

Bab 12

Kemagnetan

Pada suatu hari Ani mendekati ibunya yang sedang menjahit. Ia memperhatikan gerakan jarum di atas kain. Tanpa sengaja Ani mengambil gunting yang ada di depannya. Kemudian ia menempelkan ujung gunting pada kancing baju yang terbuat dari plastik.

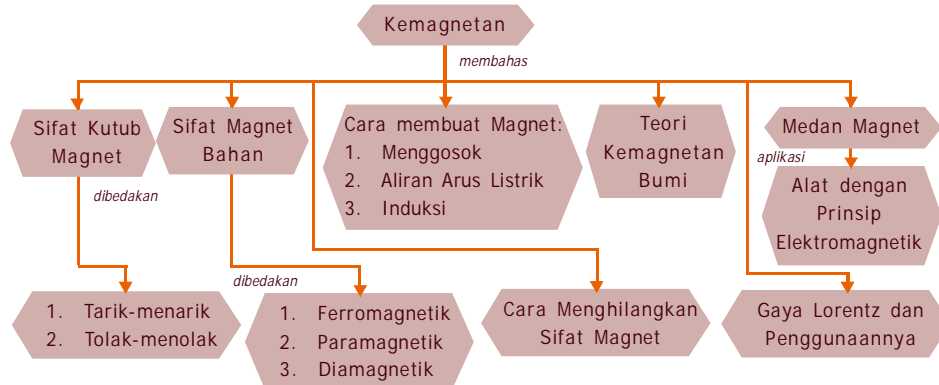
Ani tidak melihat kejadian yang mengherankan baginya. Ani terheran-heran pada saat ujung gunting ia tempelkan pada jarum. Ternyata jarum menempel pada ujung gunting yang sedang ia pegang. Sambil meloncat-loncat kegirangan Ani bertanya kepada ibunya. Bu, kenapa jarum bisa menempel pada ujung gunting?

Sambil melontarkan senyum Ibu Ani menoleh ke arah Ani, dan berusaha untuk menjawab bahwa gunting dan jarum terbuat dari bahan besi. Diskusi Ani dan ibunya hanya bermuara pada bahan yang digunakan untuk gunting dan jarum. Tentu tidak semua besi bisa menarik benda lain, untuk mengetahui penyebabnya, marilah kita ikuti penjelasan dalam materi pokok berikut.



Peta Konsep

Untuk mempermudah memahami materi ini, perhatikan peta konsep berikut ini.



Kata Kunci

Setelah kalian memahami peta konsep di atas, perhatikan kata-kata kunci berikut yang merupakan kunci dan cara memahami materi ini.

- Magnet
- Paramagnetik
- Induksi
- Gaya Lorentz
- Ferromagnetik
- Diamagnetik
- Medan Magnet



A. Sifat Kutub Magnet



Kegiatan 12.1

A. Tujuan

Mengetahui sifat kemagnetan suatu benda.

B. Alat dan Bahan

1. Paku besi, paku baja, kawat aluminium, kawat tembaga, timah (zeng), gabus, kertas, kaca, kayu, dan batu.
2. Magnet batang.

C. Cara Kerja

1. Peganglah ujung magnet batang dan ujung lainnya dekatkan pada paku besi.
2. Apa yang dialami oleh paku besi? Jelaskan.
3. Ulangi kegiatan yang sama untuk paku baja. Apa yang terjadi pada paku baja? Mengapa demikian?
4. Ulangi kegiatan yang sama untuk masing-masing benda yang telah tersedia di atas, antara lain: kawat aluminium, kawat tembaga, timah, gabus, kertas, kaca, kayu, dan batu.
5. Amatilah apa yang dialami oleh masing-masing benda ketika ujung magnet batang didekatkan.
6. Catat dalam tabel pengamatan yang kalian peroleh.
7. Mengapa benda-benda tersebut ada yang menempel dan ada yang tidak menempel ketika ujung magnet didekatkan?

Tabel 12.1 Data Pengamatan

Nama Benda yang Didekatkan Magnet	Yang Dialami oleh Benda
Paku besi
Paku baja
Aluminium
Tembaga
Timah

8. Coba kelompokkan kedua jenis benda didasarkan pada bisa tidaknya benda menempel pada magnet. Amati jenis kedua kelompok itu didasarkan pada jenis logam dan bukan logam.
9. Apakah semua benda jenis logam bisa ditarik oleh magnet?
10. Apakah semua jenis benda bukan logam dapat ditarik oleh magnet?
11. Apa komentar kalian tentang kedua jenis benda tersebut?

D. Hasil Pengamatan

Berilah suatu kesimpulan untuk menjawab jenis benda mana yang mudah ditarik oleh magnet dan berilah alasan!



Kegiatan 12.2

A. Tujuan

Menentukan jenis benda yang mempunyai sifat kemagnetan.

B. Alat dan Bahan

1. Rakitan statif
2. Sebuah magnet batang
3. Mur, pelat seng, pelat besi atau baja, pelat tembaga dan pelat timbal, kertas, plastik, aluminium foil, dan kayu

C. Cara Kerja

1. Jepitlah magnet batang pada statif dalam posisi horizontal.
2. Dekatkan mur pada permukaan magnet yang menghadap ke bawah. Maka mur akan menempel pada magnet.

D. Hasil Pengamatan

Dari hasil pengamatan, ternyata apabila masing-masing benda diselipkan di antara mur dan magnet, ada dua kemungkinan kejadian yaitu mur tetap menempel atau mur jatuh. Apa kesimpulan kalian dari kejadian ini?



Kegiatan 12.3

A. Tujuan

Mengetahui kekuatan magnet batang.

B. Alat dan Bahan

1. Sehelai kertas
2. Paku-paku kecil atau serbuk besi
3. Sebuah magnet batang

C. Cara Kerja

1. Tempatkan paku-paku kecil atau serbuk besi pada kertas dan letakkan di atas meja.
2. Gulunglah sebuah magnet batang tersebut pada paku-paku kecil atau serbuk kecil.
3. Angkat magnet batang tadi, dan amati bagian mana yang banyak ditempeli oleh paku-paku kecil atau serbuk besi?
4. Apakah pada semua bagian magnet memiliki kekuatan yang sama untuk menarik benda-benda kecil di sekitarnya?

D. Hasil Pengamatan

Berilah suatu kesimpulan untuk menjawab! Apa komentar kalian mengenai kekuatan magnet batang dan apa arti itu semua?

Info MEDIA

Jika sebuah magnet digantung di tengahnya, magnet tersebut mencoba untuk menunjuk ke arah utara dan selatan. Hal ini karena kutub-kutubnya ditarik oleh kutub-kutub magnetis bumi. Dalam sebuah magnet, "kutub utara" sebenarnya berarti "kutub pencari arah utara". Inilah ujung yang mencoba menunjuk ke utara.



Kegiatan 12.4

A. Tujuan

Mengetahui sifat antarkutub magnet.

B. Alat dan Bahan

1. Sebuah balok atau batang kayu
2. Dua buah magnet batang
3. Sebuah baskom atau sejenisnya yang sudah diisi air secukupnya

C. Cara Kerja

1. Ambil baskom yang sudah berisi air tadi.
2. Masukkan batang kayu ke dalam baskom.
3. Letakkan pelan-pelan sebuah magnet di atas kayu dan lepaskan.
4. Mengarah ke manakah magnet itu?
5. Putarlah magnet itu sedikit dan lepaskan. Mengarah ke manakah magnet itu?
6. Salah satu kutub magnet itu selalu berusaha menghadap utara maka kutub magnet tersebut disebut kutub apa?
7. Kutub magnet yang satu lagi selalu berusaha menghadap selatan maka kutub magnet disebut kutub apa?
8. Menurut pendapat kalian sebuah magnet memiliki berapa kutub? Sebutkan kutub-kutub magnet tersebut.
9. Berilah tanda masing-masing untuk kutub utara dan kutub selatan magnet batang yang terapung di dalam air.
10. Ambillah sebuah magnet batang yang lain.
11. Dekatkan kutub selatan magnet ini pada kutub utara magnet yang terapung.
12. Amatilah, apa yang kalian lihat pada magnet yang terapung di air?
13. Dekatkan kutub selatan magnet yang kalian pegang dengan kutub selatan magnet yang terapung.
14. Amatilah, apa yang terjadi pada magnet yang terapung di air?
15. Apa komentar kalian saat kedua ujung magnet yang berbeda kalian dekatkan dan begitu sebaliknya ujung magnet yang sama jenis.

