

## GAYA LORENTZ (GAYA MAGNET)

**Kelompok 1**

Anggota:

- Elsa Pramudya Wardani (2123025004)
- Eva Zelviana (2123025007)
- Dheonardo Putra Perdana (2123025011)
- Tri Wulandari (2123025009)

**Kegiatan 1: mencari konsep analogi****1. Konsep Target: Gaya Magnet oleh Muatan yang Bergerak dalam Medan Magnet****Konsep Analogi : 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:

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

di mana:

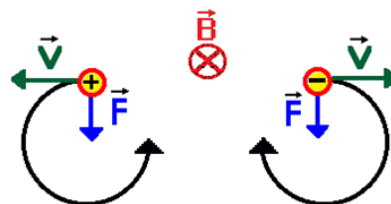
$q$  merupakan muatan listrik (Coloumb)

$v$  merupakan kecepatan gerak muatan listrik (m/s)

$B$  merupakan kuat medan magnet (Tesla)

$\alpha$  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 dibawah, 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 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:

$$R = mv/qvB$$

## 2. Konsep Target: Gaya Magnet oleh Arus Listrik

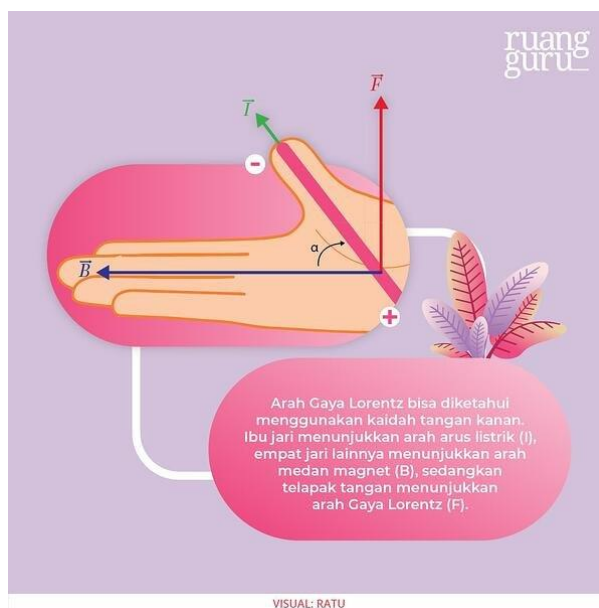
### Konsep Analogi:

Kawat berarus listrik bila berada di dalam medan magnet, akan mengalami suatu gaya akibat pengaruh medan magnet tersebut. Gaya ini disebut gaya magnetik atau sering disebut gaya lorentz.

### 1. Arah Gaya Magnet

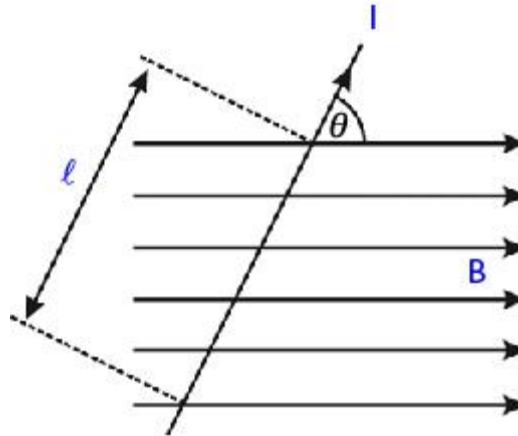
Bila arus  $i$ , medan magnet  $B$ , dan gaya magnetik  $F$ , maka arah vektor dari ketiga besaran tersebut adalah seperti ditunjukkan pada gambar. Untuk memudahkan mengingat arah tersebut, dapat digunakan kaidah tangan kanan. Pada kaidah tangan kanan, berlaku:

- Ibu jari menunjuk arah arus;
- Empat jari lainnya menunjuk arah medan magnet;
- Arah gaya magnet yaitu keluar dari telapak tangan.



