dengan berbagai cara, antara lain: membuat magnet dengan menggosok, membuat magnet dengan aliran arus listrik, dan membuat magnet dengan cara induksi.

1. Membuat magnet dengan menggosok

Jika Anda memiliki sebatang besi atau sebatang baja, maka besi dan baja tersebut tidak dapat menarik jarum atau benda-benda kecil yang terbuat dari logam. Hal ini terjadi karena besi dan baja tersebut belum memiliki sifat kemagnetan. Dimana salah satu ciri-ciri magnet adalah bisa menarik benda logam yang berada di dekatnya. Salah satu cara mengubah besi atau baja menjadi magnet yang memiliki sifat kemagnetan adalah dengan cara menggosok. Berikut ini cara yang dapat Anda lakukan untuk mengubah besi menjadi magnet.



sumber: www.igcsephysics.com

Gambar 3. Membuat magnet dengan menggosok

1. Peganglah magnet tetap, lalu gosokkan ujung magnet tersebut di sepanjang permukaan batang besi.
2. Gosok besi dengan magnet dalam satu arah dan lakukan terus secara berulang-ulang.
3. Lakukan hal ini kurang lebih selama lima menit.
4. Kemudian dekatkan besi tersebut pada jarum.
5. Jika besi tersebut dapat menarik jarum, artinya besi tersebut memiliki sifat kemagnetan. Batang besi yang digosok dengan magnet tetap selama beberapa menit akan berubah menjadi magnet. Semakin lama Anda menggosok besi dengan magnet tetap, maka sifat kemagnetan pada besi tersebut akan bertahan semakin lama. Besi lebih mudah diubah menjadi magnet dibanding baja.

Kenapa besi dan baja jika digosok dengan magnet tetap bisa mempunyai sifat kemagnetan? Besi dan baja merupakan bahan yang tersusun dari atom-atom magnet atau domain-domain magnet yang disebut magnet elementer. Arah dan susunan magnet elementer yang terdapat pada besi dan baja bentuknya tidak teratur. Ketika besi atau baja digosok menggunakan magnet tetap dalam satu arah, menyebabkan susunan magnet elementer pada benda tersebut menjadi teratur. Sehingga ketika arah magnet elementer pada besi dan baja menjadi seragam, maka besi dan baja tersebut memiliki sifat kemagnetan.

2. Membuat magnet dengan cara elektromagnetik

Magnet dapat dibuat dengan cara mengalirkan arus listrik searah atau *direct current* (DC) melalui sebuah penghantar. Arus listrik searah dapat diganti dengan arus listrik bolak balik atau *alternating current* (AC) bertegangan rendah. Namun jika sumber listrik diganti dengan arus AC bertegangan normal atau tinggi, maka tidak dapat mengubah penghantar tersebut menjadi bersifat magnetik. Berikut cara membuat magnet dengan mengalirkan arus listrik.

Alat dan Bahan

1. Satu buah paku besi dengan panjang 5 cm
2. Dua buah baterai segala ukuran (boleh ukuran AAA, AA, C, atau D)
3. Kabel kumparan atau kawat besi
4. Beberapa buah jarum
5. Gunting

Langkah Kerja

1. Lilitkan kabel kumparan pada paku besi, seperti Gambar 4.
2. Kupas kedua ujung kabel kumparan menggunakan gunting.
3. Hubungkan kedua ujung kabel dengan kutub positif dan negatif baterai.



sumber: sciencelearn.org.nz

Gambar 4. Membuat magnet dengan cara elektromagnetik

4. Dekatkan jarum-jarum dengan paku besi yang telah dililit.
5. Amati, ternyata paku besi tersebut dapat menarik jarum-jarum yang berada di dekatnya dan menempel.

Magnet yang dibuat dengan aliran listrik disebut elektromagnetik. Elektromagnetik pertama kali ditemukan oleh Hans Christian Oersted pada tahun 1819. Elektromagnetik termasuk jenis magnet sementara karena ketika arus listrik diputus, maka sifat kemagnetan bahan akan hilang dalam hitungan detik. Sehingga menyebabkan jarum-jarum yang semula menempel pada paku akan jatuh atau lepas. Kekuatan elektromagnetik dapat ditingkatkan dengan cara memperbesar nilai tegangan DC atau menambah jumlah baterai dan menambah jumlah lilitan pada paku besi.

Dengan ilmu fisika dapat dijelaskan bahwa kabel yang dialiri arus listrik akan menimbulkan medan listrik dan mempengaruhi magnet elementer yang menyusun besi atau baja. Hal tersebut membuat posisi magnet elementer yang semula tidak teratur menjadi seragam dan searah, besi memiliki sifat kemagnetan.

3. Membuat Magnet dengan Cara Induksi

Cara membuat magnet yang ketiga adalah dengan cara induksi. Pernahkah Anda mendekatkan magnet kuat pada beberapa buah paku? Kemudian, Anda mendekatkan paku yang telah menempel dengan paku lainnya, apa yang terjadi? Anda akan mendapati bahwa paku yang menempel pada magnet ternyata juga mampu menarik paku lainnya. Sifat kemagnetan bahan tersebut bahkan masih ada ketika paku tersebut sudah dilepas dari magnet.

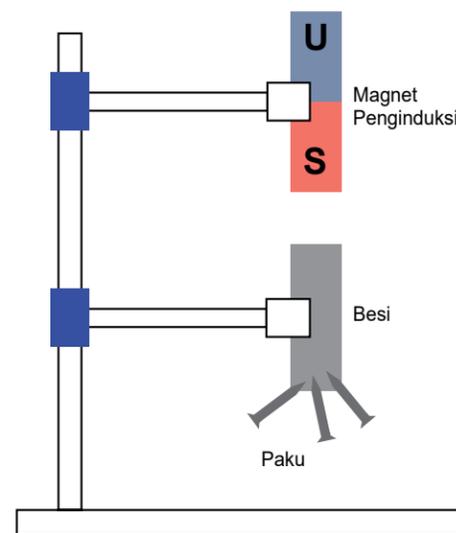
Cara membuat magnet dengan cara mendekatkan sebatang baja atau besi dengan sebuah magnet disebut sebagai induksi magnetik. Berikut cara membuat magnet dengan metode induksi.

Alat dan Bahan

1. Satu buah magnet kuat
2. Satu buah statif
3. Satu batang besi
4. Beberapa buah jarum atau paku kecil

Langkah Kerja

1. Letakkan batang besi pada statif dengan posisi vertikal.
2. Letakkan beberapa buah jarum yang telah Anda siapkan di bawah batang besi.
3. Letakkan magnet kuat di atas batang besi dan jepit dengan statif agar posisinya tidak berubah-ubah.
4. Amati jarum yang berada di bawah besi.



Gambar 5. Membuat magnet dengan cara induksi

5. Jika jarum tersebut menempel pada batang besi, berarti besi tersebut telah mempunyai sifat kemagnetan.

Selanjutnya Anda akan mengamati bahwa ketika magnet dijauhkan dari batang besi maka besi akan kehilangan sifat kemagnetannya. Sedangkan jika Anda mengganti batang besi dengan batang baja, maka batang baja tersebut masih bisa menarik jarum meskipun magnet telah dijauhkan dari batang baja.



C. Pengertian Medan Magnet

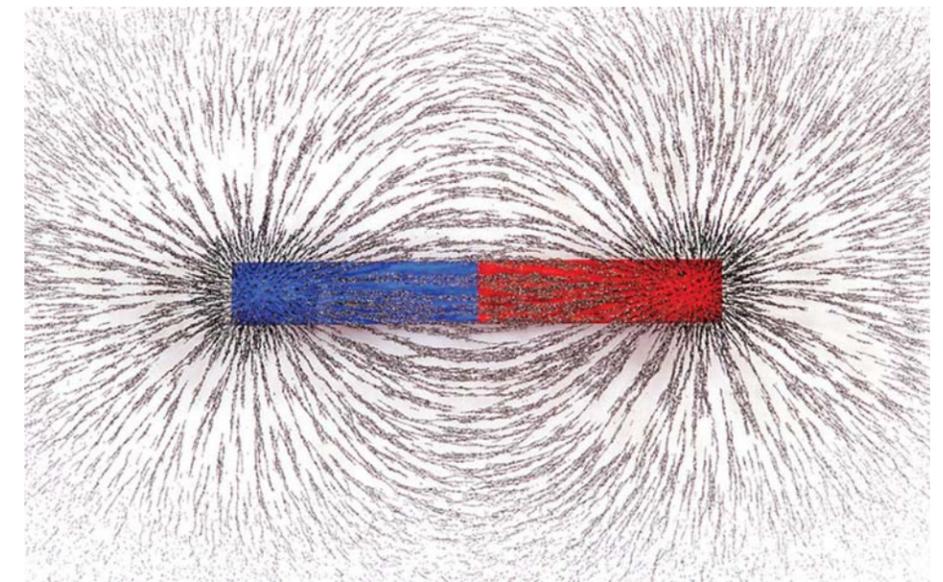
Di sekitar magnet selalu ada medan magnet. Medan magnet adalah suatu daerah atau ruang di sekitar magnet yang masih dipengaruhi gaya magnet. Medan magnet dapat digambarkan oleh garis-garis medan magnet. Di sekitar magnet tetap, arah garis-garis medan selalu keluar dari kutub utara dan masuk ke kutub selatan magnet.

Adanya medan magnet dapat ditunjukkan dengan menaburkan serbuk besi di atas magnet batang dan kertas putih.

1. Letakkan sebuah magnet batang
2. Di atas magnet batang, letakkan sehelai kertas putih (misal kertas karton)
3. Taburkan serbuk besi merata di atas kertas putih tersebut
4. Kemudian ketuk-ketuk kertas itu beberapa kali.

Perhatikan dengan cermat letak serbuk besi. Ternyata serbuk besi akan membentuk pola seperti gambar 6 berikut.

Jika Anda meletakkan sebuah jarum pentul atau peniti di dekat magnet maka jarum pentul atau peniti tersebut akan ditarik oleh magnet dan menempel. Hal ini disebabkan karena adanya medan magnet. Setiap magnet memiliki daerah di sekitarnya yang masih dipengaruhi gaya magnet itu sendiri, disebut dengan medan magnet. Jadi medan magnet adalah ruangan di sekitar kutub magnet, yang gaya tarik/tolakannya masih dirasakan oleh magnet lain.



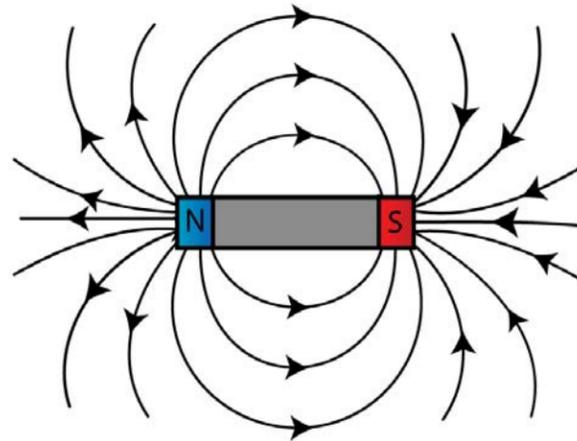
sumber: highvelocityinnovation.com

Gambar 6. Bentuk pola serbuk besi pada magnet (medan magnet)

D. Garis Gaya

Apa yang dimaksud dengan garis gaya? Perhatikan Gambar 14.6 di atas, serbuk besi terlihat mengikuti suatu pola yang berbentuk seperti gambar 7 berikut.