D. Hasil Pengamatan

Berilah suatu kesimpulan untuk menjawab pertanyaan, mengapa kedua ujung yang berbeda akan tarik-menarik dan sebaliknya akan tolak-menolak!

Info MEDIA

Penelitian tentang kemagnetan pertama kali dilakukan oleh Pierre de Maricourt pada 1269. Dari penelitian ini disimpulkan bahwa magnet memiliki dua kutub yang searah dengan kutub utara dan selatan bumi. Pada 1600, William Gilbert menyimpulkan bumi merupakan magnet raksasa.

Di dalam kehidupan sehari-hari kata “magnet” sudah sering kita dengar. Namun sering juga berpikir bahwa jika mendengar kata magnet selalu berkonotasi menarik benda. Kita bisa mengambil suatu barang hanya dengan sebuah magnet, misalkan pada peralatan perbengkelan biasanya dilengkapi dengan sifat magnet sehingga memudahkan untuk mengambil benda yang jatuh di tempat yang sulit dijangkau oleh tangan secara langsung.

Bahkan banyak peralatan yang sering kita gunakan, antara lain bel listrik, telepon, dinamo, alat-alat ukur listrik, kompas yang semuanya menggunakan magnet.

Asal kata magnet diduga dari kata magnesia yaitu nama suatu daerah di Asia kecil. Menurut cerita di daerah itu + 4.000 tahun yang lalu telah ditemukan sejenis batu yang memiliki sifat dapat menarik besi atau baja atau campuran logam lainnya. Benda yang dapat menarik besi atau baja inilah yang disebut magnet.



B. Sifat Magnet Bahan

Berdasarkan kegiatan 12.1 - 12.4, sifat kemagnetan suatu benda digolongkan menjadi dua golongan yaitu: benda magnetik dan benda nonmagnetik.

Benda magnetik yaitu benda-benda yang dapat ditarik oleh magnet sedangkan benda nonmagnetik yaitu benda-benda yang tidak dapat ditarik oleh magnet.

Di dalam percobaan yang lebih teliti diperoleh penggolongan benda yang terdiri atas ferromagnetik, paramagnetik, dan diamagnetik. Ferromagnetik adalah benda yang ditarik kuat oleh magnet dan paramagnetik adalah benda yang ditarik lemah oleh magnet sedangkan diamagnetik adalah benda yang

ditolak oleh magnet, contoh benda ferromagnetik antara lain besi, baja, nikel, kobalt dan berbagai logam campuran yang lain. Sedangkan contoh benda diamagnetis adalah bismut dan timah, aluminium, serta stainless.

Telah kalian ketahui bahwa magnet adalah benda yang dapat menarik suatu benda tertentu misalnya besi atau baja yang ada di dekatnya. Setiap magnet terdiri atas dua bagian yang mempunyai daya tariknya terbesar. Pada magnet batang, daya tarik terbesar terdapat pada ujung-ujung magnet tersebut. Bagian magnet yang daya tariknya terbesar disebut kutub magnet. Oleh karena itu setiap magnet mempunyai dua buah kutub yaitu kutub utara, U, dan kutub selatan, S.

Apabila kutub utara dengan kutub selatan didekatkan akan tarik-menarik, (U-S), sedangkan kutub utara apabila didekatkan dengan kutub utara akan tolak-menolak, (U-U).

Kutub selatan apabila didekatkan dengan kutub selatan akan terjadi tolak-menolak, (S-S). Atau dengan kata lain kutub senama tolak-menolak, tidak senama tarik-menarik.



C. Cara Membuat Magnet



Kegiatan 12.5

A. Tujuan

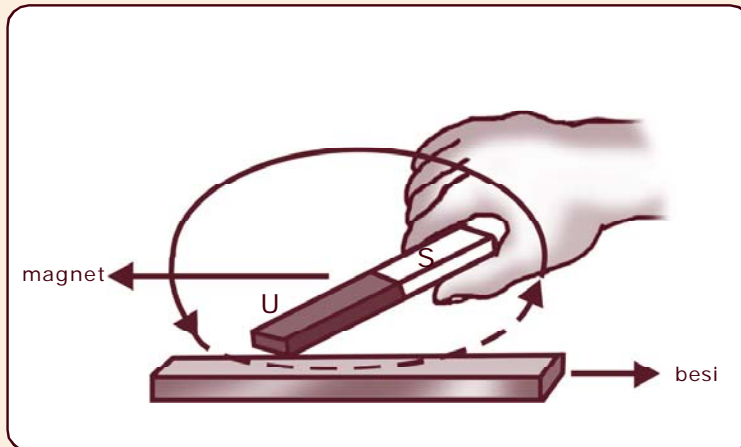
Mengetahui suatu gejala kemagnetan dari magnet buatan.

B. Alat dan Bahan

1. Sebuah magnet tetap yang cukup kuat
2. Batang besi atau baja
3. Benda-benda kecil, misal: paku dan jarum

C. Cara Kerja

1. Ambil magnet dan gosokkan salah satu ujungnya ke batang besi sepanjang batang dalam satu arah secara berulang-ulang seperti ditunjukkan oleh gambar.



2. Dekatkan batang besi yang telah digosok dengan paku-paku kecil. Amati, apa yang terjadi pada paku-paku tersebut.
3. Apakah paku tersebut ditarik oleh batang besi? Jelaskan.
4. Gantilah paku besi dengan jarum.
5. Amati apa yang terjadi pada jarum? Jelaskan.

D. Hasil Pengamatan

Berilah suatu kesimpulan disertai alasan untuk menjawab mengapa besi setelah digosok mempunyai sifat kemagnetan!



Kegiatan 12.6

A. Tujuan

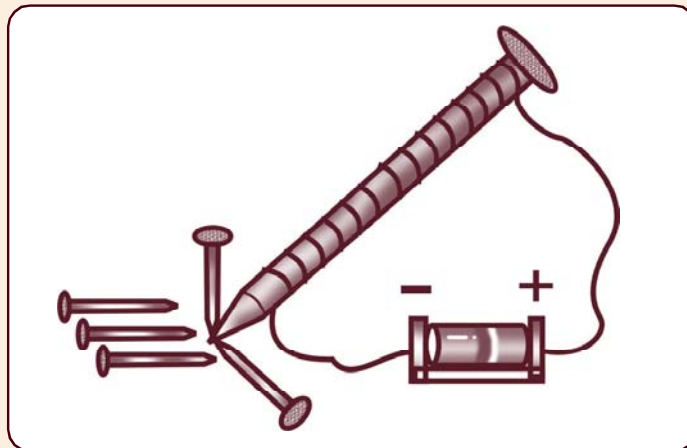
Membuat jenis magnet buatan dengan paku yang dililiti kumparan dan dialiri arus listrik.

B. Alat dan Bahan

1. 1 paku besar atau besi beton
2. Beberapa paku kecil
3. Kawat transformator atau kawat berisolasi
4. 1 baterai

C. Cara Kerja

1. Ambil paku besar dan dekatkan pada paku-paku kecil.
2. Bagaimana interaksi paku kecil?
3. Apakah paku-paku kecil tersebut ditarik oleh paku besar?
4. Mengapa demikian?
5. Lilitkan kawat transformator pada paku besar searah dari pangkal sampai ujung.
6. Hubungkan kedua ujung kawat dengan kutub-kutub sebuah baterai dan dekatkan pada paku-paku kecil, seperti gambar di bawah ini.