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

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



Bila arah arus yang mengalir tegak lurus dengan arah medan magnet, maka besar gaya lorentz yang terjadi adalah:

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

$F$  : gaya magnetik atau gaya lorentz (N)

$B$  : kuat medan magnet (Tesla)

$i$  : kuat arus listrik (A)

$l$  : panjang kawat (m)

### 3. Konsep Target: Gaya Magnet pada Tiga Kawat Lurus Panjang yang Berarus Listrik

#### Konsep Analogi

Gaya magnet juga dialami oleh tiga buah kawat sejajar yang saling berdekatan yang beraliran arus listrik. Timbulnya gaya pada masing-masing kawat dapat dianggap bahwa kawat pertama berada dalam medan magnetik yang ditimbulkan oleh kawat kedua dan ketiga, kawat kedua berada dalam medan magnetik yang ditimbulkan oleh kawat pertama dan ketiga, lalu kawat ketiga berada dalam medan magnetik yang ditimbulkan oleh kawat pertama dan kedua.

Apabila arah arus ketiga kawat itu searah maka pada ketiga kawat akan terjadi gaya tarik-menarik dan sebaliknya jika arah arus pada ketiga kawat berlawanan, maka akan tolak-menolak. Gaya tarik-menarik atau gaya tolak menolak pada ketiga kawat merupakan akibat adanya gaya magnet pada ketiga kawat tersebut.

## Kegiatan 2:

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



Apakah ada gaya yang bekerja pada kawat? Kenapa?

### Jawaban:

Ada, karena di sekitar kawat yang dialiri arus listrik itu terdapat medan magnet, sehingga akan mengalami suatu gaya akibat pengaruh medan magnet tersebut.

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

### Jawaban:

- Apakah terdapat gaya yang ditimbulkan oleh kedua kawat yang diletakkan sejajar dan dialiri arus listrik DC dalam arah yang berlawanan?
- Apakah gaya yang ditimbulkan oleh kedua kawat yang diletakkan sejajar dan dialiri arus listrik DC dalam arah yang berlawanan saling tarik-menarik atau tolak-menolak?

buat hipotesisnya

### Jawaban:

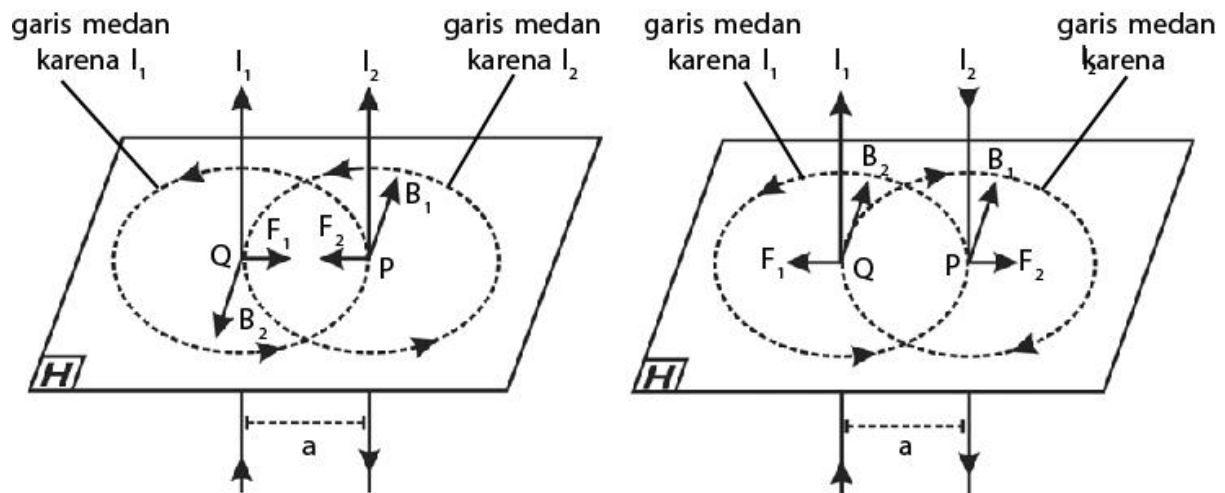
$H_0$  = Tidak terdapat gaya yang ditimbulkan oleh kedua kawat yang diletakkan sejajar dan dialiri arus listrik DC dengan arah arus yang berlawanan.