Garis-garis yang terlihat pada Gambar 7 disebut garis-garis gaya magnet. Garis gaya magnet adalah pola garis yang terbentuk di sekitar medan magnet. Berdasarkan gambar7 tersebut, dapat diambil kesimpulan tentang garis gaya magnet sebagai berikut.



Sumber: physicsopenlab.org

Gambar 7. Garis gaya magnet

1. Garis gaya magnet adalah arah medan magnet yang berupa garis-garis yang menghubungkan kutub-kutub magnet.
2. Garis gaya magnet memiliki arah keluar dari kutub utara dan menuju kutub selatan.
3. Garis gaya magnet tidak pernah berpotongan.
4. Tempat yang mempunyai garis gaya magnet yang rapat, menunjukkan medan magnet yang kuat dan sebaliknya.

PENUGASAN 1

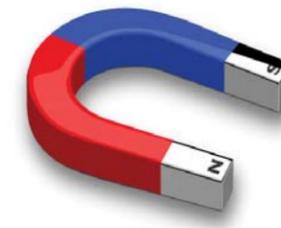
Benda Magnetik dan Nonmagnetik

1. Tujuan

Mengidentifikasi benda magnetis dan nonmagnetis

2. Media

Magnet, Pensil, Peniti, Karet gelang, Paku, Penjepit kertas, Sisir, Gunting, Batu, Kayu, Daun, Kertas, dan Kaca

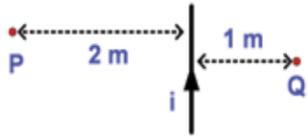


3. Langkah-langkah kegiatan

- a. Siapkan magnet
- b. Dekatkan magnet ke benda-benda yang sudah disiapkan secara bergantian
- c. Amati apa yang terjadi dan catat hasil pengamatan pada tabel
- d. Simpulkan hasil pengamatan Anda

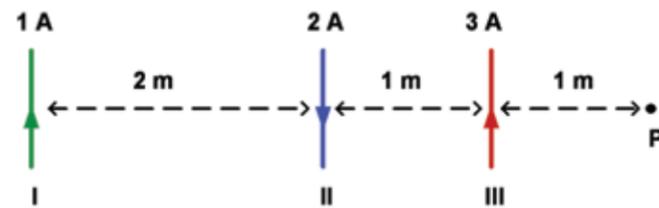
LATIHAN

1. Seutas kawat di aliri arus listrik $i = 2 \text{ A}$ seperti gambar berikut !



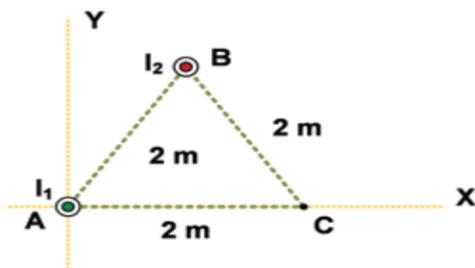
Tentukan:

- Kuat medan magnet di titik P
 - Arah medan magnet di titik P
 - Kuat medan magnet di titik Q
 - Arah medan magnet di titik Q
2. Tiga buah kawat dengan nilai dan arah arus seperti ditunjukkan gambar berikut!



Tentukan besar dan arah kuat medan magnet di titik P yang berjarak 1 meter dari kawat ketiga!

3. Perhatikan gambar berikut. Kawat A dan B di aliri arus listrik I_1 dan I_2 masing-masing sebesar 2 A dan 3 A dengan arah keluar bidang baca.



Tentukan besar dan arah kuat medan magnet di titik C yang membentuk segitiga sama sisi dengan titik A dan B!

UNIT 2

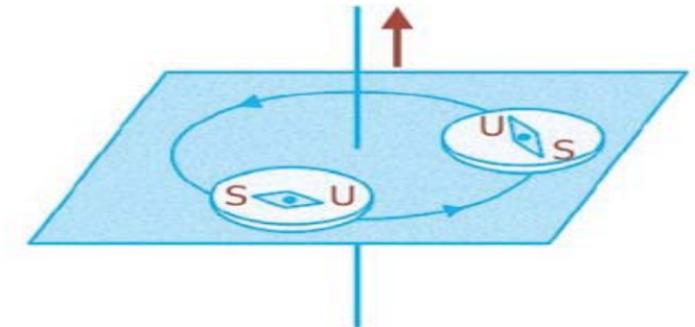
MEDAN MAGNET DI SEKITAR ARUS LISTRIK DAN INDUKSI MAGNETIK



A. Medan Magnet di Sekitar Arus Listrik

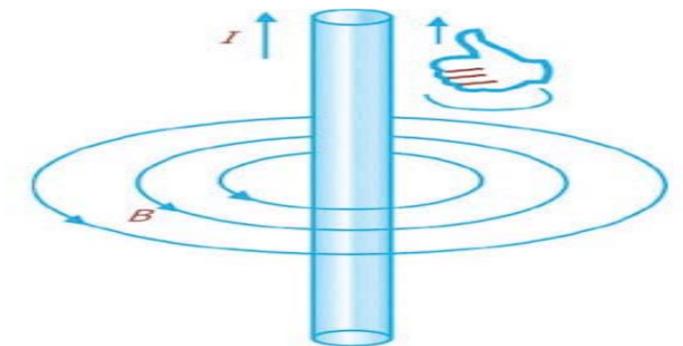
Pada tahun 1820, seorang ilmuwan berkebangsaan Denmark, Hans Christian Oersted (1777-1851) menemukan bahwa terjadi penyimpangan pada jarum kompas ketika didekatkan pada kawat berarus listrik. Hal ini menunjukkan, arus di dalam sebuah kawat dapat menghasilkan efek-efek magnetik. Dapat disimpulkan, bahwa di sekitar arus listrik terdapat medan magnetik. Garis-garis medan magnetik yang dihasilkan oleh arus pada kawat lurus membentuk lingkaran dengan kawat pada pusatnya. Untuk mengetahui arah garis-garis medan magnetik dapat menggunakan suatu metode yaitu dengan kaidah tangan kanan, seperti yang terlihat pada gambar 9. Ibu jari menunjukkan arah arus konvensional, sedangkan keempat jari lain yang melingkari kawat menunjukkan arah medan magnetik. Selanjutnya, secara teoritis Laplace (1749 - 1827) menyatakan bahwa kuat medan magnetik atau induksi magnetik di sekitar arus listrik:

- berbanding lurus dengan kuat arus listrik,
- berbanding lurus dengan panjang kawat penghantar,
- berbanding terbalik dengan kuadrat jarak suatu titik dari kawat penghantar tersebut, dan
- arah induksi magnet tersebut tegak lurus dengan bidang yang dilalui arus listrik.



sumber: www.nafiun.com

Gambar 8. Penyimpangan jarum kompas di dekat kawat berarus listrik.



sumber: www.nafiun.com

Gambar 9. Kaidah tangan kanan untuk mengetahui arah medan magnet.

B. Induksi Magnetik

1. Induksi Magnetik di Sekitar Arus Lurus

Besar induksi magnetik di titik A yang jaraknya a dari kawat sebanding dengan kuat arus dalam kawat dan berbanding terbalik dengan jarak titik ke kawat.

$$B = \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{I}{\pi \cdot a}$$

Keterangan:

B dalam W/m^2

I dalam Ampere

a dalam meter

$$\text{Kuat medan } H = \frac{B}{\mu} = \frac{B}{\mu_r \cdot \mu_0} = \frac{I}{2\pi \cdot a}$$

μ_r udara = 1

Jika kawat tidak panjang maka harus digunakan rumus : $B = \frac{\mu_0 i}{4 \pi a} (\cos \theta_1 - \cos \theta_2)$

2. Induksi Magnetik di Pusat Arus Lingkaran

Titik A berjarak x dari pusat kawat melingkar besarnya induksi magnetik di A dirumuskan:

Jika kawat itu terdiri atas N lilitan maka :

$$B = \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{a \cdot I \cdot N}{r^2} \cdot \sin \alpha_1 \quad \text{atau} \quad B = \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{a^2 \cdot I \cdot N}{r^3}$$

Induksi magnetik di pusat lilitan

Dalam hal ini $r = a$ dan $\alpha = 90^\circ$

Besar induksi magnetik di pusat lingkaran.

$$B = \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{I \cdot N}{a}$$

B dalam W/m^2 .

I dalam ampere.

N jumlah lilitan.

a jari-jari lilitan dalam meter.

Arah medan magnetik dapat ditentukan dengan aturan tangan kanan. Jika arah arus sesuai dengan arah melingkar jari tangan kanan arah ibu jari menyatakan arah medan magnet.

3. Solenoida

Solenoida adalah gulungan kawat yang digulung seperti spiral. Bila ke dalam solenoida dialirkan arus listrik, di dalam solenoida terjadi medan magnet dapat ditentukan dengan tangan.

Jari-jari penampang solenoida a , banyaknya lilitan N dan panjang solenoida l . Banyaknya lilitan pada dx adalah $\frac{N}{l} \cdot dx$ atau $n \cdot dx$, n banyaknya lilitan tiap satuan panjang di titik P. Bila l sangat besar dibandingkan dengan a , dan p berada di tengah-tengah maka $\alpha_1 = 0^\circ$ dan $\alpha_2 = 180^\circ$

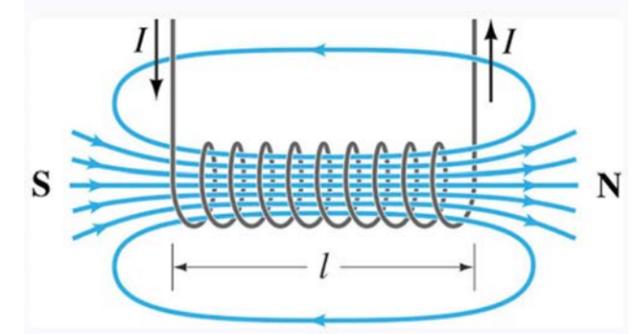
Induksi magnetik di tengah-tengah solenoida :

$$B = \frac{\mu_0}{2} n I \cdot 2$$

$$B = \mu_0 n I$$

Jenis-jenis Solenoida (Solenoid)

Solenoid pada umumnya tersedia dalam dua bentuk yaitu Solenoid Linier atau sering dikenal dengan nama *Linear ElectroMechanical Actuator (LEMA)* dan Solenoid Rotasi (*Rotary Solenoid*). Gambar berikut memperlihatkan medan magnetik yang terbentuk pada solenoida.



sumber: www.justscience.in



sumber: teknikelektronika.com

Gambar 10. Struktur dan bentuk solenoida

Bila p tepat di ujung-ujung solenoide $\alpha_1 = 0^\circ$ dan $\alpha_2 = 90^\circ$

$$B = \frac{\mu_0}{2} n I \cdot 1$$

$$B = \frac{\mu_0}{2} n I$$

4. Toroida

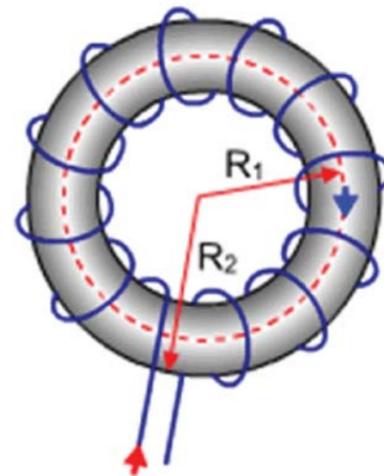
Sebuah solenoide dilengkungkan sehingga sumbunya membentuk lingkaran disebut *Toroida*.

