

TUGAS ELEKTRODINAMIKA

Dosen Pengampu
Dr. I Wayan Distrik, M.Si



Oleh:

IRMANSYAH KAROROR (2123025010)
MUTIARA CAESARA (2123025002)
MELI SAFITRI (2123025005)
TRI UTAMI MILA S (2123025003)
NANDA DENNY DPJ (2123025013)

PROGRAM STUDI MAGISTER KEGURUAN IPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2022

Kegiatan 1 (Mencari konsep analogi)

Gaya Magnet Oleh Muatan Yang Bergerak Dalam Medan Magnet

Kita sudah tahu bahwa muatan yang bergerak menghasilkan arus listrik. Dengan demikian, muatan listrik yang bergerak dalam medan magnet juga akan mengalami gaya Lorentz. Kita dapat menurunkan persamaan gaya Lorentz untuk muatan yang bergerak dari persamaan gaya Lorentz untuk arus pada kawat.

Telah kita bahas, gaya Lorentz pada kawat yang dialiri arus adalah

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

Tetapi, arus sama dengan muatan yang mengalir per satuan waktu, atau $I=q/t$. Substitusi ke dalam persamaan gaya Lorentz pada kawat berarus listrik maka diperoleh

$$\begin{aligned}\vec{F} &= \left(\frac{q}{t}\right) \vec{L} \times \vec{B} \\ &= q \left(\frac{\vec{L}}{t}\right) \times \vec{B}\end{aligned}$$

Tetapi $\vec{L}/t$ adalah kecepatan gerak muatan = $\vec{v}$. Akhirnya diperoleh gaya Lorentz pada muatan yang bergerak memenuhi

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

Jika θ adalah sudut antara vektor $\vec{v}$ dan vektor $\vec{B}$ maka besarnya gaya Lorentz adalah

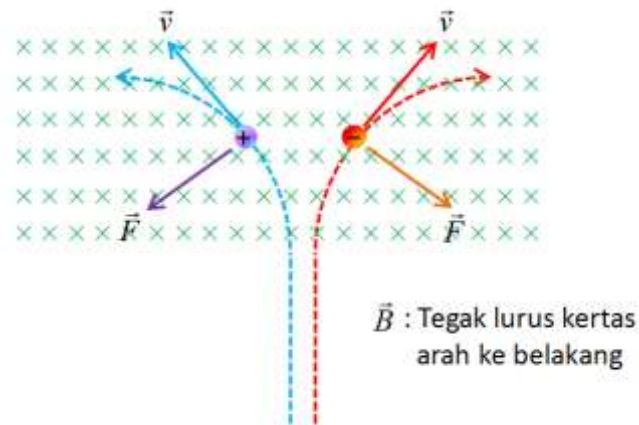
$$F=qvB\sin\theta$$

Tampak bahwa gaya Lorentz nol jika arah kecepatan sejajar dengan arah medan ($\theta=0$). Gaya Lorentz maksimal jika arah gerak tegak lurus dengan arah medan. Arah gaya Lorentz tegak lurus dengan arah medan maupun arah kecepatan. Penentuan arah persis sama dengan saat kita menentukan arah gaya pada kawat yang dialiri muatan. Tinggal mengganti vektor panjang kawat dengan vektor kecepatan. Jika kita putar dari vektor kecepatan ke arah vektor medan magnet maka arah maju sekrup sama dengan arah gaya.

Tampak dari persamaan diatas bahwa arah gaya berlawanan pada muatan positif dan negatif. Ketika memasuki medan magnet dalam arah yang sama maka muatan positif dan

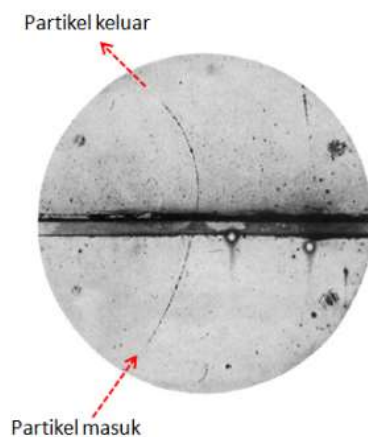
negatif akan membelok dalam arah berlawanan. Oleh karena itu, gaya Lorentz dapat digunakan untuk menentukan jenis muatan listrik.