$H_1$  = Terdapat gaya yang ditimbulkan oleh kedua kawat yang diletakkan sejajar dan dialiri arus listrik DC dengan arah arus yang berlawanan.

$H_0$  = Gaya yang ditimbulkan oleh kedua kawat yang diletakkan sejajar dan dialiri arus listrik DC dalam arah yang berlawanan saling tarik-menarik

$H_1$  = Gaya yang ditimbulkan oleh kedua kawat yang diletakkan sejajar dan dialiri arus listrik DC dalam arah yang berlawanan saling tolak-menolak

Lakukan pengamatan terhadap dua kawat lurus panjang yang dialiri arus listrik DC! Apa yang terjadi pada kedua kawat? Lakukan juga pengamatan pada dua kawat lurus panjang yang dialiri arus listrik DC dalam arah yang sama!



Apa kesimpulan Anda tentang kedua percobaan di atas?

**Jawaban:**

Gaya magnet juga dialami oleh dua buah kawat sejajar yang saling berdekatan yang beraliran arus listrik. Timbulnya gaya pada masing-masing kawat dapat dianggap bahwa kawat pertama berada dalam medan magnetik yang ditimbulkan oleh kawat kedua dan sebaliknya kawat kedua berada dalam medan magnetik yang ditimbulkan oleh kawat pertama.

Apabila arah arus kedua kawat itu searah maka pada kedua kawat akan terjadi gaya tarik-menarik dan sebaliknya jika arah arus pada kedua kawat berlawanan, maka akan tolak-menolak. Gaya tarik-menarik atau gaya tolak menolak pada kedua kawat merupakan akibat adanya gaya magnet pada kedua kawat tersebut.

Arus listrik  $I_1$  menimbulkan induksi magnetik  $B_1$ , maka penghantar berarus  $I_2$  akan dipengaruhi oleh induksi magnetik  $B_1$  sehingga mengalami gaya magnetik  $F_2$  sebesar:

$$F_2 = B_1 I_2 \ell_2 \sin \alpha$$

$$F_2 = \left( \frac{\mu_0 I_1}{2\pi a} \right) I_2 \ell_2 \sin 90^\circ$$

Jika yang ditanyakan adalah gaya persatuan panjang, maka:

$$\frac{F_2}{\ell_2} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a}$$

Sedangkan arus listrik  $I_2$  menimbulkan induksi magnetik  $B_2$ , maka penghantar berarus  $I_1$  akan dipengaruhi oleh induksi magnetik  $B_2$  sehingga mengalami gaya magnetik  $F_1$  sebesar