Bila keliling sumbu toroida l dan lilitannya berdekatan, maka induksi magnetik pada sumbu toroida.

$$B = \mu n I$$

n dapat diganti dengan $\frac{N}{2\pi R}$

N banyaknya lilitan dan R jari-jari toroida.



sumber: fisikasekolah.com

Gambar 11. Toroida

LATIHAN

1. Sebuah kumparan kawat melingkar berjari-jari 10 cm memiliki 40 lilitan. Jika arus listrik yang mengalir dalam kumparan tersebut 8 ampere, berapakah induksi magnetik yang terjadi di pusat kumparan?
2. Dua kawat lurus panjang berarus listrik sejajar dengan jarak 15 cm. Kuat arusnya searah dengan besar $I_A = 10$ A dan $I_B = 15$ A. Tentukan induksi magnet di suatu titik C yang berada di antara kedua kawat berjarak 5 cm dari kawat I_A .
3. Kawat melingkar terdiri dari 50 lilitan di aliri arus sebesar 5 A. Jari-jari lingkaran 15 cm. Tentukan besar induksi magnet di pusat lingkaran tersebut.
4. Sebuah solenoida jari-jarinya 2 mm dan panjangnya 50 cm memiliki 400 lilitan. Jika di aliri arus 2 A maka tentukan induksi magnet di titik tengah suatu solenoida!
5. Suatu solenoida yang panjangnya 2 m memiliki 800 lilitan dan jari-jari 2 cm. Jika solenoida di aliri arus 0,5 A, tentukan induksi magnetik:
 - a. di pusat solenoida,
 - b. di ujung solenoida!
6. Sebuah toroida berjari-jari 20 cm dialiri arus sebesar $0,8_A$. Jika toroida mempunyai 50 lilitan, tentukan induksi magnetik pada toroida!

PENUGASAN 2

Medan Magnet

1. Tujuan

Mengidentifikasi medan magnet

2. Media

- a. Magnet
- b. Serbuk besi
- c. Kertas karton berukuran A4

3. Langkah-langkah Kegiatan

- a. Taruhlah magnet di bawah kertas karton berukuran A4
- b. Taburkan serbuk besi secukupnya di atas kertas karton tersebut
- c. Ketuklah kertas karton secara perlahan
- d. Gerakkan magnet di seputar kertas
- e. Jauhkan magnet dari kertas
- f. Amati yang terjadi dan catat hasil pengamatan Anda

UNIT 3 Gaya Lorentz

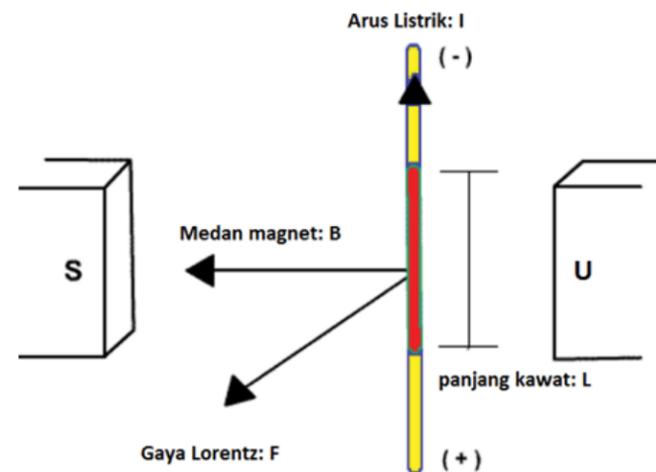
Gaya Lorentz merupakan nama lain dari gaya magnetik yaitu gaya yang ditimbulkan oleh medan magnet. Hendrik Antoon Lorentz (1853-1928) merupakan ilmuwan Belanda yang memiliki kontribusi besar pada bidang fisika dan fisika kuantum. Berdasarkan hasil kerja ilmuwan-ilmuwan sebelumnya, Lorentz mengoreksi dan merampungkan hukum gaya elektromagnetik yang menyandang namanya.

A. Pengertian Gaya Lorentz

Gaya Lorentz merupakan gabungan antara gaya elektrik dan gaya magnetik pada suatu medan elektromagnetik. Gaya Lorentz ditimbulkan karena adanya muatan listrik yang bergerak atau karena adanya arus listrik dalam suatu medan magnet. Arah dari gaya Lorentz selalu tegak lurus dengan arah kuat arus listrik (I) dan induksi magnetik yang ada (B).

Gaya Lorentz pada Kawat Berarus Listrik

Ketika sebuah kawat dengan panjang dialiri arus listrik sebesar I dan diletakkan pada suatu medan magnetik sebesar B , maka akan timbul gaya Lorentz pada kawat tersebut. Dengan mengombinasikan gaya Lorentz dan definisi arus listrik, maka dapat dihitung besarnya gaya Lorentz pada kawat yang lurus dan stasioner yaitu:



Gambar 12. Arah Gaya Lorentz

$$F_{\text{Lorentz}} = I l B \sin \alpha$$

di mana:

l merupakan panjang kawat (m)

I merupakan kuat arus yang mengalir pada kawat (Ampere)

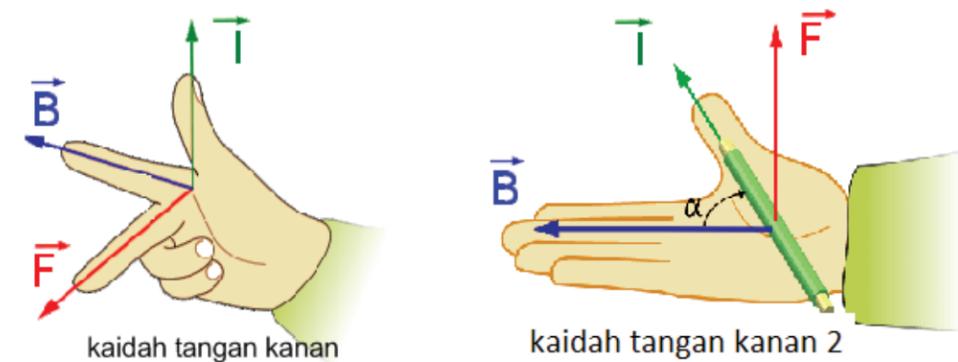
B merupakan kuat medan magnet (Tesla)

α merupakan sudut yang dibentuk oleh B dan I

Jika arah arus listrik tegak lurus dengan arah medan magnet, maka gaya Lorentz yang terjadi akan maksimal ($\sin 90^\circ = 1$). Inilah keadaan yang biasanya selalu dikondisikan secara nyata yakni agar gaya Lorentz yang didapat selalu maksimal, medan magnet dikondisikan selalu tegak lurus dengan arus listrik yang mengalir.

$$F_{\text{Lorentz}} = I l B \times B$$

Arah gaya Lorentz dapat ditentukan dengan menggunakan kaidah tangan kanan pada gambar dibawah ini:



Gambar 13. Penentuan Arah Gaya Lorentz dengan Kaidah Tangan Kanan

Kaidah tangan kanan pertama menggunakan tiga jari tangan kanan dimana:

Ibu jari = arah arus listrik (I)

Jari telunjuk = arah medan magnet (B)

Jari tengah = arah gaya Lorentz (F)

Kaidah tangan kanan kedua menggunakan telapak tangan kanan yang terbuka dan lebih mudah digunakan terlebih lagi jika sudut $\alpha \neq 90^\circ$ dimana:

Ibu jari = arah arus listrik (I)

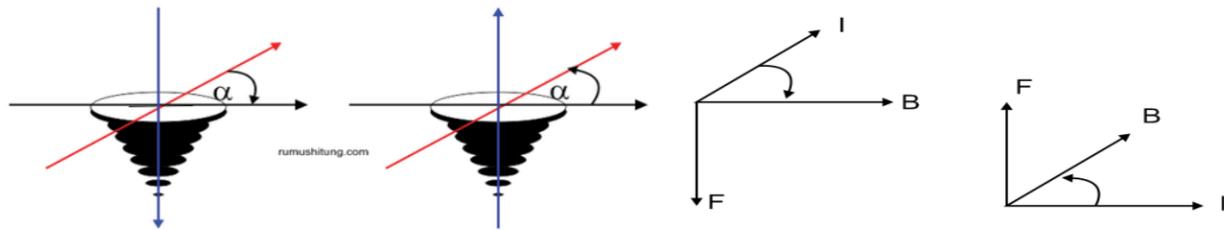
Keempat jari lain = arah medan magnet (B)

Telapak tangan = arah gaya Lorentz (F)

Besarnya sudut α tidak mempengaruhi arah gaya Lorentz karena arah gaya Lorentz selalu tegak lurus dengan arah arus listrik dan medan magnetik.

Kaidah Pemutaran Sekrup

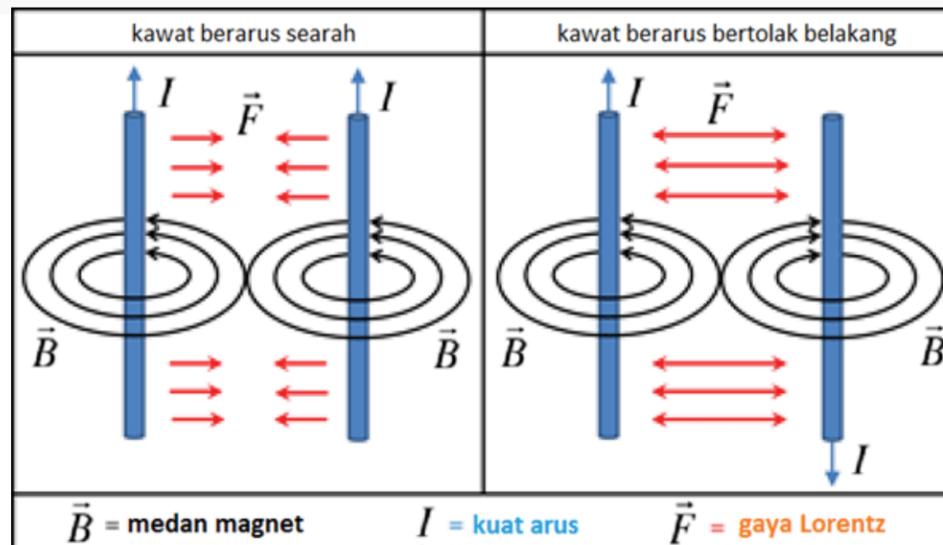
Jika sekrup diputar dari I ke B searah dengan arah jarum jam maka arah gaya Lorentz ke bawah. Sebaliknya, jika diputar dari I ke B dengan arah berlawanan arah jarum jam maka akan menghasilkan gaya Lorentz ke arah atas.



