

Nama : Mutiara Andri

NPM : 2123025002

Mata Kuliah : Elektrodinamika

No
Date

Tuliskan konsep analog yg beresesuaian

17 Konsep Medan Magnet

L> Medan Magnet Oleh Muatan yg bergerak

Konsep Analog

L> Gaya Lorentz adalah gaya yg dilakukan oleh Medan Magnet pd Muatan listrik yg sedg bergerak. Kita dapat menurunkan persamaan gaya Lorentz untuk Muatan yg bergerak dari persamaan gaya Lorentz untuk arus pd kawat. Telah kita bahas, Gaya Lorentz pd kawat yg dialiri arus adalah $\vec{F} = I \vec{L} \times \vec{B}$ jika bagian kawat yg dikenai Medan Magnet adalah $\Delta \vec{L}$. Maka gaya Lorentz yg dihasilkan adalah $\vec{F} = I \Delta \vec{L} \times \vec{B}$. Namun jika kita mengerti mengenai bahwa arus listrik dinyatakan sebagai muatan yg mengalir per satuan waktu. atau $I = \frac{q}{\Delta t}$ dengan Δt merupakan selang waktu dan q merupakan muatan yg mengalir dalam selang waktu tersebut.

Lalu, adapun gaya Lorentz pd kawat yg memiliki arus listrik dinyatakan sebagai berikut. $\vec{F} = \left(\frac{q}{\Delta t} \right) \Delta \vec{L} \times \vec{B} = q \left(\frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t} \right) \times \vec{B}$,

Namun, $\frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t}$ yaitu elemen panjang persatuan waktu yg merupakan definisi kecepatan & tidak lain merupakan kecepatan muatan, atau $\frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t} = \vec{v}$ dimana di peroleh gaya

Lorentz untuk muatan yg bergerak yaitu $\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$. Adapun besarnya gaya Lorentz menjadi $F = q v B \sin \theta$ sudut antar vektor $\vec{v}$ & $\vec{B}$

2> Konsep Medan Magnet

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q\vec{v} \times \hat{r}}{r^2} = k \frac{q\vec{v} \times \hat{r}}{r^2}$$

Konsep Analog

L> Medan Magnet yg dihasilkan oleh Muatan titik yg bergerak

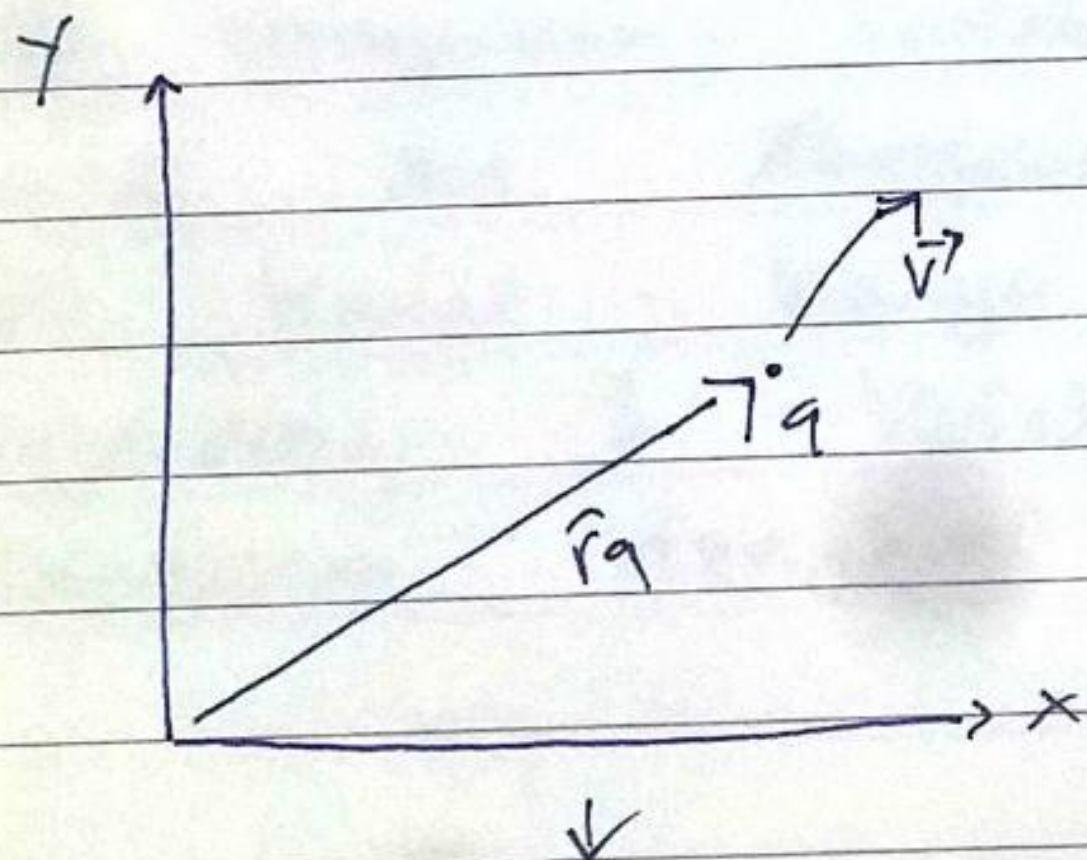
Semua muatan listrik yg bergerak akan menghasilkan medan magnet.