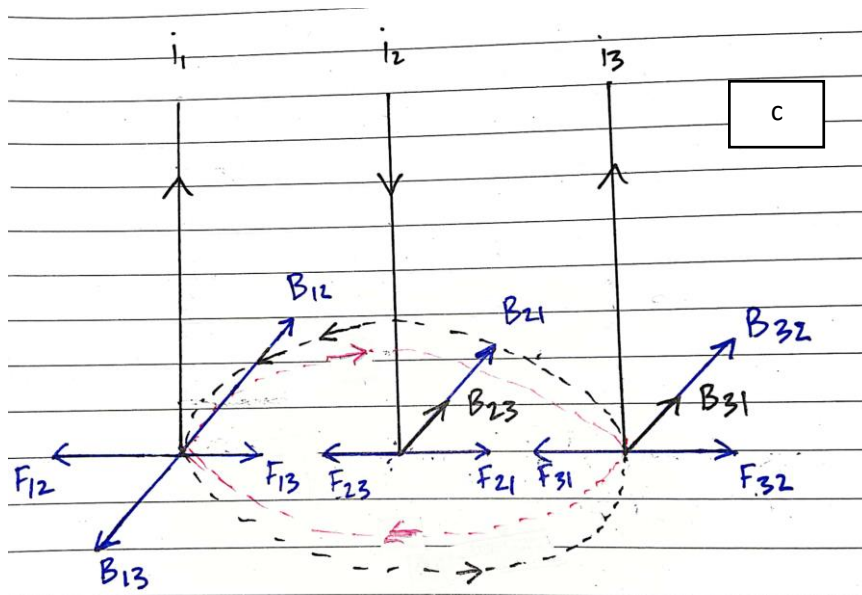
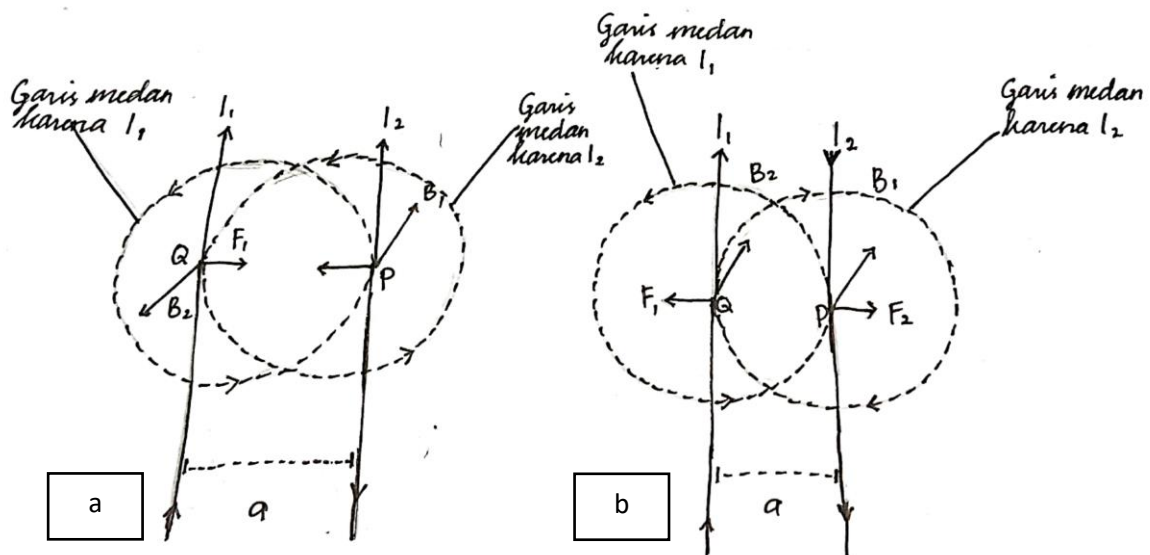
$$F_1 = B_2 I_1 \ell_1 \sin \alpha$$

$$F_1 = \left( \frac{\mu_0 I_2}{2\pi a} \right) I_1 \ell_1 \sin 90^\circ$$

$$\frac{F_1}{\ell_1} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a}$$

Gambar gaya-gaya pada kedua kawat lurus panjang yang dialiri arus listrik!

**Jawaban:**



## Soal-Soal

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

### Jawaban

Soal 1.

Diketahui:

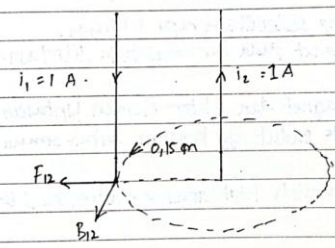
Kawat lurus panjang

$i_1 = 1 \text{ A}$

$i_2 = 1 \text{ A}$

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

$$\vec{B}_{12} = \frac{\mu_0 i_2}{2\pi a}$$

$$= \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m} \cdot 1 \text{ A}}{2\pi \cdot (0,15) \text{ m}}$$