Gambar 14. Kaidah Pemutaran Sekrup

B. Gaya Lorentz pada Kawat Sejajar yang Berarus Listrik

Ketika terdapat dua buah kawat dengan panjang l dialiri arus listrik sebesar I yang tiap kawat diletakkan pada suatu medan magnetik sebesar B , maka akan timbul gaya Lorentz berupa gaya tarik menarik ataupun tolak menolak tergantung dari arah arus listrik pada tiap kawat. Jika kedua kawat memiliki arah arus yang searah, maka akan mengalami gaya tarik menarik; apabila arah arus pada kedua kawat saling bertolak belakang/berlawanan, maka akan mengalami gaya tolak-menolak.



Gambar 15. Gaya Lorentz pada Kawat Sejajar Berarus Listrik

Besarnya gaya tarik-menarik ataupun tolak-menolak pada kawat sejajar berarus listrik dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$F_{\text{Lorentz}} = F_1 = F_2 = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a} l$$

di mana:

F_1 merupakan gaya tarik-menarik atau tolak-menolak pada kawat 1 (Newton)

F_2 merupakan gaya tarik-menarik atau tolak-menolak pada kawat 2 (Newton)

I_1 merupakan kuat arus yang mengalir pada kawat 1 (Ampere)

I_2 merupakan kuat arus yang mengalir pada kawat 2 (Ampere)

μ_0 merupakan permeabilitas vakum ($4\pi \times 10^{-7} \text{Wb/Am}$)

l merupakan panjang kawat (m)

a merupakan jarak antar kedua kawat (m)

C. Gaya Lorentz pada Muatan Bergerak dalam Medan Magnet

Ketika terdapat muatan listrik q yang bergerak dengan kecepatan v pada suatu medan magnetik sebesar B , maka muatan listrik tersebut akan mengalami gaya Lorentz yang besarnya dapat dihitung dengan rumus:

$$F_{\text{Lorentz}} = qvB \sin \alpha$$

di mana:

q merupakan muatan listrik (Coloumb)

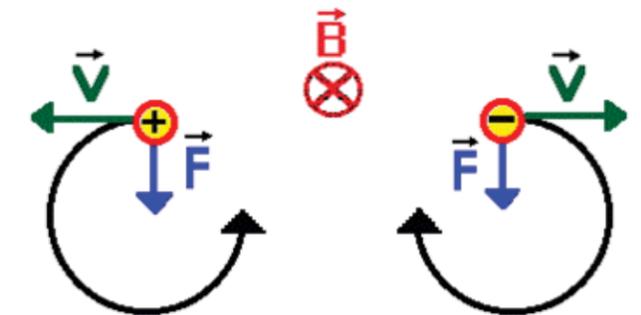
v merupakan kecepatan gerak muatan listrik (m/s)

B merupakan kuat medan magnet (Tesla)

α merupakan sudut yang dibentuk oleh B dan v

Arah gaya Lorentz pada kasus ini adalah tegak lurus dengan arah kuat medan magnet dan arah kecepatan benda. Arah gaya Lorentz akan berbeda tergantung muatan partikelnya. Perhatikan gambar di bawah ini, sesuai dengan kaidah tangan kanan, bila muatan q positif maka arah v searah dengan I ; bila muatan q negatif maka arah v berlawanan dengan arah I .

Jika arah medan magnet tegak lurus dengan arah kecepatan partikel bermuatan



Gambar 16. Gaya Lorentz pada Muatan Bergerak dalam Medan Magnet

listrik, maka lintasannya akan berbentuk lingkaran sehingga partikel akan mengalami gaya sentripetal yang besarnya sama dengan gaya Lorentz.

$$F_{\text{Lorentz}} = F_{\text{Sentripetal}}$$

$$qvB = mv^2/R$$

Sehingga, besarnya jari-jari lintasan melingkar partikel tersebut dapat dicari dengan:

$$R = mv/qvB$$

Contoh Soal Gaya Lorentz dan Pembahasan

Sebuah proton bergerak searah sumbu X positif (ke kanan) dengan kecepatan 3 m/s melewati medan magnet sebesar $5 \times 10^{-6} \text{T}$ dengan arah masuk ke layar. Berapa besar gaya yang dialami partikel tersebut? ($q = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}$).

Pembahasan:

Dengan menggunakan rumus gaya Lorentz didapat:

$$F_{\text{Lorentz}} = qvB = (1.6 \times 10^{-19} \text{C}) (3 \text{m/s}) (5 \times 10^{-6} \text{T})$$

$$F_{\text{Lorentz}} = 2.4 \times 10^{-24} \text{ Newton}$$

Sesuai dengan kaidah tangan kanan, partikel bermuatan positif maka arah kecepatannya sama dengan arah ibu jari, arah medan magnet merupakan arah keempat jari, maka telapak tangan menghadap ke atas. Oleh karena arah kecepatan partikel tegak lurus dengan arah medan magnet, maka lintasannya berbentuk melingkar.

D. Manfaat dan Aplikasi Gaya Lorentz

Manfaat dan aplikasi terbesar dari penerapan gaya Lorentz adalah motor listrik. Dengan mengalirkan arus listrik pada kumparan di dalam medan magnet, dapat dihasilkan gaya Lorentz berupa rotasi pada motor listrik untuk menggerakkan batang shaft yang kemudian dapat dipakai untuk segala kebutuhan. Selain motor listrik, aplikasi gaya Lorentz diterapkan pada railguns, linear motor, loud speaker, generator listrik, linear alternator, dan lain sebagainya.

Salah satu manfaat paling besar dari aplikasi gaya lorentz dalam kehidupan manusia adalah motor listrik. Ketika motor listrik dialiri arus listrik maka ada arus yang mengalir menuju cincin komutator. Lalu, dengan melalui sikat karbon arus mengalir ke kumparan. Di dalam motor listrik

terdapat magnet yang menimbulkan medan magnet. Dengan adanya medan magnet dan aliran arus listrik menimbulkan gerakan berputar akibat adanya gaya Lorentz.

Pemanfaatan Gaya Lorentz dalam kehidupan sehari-hari dapat memudahkan pekerjaan manusia. Ciri khas dari motor listrik adalah adanya kumparan yang dilalui arus listrik dan timbulnya medan magnet yang menyebabkan kumparan berputar sehingga terjadilah sumber tegangan yang mengalirkan arus listrik, sehingga dapat dimanfaatkan untuk menghidupkan kipas angin, bola lampu, dan blender. Penerapan gaya Lorentz yang lain, untuk alat ukur listrik, salah satunya adalah galvanometer. Galvanometer digunakan untuk mengukur arus listrik yang kecil. Banyak peralatan rumah tangga yang menerapkan Gaya Lorentz, digunakan dalam kehidupan sehari-hari, seperti peralatan berikut ini.



sumber: artikelnesia.com

Gambar 17. Peralatan Rumah Tangga yang menerapkan Gaya Lorentz

PENUGASAN

Gaya Lorentz

Sebuah kawat lurus yang berarus listrik jika diletakkan dalam medan magnet maka akan mengalami gaya Lorentz, gaya yang ditimbulkan oleh muatan listrik yang bergerak atau oleh arus listrik yang berada dalam suatu medan magnet. Jika ada sebuah penghantar yang dialiri arus listrik dan penghantar tersebut berada dalam medan magnetik maka akan timbul gaya yang disebut gaya magnetik atau dikenal sebagai gaya Lorentz.

Arah dari gaya Lorentz selalu tegak lurus dengan arah kuat arus listrik (I) dan induksi magnetik yang ada (B). Arah gaya ini akan mengikuti arah maju skrup yang diputar dari vektor arah gerak muatan listrik (v) ke arah medan magnet, B , seperti yang terlihat dalam rumus berikut:

$$\mathbf{F} = q (\mathbf{v} \times \mathbf{B})$$

Dimana :

- \mathbf{F} adalah gaya (dalam satuan unit newton).
- \mathbf{B} adalah medan magnet (dalam unit tesla).
- q adalah muatan listrik (dalam satuan coulomb).
- \mathbf{v} adalah arah kecepatan muatan (dalam unit meter per detik).

Untuk gaya Lorentz yang ditimbulkan oleh arus listrik, I , dalam suatu medan magnet (B), rumusnya akan terlihat sebagai berikut (lihat arah gaya dalam kaidah tangan kanan):

$$\mathbf{F} = L \times I \times \mathbf{B}$$

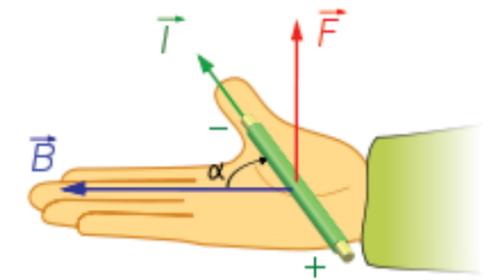
Dimana :

- \mathbf{F} adalah gaya (dalam satuan unit newton).
- I adalah arus listrik dalam ampere.
- \mathbf{B} adalah medan magnet (dalam unit tesla).
- L adalah panjang kawat listrik yang dialiri listrik dalam satuan meter.

Menentukan Arah Gaya Lorentz

Arah gaya Lorentz dapat ditentukan dengan aturan tangan kanan. Jari-jari tangan kanan diatur sedemikian rupa, sehingga Ibu jari tegak lurus terhadap telunjuk dan tegak lurus juga terhadap jari tengah.

- (B) ditunjukkan oleh arah jari telunjuk.
- (I) ditunjukkan oleh arah ibu jari.
- (F) ditunjukkan oleh arah tangan menghadap.



1. Tujuan: Mengidentifikasi medan magnet

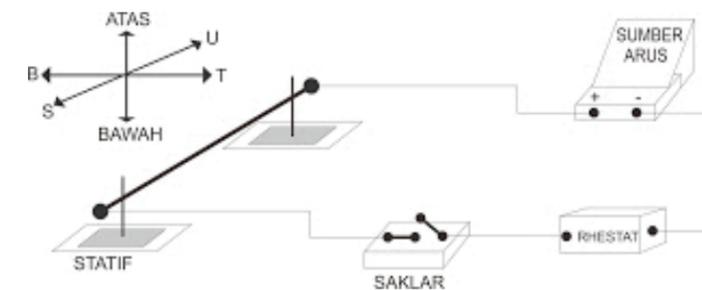
- Mengidentifikasi terjadinya gaya Lorentz pada kawat lurus berarus dalam medan magnet.
- Mengidentifikasi arah gaya Lorentz pada kawat lurus berarus dalam medan magnet

2. Media

- Batang magnet 2 buah.
- Seutas kawat dari kabel serabut 50 cm (bisa juga menggunakan aluminium foil).
- Adaptor.
- Saklar jembatan 1 buah.
- Amperemeter 1 buah.
- Rheostat 1 buah.
- Statif 1 buah.
- Kabel hubung secukupnya.

