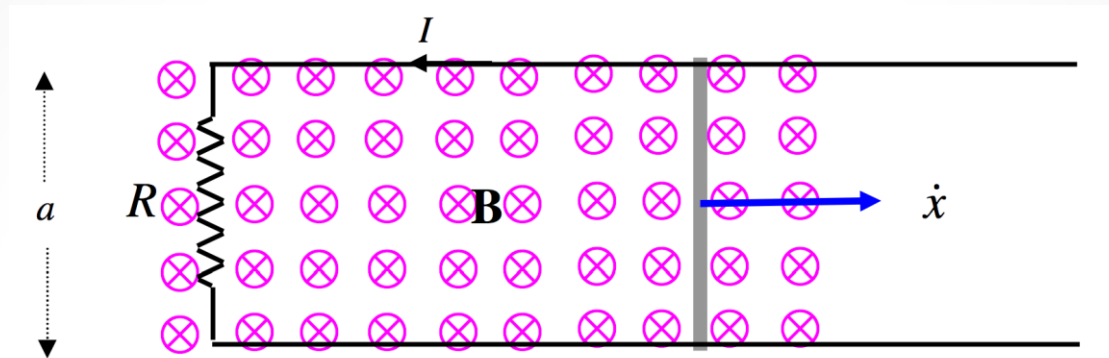




GAYA LORENTZ & INDUKSI MAGNET

Dosen pengampu: Hervin Maulina, S.Pd., M.Sc.
MK Medan elektromagnetika



Capaian Pembelajaran

Setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa mampu:

1. Menjelaskan konsep dasar gaya Lorentz dan induksi elektromagnetik.
2. Menentukan besar dan arah gaya magnetik pada muatan bergerak dan kawat berarus.
3. Menganalisis fenomena gaya Lorentz dan induksi magnet dalam kehidupan sehari-hari.
4. Menyelesaikan soal kuantitatif dan kualitatif terkait gaya magnet dan ggl induksi.



1. Konsep Gaya Lorentz

A. Gaya Lorentz pada Muatan Bergerak

Jika suatu **muatan** q bergerak dengan kecepatan v di dalam **medan magnet** B , maka:

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

Besarnya bisa dihitung dengan

$$F = qvB \sin\theta$$

q merupakan muatan listrik (Coloumb)

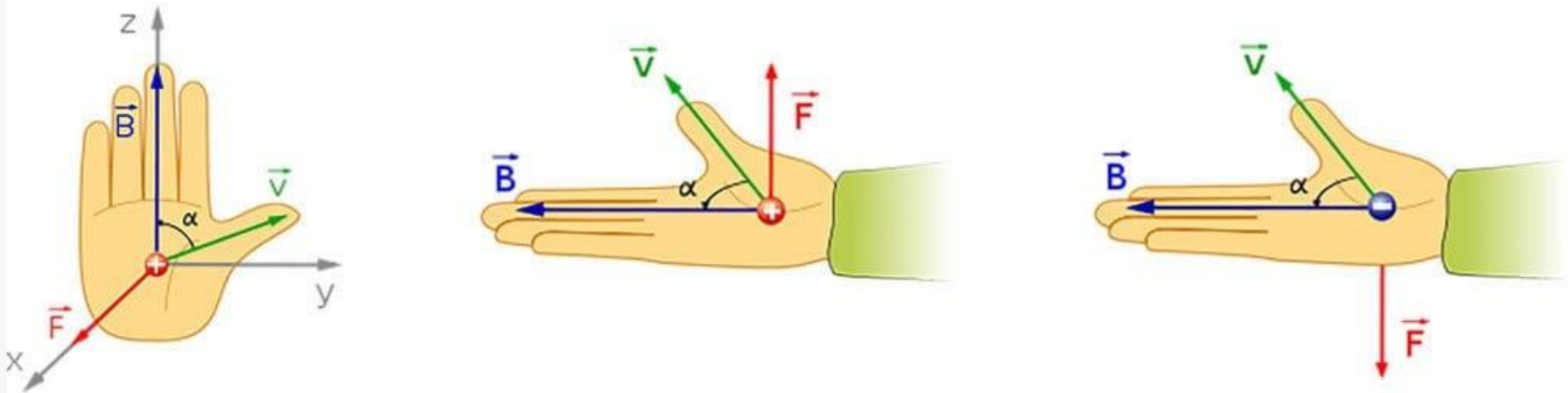
v merupakan kecepatan gerak muatan listrik (m/s)

B merupakan kuat medan magnet (Tesla)