Arah gaya Lorentz pada muatan listrik yang bergerak selalu tegak lurus $\vec{B}$ dan tegak lurus $\vec{v}$. Arah gaya yang selalu tegak lurus arah gerak pada partikel bermuatan yang bergerak dalam medan magnet persis sama dengan gaya pada benda yang sedang bergerak melingkar beraturan. Lintasan partikel diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Lintasan partikel bermuatan yang masuk dalam ruang yang mengandung medan magnet. Arah kecepatan tegak lurus dengan arah medan.

Pada benda yang bergerak melingkar, selalu bekerja gaya ke arah pusat lingkaran, sedangkan arah gerak selalu menyinggung lintasan (tegak lurus gaya). Dengan demikian, kita bisa memastikan bahwa lintasan muatan yang masuk dalam medan magnet dalam arah tegak lurus membentuk lintasan lingkaran.



Gambar 2

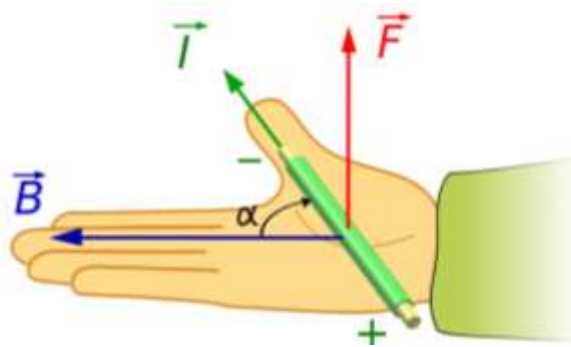
Gambar 2 adalah salah satu foto yang bersejarah dalam ilmu pengetahuan. Ini adalah foto pembelokan lintasan partikel bermuatan listrik positif dalam medan magnet. Foto ini

adalah hasil percobaan Carl Anderson yang merupakan deteksi pertama keberadaan elektron bermuatan listrik positif. Partikel ini diberi nama positron.

Gaya Magnet Oleh Arus Listrik

Gaya magnetik mempengaruhi kawat berarus listrik bila berada di dalam medan magnet, akan mengalami suatu gaya akibat pengaruh medan magnet tersebut (Gaya Lorentz). Gaya Lorentz mempelajari kaidah gabungan di antara dua gaya yaitu: gaya elektrik dengan gaya magnetik pada sebuah medan elektromagnetik.

Gaya Lorentz ini dihasilkan oleh suatu muatan listrik yang dapat bergerak jika sebuah arus listrik berada didalam medan magnet B . Kedudukan Gaya Lorentz sendiri juga menyesuaikan dengan tempatnya menjalankan muatan listrik. Ada Gaya Lorentz pada kawat berarus, dan juga ada Gaya Lorentz pada kawat sejajar.



Gambar 3

Gerak partikel akan menyimpang searah dengan gaya Lorentz yang mempengaruhi. Arah gaya Lorentz pada muatan yang bergerak dapat juga ditentukan dengan kaidah tangan kanan gaya Lorentz (F).

Ibu jari menunjukkan arah gaya Lorentz (F), jari telunjuk menunjukkan arah medan magnet (B), jari tengah menunjukkan arah medan listrik (I). Untuk muatan positif, arah gerak searah dengan arah arus, sedangkan untuk muatan negatif, arah gerak berlawanan dengan arah arus

Besar gaya lorentz (gaya magnetik) yang dialami oleh penghantar yang panjangnya l dan dialiri arus i yang memotong medan magnet dengan membentuk sudut Θ adalah:

$$F = B \cdot i \cdot l \cdot \sin \theta$$

Jika arah arus yang mengalir tegak lurus dengan arah medan magnet, maka besar gaya lorentz yang terjadi dapat dihitung dengan rumus:

$$F = B \cdot i \cdot l$$

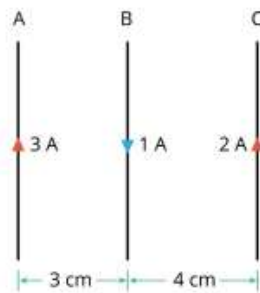
Keterangan:

F : gaya magnetik atau gaya lorentz (N)
 B : kuat medan magnet (Tesla)
 i : kuat arus listrik (A)
 l : panjang kawat (m)

Gaya Magnet Pada Tiga Kawat Lurus Panjang Yang Berarus Listrik

Konsep analoginya kami konsepan dalam permasalahan soal

1. Tiga buah kawat panjang A, B, C dialiri arus listrik dan disusun seperti gambar berikut.



Jika panjang ketiga kawat masing-masing 60 cm, resultan gaya magnetik dan arahnya pada kawat B adalah