Kasus

Muatan listrik = q bergerak dengan kecepatan $\vec{v}$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q\vec{v} \times \hat{r}}{r^2}$$

dimana merupakan titik yg akan ditinjau mengetahui medan magnet yg timbul



$\Rightarrow$ Koordinat tersebut menunjukkan posisi q di ruang, jadi $\vec{r}_q$ adalah vektor yg menunjukkan posisi q di dalam ruang

37 Konsep Medan Magnet $\Rightarrow$ Medan Magnet oleh arus listrik

Konsep Analog

$\hookrightarrow$ Magnet tdk hanya melakukan gaya pd Magnet yg lain. jk kawat yg dialiri oleh arus listrik ditempatkan dlm medan magnet, mk kawat tersebut Mendpt gaya dri magnet. Besar dan arah gaya yg dialami oleh kawat dialiri oleh listrik dlm medan magnet dlm hukum Lorentz

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

Keterangan :

$\vec{F}$ = Gaya yg dialami kawat berarus listrik (N)

I = Besar arus listrik (A)

$\vec{L}$ = Vektor panjang kawat yg dikenai medan magnet (m)

$\vec{B}$ = Vektor medan magnet (T)

Besar vektor $\vec{L}$ sama dengan bagian panjang kawat yg dikenai oleh Medan Magnet saja. Lalu arahnya sama dengan arus dlm kawat. karna perkalian 2 vektor menghasilkan vektor baru yg tegak lurus maka arah gaya Lorentz tegak lurus vektor $\vec{L}$ dan $\vec{B}$ vektor. demikian jika membuat Bidang datar dimana vektor $\vec{L}$ dan $\vec{B}$ vektor pd bidang tersebut maka vektor gaya berarah tegak lurus bidang tersebut.