7. Amati apa yang terjadi pada paku-paku kecil.
8. Apakah paku-paku kecil ditarik oleh paku besar? Mengapa demikian?

9. Lepaskan baterai, amati apa yang terjadi pada paku-paku kecil.
10. Apakah paku-paku kecil tetap menempel atau berjatuhan? Mengapa demikian?

D. Hasil Pengamatan

Bagaimanakah kesimpulan kalian, setelah melakukan Kegiatan 12.6?



Kegiatan 12.7

A. Tujuan

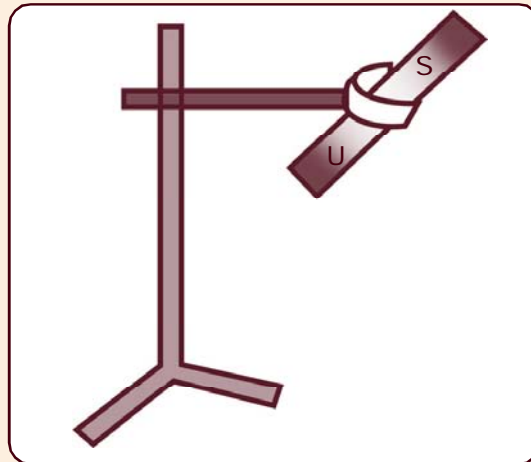
Membuat magnet buatan dengan cara menggosok.

B. Alat dan Bahan

1. Sebuah magnet batang yang cukup kuat
2. Sebuah statif
3. Paku besi atau paku baja yang besar
4. Paku-paku kecil

C. Cara Kerja

1. Tariklah magnet pada statif seperti pada gambar.



2. Ambil paku besar dan dekatkan pada magnet.
3. Apa yang terjadi pada paku besar?
4. Apakah paku besar menempel pada magnet? Mengapa demikian?
5. Jika paku besar menempel pada magnet, kemudian dekatkan paku-paku kecil pada paku besar.
6. Apakah paku-paku kecil menempel pada paku besar? Mengapa?

D. Hasil Pengamatan

Bagaimanakah kesimpulan kalian setelah melakukan Kegiatan 12.7?

1. Cara Membuat Magnet

Magnet ada dua jenis yaitu magnet alam dan magnet buatan. Ada berbagai cara untuk membuat magnet, antara lain:

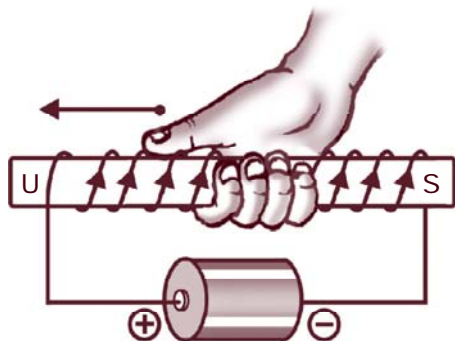
- a. dengan cara menggosokkan magnet tetap,
- b. dengan aliran arus listrik,
- c. dengan induksi (influensi atau imbas).

a. Dengan cara menggosokkan magnet tetap

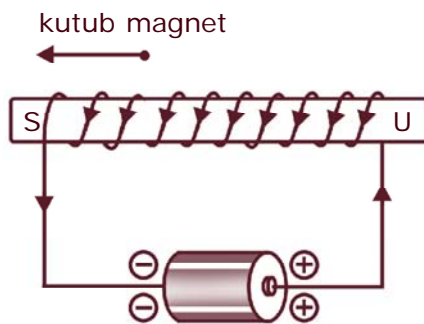
Benda-benda kecil, misalnya jarum atau paku apabila kita dekatkan dengan sebatang besi atau sebatang baja ternyata benda-benda kecil tersebut tidak dapat ditarik oleh batang besi atau baja. Hal ini menunjukkan bahwa besi atau baja tidak bersifat sebagai magnet. Besi atau baja dapat dibuat magnet antara lain dengan cara menggosokkan salah satu ujung magnet tetap di sepanjang batang besi, atau baja ke satu arah secara berulang-ulang. Secara fisika bahwa benda-benda yang bisa dibuat magnet adalah benda atau material yang sudah mempunyai sifat kemagnetan yang terdiri dari domain-domain atau magnet-magnet kecil yang disebut magnet elementer.

Saat terjadi penggosokan dengan arah yang teratur mengakibatkan adanya pengaruh medan magnet dari magnet permanen yang dapat digunakan untuk menyearahkan posisi domain. Dengan posisi yang searah tentu mengakibatkan adanya gaya yang ditimbulkan oleh domain tersebut sehingga menjadikan benda bermagnet.

b. Dengan aliran arus listrik



Gambar 12.1 Arah kutub-kutub magnet



Gambar 12.2 Arah kutub-kutub magnet setelah arus listrik dibalik

Pada Kegiatan 12.6 ditunjukkan bahwa paku besar yang dililiti oleh sebuah kumparan setelah dihubungkan dengan baterai kemudian dekatkan dengan paku-paku kecil, ternyata paku kecil akan menempel pada paku besar tersebut. Apabila baterai atau sumber arus listrik searah (DC) diganti dengan sumber arus listrik bolak-balik (AC) bertegangan rendah maka paku besar tetap bersifat sebagai magnet. Jika arus listrik diputus maka paku-paku kecil yang menempel pada paku besar dalam hitungan detik akan berjatuhan atau lepas. Berarti paku besar sudah hilang kemagnetannya. Jadi, sifat kemagnetan paku besar hanya terjadi selama ada aliran listrik. Dikatakan bahwa paku besi menjadi magnet sementara. Seandainya paku besi diganti dengan logam baja, maka setelah arus listrik diputus, logam

tetap bersifat sebagai magnet. Karena baja dapat dibuat magnet yang bersifat permanen (tetap).

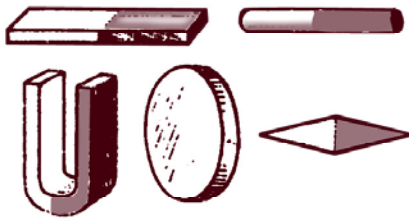
Secara fisika dapat dijelaskan bahwa medan listrik yang ditimbulkan oleh arus listrik akan mempengaruhi posisi domain yang mengakibatkan posisi yang tidak teratur berubah menjadi teratur atau searah. Dengan posisi searah akan mempunyai kekuatan yang bersifat magnet.

Bagaimana cara menentukan kutub utara atau selatan dari magnet buatan ini, kita bisa melakukan dengan cara, misalkan sebatang besi atau baja yang telah dililiti kawat berisolasi/kumparan (kawat transformator) dan dihubungkan dengan baterai telah menjadi magnet. Maka untuk menentukan kutub-kutub magnetnya dapat dilihat pada Gambar 12.1!

Untuk menentukan arah kutub-kutub magnet digunakan aturan tangan kanan menggenggam. Jari-jari yang menggenggam menunjukkan arah arus listrik. Sedangkan ibu jari menunjuk kutub utara.

Jika arah arus listrik dibalik maka arah kutub juga akan sebaliknya, seperti Gambar 12.2.

c. Dengan induksi (*influensi atau imbas*)



Gambar 12.3
Berbagai bentuk magnet

Sebuah paku besar didekatkan dengan sebuah magnet yang ditaruh pada statif maka paku akan menempel pada magnet. Paku besar yang telah menempel pada magnet jika didekati paku-paku kecil, ternyata paku-paku kecil menempel pada paku besar. Hal ini disebabkan oleh paku besar yang berada di dalam medan magnet terkena induksi sehingga bersifat

sebagai magnet. Secara konsep sama dengan pembuatan magnet cara digosok atau dililiti kumparan yang dialiri listrik. Akibat dari pengaruh medan magnet sehingga paku yang menempel pada magnet permanen memungkinkan posisi domain-domainnya menjadi teratur dan bersifat sebagai benda magnet.