Pembahasan

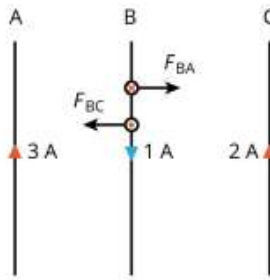
Diketahui:

$i_A = 3 \text{ A}$ $d_{AB} = 3 \text{ cm} = 0,03 \text{ m}$ $l = 60 \text{ cm} = 0,6 \text{ m}$
 $i_B = 1 \text{ A}$ $d_{BC} = 4 \text{ cm} = 0,04 \text{ m}$
 $i_C = 2 \text{ A}$ $d_{AC} = 7 \text{ cm} = 0,07 \text{ m}$

DitanyaL F_B dan arahnya = . . . ?

Dijawab:

Kawat B mendapatkan medan magnet dari kawat A yang arahnya masuk bidang. Oleh karena itu, gaya magnetik pada kawat B akibat kawat A adalah ke arah kanan. Selain itu, kawat B juga mendapatkan medan magnet dari kawat C yang arahnya keluar bidang. Oleh karena itu, gaya magnetik pada kawat B akibat kawat C adalah ke arah kiri. Untuk lebih jelasnya, perhatikan gambar berikut.



Oleh karena kedua gaya tersebut berlawanan arah, maka resultan gaya magnetiknya adalah selisih kedua gaya. Ini berarti:

$$\begin{aligned}
 F_{BA} &= \frac{\mu_0 I_A I_B \ell}{2\pi d_{BA}} & F_{BC} &= \frac{\mu_0 I_C I_B \ell}{2\pi d_{BC}} \\
 &= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 3 \times 1 \times 0,6}{2\pi \times 0,03} & &= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2 \times 1 \times 0,6}{2\pi \times 0,04} \\
 &= 1,2 \times 10^{-5} \text{ N} & &= 0,6 \times 10^{-5} \text{ N}
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, diperoleh:

$$\begin{aligned}
 F_B &= F_{BA} - F_{BC} \\
 &= 1,2 \times 10^{-5} - 0,6 \times 10^{-5} \\
 &= 0,6 \times 10^{-5} \text{ N}
 \end{aligned}$$

Kegiatan 2

Ambil sebuah kawat kecil, selanjutnya kawat diberi arus listrik DC!



Apakah ada gaya yang bekerja pada kawat? Kenapa?

Jawab:

Kita ketahui bahwa, disekitar penghantar kawat yang dialiri arus listrik terdapat medan magnet. Jika terdapat medan magnet, maka memiliki Gaya Lorentz. Gaya Lorentz timbul karena muatan listrik adatu medan listrik bergerak dalam suatu medan magnet. Sehingga bisa disimpulkan bahwa, kawat tersebut tersebut terdapat gaya yang bekerja yaitu **Gaya Lorentz**.

Sekarang gunakan gambar animasi dua kawat lurus panjang pada posisi sejajar, selanjutnya kedua kawat dialiri arus listrik DC dalam arah yang berlawanan! Sebelum melakukan pengamatan, buat rumusan masalah terlebih dahulu.

Rumusan Masalah

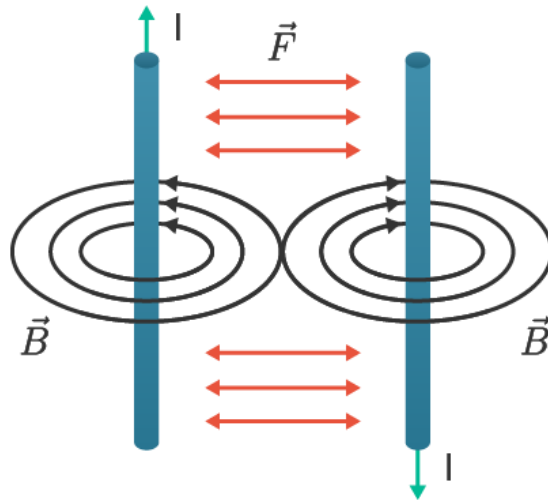
1. Apa yang terjadi pada peristiwa dua kawat lurus panjang yang dialiri arus listrik DC pada arah yang berlawanan?
2. Apa yang terjadi pada peristiwa dua kawat lurus panjang yang dialiri arus listrik DC pada arah yang sama?