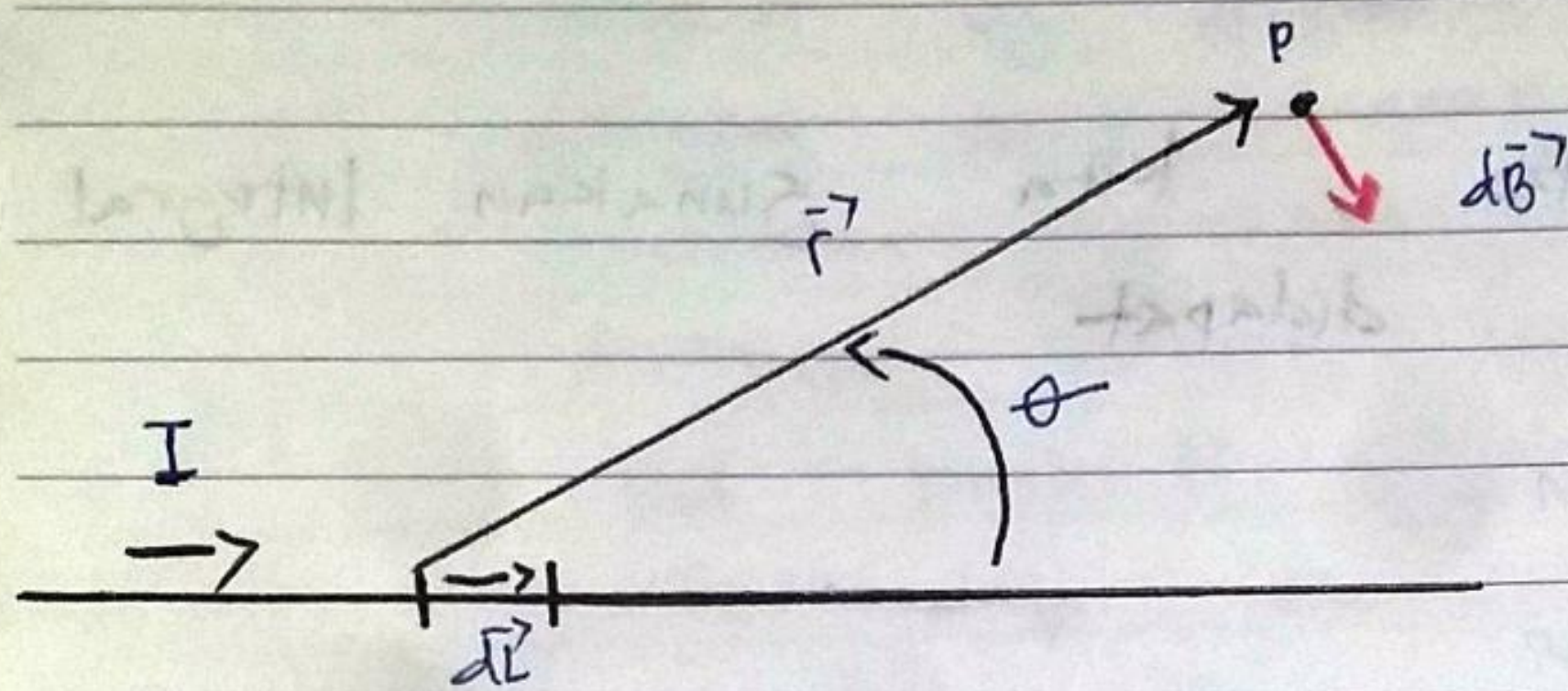
Besarnya gaya Lorentz yg dialami kawat berarus listrik di simbolkan $F = ILB \sin \theta$ dimana θ adalah sudut antar vektor $\vec{L}$ & vektor $\vec{B}$

