

Pendalaman Materi IPA Fisika SMP/MTs

KEMAGNETAN

Disusun dan disajikan sebagai materi PLPG tahun 2008

Oleh :

Drs. Sutrisno, M.Pd.

JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA

FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMJU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2008

BAB III

KEMAGNETAN

1. Standar Kompetensi

4. Memahami konsep kemagnetan dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari

2. Kompetensi Dasar

- 4.1 Menyelidiki gejala kemagnetan dan cara membuat magnet
- 4.2 Mendeskripsikan pemanfaatan kemagnetan dalam produk teknologi
- 4.3 Menerapkan konsep induksi elektromagnetik untuk menjelaskan prinsip kerja beberapa alat yang memanfaatkan prinsip induksi elektromagnetik

3. Analisis Kompetensi dan Pengembangan Indikator

a. Kompetensi/kata kerja operasional dalam standar kompetensi

Kompetensi/kata kerja operasional yang terdapat dalam standar kompetensi di atas adalah :

- memahami

b. Kompetensi/kata kerja operasional dalam kompetensi dasar

Kompetensi/kata kerja operasional yang terdapat dalam kompetensi dasar di atas adalah :

- Menyelidiki
- Mendeskripsikan
- Menerapkan
- Menjelaskan

c. Kompetensi/kata kerja operasional untuk indikator

Berdasarkan kompetensi/kata kerja operasional yang terdapat dalam standar kompetensi dan kompetensi dasar di atas, dan dengan menggunakan taksonomi

Anderson, maka kompetensi/kata kerja operasional yang dapat digunakan untuk membuat indikator adalah kompetensi/kata kerja operasional yang termasuk ke dalam kompetensi-kompetensi tersebut di atas seperti yang dikemukakan berikut ini.

Memahami	Menerapkan
Menggolongkan	Menerapkan
Mempertahankan	Menentukan
Mendemonstrasikan	Mendramatisasikan
Membedakan	Menjelaskan
Menerangkan	Menggeneralisasikan
Mengekspresikan	Memperkirakan
Mengemukakan	Mengelola
Memperluas	Mengatur
Memberi contoh	Menyiapkan
Menggambarkan	Menghasilkan
Menunjukkan	Memproduksi
Mengaitkan	Memilih
Menafsirkan	Menunjukkan
Menaksir	Membuat sketsa
Mempertimbangkan	Menyelesaikan
Memadankan	Menggunakan
Membuat ungkapan	
Mewakili	
Menyatakan kembali	
Menulias kembali	
Menentukan	
Merangkum	
Mengatakan	
Menerjemahkan	
Menjabarkan	

d. Pengembangan indikator

Beberapa contoh indikator

- Mendeskripsikan macam-macam magnet
- Menjelaskan cara-cara membuat magnet
- Menjelaskan prinsip kerja berbagai produk teknologi sederhana

Tugas membuat indikator

Buatlah sebanyak-banyaknya indikator yang sesuai dengan kompetensi dan materi ajar yang terkandung dalam standar kompetensi 3 dan kompetensi dasar 3.1!