Magnet buatan memiliki beberapa bentuk, di antaranya: berbentuk batang persegi (magnet batang), berbentuk jarum (magnet jarum) berbentuk silinder (magnet silinder) dan berbentuk U dan berbentuk tapak kuda, lihat Gambar 12.3!

2. Cara Menghilangkan Sifat Kemagnetan

Sifat kemagnetan suatu benda dapat dihilangkan dengan cara dipukul atau dipanaskan. Dengan dipukul atau dipanaskan maka domain-domain bergerak secara random dan tak teratur, sehingga sifat magnet yang dimiliki jadi hilang.



D. Teori Kemagnetan Bumi



Kegiatan 12.8

A. Tujuan

Mengetahui arah jarum kompas dikaitkan dengan arah magnet bumi.

B. Alat dan Bahan

1. Selebar kertas
2. Sebuah mistar
3. Sebuah pensil
4. Sebuah kompas

C. Cara Kerja

1. Letakkan kertas di atas meja.
2. Tunjukkan dengan tanda mana utara dan mana selatan.
3. Hubungkan kedua tanda tersebut menggunakan garis.
4. Letakkan kompas pada garis tersebut.
5. Amati jarum kompas; menunjuk arah manakah jarum kompas tersebut?
6. Penunjukan jarum kompas apakah berhimpit dengan garis yang kalian buat?
7. Jika tidak berhimpit, gambarkan penunjukan jarum kompas pada garis yang kalian buat tadi.
8. Berilah tanda pada sudut yang dibentuk oleh penunjukan jarum kompas dengan arah utara yang sebenarnya.
9. Berilah pula sudut antara penunjukan jarum kompas dengan arah selatan yang sebenarnya.
10. Ulangi kegiatan ini menggunakan kertas yang lain.

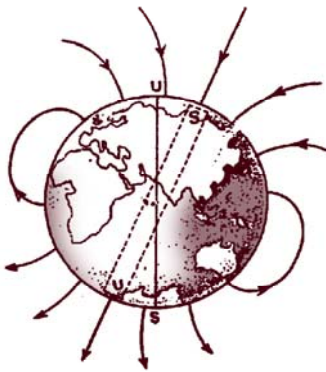
D. Hasil Pengamatan

Apakah kesimpulan kalian, setelah melakukan Kegiatan 12.8, jika dikaitkan dengan arah medan magnet bumi?

Sebuah magnet yang bebas bergerak ternyata selalu menempatkan dirinya menurut arah utara – selatan. Hal ini menunjukkan bahwa di permukaan bumi terdapat medan magnet dan gaya yang mempengaruhi kutub-kutub magnet tersebut.

Kutub utara magnet selalu menghadap ke arah utara. Hal ini dapat dijelaskan dengan beranggapan bahwa:

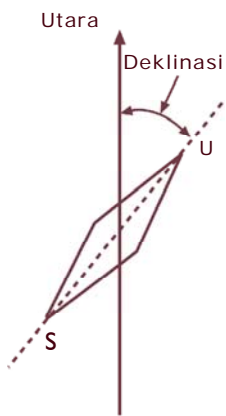
- Di kutub utara bumi terdapat suatu kutub selatan magnet
- Di kutub selatan bumi terdapat suatu kutub utara magnet
- Bumi sebagai sebuah magnet besar dengan kutub selatan terletak di dekat kutub utara dan kutub utara terletak di dekat kutub selatan bumi (lihat Gambar (12.4)!



Gambar 12.4 Bumi sebagai magnet

Magnet di dalam kompas pada umumnya tidak dapat menunjukkan utara–selatan tetapi agak menyimpang. Sebab letak kutub-kutub magnet bumi tidak tepat pada kutub-kutub bumi. Oleh karena itu garis-garis gaya magnet bumi tidak berimpit arahnya dengan arah utara-selatan. Penyimpangan dari arah utara–selatan yang sebenarnya ini

disebut deklinasi, lihat Gambar 12.5!



Gambar 12.5 Deklinasi

Besarnya deklinasi ini dinyatakan dengan sudut antara arah utara sebenarnya dengan arah utara yang ditunjukkan oleh magnet.

Sudut yang dibentuk oleh magnet dengan garis mendatar disebut inklinasi. Adanya inklinasi ini disebabkan garis-garis gaya magnet bumi, ternyata tidak sejajar dengan permukaan bumi. Oleh karena itu sebuah magnet jarum yang dapat berputar pada sumbu mendatar biasanya tidak menempatkan diri pada kedudukan mendatar, tetapi miring.



E. Medan Magnet di Sekitar Kawat Berarus Listrik

Medan Magnet di Sekitar Kawat Penghantar Lurus



Kegiatan 12.9

A. Tujuan

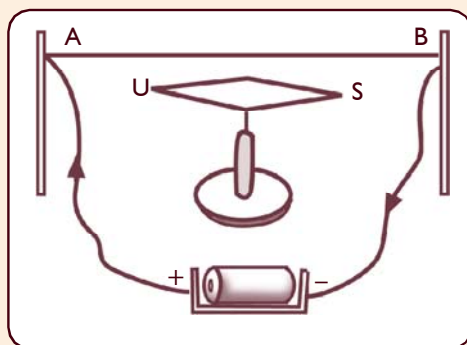
Mengetahui pengaruh medan magnet terhadap kawat berarus.

B. Alat dan Bahan

1. Sebuah magnet jarum
2. Kawat penghantar
3. Dua buah baterai

C. Cara Kerja

1. Ambillah satu baterai, magnet jarum dan kawat penghantar.
2. Rangkailah alat tersebut seperti gambar di bawah ini.



3. Amatilah apa yang terjadi.
4. Bagaimana arah gerak magnet jarum?
5. Jika arah arus kalian balik, bagaimana perbedaan arah magnet jarumnya?
6. Dengan cara yang sama, jauhkan jarak kawat berarus dengan magnet jarum. Apa yang terjadi? Jelaskan!
7. Ambil baterai yang lain, tambahkan pada rangkaian tersebut sehingga menjadi dua baterai.

8. Lakukan dengan cara yang sama seperti di atas, amati apa yang terjadi?
9. Jauhkan sedikit letak magnet jarum dengan kawat berarus. Bagaimana besar simpangannya dibandingkan dengan sebelumnya?

D. Hasil Pengamatan

Bagaimana kesimpulan kalian setelah melakukan Kegiatan 12.7 jika dikaitkan besarnya arus yang mengalir pada kawat penghantar terhadap penyimpangan jarum magnet?

Medan Magnet Sebuah Kumparan



Kegiatan 12.10

A. Tujuan

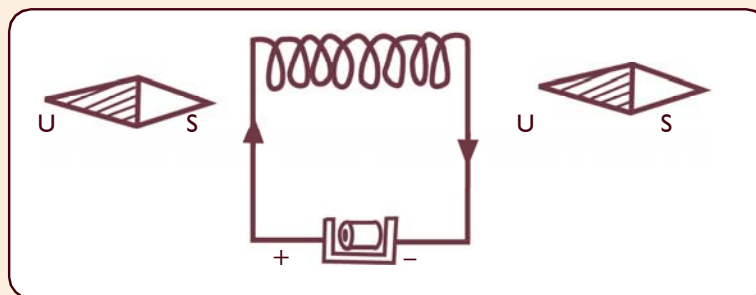
Menunjukkan pengaruh medan magnet terhadap sebuah kumparan.

B. Alat dan Bahan

1. Sebuah kumparan
2. Dua buah magnet jarum
3. Baterai

C. Cara Kerja

1. Susunlah alat-alat tersebut seperti gambar.



2. Perhatikan dengan cermat kedua magnet jarum.
3. Apakah kutub-kutub magnet ditarik oleh kumparan?
4. Baliklah kutub yang dekat dengan kumparan untuk masing-masing magnet jarum itu.