4) Konsep Medan Magnet

L> Medan Magnet pd Kawat lurus panjang

Konsep Analog

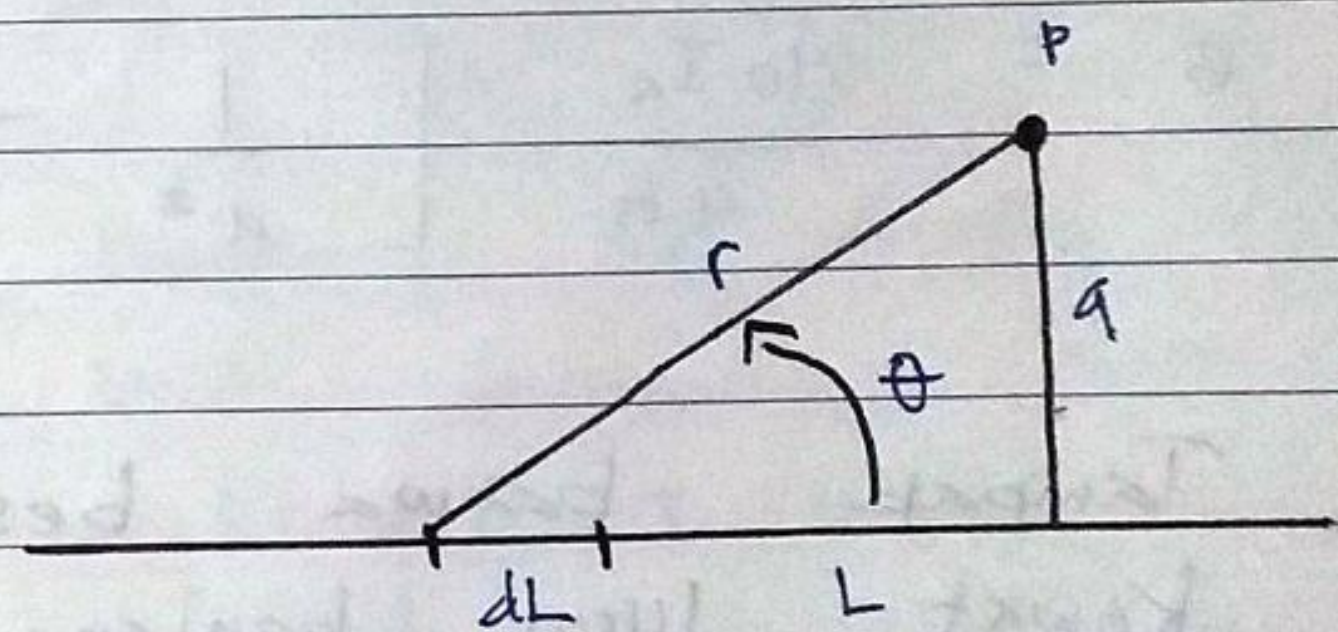
L> Medan Magnet di Kawat lurus panjang terdapat pd Gambar berikut + keterangannya



Untuk mempermudah perhitungan, dpt digunakan bentuk skalar. Dengan menghitung besarnya medan terlebih dahulu. Lalu dpt ditentukan arahnya.

(Kuat medan magnet yg dihasilkan oleh elemen dr kawat lurus panjang)

Pada Ruas Kanan pd gambar di samping, baik dL , r , maupun $\sin \theta$ merupakan variable. Agar integral dpt dikerjakan maka Ruas Kanan hanya boleh mengandung 1 Variable. Namun dinyatakan dengan 2 variable



Dimana jarak tegak lurus titik P ke kawat adalah a dan proyeksi vektor $\vec{r}$ sepanjang kawat adalah L . Tampak dr gambar diatas bahwa $r = \sqrt{L^2 + a^2}$ $\sin \theta = \frac{a}{r}$

Dengan demikian, persamaan Bio - Savart diperoleh

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int \frac{dL}{(L^2 + a^2)^{3/2}} = \frac{\mu_0 I a}{4\pi} \int \frac{dL}{(L^2 + a^2)^{3/2}}$$

Lalu Menentukan batas Integral. Karena kawat memiliki panjang tak hingga, berda pd posisi $-u$ dan ujung lain berada pd posisi $+u$ dengan demikian batas Integral adalah $-u$ sampai $+u$. Medan magnet yg dihasilkan menjadi.

$$B = \frac{\mu_0 I a}{4\pi} \int_{-u}^{+u} \frac{dL}{(L^2 + a^2)^{3/2}}$$

Untuk menghitung Integral diatas, kita gunakan Integral Calculator pd Wolfram Alpha, didapat

$$B = \frac{\mu_0 I a}{4\pi} \left[\frac{L}{a^2 \sqrt{L^2 + a^2}} \right]_{-u}^{+u}$$

$$B = \frac{\mu_0 I a}{4\pi} \left[\left(\frac{u}{a^2 \sqrt{u^2 + a^2}} \right) - \left(\frac{u}{a^2 \sqrt{(-u)^2 + a^2}} \right) \right]$$

$$B = \frac{\mu_0 I a}{4\pi} \left[\left(\frac{u}{a^2 \times u} \right) - \left(\frac{u}{a^2 \times u} \right) \right]$$

$$B = \frac{\mu_0 I a}{4\pi} \left[\frac{1}{a^2} - \left(-\frac{1}{a^2} \right) \right] = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$$