4. Analisis Materi Ajar

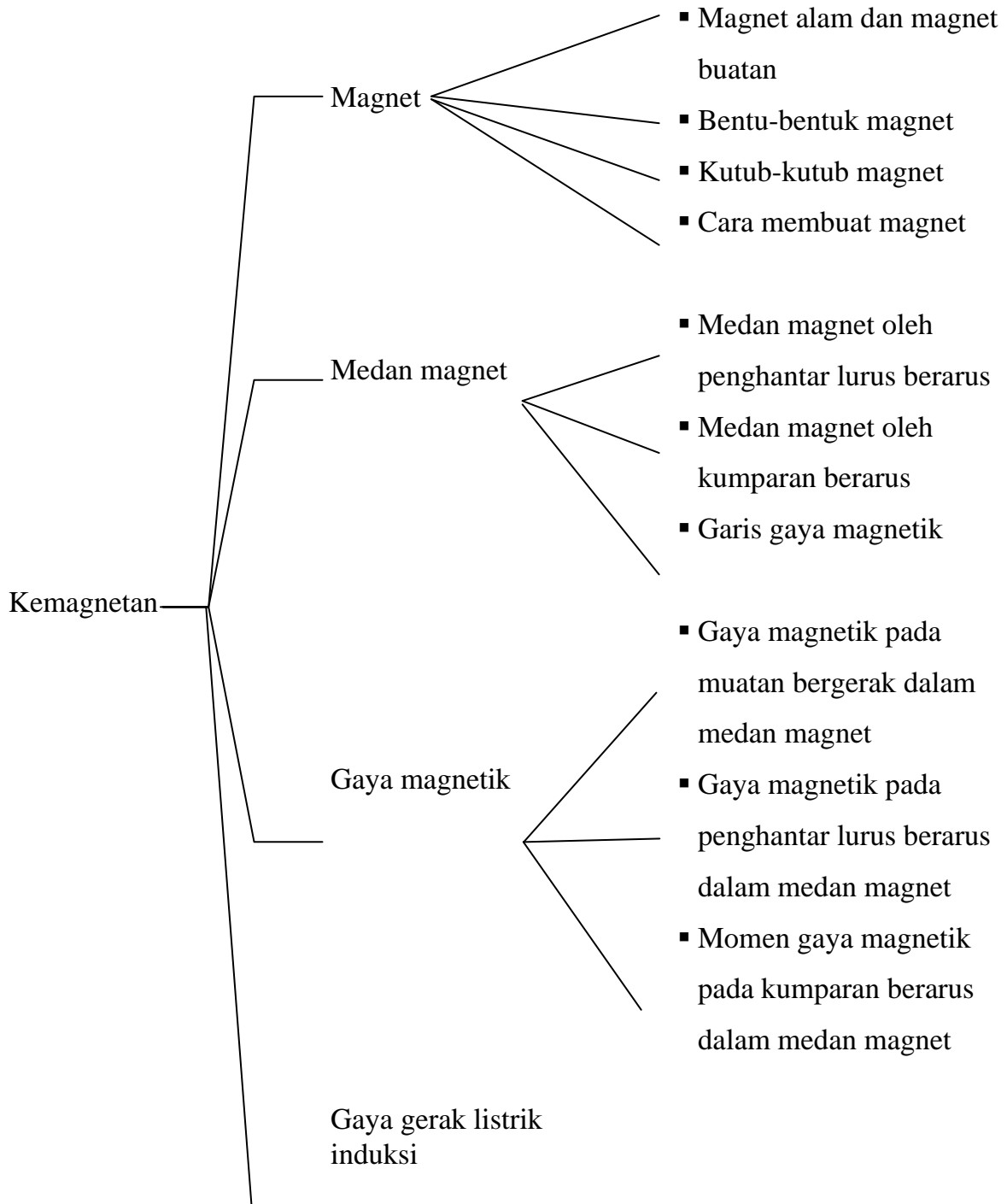
a. Konsep Prasyarat

Kelistrikan

b. Konsep Esensial Materi Ajar

- Magnet
- Medan magnet
- Garis gaya medan magnet
- Fluks magnet
- Gaya magnetik
- Gaya gerak listrik induksi
- Arus induksi

c. Bagan Materi Ajar



d. Aspek Kognitif, Aspek Afektif dan Aspek psikomotorik Materi Ajar

Materi ajar		Kognitif	Afektif	Psiko motorik
Magnet	Magnet alam dan magnet buatan	v	v	v
	Bentu-bentuk magnet	v	v	v
	Kutub-kutub magnet	v	v	v
	Cara membuat magnet	v	v	v
Medan magnet	Medan magnet oleh penghantar lurus berarus	v	v	v
	Medan magnet oleh kumparan berarus	v	v	v
	Garis gaya magnetik	v	v	v
Gaya magnetik	Gaya magnetik pada muatan bergerak dalam medan magnet	v	v	
	Gaya magnetik pada penghantar lurus berarus dalam medan magnet	v	v	v
	Momen gaya magnetik pada kumparan berarus dalam medan magnet	v	v	v
Gaya gerak listrik induksi		v	v	v

e. Uraian Materi AJar

KEMAGNETAN

Pengetahuan kelistrikan berkembang sejak Thales dan Melitus menemukan bahwa batu ambar yang sudah digosok dapat menarik potongan-potongan kecil jerami. Sedangkan pengetahuan kemagnetan mulai berkembang sejak ditemukannya sejenis batu-batuan yang terdapat secara alami di Magnesia, dapat menarik besi-besi yang kecil. Sejak itu kedua pengetahuan itu berkembang sendiri-sendiri secara terpisah. Baru sekitar tahun 1820 Hans Christian Oersted (1777 – 1851) adanya hubungan antara kelistrikan dengan kemagnetan, yakni bahwa arus listrik di dalam sebuah kawat dapat mempengaruhi sebuah jarum kompas magnetik. Sejak itu dipahami bahwa pengetahuan kelistrikan dan kemagnetan saling berkaitan tak dapat dipisahkan satu dari yang lainnya, iarat dua sis dari mata uang yang sama.