5. Amatilah kedua magnet jarum.
6. Apakah kutub-kutub magnet ditarik oleh kumparan?

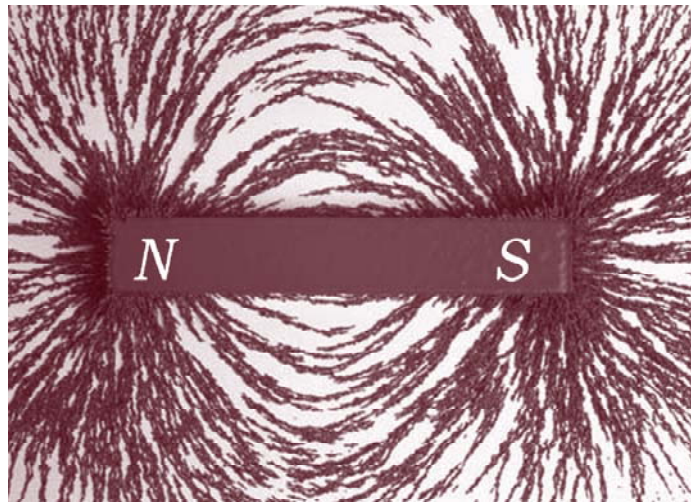
D. Hasil Pengamatan

Susunlah kesimpulan kalian dari Kegiatan 12.10 yang mengidentifikasi hubungan antara medan magnet dan sebuah kumparan!

Medan Magnet

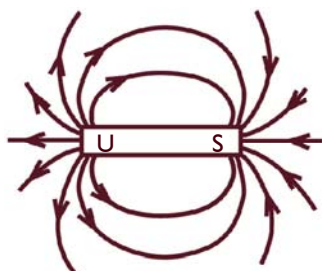
Medan magnet adalah suatu daerah di sekitar magnet di mana masih ada pengaruh gaya magnet. Adanya medan magnet ini dapat kita tunjukkan dengan menggunakan serbuk besi dan dapat pula menggunakan kompas.

1. Letakkan sebuah magnet batang.
2. Di atas magnet tersebut, letakkan sehelai kertas putih (misal kertas karton).
3. Taburkan serbuk besi merata di atas kertas itu.
4. Kemudian ketuk-ketuk kertas itu beberapa kali. Perhatikan dengan cermat bagaimana letak serbuk besi. Ternyata serbuk besi akan membentuk pola seperti Gambar 12.6.



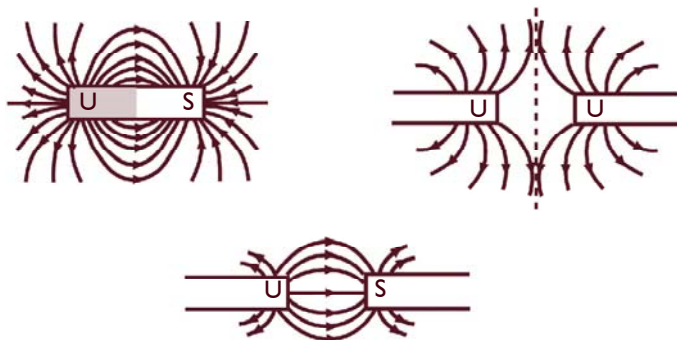
Gambar 12.6 Pola serbuk besi di sekitar magnet batang

Apabila kita perhatikan Gambar 12.6 di atas. Serbuk besi terlihat mengikuti suatu pola yang berbentuk seperti Gambar 12.7.



Gambar 12.7 *Garis-garis gaya magnet*

Garis-garis yang terletak pada Gambar 12.7 disebut garis-garis gaya magnet. Beberapa contoh garis-garis gaya magnet dapat dilihat pada gambar 12.8!



Gambar 12.8 *Beberapa contoh garis-garis gaya magnet*

Berdasarkan pengamatan Gambar 12.8, maka dapat diambil kesimpulan tentang 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 meninggalkan kutub utara dan menuju kutub selatan.
3. Garis gaya magnet selalu tidak berpotongan.
4. Tempat di mana garis gayanya rapat maka menunjukkan bahwa medan magnetnya juga kuat begitu pula sebaliknya.

1. Medan Magnet di Sekitar Kawat Lurus Berarus Listrik

Seorang ahli Ilmu Pengetahuan Alam yang juga guru besar pada Universitas Kopenhagen yang bernama **Hans Christian Oersted** (1777 – 1851) dalam penyelidikannya telah menemukan bahwa di sekitar arus listrik terdapat medan magnet.

Dari percobaan yang dilakukannya Oersted menyimpulkan bahwa:

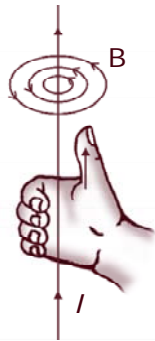
- Di sekitar arus listrik terdapat medan magnet. Ini dapat dideteksi dengan menggunakan serbuk besi yang memerlukan kuat arus yang tinggi, jadi tidak bisa dengan baterai yang kecil.
- Arah medan magnet (garis-garis gaya magnet) bergantung pada arah arus listrik. Jika arah arus diubah, maka arah medan magnet berubah.
- Besar medan magnet dipengaruhi oleh kuat arus dan jarak terhadap kawat.

Info MEDIA

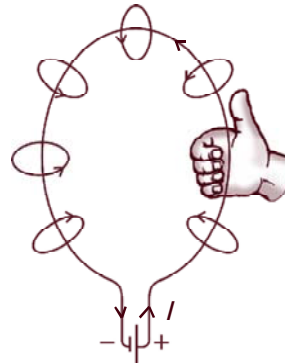
Dalam kuliahnya di Universitas Kopenhagen pada tahun 1820, Oersted menghubungkan baterai dengan sebuah kawat yang bergerak dekat jarum kompas. Jarum magnetik berputar dan Oersted segera tahu apa arti gerakan ini. Kawat yang membawa arus bertindak sebagai magnet, membuktikan hubungan magnetisme dan listrik.

Untuk menentukan arah garis-garis gaya magnet di sekitar penghantar lurus yang dialiri arus listrik agar lebih mudah digunakan kaidah tangan kanan, lihat Gambar 12.9! Jika ibu jari menunjukkan arah arus, maka arah garis gaya magnet dinyatakan oleh jari-jari yang menggenggam.

Cara ini dapat digunakan untuk menentukan arah garis-garis gaya di sekitar penghantar yang bentuknya lain seperti terlihat pada Gambar 12.10!



Gambar 12.9 Kaidah tangan kanan untuk penghantar lurus berarus listrik



Gambar 12.10 Arah garis gaya magnet pada penghantar melingkar

2. Medan Magnet Sebuah Kumparan

Pengaruh medan magnet yang dihasilkan oleh sebuah penghantar arus terhadap benda yang ada di sekitarnya sangat kecil. Hal ini disebabkan medan magnet yang dihasilkan sangat kecil atau lemah. Agar mendapatkan pengaruh medan yang kuat, penghantar itu harus digulung menjadi sebuah kumparan. Pada kumparan, medan magnet yang ditimbulkan oleh lilitan yang satu diperkuat oleh lilitan yang lain. Apabila kumparan itu panjang disebut **solenoida**.

Apabila di dalam kumparan diberi inti besi lunak maka pengaruh kemagnetannya menjadi jauh lebih besar. Karena kumparan yang dililitkan pada inti besi lunak akan menimbulkan sebuah magnet yang kuat. Pengaruh hubungan antara kuat arus dan medan magnet disebut **elektromagnet** atau **magnet listrik**.

Magnet listrik banyak digunakan dalam bidang teknik, misalnya pembuatan bel listrik, kunci pintu listrik, indikator untuk bahan bakar pada mobil (*fuel level*), kereta cepat tanpa roda, telepon dengan uang logam dan detektor logam.

Keuntungan magnet listrik adalah:

- a. Sifat kemagnetannya sangat kuat.
- b. Kekuatan magnet itu dapat diubah-ubah dengan mengubah kuat arus.
- c. Kemagnetannya dapat dihilangkan dengan memutuskan arus listrik.