Tampak bahwa besar medan magnet yg dihasilkan kawat lurus panjang di suatu titik sebanding dengan kuat arus dan berbanding terbalik dengan jarak terdekat titik tersebut ke kawat

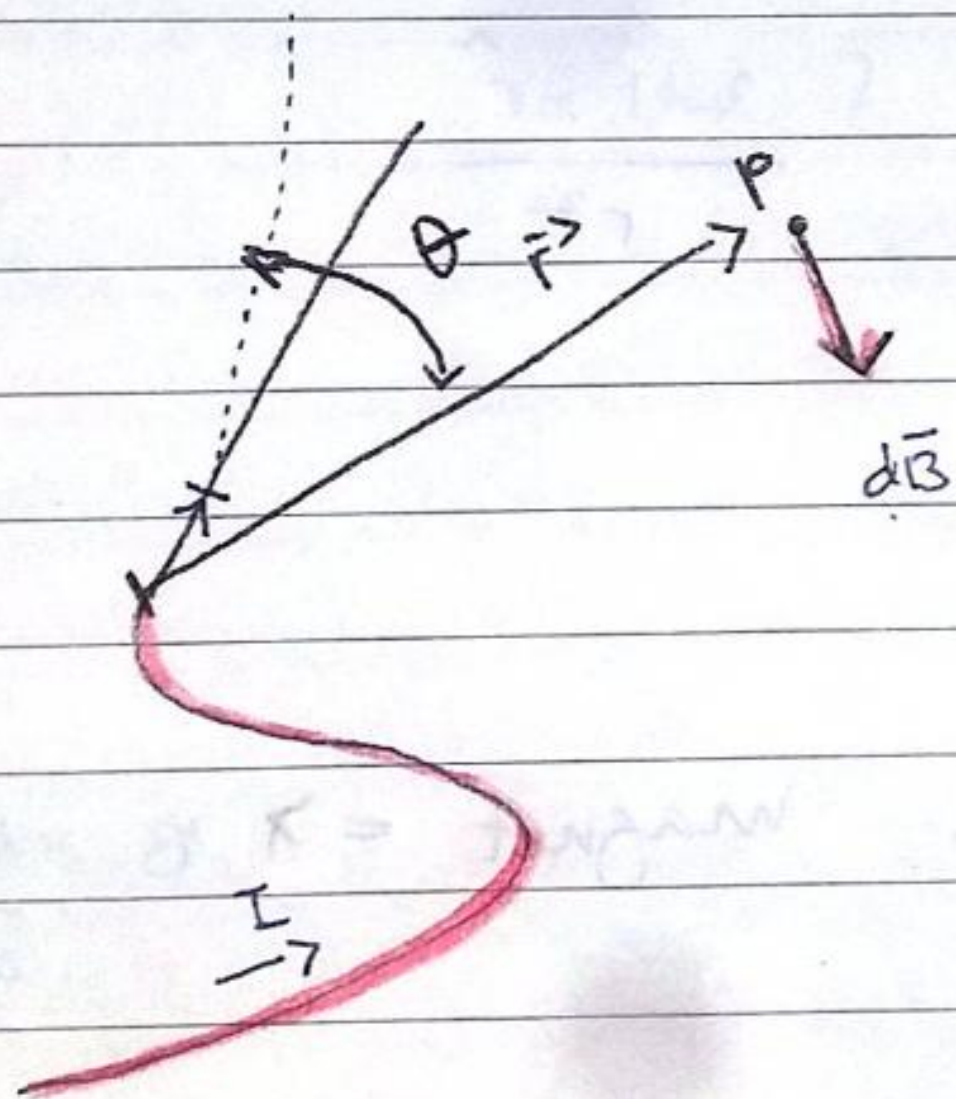
5. Konsep Medan Magnet

Hukum Bio Savart

Konsep Analog

L> Besarnya medan magnet di sekitar arus listrik di tentukan dengan Hukum Biot-Savart