Istilah magnet berasal dari nama sebuah daerah di Asia kecil yaitu Magnesia, tempat ditemukannya sejenis batu-batuan yang dapat menarik potongan besi kecil-kecil. Penemuan itu merupakan awal perkembangan ilmu pengetahuan tentang kemagnetanyang disebut sebagai magnetisme. Pengetahuan tentang kemagnetan atau magnetisme ini antara lain membahas tentang medan magnet, sifat kemagnetan bahandan interaksi di dalam medan magnet atau gaya magnetik dan timbulnya gaya gerak listrik induksi.

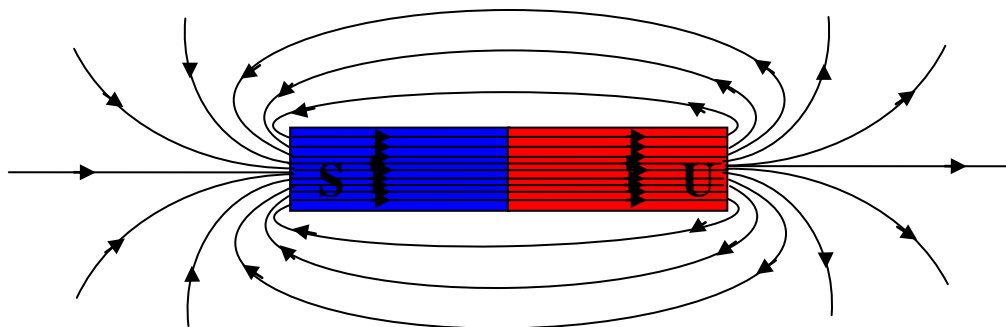
Magnet

Macam-macam magnet dapat dideskripsikan dengan berbagai cara atau kriteria yaitu berdasarkan keberadaan atau kejadiannya, berdasarkan lama waktu bertahannya sifat kemagnetan, dan berdasarkan bentuknya. Menurut asal kejadiannya, magnet dibedakan atas magnet alam dan magnet buatan. Magnet alam adalah magnet yang sudah ada tersedia di alam, sedangkan magnet buatan adalah magnet yang dibuat oleh. Berdasarkan kebutahan sifat kemagnetannya, magnet dikelompokkan atas magnet tetap yaitu yang sifat kemagnetannya dapat bertahan dalam waktu yang lama atau kekal, dan magnet sementara yaitu yang sifat kemagnetannya hanya dapat bertahan sementara waktu saja. Berdasarkan bentuknya, magnet dapat dibedakan atas magnet U atau juga disebut magnet ladam atau

magnet tapal kuda (karena menyerupai bentuk sepatu kuda), magnet I atau magnet batang, magnet batang ini ada dua macam yaitu yang berpenampang segi empat dan yang berpenampang lingkara, magnet silindris, dan sekarang banyak bentuk-bentuk yang lainnya.

Semua magnet yang dideskripsikan diatas dengan cara dan kriteria yang bermacam-macam itu semua memiliki kesamaan yaitu terdiri dari dua buah kutub magnet yang kemudian diberi nama sebagai kutub utara dan kutub selatan. Tentang kutub-kutub magnet itu ada beberapa pengetahuan penting yang perlu diingat yaitu sebagai berikut ini.

- Kutub-kutub magnet dicirikan oleh terpusatnya kekuatan magnet di kedua kutub itu.
- Kutub-kutub magnet memberikan gaya magnetik yang paling besar dibandingkan dengan bagian-bagian lainnya.
- Bila sebuah magnet didekatkan ke sejumlah serbuk besi, maka serbuk besi akan tertarik paling banyak ke kutub.
- Kutub-kutub yang sejenis atau senama yaitu kutub utara dengan kutub utara dan kutub selatan dengan kutub selatan bersifat tolak menolak.
- Kutub-kutub yang tidak sejenis atau tidak senama yaitu kutub utara dengan kutub selatan dan kutub selatan dengan kutub utara bersifat tarik menarik
- Kutub-kutub magnet menimbulkan medan magnet ke dalam ruang disekitarnya.
- Medan magnet dapat digambarkan dengan garis-garis gaya magnetik, misalnya seperti pada gambar berikut ini.