Magnet listrik dibuat dalam berbagai bentuk, antara lain: berbentuk huruf U, berbentuk batang, berbentuk silinder, dan lingkaran. Di antara bentuk-bentuk magnet listrik tersebut yang paling kuat daya tarik magnetnya adalah yang berbentuk U.



Tugas 12.1

Carilah literatur di perpustakaan tentang penggunaan prinsip elektromagnet, misalnya bel listrik dan kunci pintu atau yang lain!



F. Peralatan yang Menggunakan Prinsip Elektromagnetik



Tugas 12.2

1. Cermatilah bermacam-macam alat di bawah ini.

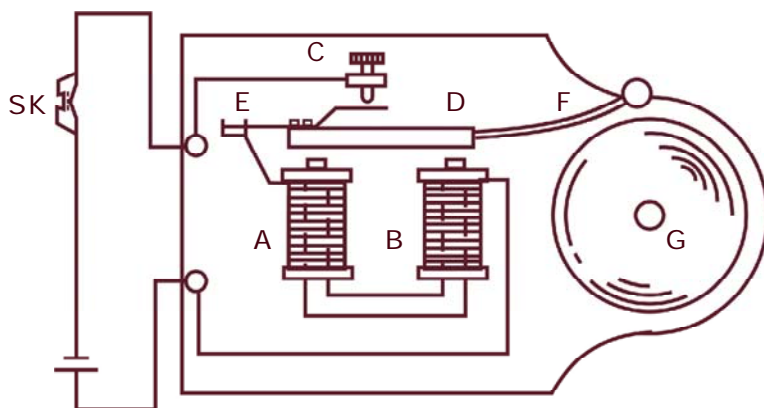
a. Bel listrik	g. Voltmeter
b. Kompor listrik	h. Galvanometer
c. Telepon	i. Setrika listrik
d. Telegraf	j. <i>Solder</i> listrik
e. Relai	k. Radio listrik
f. Amperemeter	l. <i>Mixer</i>
2. Alat manakah yang bekerjanya atas dasar kemagnetan listrik/ elektromagnetik dan yang bukan atas dasar kemagnetan listrik?

Banyak alat-alat listrik yang bekerjanya atas dasar kemagnetan listrik. Misalnya bel listrik, telepon, telegraf, alat penyambung atau relai, kunci pintu listrik, detektor logam dan *loudspeaker*. Alat-alat ukur seperti amperemeter, voltmeter dan galvanometer dapat dijelaskan dengan prinsip kemagnetan listrik.

1. Bel Listrik

Bagian-bagian utama bel listrik:

- Sebuah magnet listrik (A dan B), berupa magnet listrik berbentuk U
- Pemutusan arus atau interruptor: C
- Sebuah pelat besi lunak: D yang dihubungkan dengan pegas E dan pemukul bel; F (lihat Gambar 12.11)!



Gambar 12.11 Prinsip bel listrik

Info MEDIA

Alexander Graham Bell (1847-1922) adalah ilmuwan dan guru tunarungu asal Scotlandia yang terkenal dengan penemuannya seperti telegraf ganda (1874), telepon (1876), fotofon (1880), dan piringan hitam (1886). Pada umumnya hasil penemuan Bell merupakan bentuk pengabdian terhadap penderita tunarungu.

Cara Kerja Bel Listrik

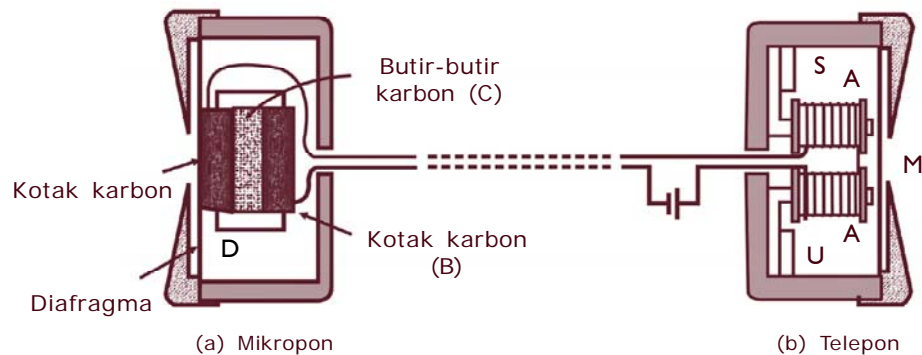
Apabila arus listrik dialirkan dengan jalan menekan sakelar, SK, maka arus listrik mengalir melalui kumparan. A dan B menjadi magnet, dan menarik D. Oleh karena itu arus yang melalui titik C terputus, sehingga sifat kemagnetannya hilang. D terlepas dari tarikan AB. Kontak C tersambung lagi, dan arus mengalir lagi. A dan B menjadi

magnet lagi, menarik D demikian seterusnya berulang-ulang. Selama SK ditekan. Tiap kali D ditarik oleh AB, maka pemukul F memukul bel G, maka bel berbunyi.

2. Pesawat Telepon

Sebuah pesawat telepon pada dasarnya terdiri atas dua bagian utama yaitu:

- a. pesawat pengirim, yang biasa disebut mikrofon
- b. pesawat penerima, biasanya disebut telepon.



Gambar 12.12 Pesawat telepon dan dasar kerjanya

Lihat Gambar 12.12a! Perhatikan prinsip-prinsip yang mendasar pada sebuah mikrofon. Sebuah pelat tipis yang disebut diafragma D, selalu bersentuhan dengan butir-butir karbon, C, yang terdapat di dalam kotak karbon, B, jika getaran suara jatuh ke permukaan diafragma maka diafragma itu bergetar. Getaran ini menyebabkan butir-butir karbon tertekan atau tidak tertekan. Pada waktu tertekan, hambatan butir-butir karbon itu kecil, begitu sebaliknya jika tidak tertekan, hambatannya besar. Karena getaran diafragma dan hambatan C berubah-ubah sesuai dengan getaran suara. Arus yang mengalir pun berubah-ubah sampai ke telepon. Arus yang berubah-ubah menjadi suara.

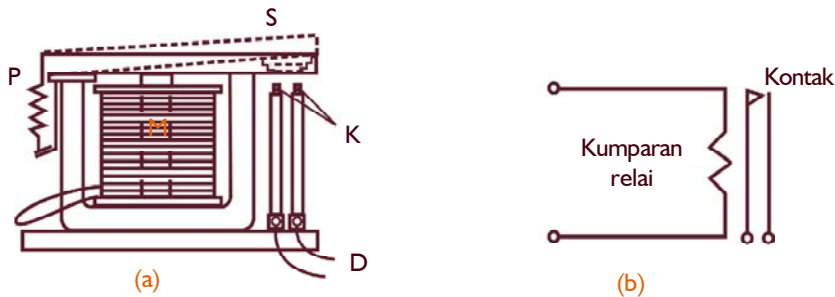
Gambar 12.12b memperlihatkan dasar kerja pesawat telepon. Telepon terdiri atas sebuah diafragma, M, sebuah magnet listrik, A–A, dan magnet

tetap US. Magnet tetap selalu memagnetkan inti magnet listrik. Karena itu diafragma yang terbuat dari bahan, ditarik oleh magnet, selalu tertarik ke arah AA dan dalam bentuk agak cekung ke arah AA. Jika arus yang datang melalui kumparan magnet listrik itu berubah-ubah besarnya. Maka kekuatan magnet listrik berubah-ubah juga. Perubahan gaya tarik sesuai dengan getaran suara yang dikirim oleh mikrofon. Perubahan gaya tarik menyebabkan diafragma bergetar sesuai dengan getaran suara pengirim.