$$= 13,3 \cdot 10^{-7} \text{ H/m}^2$$

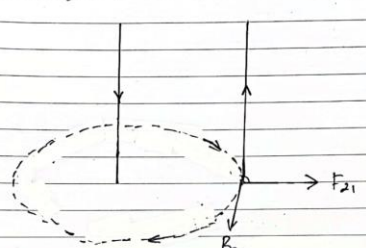
$$= 13,3 \cdot 10^{-7} \text{ T}$$

$$\vec{F}_{12} = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{2\pi a} = B_{12} \cdot i_1$$

$$= 13,3 \cdot 10^{-7} \text{ T} \times 1 \text{ A}$$

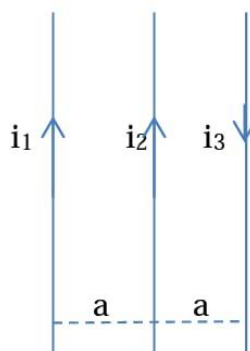
$$= 13,3 \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{A}$$

Medan magnet pada kawat 2 oleh kawat 1



|                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\vec{B}_{21} = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi a}$ $= \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m} \cdot 1 \text{ A}}{2\pi \cdot (0,15) \text{ m}}$ $= 13,3 \cdot 10^{-7} \text{ H/m}^2$ $= 13,3 \cdot 10^{-7} \text{ T}$ | <p>Jadi gaya magnet pada kawat 1 oleh kawat 2 adalah <math>13,3 \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{A}</math> dan medan magnet pada kawat 2 oleh kawat 1 adalah <math>13,3 \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{A}</math>.</p> |
| $\vec{F}_{21} = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{2\pi a} = B_{21} \cdot i_2$ $= 13,3 \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot 1 \text{ A}$ $= 13,3 \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{A}$                                      | <p>Gaya yang dialami oleh kedua kawat adalah sama, dan medan magnet pada masing-masing kawat juga sama.</p>                                                                                                                   |

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  $a = 200 \text{ cm}$ , jarak antara kawat 2 dan 3 adalah  $a = 100 \text{ cm}$ . Hitung gaya magnet pada kawat 3.

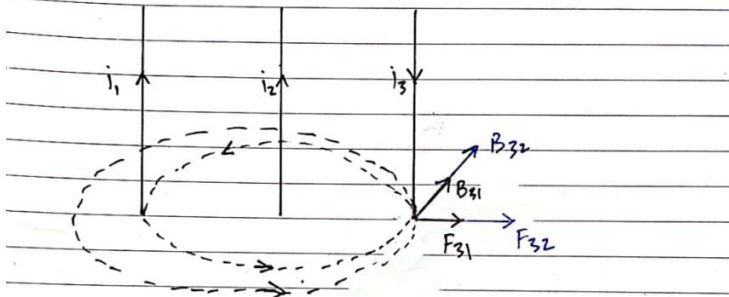
### Jawaban

### Soal 2

Tiga kawat lurus panjang dengan  $i_1 = i_2 = i_3 = 2A$

Jarak pada masing-masing kawat =  $100\text{ cm} = 1\text{ m}$ .

Gaya magnet pada kawat 3 = ?



$$\vec{B}_{31} = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi a} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m} \cdot 2A}{2\pi \cdot (1)\text{ m}} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ H/m}^2 = 2 \cdot 10^{-7} \text{ T}$$

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

$$B_{\text{total}} = B_{31} + B_{32} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ T} + 2 \cdot 10^{-7} \text{ T} = 4 \cdot 10^{-7} \text{ T}$$

$$\vec{F}_{31} = \frac{\mu_0 i_1 i_3}{2\pi a} = \vec{B}_{31} \cdot i_3 = 2 \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot 2A = 4 \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot A$$

$$\vec{F}_{32} = \frac{\mu_0 i_2 i_3}{2\pi a} = \vec{B}_{32} \cdot i_3 = 2 \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot 2A = 4 \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot A$$

$$F_{\text{total}} = F_{31} + F_{32} = 4 \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot A + 4 \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot A = 8 \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot A$$

Jadi gaya pada kawat 3 oleh kawat 1 dan 2 adalah  $8 \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot A$  ke arah kanan.