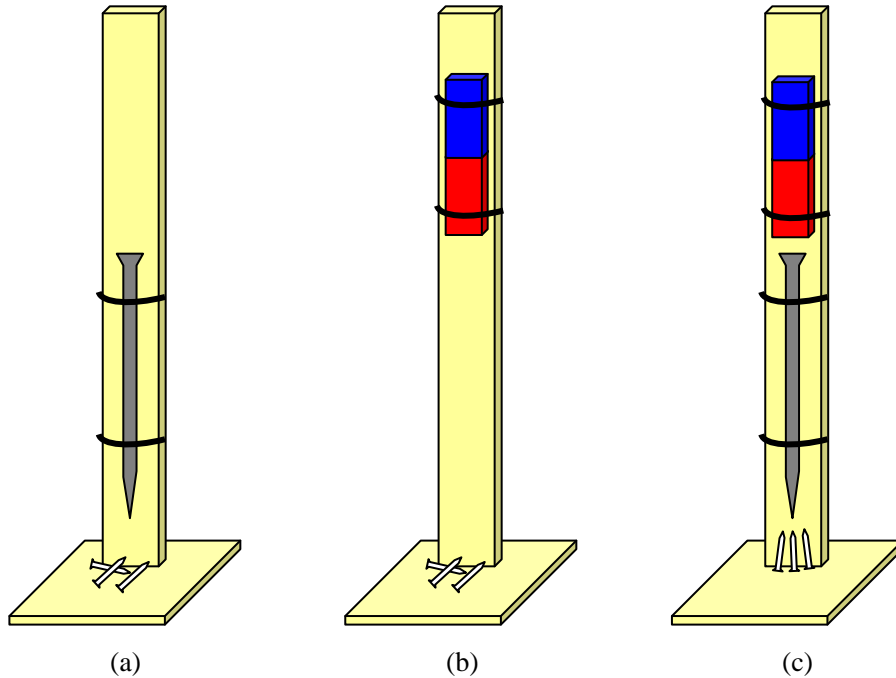


Gambar 1. Garis gaya medan magnet

Bagaimanakah garis-garis gaya magnetik untuk magnet-magnet yang lainnya ?

Cara Membuat Magnet

Ada tiga cara membuat magnet yaitu dengan digosok, induksi, dan elektromagnetisasi. Dengan cara digosok, logam yang akan dibuat magnet atau dimagnetisasi digosok dengan magnet yang kuat secara berulang-ulang dan dengan satu arah gosokan yang tetap. Pada cara induksi, logam yang akan dibuat menjadi magnet didekatkan dengan magnet yang lain yang kuat. Cara induksi ini dapat lebih dipahami dengan gambar berikut ini.