θ merupakan sudut yang dibentuk oleh B dan v

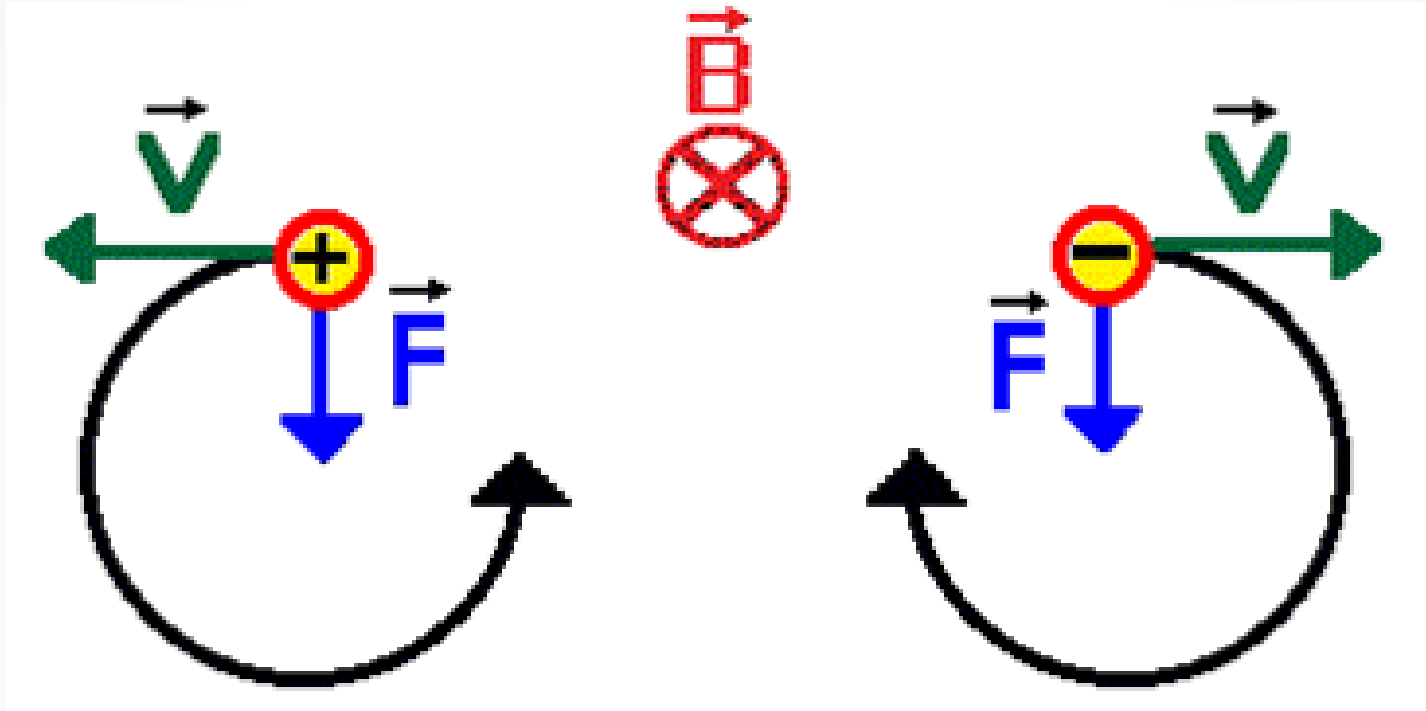
Gaya Lorentz atau yang disebut juga gaya magnetik

1. Konsep Gaya Lorentz (cont.)



Kaidah Tangan Kanan Gaya Lorentz

1. Konsep Gaya Lorentz (cont.)



Bila muatan q positif maka arah v searah dengan I ; bila muatan q negatif maka arah v berlawanan dengan arah I .

1. Konsep Gaya Lorentz (cont.)

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.

$$F_{Lorentz} = F_{Sentripetal}$$

$$qvB = m \frac{v^2}{R}$$

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

Latihan Soal 1

Sebuah proton bergerak searah sumbu X positif (ke kanan) dengan kecepatan 3 m/s melewati medan magnet sebesar 5×10^{-6} T dengan arah ke sumbu y negatif. Berapa besar gaya, bentuk dan arah lintasan yang dialami partikel tersebut? Gambarkan!