3. Langkah-langkah

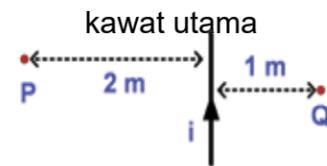
- Rangkailah alat seperti gambar di bawah ini, kawat jangan terlalu tegang!



- Letakkan di kiri dan kanan kawat magnet batang, lalu aturlah kedudukan rheostat, hubungkan saklar dan amati apa yang terjadi pada kawat halus .
- Ulangi percobaan di atas dengan cara mengubah letak batang magnet di atas dan di bawah kawat.
- Ulangi percobaan di atas dengan cara mengubah arus.
- Masukkan data dalam tabel.
- Buatkanlah gambar 3-dimensinya, antara arah arus, arah medan magnet, dan gaya Lorentz.

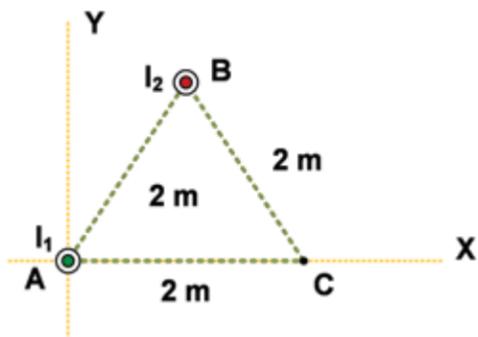
LATIHAN

1. Seutas kawat dialiri arus listrik $i = 2A$ seperti gambar berikut ini!



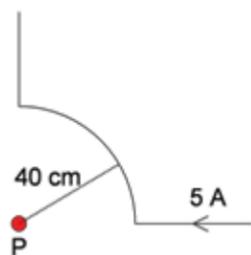
Tentukan:

- Kuat medan magnet di titik P
 - Arah medan magnet di titik P
 - Kuat medan magnet di titik Q
 - Arah medan magnet di titik Q
 - Gaya Lorentz di P jika ada arus $i = 2A$ pada kawat 1 m sejajar kawat utama.
 - Gaya Lorentz di P jika ada arus $i = 2A$ pada kawat 1 m tegak lurus kawat utama.
2. Perhatikan gambar berikut ini!
-
- Tentukan besar dan arah kuat medan magnet di titik P!
 - Tentukan Gaya Lorentz di P jika ada arus $i = 2A$ pada kawat 1 m sejajar A dan B
3. Perhatikan gambar berikut. Kawat A dan B dialiri arus listrik I_1 dan I_2 masing-masing sebesar 2 A dan 3 A dengan arah keluar bidang baca.



- Tentukan besar dan arah kuat medan magnet di titik C yang membentuk segitiga sama sisi dengan titik A dan B!
- Tentukan Gaya Lorentz di C jika ada arus $i = 2A$ pada kawat 1 m searah A dan B

4. Kawat seperempat lingkaran dialiri arus 5 A seperti gambar berikut.



Jika jari-jari kawat melingkar adalah 40 cm, tentukan kuat medan magnet di titik P!
Kemudian tentukan Gaya Lorentz di P jika ada arus $I = 5A$ pada kawat 1 m tegak lurus kawat $\frac{1}{4}$ melingkar.

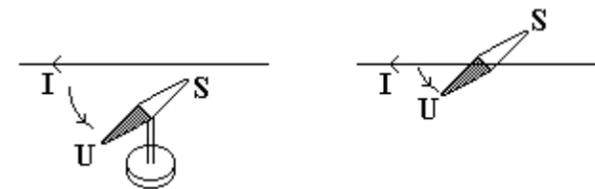
RANGKUMAN

Magnet merupakan benda yang dapat menarik benda lain di sekitarnya karena memiliki sifat kemagnetan atau magnetis. Kekuatan magnet menarik benda-benda tertentu di sekitarnya disebut gaya magnet. Magnet memiliki beberapa sifat, antara lain: memiliki gaya tarik, memiliki dua buah kutub, kutub senama tolak menolak dan kutub tidak senama tarik menarik, serta memiliki gaya yang dapat menembus benda tertentu.

Medan magnet adalah daerah atau wilayah yang dipengaruhi oleh gaya magnet. Medan magnet tidak dapat kita lihat, tetapi dapat digambarkan. Besar medan magnet tergantung pada kekuatan magnet. Medan magnet dapat ditunjukkan dengan menggunakan serbuk besi yang ditaburkan di atas kertas dan dapat pula menggunakan kompas.

Medan magnet tidak hanya ditimbulkan oleh magnet permanen tetapi juga olahan listrik. Hal ini pertama kali ditemukan oleh Hans Cristian Oersted pada tahun 1820; bahwa sekitar kawat yang dialiri arus listrik terdapat medan magnet.

Di atas jarum kompas yang seimbang dibentangkan seutas kawat, sehingga kawat itu sejajar dengan jarum kompas. Jika ke dalam kawat dialiri arus listrik, ternyata jarum kompas berkisar dari keseimbangannya. Kesimpulan : Di sekitar arus listrik ada medan magnet.



Cara menentukan arah perkisaran jarum

- Bila arus listrik yang berada antara telapak tangan kanan dan jarum magnet mengalir dengan arah dari pergelangan tangan menuju ujung-ujung jari, kutub utara jarum berkisar ke arah ibu jari.
- Bila arus listrik arahnya dari pergelangan tangan kanan menuju ibu jari, arah melingkarnya jari tangan menyatakan perkisaran kutub Utara.

Gaya Lorentz adalah gaya yang dialami kawat berarus listrik di dalam medan magnet. Gaya Lorentz dapat timbul dengan syarat: (a) ada kawat penghantar yang dialiri arus, dan (b) penghantar berada di dalam medan magnet.

Arah dari gaya Lorentz selalu tegak lurus dengan arah kuat arus listrik (I) dan induksi magnetik yang ada (B). Arah gaya ini akan mengikuti arah maju skrup yang di putar dari vektor arah gerak

muatan listrik (v) ke arah medan magnet, B , seperti yang terlihat dalam rumus berikut:

$$\mathbf{F} = q (\mathbf{v} \times \mathbf{B})$$

Dimana:

\mathbf{F} adalah gaya (dalam satuan/unit newton)

\mathbf{B} adalah medan magnet (dalam unit tesla)

q adalah muatan listrik (dalam satuan coulomb)

\mathbf{v} adalah arah kecepatan muatan (dalam unit meter per detik)

\times adalah perkalian silang dari operasi vektor.

Untuk gaya Lorentz yang ditimbulkan oleh arus listrik I , dalam suatu medan magnet (B), rumus yang digunakan sebagai berikut.

$$\mathbf{F} = I\mathbf{L} \times \mathbf{B}$$

Dimana:

\mathbf{F} = gaya yang diukur dalam unit satuan newton

I = arus listrik dalam ampere

\mathbf{B} = medan magnet dalam satuan tesla

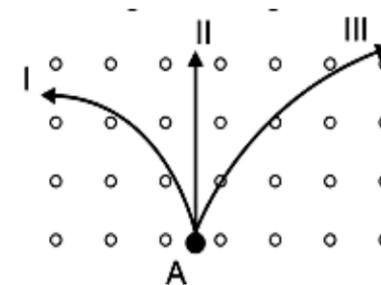
\times = perkalian silang vektor, dan

L = panjang kawat listrik yang di aliri listrik dalam satuan meter.

UJI KOMPETENSI

Pilihlah jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (x) pada huruf A, B, C, D atau E.

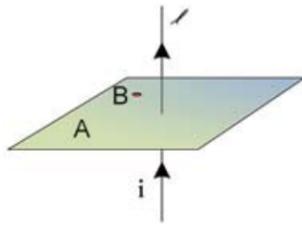
- Dua kawat sejajar yang berjarak 1 m satu sama lain di aliri arus listrik masing-masing 1A dengan arah yang sama. Di antara kedua kawat akan terjadi ...
 - Gaya tarik menarik sebesar $4 \cdot 10^7$ N/m
 - Gaya tolak menolak sebesar $2 \cdot 10^7$ N/m
 - Gaya tarik menarik sebesar $2 \cdot 10^7$ N/m
 - Gaya tarik menarik sebesar $2 \cdot 10^{-7}$ N/m
 - Gaya tolak menolak sebesar $2 \cdot 10^{-7}$ N/m
- Sebuah elektron bergerak dari A dengan kecepatan v memasuki medan magnet homogen B secara tegak lurus.



Salah satu lintasan yang mungkin dilalui elektron adalah ...

- Mengikuti lintasan I
 - Mengikuti lintasan II
 - Mengikuti lintasan III
 - Masuk ke bidang gambar
 - Keluar dari bidang gambar
- Sebuah kawat lurus di aliri arus listrik 5 A seperti gambar ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Wb/A.m) Besar dan arah induksi magnetik di titik P adalah ...
 - $4 \cdot 10^{-5}$ T ke kanan
 - $4 \cdot 10^{-5}$ T ke kiri
 - $5 \cdot 10^{-5}$ T tegak lurus menuju bidang kertas
 - $5 \cdot 10^{-5}$ T tegak lurus menjauhi bidang kertas
 - $9 \cdot 10^{-5}$ T tegak lurus menjauhi bidang kertas

4. Perhatikan Gambar berikut ini!



l = kawat panjang

A = bidang datar tegak lurus l

N = Titik berada pada bidang A berjarak 1 cm dari l

Kawat l dialiri arus $i = 50$ ampere ke atas. Besar induksi magnetik di B ...

- A. 10^{-2} weber m^{-2}
- B. 10^{-3} weber m^{-2}
- C. 10^{-4} weber m^{-2}
- D. 10^{-5} weber m^{-2}
- E. 10^{-6} weber m^{-2}

5. Dua kawat sejajar l dan m masing-masing panjangnya 2 m dan terpisah pada jarak 2 cm. Pada kawat m yang kuat arusnya 1,5 A mengalami gaya magnetik dari kuat arus kawat l sebesar $6 \cdot 10^{-5}$ N ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Wb/A.m). kuat arus pada kawat l adalah ...