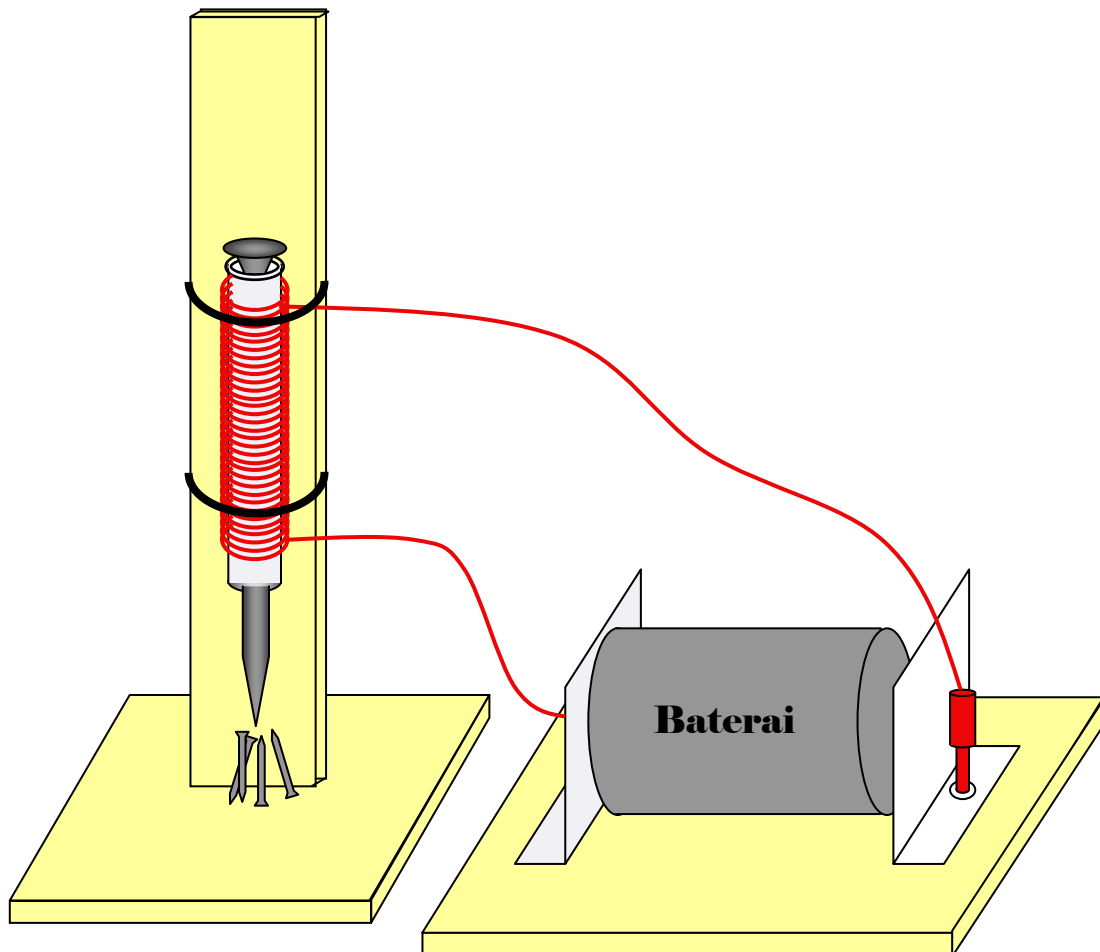


Gambar 2. Membuat magnet dengan cara induksi

Gambar 2.a. menuliskan paku-paku kecil tidak tertarik oleh paku besar, dan gambar 2.b. menunjukkan bahwa paku-paku kecil juga tidak tertarik oleh magnet batang yang berada jauh di atasnya, tetapi pada keadaan seperti dalam gambar 2.c. paku-paku kecil tertarik ke arah paku besar. Percobaan itu menunjukkan bahwa kapu besar menjadi bersifat sebagai magnet karena diinduksi (hanya didekatkan dan tidak disentuh) oleh magnet batang. Bila keadaan seperti pada gambar 2.c. dibiarkan lebih lama, maka sifat kemagnetan paku besar yang diinduksi juga akan semakin bertahan lama.

Cara membuat magnet yang berikutnya disebut elektromagnetisasi. Pada cara ini logam yang akan dibuat menjadi magnet atau dimagnetisasi dimasukkan ke dalam kumparan

menempati posisi seperti inti kumparan, kemudian kumparan dialiri dengan arus listrik searah, misalnya seperti yang ditunjukkan oleh gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Elektromagnetisasi

Medan Magnet

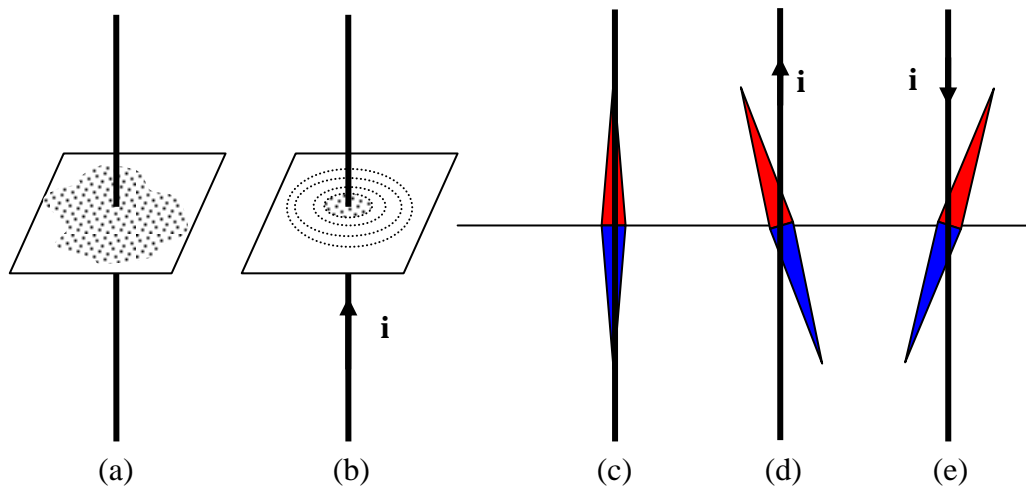
Pada bagian awal bab ini telah dijelaskan bahwa sebuah magnet terdiri atas dua kutub magnet yaitu kutub utara dan kutub kutub selatan. Bila salah satu kutub magnet dari sebuah magnet pertama di dekatkan dengan salah satu kutub magnet dari sebuah magnet yang kedua, maka kutub-kutub magnet yang saling didekatkan itu beinteraksi dengan gaya tarik menarik jika tak sejenis dan tolak menolak bila sejenis. Dari peristiwa itu dapat dipikirkan bahwa kutub manet yang pertama menimbulkan '*sesuatu*' pada kutub kutub magnet kedua sehingga kutub magnet kedua itu mengalami gaya, demikian pula sebaliknya. Sesuatu itulah yang kemudian disebut sebagai medan magnet. Dengan kata lain kutub magnet