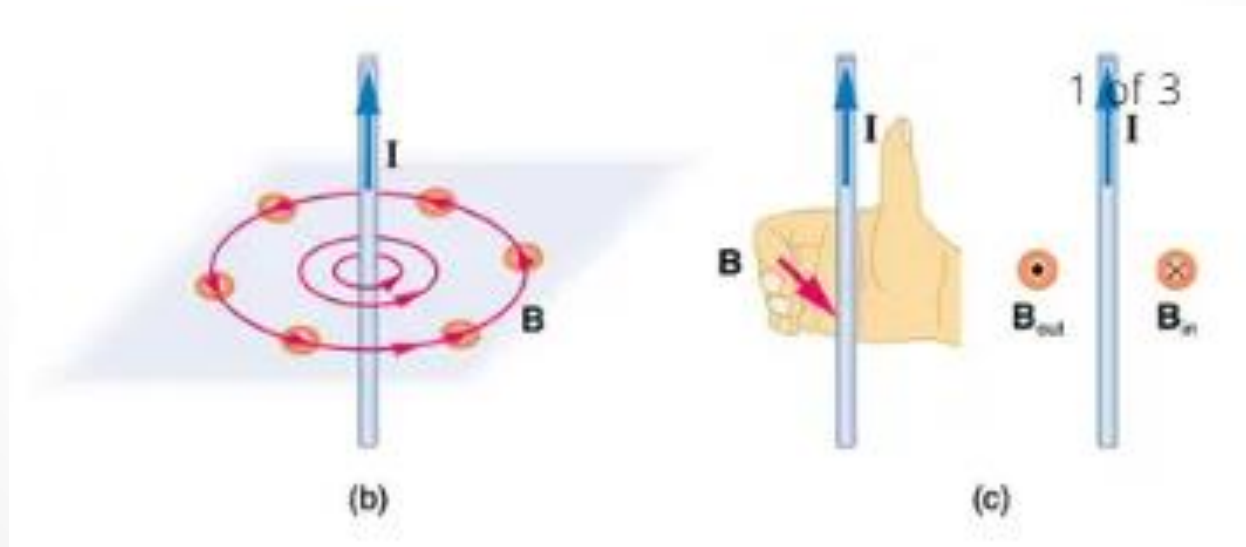


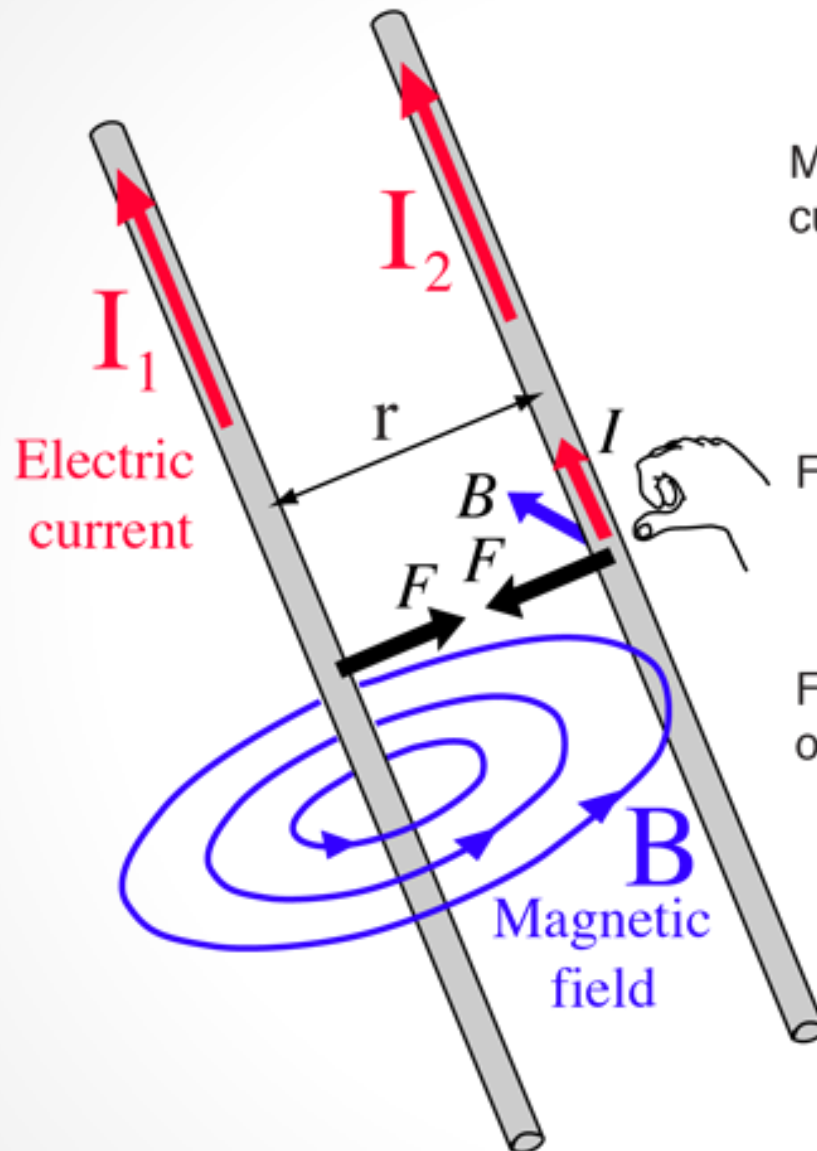
1. Konsep Gaya Lorentz

B. Gaya Lorentz pada Kawat Berarus

Untuk kawat panjang L yang dialiri arus I dalam medan magnet B :