- A. 1,2 A
- B. 1,5 A
- C. 2,0 A
- D. 2,4 A
- E. 3,0 A



Kunci Jawaban & Pembahasan

Penugasan 1: Benda Magnetis dan Nonmagnetis

Hasil pengamatan

No	Nama Benda	Sifat Kemagnetan		Skor
		Ditarik Magnet	Tidak Ditarik Magnet	
1	Pensil		√	1
2	Peniti	√		1
3	Penghapus			
4	Paku			
5	Penjepit Kertas			
6	Sisir			
7	Gunting			
8	Batu			
9	Kayu			
10	Daun			
11	Karet Gelang			
12	Kaca			
Membuat simpulan hasil pengamatan dengan benar				3

Skor maksimum untuk hasil pengamatan adalah 15. Bila Anda mendapat skor 13 maka nilai yang Anda diperoleh untuk penugasan 1 adalah

$$\text{Nilai} = \frac{13}{15} \times 100 = 86,7$$

Kesimpulan:

Pensil, karet gelang, sisir, batu, kayu, dan kertas, dan kaca termasuk benda nonmagnetis karena tidak bisa ditarik oleh magnet, sedangkan peniti, paku, penjepit kertas, dan gunting termasuk benda magnetis karena dapat ditarik oleh magnet.

Penugasan 2: Medan Magnet

Hasil pengamatan

No	Menjelaskan Hasil Pengamatan	Skor
1	Di daerah sekitar kutub magnet garis-garis yang dibentuk oleh serbuk sangat rapat	1
2	Di bagian tengah magnet garis-garis yang terbentuk oleh serbuk besi lebih renggang jika dibandingkan dengan daerah di sekitar kutub magnet	1
3	Medan magnet paling kuat adalah di sekitar kutub magnet yang ditunjukkan oleh rapatnya garis-garis yang dibentuk oleh pasir besi. Sedangkan pada bagian tengah magnet memiliki medan magnet yang kurang kuat yang ditunjukkan dengan renggangnya garis-garis yang dibentuk oleh pasir besi	3

Skor maksimum yang adalah diperoleh adalah 5

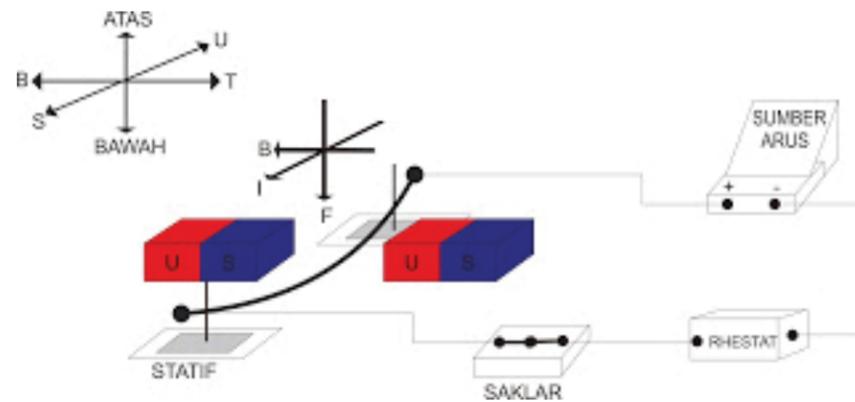
Penugasan 3: Gaya Lorentz

Data Hasil Pengamatan :

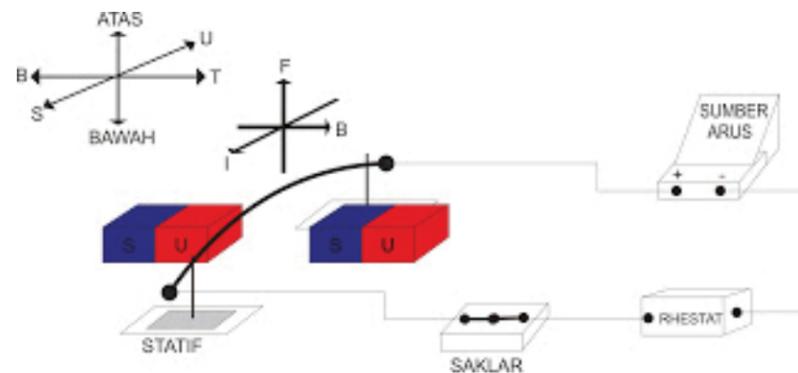
No	Percobaan	Arah Arus	Arah Medan Magnet	Arah Gaya Lorentz	Skor
1	Pertama	Utara ke Selatan	Timur ke Barat	Atas ke Bawah	2
2	Kedua	Utara ke Selatan	Barat ke Timur	Bawah ke Atas	2
3	Ketiga	Utara ke Selatan	Atas ke Bawah	Barat ke Timur	2
4	Keempat	Utara ke Selatan	Bawah ke Atas	Timur ke Barat	2

Analisa Hasil Percobaan :

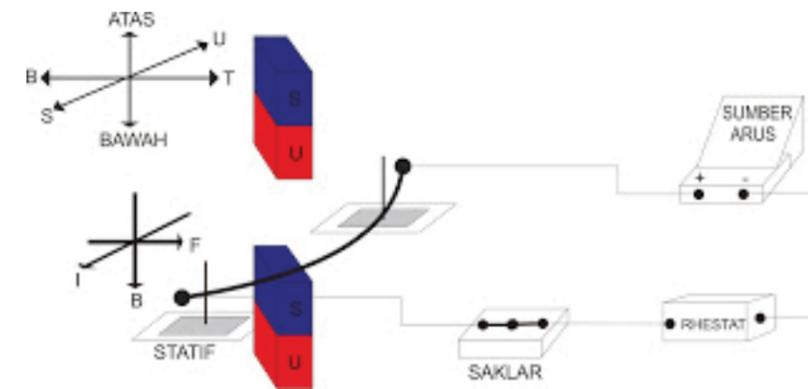
Pertama



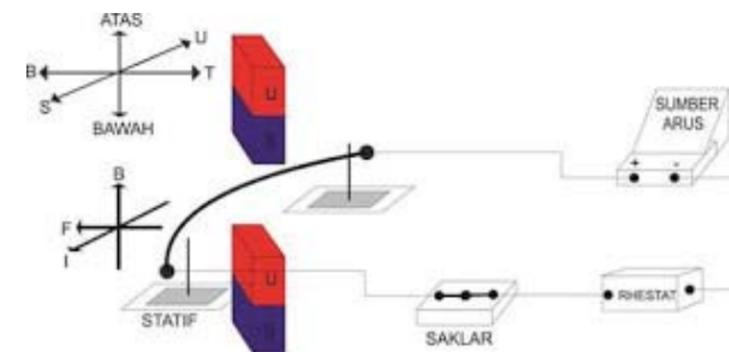
Kedua



Ketiga



Keempat



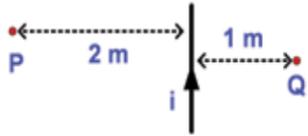
Kesimpulan :

Dari percobaan dapat disimpulkan hal berikut ini.

- Gaya Lorentz dipengaruhi arah arus.
- Gaya Lorentz dipengaruhi oleh medan magnet.
- Arah simpangan akan bergerak ke bawah bila arus mengalir dari Timur ke Barat.
- Arah simpangan akan bergerak ke atas bila arus mengalir dari Barat ke Timur.
- Arah simpangan akan bergerak ke Timur bila arus mengalir dari Atas ke Bawah.
- Arah simpangan akan bergerak ke Barat bila arus mengalir dari Bawah ke Atas.
- Bila arah magnet diubah, maka penghantar akan bergerak dalam arah yang berlawanan dengan gerak sebelumnya.

Latihan 1

1. Seutas kawat dialiri arus listrik $i = 2 \text{ A}$ seperti gambar berikut!



Tentukan:

- Kuat medan magnet di titik P
- Arah medan magnet di titik P
- Kuat medan magnet di titik Q
- Arah medan magnet di titik Q

Pembahasan

Kuat medan magnet (B) dari suatu titik yang berjarak a dari suatu kawat lurus panjang yang di aliri kuat arus i adalah :

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi a}$$

$$B_p = \frac{\mu_0 i}{2\pi a_p} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2}{2\pi \times 2} = 2 \times 10^{-7} \text{ Tesla}$$

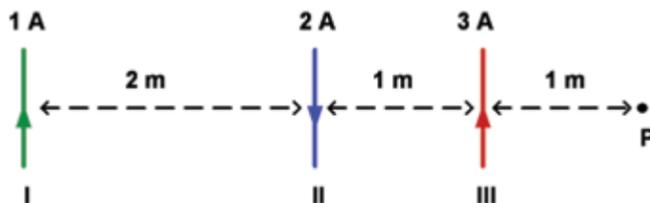
Arah ditentukan dengan kaidah tangan kanan, dimana ibu jari mewakili arah arus dan empat jari sebagai arah medan magnet dengan posisi tangan menggenggam kawat. Sehingga arah kuat medan magnet di titik P adalah keluar bidang baca.

Kuat medan magnet di titik Q :

$$B_q = \frac{\mu_0 i}{2\pi a_q} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2}{2\pi \times 1} = 4 \times 10^{-7} \text{ Tesla}$$

Arah medan masuk bidang baca (menjauhi pembaca)

2. Tiga kawat dengan nilai dan arah arus seperti ditunjukkan gambar berikut!



Tentukan besar dan arah kuat medan magnet di titik P yang berjarak 1 meter dari kawat ketiga!

Jawaban:

Pada titik P terdapat tiga medan magnet dari kawat I (masuk bidang), kawat II (keluar bidang) dan kawat III (masuk bidang).

$$B_1 = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi a_1} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 1}{2\pi \times 4} = 0,5 \times 10^{-7} \text{ Tesla}$$

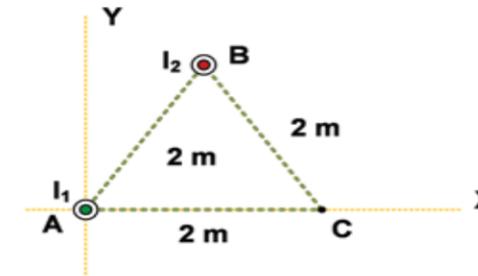
$$B_2 = \frac{\mu_0 i_2}{2\pi a_2} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2}{2\pi \times 2} = 2 \times 10^{-7} \text{ Tesla}$$

$$B_3 = \frac{\mu_0 i_3}{2\pi a_3} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 3}{2\pi \times 1} = 6 \times 10^{-7} \text{ Tesla}$$

$$B_{total} = (B_1 + B_3) - B_2 = 4,5 \times 10^{-7} \text{ Tesla}$$

Arah masuk bidang baca.

3. Perhatikan gambar berikut. Kawat A dan B di aliri arus listrik I_1 dan I_2 masing-masing sebesar 2 A dan 3 A dengan arah keluar bidang baca.



Tentukan besar dan arah kuat medan magnet di titik C yang membentuk segitiga sama sisi dengan titik A dan B!