Hipotesis

1. Arah yang berlawanan, maka gaya yang ditimbulkan tolak-menolak
2. Arah yang sama, maka gaya yang ditimbulkan adalah tarik menarik

Pengamatan

Mengamati gambar fenomena tersebut:



Gambar 1

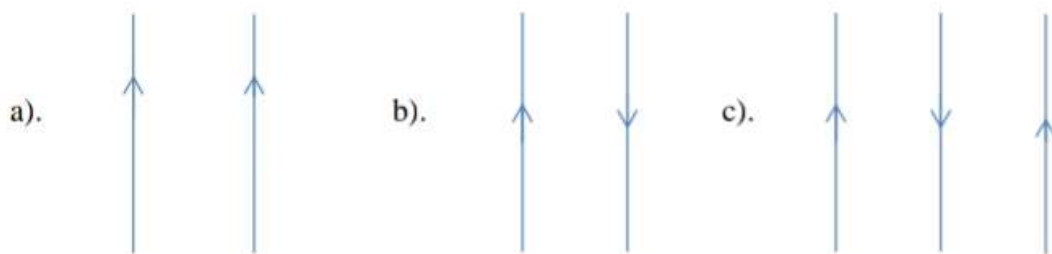
Pembahasan

Gaya Lorentz adalah gaya yang bekerja pada sebuah penghantar berarus listrik dalam medan magnet. Jika terdapat dua kawat yang disusun sejajar dialiri oleh arus listrik serta terkena medan magnet jenis homogen sebesar B , maka hal ini dapat menimbulkan gaya Lorentz secara tarik menarik atau tolak menolak.

Kesimpulan

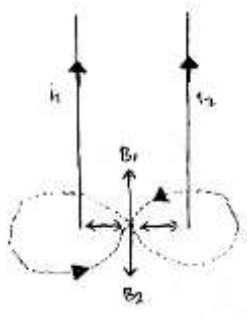
“Apabila arah arus listrik kedua kawat tersebut sama, maka gaya yang ditimbulkan adalah tarik-menarik, dan bila arah arusnya berlawanan, maka gaya yang ditimbulkan adalah tolak-menolak”.

Gambar Gaya-Gaya Pada Kedua Kawat Lurus Panjang Yang Dialiri Arus Listrik!



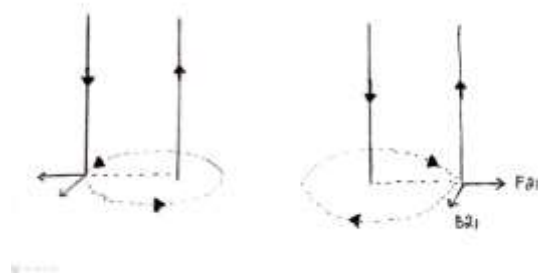
Jawab:

Gamabr (a)



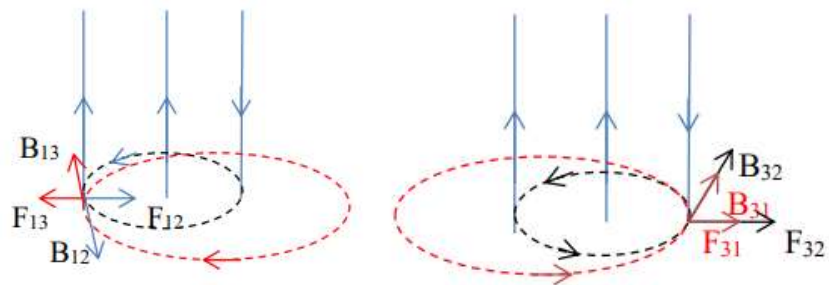
Gambar a

Gambar (b)



Gambar b

Gambar (c)



Gambar c

Soal-soal

1. Dua kawat lurus panjang masing-masing dialiri arus 1 A arahnya kebawah, dan kawat 2 dialiri arus 1 A arahnya ke atas, jarak antara kawat adalah 15 cm, Hitung gaya Lorentz pada masing-masing kawat!

Penyelesaian: Soal - Soal.