Dimana contoh nya : Sebuah kawat konduktor dialiri arus I . ambil elemen kecil kawat tersebut yg memiliki panjang dL . aral dL sama dengan arah arus. Elemen kawat dpt di nyatakan dalam notasi vektor $d\vec{L}$.
dimana kita ingin menentukan Medan magnet pd posisi P dengan vektor posisi $\vec{r}$
Terhadap elemen kawat.



Kuat medan magnet di titik P yg dihasilkan $d\vec{B}$ saja diberikan oleh hukum Bio-Savart

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{d\vec{L} \times \vec{r}}{r^3}$$

Dimana, μ_0 disebut permeabilitas magnetic vacuum = $4\pi \times 10^{-7} \text{ T m/A}$

Dari bentuk ruas kan menjadi jelas bahwa arah medan magnet yg dihasilkan 1 elemen tegak lurus bidang yg dibentuk elemen tsbt dgn vektor jarak dr elemen ke posisi pengaman. Persamaan tersebut diatas adalah medan magnet yg dihasilkan oleh 1 elemen saja. Medan total yg dihasilkan oleh semua elemen sepanjang kawat diperoleh dr persamaan diatas menjadi

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \int \frac{d\vec{L} \times \vec{r}}{r^3}$$

Jika ingin menghitung besarnya saja (nilai scalar) maka medan magnet γ s dihasilkan seluruh bagian kawat, maka persamaan di tulis dengan

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} I \int \frac{dl \sin \theta}{r^2}$$

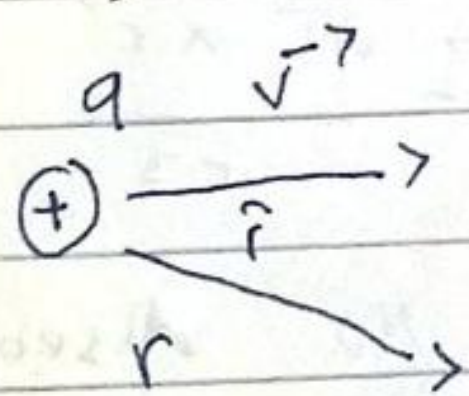
Dimana, θ adalah sudut antara elemen dengan vektor jarak γ s mengarah ke posisi pengamat. Sudut tersebut tdk konstan, bergantung pd orientasi elemen sepanjang kawat. Dengan kata lain sudut tersebut merupakan fungsi sepanjang kawat.

6) Konsep Medan Magnet

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{dl \times \hat{r}}{r^2} = k \int \frac{idl \times \hat{r}}{r^2}$$