Jawaban:

$$B_1 = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi a_1} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2}{2\pi \times 2} = 2 \times 10^{-7} \text{ Tesla}$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 i_2}{2\pi a_2} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 3}{2\pi \times 2} = 3 \times 10^{-7} \text{ Tesla}$$

Kuat medan total di titik C gunakan rumus vektor dan 10^{-7} misalkan sebagai x .

$$B_C = \sqrt{B_1^2 + B_2^2 + 2B_1 B_2 \cos 60^\circ}$$

$$B_C = \sqrt{(2x)^2 + (3x)^2 + 2(2x)(3x)(1/2)} = \sqrt{4x^2 + 9x^2 + 6x^2}$$

$$B_C = \sqrt{19x^2} = x\sqrt{19} = 10^{-7}\sqrt{19} \text{ Tesla}$$

Arah medan magnet

$$\tan \theta = \frac{\Sigma B_y}{\Sigma B_x} = \frac{B_1 + B_2 \sin 30}{B_2 \cos 30}$$

$$\tan \theta = \frac{2 \times 10^{-7} + 1,5 \times 10^{-7}}{1,5\sqrt{3} \times 10^{-7}} = \frac{3,5}{1,5\sqrt{3}} = 1,347$$

$$\theta = 53,4^\circ$$

Latihan 2

1. Sebuah kumparan kawat melingkar berjari-jari 10 cm memiliki 40 lilitan. Jika arus listrik yang mengalir dalam kumparan tersebut 8 ampere, berapakah induksi magnetik yang terjadi di pusat kumparan?

Penyelesaian:

Diketahui:

kuat arus, $I = 8 \text{ A}$

jari-jari, $r = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$

jumlah lilitan, $N = 40$

Ditanya: Induksi magnetik, $B \dots ?$

Pembahasan:

Induksi magnetik di pusat kumparan kawat melingkar berarus ditentukan dengan persamaan:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{2a}$$

$$= \frac{(4\pi \times 10^{-7})(40)(8)}{2(0,1)} = 6,4\pi \times 10^{-4} \text{ T}$$

2. Dua kawat lurus panjang berarus listrik sejajar dengan jarak 15 cm. Kuat arusnya searah dengan besar $I_A = 10 \text{ A}$ dan $I_B = 15 \text{ A}$. Tentukan induksi magnet di suatu titik C yang berada di antara kedua kawat berjarak 5 cm dari kawat I_A .

Pembahasan:

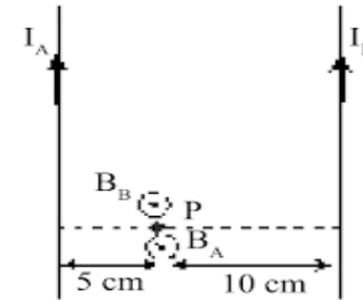
$I_A = 10 \text{ A}$

$I_B = 15 \text{ A}$

$a_A = 5 \text{ cm}$

$a_B = 10 \text{ cm}$

Letak titik C dapat dilihat seperti pada gambar. Sesuai kaedah tangan kanan arah induksi magnetnya berlawanan arah sehingga memenuhi:



$$B_C = B_A - B_B$$

$$B_C = (\mu_0/2\pi) (I_A/a_A - I_B/a_B)$$

$$B_C = (4\pi \times 10^{-7}/2\pi) (10/0,05 - 15/0,1)$$

$$B_C = 10^{-5} \text{ wb/m}^2$$

3. Kawat melingkar terdiri dari 50 lilitan dialiri arus sebesar 5 A. Jari-jari lingkaran 15 cm. Tentukan besar induksi magnet di pusat lingkaran tersebut.

Pembahasan:

$I = 5 \text{ A}$

$N = 50$

$a = 15 \text{ cm} = 15 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

Induksi magnet di pusat lingkaran memenuhi:

$$B_p = (\mu_0 I/2a) N$$

$$B_p = (4\pi \times 10^{-7} \cdot 5/2 \times 15 \times 10^{-2}) 50$$

$$B_p = 3,3\pi \cdot 10^{-4} \text{ wb/m}^2$$

4. Sebuah solenoida jari-jarinya 2 mm dan panjangnya 50 cm memiliki 400 lilitan. Jika di aliri arus 2 A maka tentukan induksi magnet di titik tengah suatu solenoida!

Penyelesaian

$l = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$

$N = 400$

$I = 2 \text{ A}$

Induksi magnet di titik tengah suatu solenoida sebesar:

$$B = \mu_0 I n$$

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 2 \cdot (400/0,5)$$

$$B = 6,4\pi \cdot 10^{-4} \text{ wb/m}^2$$

5. Suatu solenoida yang panjangnya 2 m memiliki 800 lilitan dan jari-jari 2 cm. Jika solenoida dialiri arus 0,5 A, tentukan induksi magnetik:

- a. di pusat solenoida,
- b. di ujung solenoida!

Penyelesaian:

panjang solenoida, $l = 2 \text{ m}$

banyak lilitan, $n = 800$

arus listrik, $I = 0,5 \text{ A}$

Pembahasan :

- a. Induksi magnetik di pusat solenoida

$$B_{\text{pusat}} = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot N}{l} = \frac{(4\pi \times 10^{-7})(0,5)(800)}{2} = 8\pi \times 10^{-5} \text{ tesla}$$

- b. Induksi magnetik di ujung solenoida

$$B_{\text{ujung}} = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot N}{2l}$$

$$B_{\text{ujung}} = \frac{1}{2} B_{\text{pusat}} = \frac{1}{2}(8\pi \times 10^{-5}) = 4\pi \times 10^{-5} \text{ T}$$

- 6. Sebuah toroida berjari-jari 20 cm dialiri arus sebesar 0,8 A. Jika toroida mempunyai 50 lilitan, tentukan induksi magnetik pada toroida!

Penyelesaian:

jari-jari, $a = 20 \text{ cm} = 2 \times 10^{-1} \text{ m}$

arus listrik, $I = 0,8 \text{ A}$

banyak lilitan, $N = 50$

Pembahasan:

Induksi magnetik pada toroida adalah:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot N}{2\pi \cdot a}$$

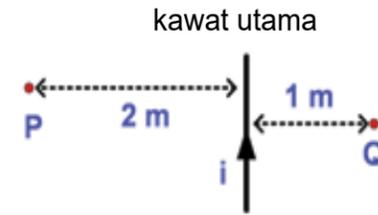
$$= \frac{(4\pi \times 10^{-7})(40)}{(2\pi)(2 \times 10^{-1})}$$

$$= \frac{4 \times 10^{-6}}{10^{-1}}$$

$$= 4 \times 10^{-5} \text{ T}$$

Latihan 3

- 1. Seutas kawat dialiri arus listrik $i = 2 \text{ A}$ seperti gambar berikut !



Tentukan:

- a) Kuat medan magnet di titik P
- b) Arah medan magnet di titik P
- c) Kuat medan magnet di titik Q
- d) Arah medan magnet di titik Q
- e) Gaya Lorentz di P jika ada arus listrik $i = 2 \text{ A}$ pada kabel 1 m sejajar dari kabel utama.
- f) Gaya Lorentz di P jika ada arus listrik $i = 2 \text{ A}$ pada kabel 1 m tegak lurus kabel utama.

Pembahasan:

- a) Kuat medan magnet (B) dari suatu titik yang berjarak a dari suatu kawat lurus panjang yang dialiri kuat arus i adalah :

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi a}$$

Kuat medan magnet di titik P :

$$B_p = \frac{\mu_0 i}{2\pi a_p} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2}{2\pi \times 2} = 2 \times 10^{-7} \text{ Tesla}$$

- b) Arah ditentukan dengan kaidah tangan kanan, dimana ibu jari mewakili arah arus dan empat jari sebagai arah medan magnet dengan posisi tangan menggenggam kawat. Sehingga arah kuat medan magnet di titik P adalah keluar bidang baca (mendekati pembaca)
- c) Kuat medan magnet di titik Q:

$$B_q = \frac{\mu_0 i}{2\pi a_q} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2}{2\pi \times 1} = 4 \times 10^{-7} \text{ Tesla}$$

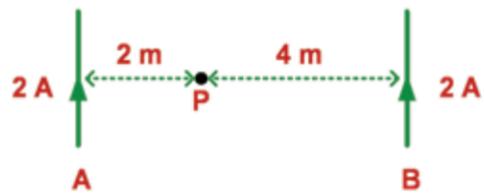
- d) Arah medan masuk bidang baca (menjauhi pembaca)
- e) Gaya Lorentz di P pada kawat 1 m berarus 2 A sejajar kawat utama (arus listrik tegak lurus medan magnet B)

$$\begin{aligned}
 F &= i L B \sin 90 \\
 &= 2 \text{ A} \times 1 \text{ m} \times 2 \cdot 10^{-7} \text{ Tesla} \times 1 \\
 &= 4 \cdot 10^{-7} \text{ Newton}
 \end{aligned}$$

f) Gaya Lorentz di P pada kawat 1 m berarus 2 A tegak lurus kawat utama (arus listrik searah medan magnet B)

$$\begin{aligned}
 F &= i L B \sin 0 \\
 &= 2 \text{ A} \times 1 \text{ m} \times 2 \cdot 10^{-7} \text{ Tesla} \times 0 \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

2. Perhatikan gambar berikut ini!



Tentukan besar dan arah kuat medan magnet di titik P!

Pembahasan

Arus A akan menghasilkan medan magnet di titik P dengan arah masuk bidang, sementara arus B menghasilkan medan magnet dengan arah keluar bidang.

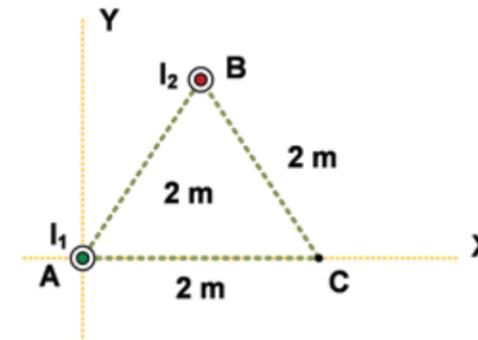
$$\begin{aligned}
 B_a &= \frac{\mu_0 i}{2\pi a_a} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2}{2\pi \times 2} = 2 \times 10^{-7} \text{ Tesla} \\
 B_b &= \frac{\mu_0 i}{2\pi a_b} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2}{2\pi \times 4} = 1 \times 10^{-7} \text{ Tesla} \\
 B_{total} &= 2 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-7} = 10^{-7} \text{ Tesla}
 \end{aligned}$$

Arah sesuai B_a yaitu masuk bidang.

Gaya Lorentz di P berarus $I = 2 \text{ A}$ pada kawat 1 m sejajar A dan B (arus listrik tegak lurus medan magnet B)

$$\begin{aligned}
 F &= i L B \sin 90 \\
 &= 2 \text{ A} \times 1 \text{ m} \times 10^{-7} \text{ Tesla} \times 1 \\
 &= 2 \cdot 10^{-7} \text{ Newton}
 \end{aligned}$$

3. Perhatikan gambar berikut. Kawat A dan B dialiri arus listrik I_1 dan I_2 masing-masing sebesar 2A dan 3A dengan arah keluar bidang baca.