① Diketahui:

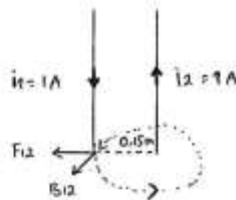
Kawat lurus panjang

$i_1 = 1 \text{ A}$ (arah kebawah)

$i_2 = 1 \text{ A}$ (arah keatas)

Jarak antara ke dua kawat = 15 cm = 0,15 m

Medan magnet pada kawat 1 oleh arus listrik dari kawat 2 (B_{12})



Kawat lurus panjang, berarti medan magnet

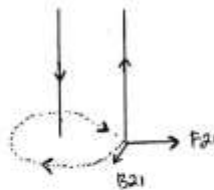
$$\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{2\pi a}$$

$$\begin{aligned}\vec{B}_{12} &= \frac{\mu_0 i_2}{2\pi a} \\ &= \frac{(4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m})(1 \text{ A})}{2\pi(0,15 \text{ m})} \\ &= \frac{(4 \times 10^{-7} \text{ AH/m})}{0,3 \text{ m}}\end{aligned}$$

$$\vec{B}_{12} = 1,33 \times 10^{-6} \text{ T}$$

$$\begin{aligned}\vec{F}_{12} &= \frac{\mu_0 i_1 i_2}{2\pi a} \\ &= \vec{B}_{12} \cdot i_1 \\ &= (1,33 \times 10^{-6} \text{ T})(1 \text{ A}) \\ \vec{F}_{12} &= 1,33 \times 10^{-6} \text{ T.A}\end{aligned}$$

Medan magnet pada kawat 2 oleh kawat 1



$$\begin{aligned}\vec{B}_{21} &= \frac{\mu_0 i_1}{2\pi a} \\ &= \frac{(4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m})(1 \text{ A})}{2\pi(0,15 \text{ m})} \\ &= \frac{(4 \times 10^{-7} \text{ AH/m})}{0,3 \text{ m}}\end{aligned}$$

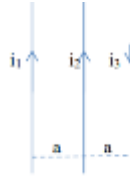
$$\vec{B}_{21} = 1,33 \times 10^{-6} \text{ T}$$

$$\vec{F}_{21} = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{2\pi a}$$

$$= \vec{B}_{21} \cdot i_2 = (1,33 \times 10^{-6} \text{ T})(1 \text{ A}) = 1,33 \times 10^{-6} \text{ T}$$

Jadi gaya magnet pada kedua kawat tersebut sama, dan juga gaya yang dialami oleh kedua kawat adalah sama.

2. Tiga buah kawat lurus panjang dialiri arus listrik, seperti gambar berikut:



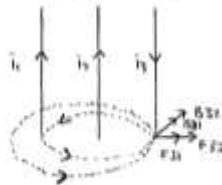
Besar i pada masing-masing kawat adalah 2 A, jarak antara kawat 1 dan kawat 2 adalah $a = 100$ cm, jarak antara kawat 2 dan 3 adalah $a = 100$ cm. Hitung gaya magnet pada kawat 3

2. Diketahui :

Tiga kawat lurus panjang,

dengan $i_1 = i_2 = i_3 = 2$ A

Jarak pada masing-masing kawat $a = 100$ cm $\bullet = 1$ m



$$\begin{aligned} \vec{B}_{32} &= \frac{\mu_0 i_2}{2\pi a} \\ &= \frac{(4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m})(2 \text{ A})}{2\pi(1 \text{ m})} \end{aligned}$$

$$\boxed{\vec{B}_{32} = 4 \times 10^{-7} \text{ T}}$$

$$B_{\text{total}} = B_{32} + B_{31}$$

$$= (4 \times 10^{-7} \text{ T}) + (1 \times 10^{-7} \text{ T})$$

$$\boxed{B_{\text{total}} = 5 \times 10^{-7} \text{ T}}$$

$$\begin{aligned} \vec{B}_{31} &= \frac{\mu_0 i_1}{2\pi a} \\ &= \frac{(4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m})(2 \text{ A})}{2\pi(2 \text{ m})} \end{aligned}$$

$$\boxed{\vec{B}_{31} = 1 \times 10^{-7} \text{ T}}$$

$$\vec{F}_{32} = \frac{\mu_0 i_2 i_3}{2\pi a} = B_{32} \cdot i_3 = (4 \times 10^{-7} \text{ T})(2 \text{ A}) = 8 \times 10^{-7} \text{ TA}$$

$$\vec{F}_{31} = \frac{\mu_0 i_1 i_3}{2\pi a} = B_{31} \cdot i_3 = (1 \times 10^{-7} \text{ T})(2 \text{ A}) = 2 \times 10^{-7} \text{ TA}$$

$$\begin{aligned} F_{\text{total}} &= F_{32} + F_{31} \\ &= (8 \times 10^{-7} \text{ TA}) + (2 \times 10^{-7} \text{ TA}) \end{aligned}$$

$$\boxed{F_{\text{total}} = 10 \times 10^{-7} \text{ TA}}$$

Jadi, gaya pada kawat 3 oleh kawat 2 dan 1 adalah 10×10^{-7} TA dalam arah kekanan