3. Relai

Relai adalah sebuah alat yang dapat menghubungkan atau memutuskan arus yang besar meskipun dengan energi kecil. Bagian utama sebuah relai yaitu:

- Magnet listrik (M)
- Sauh (S)
- Kontak (K)
- Pegas (P)



Gambar 12.13 Relai dan skemanya

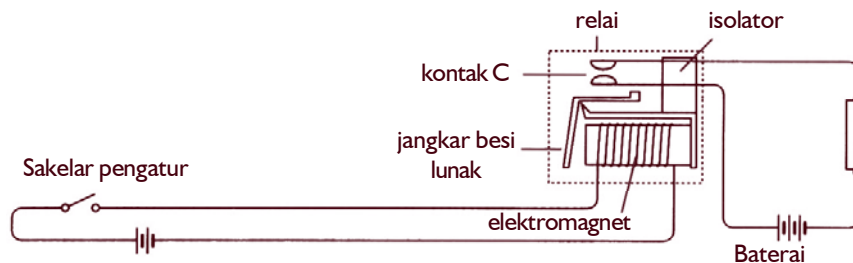
Cara Kerja Relai

Apabila arus mengalir melalui kumparan, M, maka sauh ditarik oleh M, sehingga kontak K bersentuhan. Arus yang mengalir melalui kumparan disebut arus primer. Arus yang dialirkan oleh kontak disebut arus sekunder. Jika arus primer tidak mengalir, maka sauh tertarik oleh pegas, kontak terputus. Skema relai ditunjukkan pada Gambar 12.13b.

Relai banyak digunakan dalam bidang teknik untuk mengatur suatu alat dari jarak jauh, misalnya pada motor listrik.

Motor listrik dihubungkan dan diputuskan dengan cara menutup dan membuka sakelar S. Ketika S ditutup, arus listrik kecil mengalir melalui elektromagnet, ujung kiri elektromagnet menarik jangkar besi lunak yang berbentuk L. Pergerakan ini menyebabkan jangkar besi lunak menekan kontak C yang berada di bawah sehingga naik ke atas dan terhubung. Dengan terhubungnya kontak C, maka baterai terhubung ke motor listrik, dan arus listrik mengalir ke dalam motor listrik. Ketika sakelar S dibuka, arus listrik yang melalui elektromagnet terputus, kontak C terbuka dan motor berhenti berputar.

Perhatikan Gambar 12.14. Ada dua rangkaian terpisah dan kontak relai C terbuka. Dengan menutup sakelar S di rangkaian sebelah kiri, kontak C akan menutup dan menghubungkan rangkaian di sebelah kanan. Satu keuntungan dari sistem ini adalah sakelar-sakelar dan kabel-kabel penerangan yang hanya sesuai untuk arus kecil dapat dipakai untuk mengatur mesin-mesin listrik yang berarus besar, misalnya pada dinamo starter mobil.



Gambar 12.14 Relai magnetik pada motor listrik

4. Kunci Pintu Listrik

Kunci pintu listrik bekerja didasarkan pada elektromagnetik. Kunci ini mempunyai kumparan dari jenis solenoida yang dihubungkan ke saklar di dalam rumah. Jika seseorang menekan sakelar, arus

mengalir ke solenoida. Elektromagnetik yang dihasilkan akan menarik kunci besi ke dalam solenoida sehingga seorang di luar bisa membuka pintu.

5. Metal Detector

Sebuah detektor logam yang digunakan untuk mengecek senjata logam, terdiri atas kumparan besar yang dapat dialiri/membawa arus listrik. Seseorang yang berjalan lewat di bawah pintu detektor yang membawa senjata logam dapat diketahui. Senjata logam dapat mengubah elektromagnetik yang dihasilkan oleh kumparan. Perubahan ini akan terdeteksi dan alarm akan berbunyi.

6. Loudspeaker

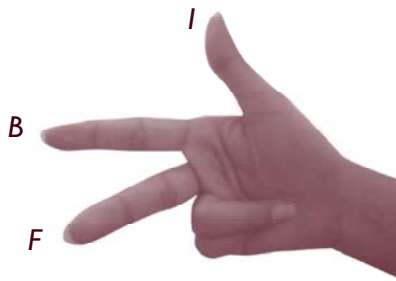
Loudspeaker adalah alat penguat suara yang menggunakan prinsip elektromagnetik. Sinyal arus listrik diubah menjadi gelombang bunyi. Sinyal yang melalui kumparan dalam bentuk solenoida yang diletakkan di belakang speaker. Kumparan ini berlaku sebagai elektromagnetik dan ada magnet permanen yang ditempatkan didekatnya. Arus yang lewat hanya satu arah, gaya magnet akan menekan elektromagnetik dan keluar ke speaker. Arus yang lewat berlawanan akan menarik speaker sehingga terjadi getaran. Getaran dari speaker menghasilkan gelombang bunyi.



G. Gaya Lorentz dan Penggunaannya

1. Gaya Lorentz

Gaya Lorentz adalah gaya yang terjadi pada sebuah penghantar berarus listrik di dalam medan magnet. Untuk menentukan arah gaya Lorentz dapat digunakan kaidah tangan kanan sebagaimana terlihat pada Gambar 12.15!



Gambar 12.15 Kaidah tangan kanan pada gaya Lorentz

Dengan ketentuan sebagai berikut:

- Ibu jari menunjukkan arah arus listrik, I .
- Telunjuk menunjukkan arah medan magnet, B .
- Jari tengah menunjukkan arah gaya Lorentz, F .

Besar gaya Lorentz sebanding dengan kuat medan magnet, arus listrik, dan panjang kawat. Jika kedudukan gaya, kuat medan magnet

dan arus listrik saling tegak lurus, maka besarnya gaya Lorentz dapat dirumuskan:

$$F = B I \ell$$

Dengan F adalah gaya Lorentz dinyatakan dalam newton, medan magnet dinyatakan dalam satuan (N/Am), (weber/m²) atau tesla (T), dan ℓ adalah panjang kawat penghantar dinyatakan dalam meter (m).

2. Penggunaan Konsep Gaya Lorentz (Gaya Magnet)

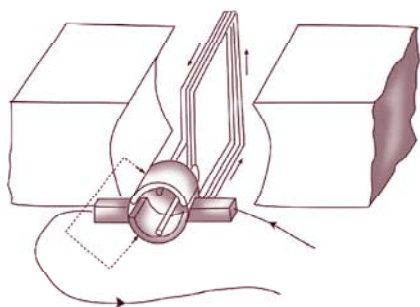
Adanya gaya magnet pada penghantar berarus listrik di dalam medan magnet memungkinkan berputarnya kumparan penghantar berarus listrik di dalam medan magnet. Beberapa contoh penerapan konsep ini antara lain motor listrik dan alat ukur listrik.

a. Motor listrik

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi kinetik. Dasar kerja motor listrik ini hampir sama dengan dasar kerja sebuah galvanometer. Apabila arus listrik dialirkan melalui kumparan, permukaan kumparan yang bersifat sebagai kutub utara bergerak menghadap selatan magnet. Permukaan yang bersifat sebagai kutub selatan bergerak menghadap ke kutub utara magnet. Setelah itu maka kumparan berhenti berputar.

Untuk melanjutkan putaran, tepat pada saat kutub kumparan berhadapan dengan kutub magnet, arah arus dalam kumparan dibalik. Dengan

terbaliknya arah arus maka kutub utara kumparan berubah menjadi kutub selatan, kutub selatannya menjadi kutub utara. Sekarang kutub utara kumparan berhadapan dengan kutub utara magnet. Kutub selatan kumparan berhadapan dengan kutub selatan magnet. Kutub-kutub itu menolak kumparan



Gambar 12.16 Cara kerja motor listrik

berputar setengah putaran sampai kutub utara kumparan berhadapan dengan kutub selatan magnet dan kutub selatan kumparan berhadapan dengan kutub utara magnet, pada saat itu arus dalam kumparan dibalik lagi. Akibat kumparan itu berputar setengah putaran lagi, demikian seterusnya, kumparan berputar terus, lihat Gambar 12.16!

b. Alat pengukur listrik

Jenis alat pengukur listrik yang banyak digunakan adalah pengukur jenis kumparan berputar. Pada dasarnya alat pengukur ini terdiri atas:

- 1) Sebuah magnet tetap berbentuk U
- 2) Ruang di antara kutub-kutubnya berbentuk silinder.