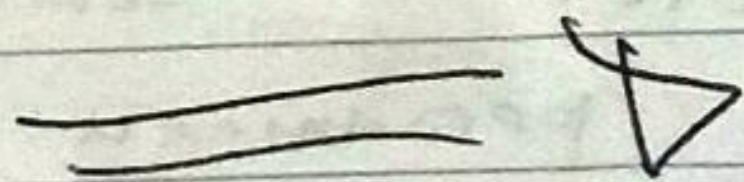
Konsep Analog

L> Hukum Biot Savart

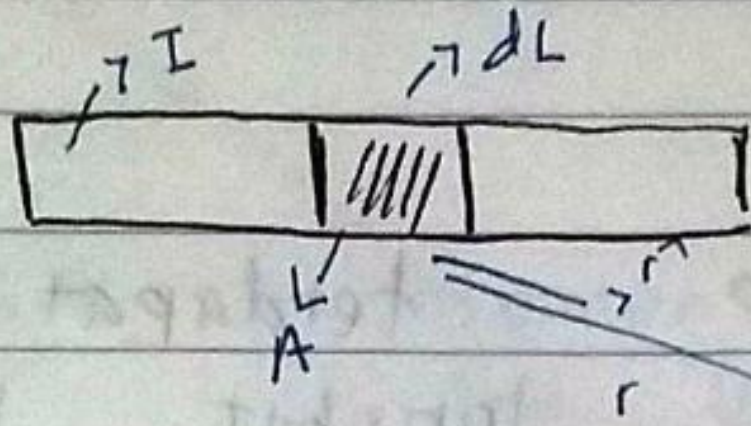


$$\Rightarrow \text{Medan magnet} = \gamma B = \frac{\mu_0}{4\pi} = \frac{q\vec{v} \times \vec{r}}{r^2}$$

Bila sebuah partikel bermuatan positif q bergerak dengan kecepatan $\vec{v}$ maka partikel α bergerak maka akan menghasilkan medan magnet akibat muatan listrik γ s bergerak sebesar r dan vektornya r searah dengan jarak r



Dari konsep tersebut, Bio Savart menggunakan dim
menentukan medan magnet akibat muatan listrik
bergerak pd konduktor. Misal kita memiliki
Kawat konduktor, lalu menentukan medan magnet

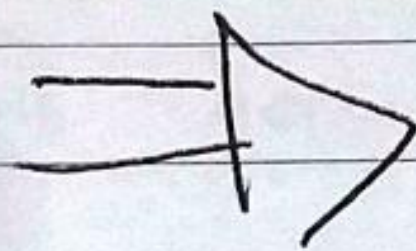


Rapat arus

$$j = n \cdot q \cdot v$$

$$\frac{I}{A} = n \cdot q \cdot v$$

$$v = \frac{I}{n \cdot q \cdot A}$$



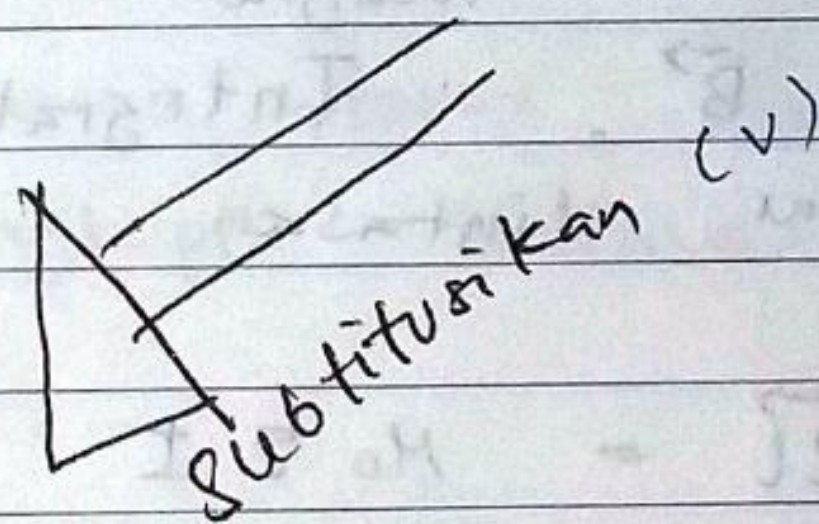
Substitusikan

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} = \frac{q \vec{v} \times r^2}{r^2}$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi} = \frac{dq v \times r^2}{r^2}$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi} = \frac{n \cdot q \cdot A \cdot dL \cdot \vec{v} \cdot r^2}{r^2}$$

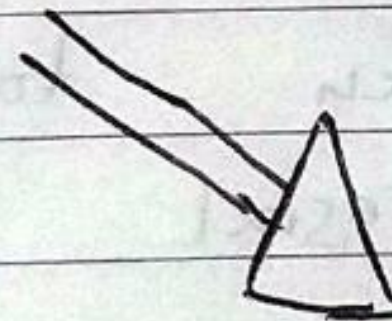
$$= \frac{\mu_0}{4\pi} = \frac{n \cdot q \cdot A \cdot \vec{v} \cdot (dL \times r^2)}{r^2}$$