$$\mathbf{F} = I(\mathbf{l} \times \mathbf{B})$$





Magnetic field at wire 2 from current in wire 1:

$$B = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r}$$

Force on a length ΔL of wire 2:

$$F = I_2 \Delta L B$$

Force per unit length in terms of the currents:

$$\frac{F}{\Delta L} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r}$$

Latihan Soal 2

Sebuah kawat lurus sepanjang

$$\mathbf{L} = (0.3\hat{i} + 0.4\hat{j} + 0.2\hat{k}) \text{ m}$$

dialiri arus $I = 5 \text{ A}$.

Kawat tersebut ditempatkan dalam medan magnetik seragam:

$$\mathbf{B} = (0.2\hat{i} - 0.3\hat{j} + 0.5\hat{k}) \text{ T}.$$

Hitung **vektor gaya magnetik** yang dialami kawat tersebut, serta **besar dan arah gaya total**.



1. Konsep Gaya Lorentz

C. Aplikasi Fisis

Motor listrik (gaya magnet menghasilkan torsi putaran).

Galvanometer dan loudspeaker.

Partikel bermuatan di medan magnet (lintasan melingkar).



2. Induksi Elektromagnetik

Ditemukan oleh **Michael Faraday (1831)**:

“Gaya gerak listrik (ggl) akan muncul ketika fluks magnetik yang menembus suatu rangkaian berubah terhadap waktu.”

$$\varepsilon = - \frac{d\phi_B}{dt}$$

$$\phi_B = B \cdot A$$

Tanda negatif (-) berasal dari **Hukum Lenz**:

“Arah arus induksi selalu menentang perubahan fluks magnet yang menyebabkannya.”

Untuk batang konduktor panjang L yang bergerak dalam medan magnet:

$$\epsilon = (\mathbf{v} \times \mathbf{B}) L$$

atau jika dinyatakan dalam besaran-besarnya:

$$\epsilon = vBL \sin \theta$$

di mana:

- ϵ : gaya gerak listrik (volt)
- v : kecepatan batang
- B : kuat medan magnet
- L : panjang batang
- θ : sudut antara $\mathbf{v}$ dan $\mathbf{B}$

Latihan Soal 3

Sebuah kumparan dengan 200 lilitan memiliki luas penampang $A = 0.01 \text{ m}^2$.

Kumparan tersebut ditempatkan dalam medan magnet B yang berubah dari 0,1 T menjadi 0,5 T dalam waktu 0,02 s.

Hitung besar GGL induksi rata-rata.

TUGAS



Soal 1

Sebuah partikel bermuatan $q = +2 \times 10^{-6}$ C bergerak dengan kecepatan

$$\mathbf{v} = (2\hat{i} + 3\hat{j} - \hat{k}) \text{ m/s}$$

dalam medan magnet

$$\mathbf{B} = (0.2\hat{i} - 0.1\hat{j} + 0.3\hat{k}) \text{ T.}$$

Hitung gaya magnetik vektor yang dialami partikel tersebut.



Soal 2

Sebuah kawat lurus sepanjang

$$\mathbf{L} = (0.4\hat{i} + 0.3\hat{j}) \text{ m}$$

dilalui arus $I = 5 \text{ A}$ dalam medan magnet

$$\mathbf{B} = (0.2\hat{i} + 0.1\hat{j} + 0.4\hat{k}) \text{ T.}$$

Hitung gaya magnetik pada kawat.



Soal 3

Sebuah elektron ($q = -1.6 \times 10^{-19}$ C) bergerak dengan kecepatan

$$\mathbf{v} = (2\hat{i} + 4\hat{j}) \times 10^6 \text{ m/s}$$

dalam medan listrik

$$\mathbf{E} = (200\hat{j}) \text{ V/m}$$

dan medan magnet

$$\mathbf{B} = (0.1\hat{k}) \text{ T.}$$



Soal 4

Sebuah batang konduktor panjang $L = 0.5$ m bergerak dengan kecepatan

$$\mathbf{v} = (4\hat{i}) \text{ m/s}$$

di dalam medan magnet

$$\mathbf{B} = (0.2\hat{k}) \text{ T.}$$

Tentukan GGL induksi vektor yang muncul sepanjang batang.



Soal 5

Sebuah kumparan berada dalam medan magnet berubah terhadap waktu:

$$\mathbf{B}(t) = (0.01t \hat{k}) \text{ T}$$

Luas penampang kumparan $\mathbf{A} = (0.02\hat{k}) \text{ m}^2$.

Tentukan vektor GGL induksi rata-rata setelah $t = 5 \text{ s}$.