menghasilkan medan magnet ke dalam ruang di sekitarnya. Dengan percobaan Oersted (yang akan dijelaskan kemudian) akan tampak bahwa medan magnet juga dapat ditimbulkan oleh penghantar yang berarus listrik. Beberapa pengetahuan yang berkaitan dengan medan magnet antara lain adalah sebagai berikut ini.

- Sebuah magnet menimbulkan medan magnet ke dalam ruang di sekitarnya.
- Suatu ruang disebut mengandung medan magnet jika magnet lain yang ditempatkan dalam ruang itu mendapat gaya magnetik.
- Medan magnetik digambarkan dengan garis-garis gaya medan magnet.
- Jumlah garis gaya yang menembus suatu permukaan disebut sebagai fluks magnetik.
- Menurut H.C. Oersted, penghantar berarus listrik menimbulkan medan magnet
- Jadi medan magnet tidak hanya ditimbulkan oleh magnet tetapi dapat ditimbulkan juga oleh penghantar berarus listrik, dan muatan yang bergerak.

Medan magnet yang ditimbulkan oleh penghantar lurus berarus

Hans Christian Oersted menemukan bahwa penghantar berarus listrik menimbulkan medan magnet. Percobaan Oersted kurang lebih adalah seperti yang ditunjukkan oleh gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Percobaan Oersted

Percobaan Oersted yang ditunjukkan gambar 4 di atas, dapat dipahami seperti yang dikemukakan berikut ini.

Terlebih dahulu harus diingat bahwa serbuk besi terpengaruh oleh medan magnet.

- (a) Sebuah kawat penghantar lurus ditembuskan tegak lurus pada selembar kertas/karton yang ditaburi serbuk besi. Ketika kawat tidak dialiri arus listrik, ternyata serbuk besi tersebar sembarang di atas kertas/karton, walaupun kertas/karton itu sedikit digetarkan.
- (b) Ketika penghantar lurus itu dialiri arus listrik, dan kertas/karton digetarkan sedikit, ternyata serbuk besi membentuk pola-pola berbentuk lingkaran yang berpusat pada titik tembus kawat di kertas itu.
- (c) Sebuah kawat lurus tak berarus listrik dipasang sejajar dengan sebuah magnet jarum.
- (d) Ketika kawat dialiri arus listrik, ternyata magnet jarum menyimpang pada arah tertentu.
- (e) Ketika arah arus dibalik, ternyata jarum magnet menyimpang kearah yang berlawanan dengan arah penyimpangannya sebelum arah arus dibalik.

Kesimpulan dari percobaan (a) dan (b) adalah :

- Arus listrik menimbulkan medan magnet ke dalam ruang di sekitarnya.
- Medan magnet yang ditimbulkan oleh penghantar lurus berarus besarnya sama pada setiap titik yang berjarak sama dari penghantar berarus itu.

Kesimpulan dari percobaan (c), (d) dan (e) adalah :

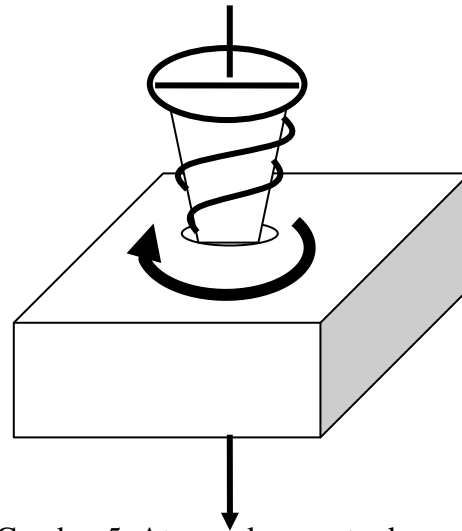
- Arus listrik menimbulkan medan magnet ke dalam ruang di sekitarnya.
- Arah medan magnet yang ditimbulkan oleh penghantar berarus listrik bergantung kearah arah arus listrik di dalam penghantar itu.
- Jadi, medan magnet adalah medan vektor, artinya medan magnet memiliki bedar dan arah.