Gambar 12.17 Pengukur jenis kumparan berputar

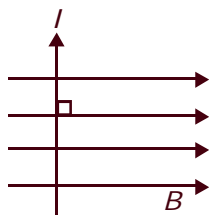
Di antara kutub-kutub itu terdapat sebuah inti besi lunak berbentuk silinder. Inti besi ini terpasang tetap pada tempatnya, tidak dapat berputar. Di antara inti besi dan kutub-kutub magnet terdapat sebuah kumparan, K, yang dapat berputar bersama dua batang poros. Pada tiap poros itu dipasang sebuah pegas spiral.

Pegas spiral, P, ini mengatur agar jarum penunjuk, J menunjukkan angka nol, kalau tidak ada arus melalui K.

Apabila kumparan dialirkan arus, maka kumparan itu berputar sebab salah satu permukaan kumparan bersifat sebagai kutub utara dan sebagai kutub selatan. Kumparan tidak dapat berputar terus karena ditahan oleh pegas spiral. Besar putarannya tergantung pada besarnya arus, di mana makin besar arus makin besar sudut putarnya.

Prinsip kerja seperti ini banyak digunakan pada peralatan seperti: amperemeter, galvanometer, dan voltmeter.

Contoh soal:



Perhatikan gambar di atas, jika besar arus 2 A dan panjang kawat 4 meter serta kuat medan magnet 25 tesla, hitung besar gaya Lorentz!

Penyelesaian:

Diketahui : $I = 2 \text{ A}$

$\ell = 4 \text{ m}$

$B = 25 \text{ tesla}$

Ditanya : $F = \dots ?$

Jawab : $F = B I \ell$
 $= 250 \text{ tesla} \times 2 \text{ A} \times 4 \text{ m}$
 $= 2000 \text{ N} = 2 \times 10^3 \text{ N}$

Rangkuman

1. Sifat-sifat magnet antara lain:
 - a. dapat menarik besi
 - b. menimbulkan gaya satu sama lain (tolak-menolak dan tarik menarik).
2. Penggolongan benda berdasarkan sifat magnetik:
 - a. paramagnetik,
 - b. diamagnetik,
 - c. ferromagnetik.
3. Cara membuat magnet:
 - a. menggosokkan magnet tetap,
 - b. aliran arus listrik,
 - c. induksi.
4. Cara menghilangkan sifat kemagnetan:
 - a. dipukul,
 - b. dipanaskan.
5. Deklinasi: penyimpangan dari arah utara selatan yang sebenarnya.
6. Inklinasi: sudut yang dibentuk oleh magnet dengan garis mendatar.
7. Medan magnet: suatu daerah di sekitar magnet dimana masih ada pengaruh gaya magnet.
8. Keuntungan magnet listrik:
 - a. sifat kemagnetannya sangat kuat,
 - b. kekuatan magnet dapat diubah dengan mengubah arus,
 - c. kemagnetan dapat dihilangkan dengan memutuskan arus listrik.
9. Peralatan yang menggunakan prinsip elektromagnetik: bel listrik, telepon, relai, kunci pintu listrik.
10. Penggunaan gaya Lorentz pada: motor listrik, amperemeter, galvanometer dan voltmeter.

Refleksi

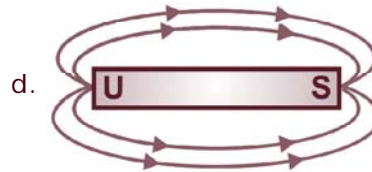
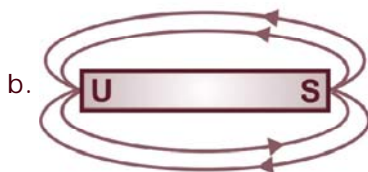
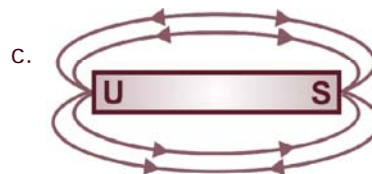
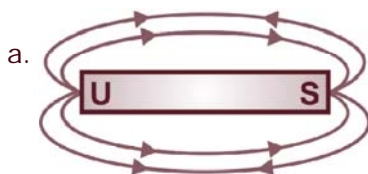
Mengapa arah jarum pada kompas selalu menunjuk ke arah utara dan selatan dengan sedikit penyimpangan? Jelaskan untuk bahan refleksi kalian menuju bab berikutnya!



Uji Kompetensi

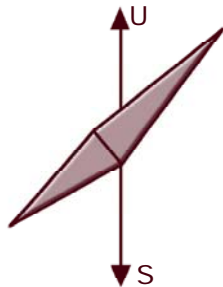
A. Pilihlah satu jawaban yang benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf *a*, *b*, *c*, atau *d*!

- Menurut sifat kemagnetannya benda digolongkan menjadi dua macam yaitu benda bukan magnetik dan benda
 - nonmagnetik
 - magnetik
 - ferromagnetik
 - atletik
- Berikut ini yang termasuk benda magnetik adalah
 - aluminium, karet
 - besi, kobalt
 - besi, kertas
 - kertas, karet
- Arah garis gaya pada gambar di bawah ini yang benar adalah



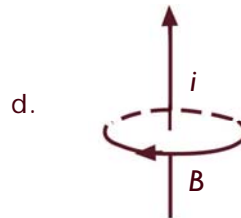
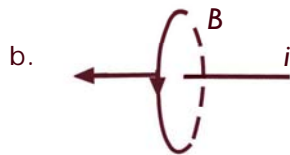
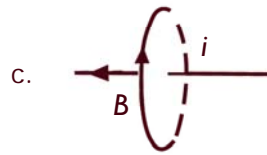
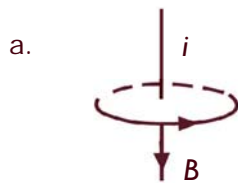
- Magnet tersusun oleh magnet-magnet kecil yang biasanya disebut
 - magnet partikel
 - magnet elementer
 - magnet permanen
 - magnet bagian

5. Berikut ini **bukan** cara untuk membuat magnet adalah
 - a. paku dililiti kawat berisolasi dan dialiri listrik
 - b. besi lunak diletakkan di sekitar magnet
 - c. besi digosok dengan magnet ke satu arah
 - d. baja digosok-gosok dengan magnet ke segala arah
6. Bumi dianggap sebagai magnet batang yang sangat besar. Kutub utara magnet terletak di daerah
 - a. kutub utara
 - b. kutub selatan
 - c. khatulistiwa
 - d. permukaan bumi
7. Jika sebuah magnet batang dipotong menjadi dua, maka potongan-potongan magnet tersebut yang tidak benar adalah
 - a. bersifat magnet
 - b. memiliki dua kutub
 - c. memiliki kutub utara dan selatan
 - d. hanya memiliki kutub utara saja
8. Perhatikan gambar di bawah ini!



- Sudut yang terbentuk oleh penyimpangan jarum kompas disebut
- a. inklinasi
 - b. deklinasi
 - c. aklin
 - d. isoklin

9. Arah medan magnet yang benar ditunjukkan oleh gambar di bawah adalah



10. Alat yang menggunakan prinsip elektromagnetik adalah

- bel listrik, pesawat telepon, dan telegraf
- bel listrik, TV, dan relai
- pesawat telepon, dan telegraf
- TV, radio listrik, dan telepon

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas!

- Sebutkan sifat-sifat magnet!
- Sebutkan cara membuat magnet!
- Apakah yang dinamakan:
 - gaya Lorentz
 - garis gaya magnet?
- Sebutkan alat listrik yang menggunakan prinsip elektromagnetik!
- Apakah yang dimaksud:
 - benda Ferromagnetik,
 - benda Paramagnetik,
 - benda Diamagnetik?

Proyek

Buatlah alat/bahan sederhana yang menggunakan sifat kemagnetan bersama kelompok kalian. Sebagai sumber referensi carilah informasinya dari internet.