Tentukan besar dan arah kuat medan magnet di titik C yang membentuk segitiga sama sisi dengan titik A dan B!

$$\begin{aligned}
 \tan \theta &= \frac{\Sigma B_y}{\Sigma B_x} = \frac{B_1 + B_2 \sin 30}{B_2 \cos 30} \\
 \tan \theta &= \frac{2 \times 10^{-7} + 1,5 \times 10^{-7}}{1,5\sqrt{3} \times 10^{-7}} = \frac{3,5}{1,5\sqrt{3}} = 1,347 \\
 \theta &= 53,4^\circ
 \end{aligned}$$

Kuat medan total di titik C gunakan rumus vektor dan 10^{-7} misalkan sebagai x.

$$\begin{aligned}
 B_C &= \sqrt{B_1^2 + B_2^2 + 2B_1B_2 \cos 60^\circ} \\
 B_C &= \sqrt{(2x)^2 + (3x)^2 + 2(2x)(3x)(1/2)} = \sqrt{4x^2 + 9x^2 + 6x^2} \\
 B_C &= \sqrt{19x^2} = x\sqrt{19} = 10^{-7} \sqrt{19} \text{ Tesla}
 \end{aligned}$$

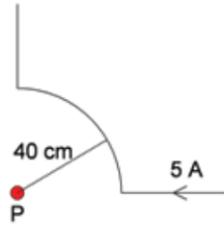
Arah medan magnet :

$$\begin{aligned}
 \tan \theta &= \frac{\Sigma B_y}{\Sigma B_x} = \frac{B_1 + B_2 \sin 30}{B_2 \cos 30} \\
 \tan \theta &= \frac{2 \times 10^{-7} + 1,5 \times 10^{-7}}{1,5\sqrt{3} \times 10^{-7}} = \frac{3,5}{1,5\sqrt{3}} = 1,347 \\
 \theta &= 53,4^\circ
 \end{aligned}$$

Gaya Lorentz di C berarus $i = 2 \text{ A}$ pada kawat 1 m searah A dan B (arus listrik tegak lurus medan magnet B)

$$\begin{aligned}
 F &= i L B \sin 90 \\
 &= 2 \text{ A} \times 1 \text{ m} \times 10^{-7} \text{ Tesla} \times 1 \\
 &= 2 \cdot 10^{-7} \text{ Newton}
 \end{aligned}$$

4. Kawat seperempat lingkaran dialiri arus 5A seperti gambar berikut.



Jika jari-jari kawat melingkar adalah 40 cm, tentukan kuat medan magnet di titik P!
Kemudian tentukan juga Gaya Lorentz di P yang berarus I = 5 A pada kawat 1 m tegak lurus kawat ¼ lingkaran

Pembahasan

Kuat medan magnet oleh kawat seperempat lingkaran di titik P

$$B_p = \frac{1}{4} \times B_{\odot}$$

Sehingga

Jawaban:

$$B_p = \frac{1}{4} \times \frac{\mu_0 i}{2a}$$

$$B_p = \frac{1}{4} \times \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 5}{2 \times 4 \times 10^{-1}} = 6,25\pi \times 10^{-7} \text{ Tesla}$$

Gaya Lorentz di P berarus I = 5 A pada kawat 1 m tegak lurus kawat ¼ lingkaran (arus listrik searah medan magnet B)

$$F = i L B \sin 0$$

$$= 5 \text{ A} \times 1 \text{ m} \times 6,25 \pi \cdot 10^{-7} \text{ Tesla} \times 0$$

$$= 0$$

Uji Kompetensi

- Dua kawat sejajar yang berjarak 1 m satu sama lain di aliri arus listrik masing-masing 1 A dengan arah yang sama. Di antara kedua kawat akan terjadi
 - Gaya tarik menarik sebesar $4 \cdot 10^7 \text{ N/m}$
 - Gaya tolak menolak sebesar $2 \cdot 10^7 \text{ N/m}$
 - Gaya tarik menarik sebesar $2 \cdot 10^7 \text{ N/m}$
 - Gaya tarik menarik sebesar $2 \cdot 10^7 \text{ N/m}$
 - Gaya tolak menolak sebesar $2 \cdot 10^7 \text{ N/m}$

Pembahasan

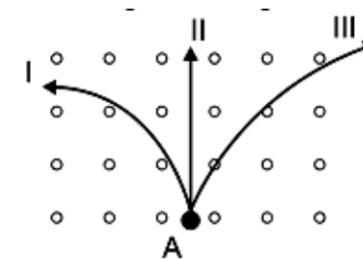
$$\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 i_1 i_2 L}{2\pi a}$$

$$\frac{F}{L} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1 \cdot 1}{2\pi \cdot 1}$$

$F/L = 2 \cdot 10^{-7} \text{ N/m}$ (tarik menarik karena arah arus sama)

Jawaban: C

- Sebuah elektron bergerak dari A dengan kecepatan v memasuki medan magnet homogen B secara tegak lurus.



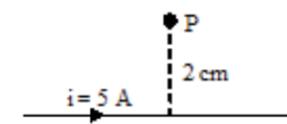
Salah satu lintasan yang mungkin dilalui elektron adalah ...

- Mengikuti lintasan I
- Mengikuti lintasan II
- Mengikuti lintasan III
- Masuk ke bidang gambar
- Keluar dari bidang gambar

Pembahasan: Gunakan kaidah tangan kanan

Jawaban: A

- Sebuah kawat lurus di aliri arus listrik 5 A seperti gambar ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Wb/A.m}$)



Besar dan arah induksi magnetik di titik P adalah...

- $4 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ ke kanan
- $4 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ ke kiri
- $5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ tegak lurus menuju bidang kertas
- $5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ tegak lurus menjauhi bidang kertas
- $9 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ tegak lurus menjauhi bidang kertas

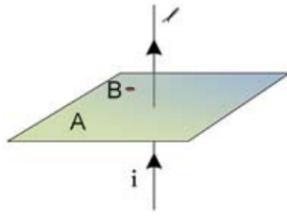
Pembahasan:

Menghitung induksi magnetik disekitar kawat lurus panjang.

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi a} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 5 \text{ A}}{2\pi \cdot 0,02} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

Jawaban: D

4. Perhatikan Gambar:



l = kawat panjang

A = bidang datar tegak lurus l

N = Titik berada pada bidang A berjarak 1 cm dari i

Kawat l dialiri arus $i = 50$ ampere ke atas. Besar induksi magnetik di B

- A. 10^{-2} weber m^{-2}
- B. 10^{-3} weber m^{-2}
- C. 10^{-4} weber m^{-2}
- D. 10^{-5} weber m^{-2}
- E. 10^{-6} weber m^{-2}

Jawaban

Kuat medan magnetik di sekitar kawat lurus berarus

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi a}$$

$$B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 50}{2\pi \times 10^{-2}} = 10^{-3} \text{ weber } m^{-2}$$

5. Dua kawat sejajar l dan m masing-masing panjangnya 2 m dan terpisah pada jarak 2 cm. Pada kawat m yang kuat arusnya 1,5 A mengalami gaya magnetik dari kuat arus kawat l sebesar $6 \cdot 10^{-5}$ N ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Wb/A.m). kuat arus pada kawat l adalah

- A. 1,2 A
- B. 1,5 A
- C. 2,0 A
- D. 2,4 A
- E. 3,0 A

Pembahasan:

$$F = \frac{\mu_0 i_1 i_2 L}{2\pi a}$$

$$6 \times 10^{-5} = \frac{4\pi \cdot 1,5 \cdot i_2 \cdot 2}{2\pi \cdot 0,02}$$

$$i_2 = 2 \text{ A}$$

Jawaban : C

KRITERIA PINDAH MODUL

Batas ketuntasan minimal adalah 70%. Jika nilai yang Anda peroleh minimal 70% berarti Anda dianggap sudah tuntas dan menguasai materi modul ini maka Anda diperkenankan untuk lanjut mempelajari materi berikutnya. Sebaliknya, jika perolehan nilai Anda belum mencapai 70% maka Anda perlu mempelajari lagi materi modul dan ulangi mengerjakan tugas-tugas dan latihan hingga Anda paham.

Penugasan

$$\text{Nilai Penugasan} = \frac{\text{NTU } 1 + \text{NTU } 2 + \text{NTU } 3}{3}$$

Latihan 1, 2, dan 3

Setiap soal dengan jawaban yang benar mendapat nilai 10. Total skor untuk 13 soal dengan jawaban benar nilainya 100

Uji Kompetensi

Setiap soal dengan jawaban yang benar mendapat nilai 5. Total skor untuk 20 soal dengan jawaban benar nilainya 100.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{TSN PG} + \text{TSN U}}{2}$$

Rumus Nilai Akhir Modul

$$\text{Nilai Akhir} = \frac{\text{NP} + \text{Penilaian (PG + Uraian)}}{2}$$

* NTU = Nilai Tugas Unit TSN = Total Skor Nilai Pilihan Ganda TSN U = Total Skor Nilai Uraian NP = Nilai Penugasan PG = Pilihan Ganda



Saran Referensi

<https://blog.ruangguru.com/pengertian-hukum-coulomb>
<http://www.nafiun.com>
<http://www.nafiun.com/2014/06>
<https://carafisika.blogspot.com/2013/10/>
<https://www.gurupendidikan.co.id/medan-magnet/>
<https://www.dosenpendidikan.co.id/magnet>
<https://www.studiobelajar.com/medan-magnet>
<https://www.studiobelajar.com/gaya-lorentz>
fisikazone.com/gaya-lorentz-gaya-magnetik
<https://alljabbar.wordpress.com/2008/04/06/gaya-lorentz>
<https://joko1234.wordpress.com/2010/08/12/mengenal-magnet-cara-membuatnya/>
<https://artikelnesia.com/2012/09/18/medan-magnet-di-sekitar-kawat-berarus-listrik/>
<http://fisikastudycenter.com/fisika-xii-sma/15-medan-magnet>
Budyanto, J. 2009. Fisika : Untuk SMA/MA Kelas XII. Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta. p. 298.



Daftar Pustaka

Direktorat Pendidikan Kesetaraan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2017, "Silabus Mata Pelajaran Fisika Pendidikan Kesetaraan paket C setara SMA", Jakarta.

Kanginan Marthen, 2017, "Fisikan untuk kelas XII", Surabaya, PT Erlangga

Ketut Kamajaya; Wawan Purnawan, 2016 "Aktif dan Kreatif belajar fisika untuk SMA/MA kelas XII, Bandung, PT Grapindo Media Pratama.

Nogrohu Arisprasetyo; Indarti; Syifa Naila Helmiah, 2016, Fisika untuk SMA/MA kelas XII, Surakarta, CV Mediatama.

Kamajaya, 2017 "Cerdas Belajar Fisika Kelas XII untuk SMA/MA", Bandung, PT Grapindo Media Pratama.

https://bsd.pendidikan.id/data/SMA_12/Panduan_Pembelajaran_Fisika_Kelas_12_Suparmo_Tri_Widodo_2009.pdf



Profil Penulis