Dengan hukum Biot-Savart dan hukum Amper dapat dibuktikan bahwa besar medan magnet yang ditimbulkan oleh penghantar lurus berarus memenuhi persamaan berikut ini.

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

Dalam SI, dengan kuat arus i dinyatakan dalam satuan amper, jarak penghantar ke titik yang dihitung medan magnetnya dinyatakan dalam satuan meter, dan medan magnet B dinyatakan dalam satuan weber/m² atau tesla, dan $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ weber/amper.meter.

Arah medan magnet yang ditimbulkan oleh penghantar berarus listrik dapat digambarkan dengan garis gaya magnetik yang memenuhi aturan skrup putar kanan seperti pada gambar 5 di samping ini. Jika skrup yang menancap vertikal diputar ke kanan, maka srup akan bergerak maju ke bawah sehingga tertancap lebih dalam. Arah maju mundurnya skrup itu digunakan untuk menunjukkan arah arus sedangkan arah putarannya menunjukkan arah garis gaya magnetik.



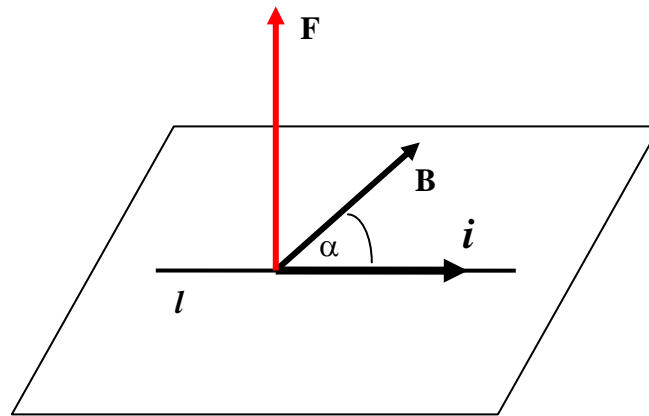
Gambar 5. Aturan skrup putar kanan

Selain oleh penghantar lurus berarus, medan magnet juga ditimbulkan oleh penghantar yang berbentuk kumparan, misalnya kawat melingkar, solenoida, toroida dan sebagainya. Pada prinsipnya dapat dinyatakan bahwa medan magnet yang ditimbulkan oleh kumparan berarus listrik besarnya bergantung kepada kuat arus yang mengalir dalam kumparan, jumlah lilitan kumparan dan bentuk serta ukuran geometrik kumparan tersebut.

Gaya Magnetik

- Gaya magnetik adalah interaksi antara medan magnet, artinya jika ada dua benda atau sistem yang masing-masing menimbulkan medan magnet, dan medan magnet yang ditembulkannya berada dalam ruang yang sama, maka kedua benda atau sistem itu akan saling berinteraksi dengan gaya magnetik.
- Gaya magnetik bekerja pada magnet yang berada atau ditempatkan dalam ruang yang mengandung medan magnet.
- Gaya magnetik bekerja pada muatan yang bergerak dalam medan magnet, jika arah gerak muatan tidak sejajar dengan arah medan magnet itu.
- Gaya magnetik bekerja pada penghantar lurus berarus listrik, jika arah arus atau posisi pemnghantar tidak sejajar dengan arah medan magnet. Mengenai gaya magnetik yang

bekerja pada penghantar berarus yang berada dalam medan magnet adalah seperti yang akan dijelaskan berikut ini.



Gambar 6. Gaya magnetik

Jika dalam suatu ruang terdapat medan magnet (B) dengan arah mendatar seperti pada gambar diatas, dan dalam ruang yang sama terdapat kawat berarus listrik yang panjangnya l yang posisinya mendatar mengapit sudut α dengan arah medan magnet dan kuat arusnya i , maka:

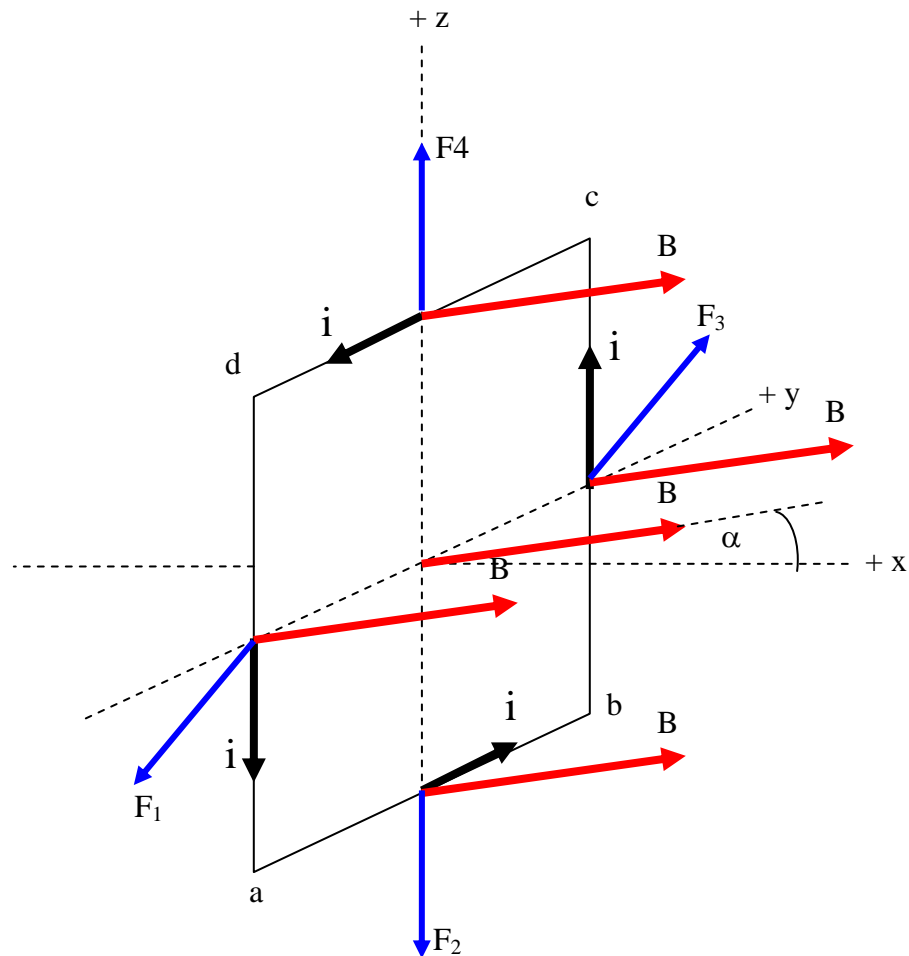
- besar gaya magnetik pada penghantar sebanding dengan panjang kawat penghantar
- besar gaya magnetik pada penghantar sebanding dengan kuat arus pada kawat
- besar gaya magnetik pada penghantar sebanding dengan besar medan magnet
- besar gaya magnetik pada penghantar sebanding dengan sinus sudut α
- arah gaya magnetik pada penghantar tegak lurus panjang kawat dan tegak lurus arah medan magnet.

Gaya magnetik tersebut di atas memenuhi persamaan berikut ini

$$F = ilB \sin \alpha$$

Pada persamaan di atas F adalah gaya magnetik dalam SI dinyatakan dalam satuan newton, i adalah kuat arus magnetik dalam SI dinyatakan dalam satuan amper, l adalah panjang kawat berarus magnetik dalam SI dinyatakan dalam satuan meter, dan B adalah medan magnet magnetik dalam SI dinyatakan dalam satuan tesla.

Momen Gaya Magnetik



Gambar 7. Momen gaya magnetik

Sebuah kumparan $abcd$ ditempatkan dalam ruang yang ditandai dengan salib-sumbu x - y - z . Dalam ruang tersebut terdapat medan magnet homogen yang arahnya mendatar pada bidang x - y seperti dalam gambar. Jika kumparan dialiri arus listrik, maka sesuai dengan konsep gaya magnetik yang sudah dikemukakan sebelumnya, setiap sisi kumparan akan mendapat gaya magnetik seperti dalam gambar. Pasangan gaya-gaya F_2 dan F_4 besarnya sama, arahnya berlawanan dan garis kerjanya berimpit. Gaya ini hanya akan menyebabkan kumparan meregang pada sisi-si ab dan cd . Pasangan gaya-gaya F_1 dan F_3 besarnya sama, arahnya berlawanan dan garis kerjanya tidak berimpit berimpit. Pasangan gaya itu

membentuk sebuah momen kopel yang kemudian disebut sebagai momen gaya magnetik. Dapat dibuktikan bahwa besarnya momen gaya magnetik itu memenuhi persamaan di bawah ini.

$$\tau = N A i B \sin \alpha$$

Pada persamaan di atas τ adalah adalah momen gaya magnetik, N adalah jumlah lilitan kumparan, A adalah luas penampang kumparan, i adalah kuar arus dalam kumparan, B adalah medan magnet dalam ruang tempat kumparan berada, dan α adalah sudut antara arah B dengan arah garis normal penampang kumparan.

Gaya Gerak Listrik Induksi