Substitusikan (v)

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} = \frac{n \cdot q \cdot A \cdot \frac{I}{n \cdot q \cdot A} \cdot dL \times r^2}{r^2}$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{dL \times r^2}{r^2}$$



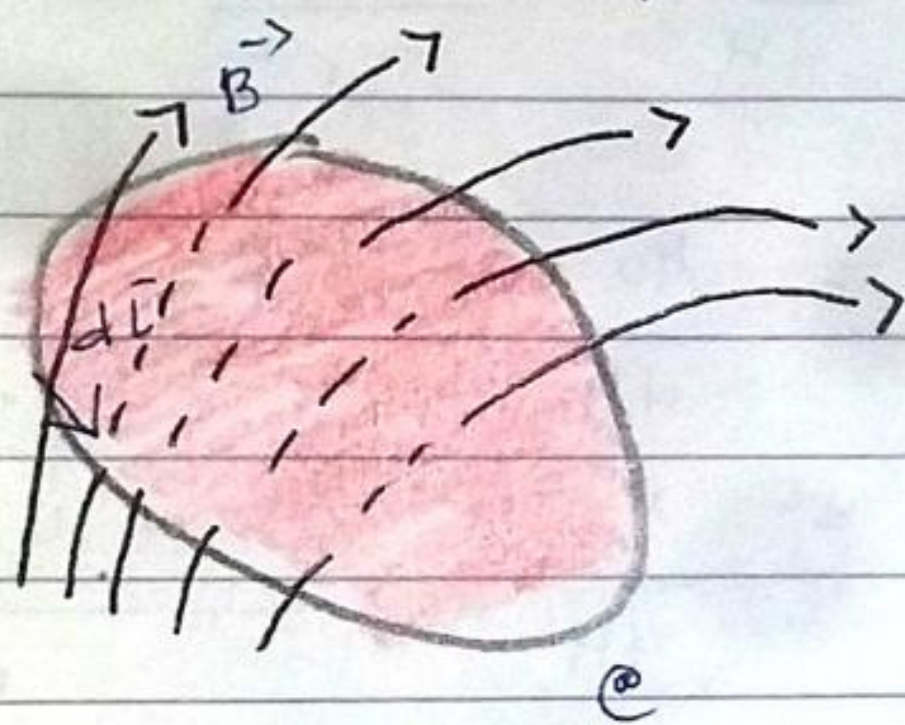
Rumus Hukum Biot-Savart menentukan medan magnet di sebuah titik yg diakibatkan arus yg mengalir pd kawat konduktor pd bagian kesutnya.

7) Konsep Medan Magnet

↳ Hukum Ampere

Konsep Analog

Misalnya di suatu ruang tertutup terdapat medan magnet $\vec{B}$. Di dalam ruang tersebut kita buat sebuah lintasan tertutup C yg sembarang. Seperti gambar dibawah ini, lintasan bebas asal tertutup.



Kita perhatikan elemen lintasan $d\vec{l}$. Anggap kuat medan magnet pd elemen lintasan tersebut $\vec{B}$. Integral perkalian $\vec{B}$ dan $d\vec{l}$ di lintasan tertutup C memenuhi

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \Sigma I$$

dengan

ΣI = Jumlah total arus yg dilingkupi C

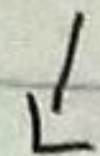
$\oint$ = Integral dikerjakan pd lintasan trttp

dimana $d\vec{l}$ adalah medan magnet yg berada pd lintasan, bukan di dalam / luar lintasan. Jk di dalam lintasan medan magnet titik nol.

8) Konsep Medan Magnet

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{enc}$$

arus yg dikelilingi lintasan ttp



medan magnetik

permeabilitas vakum

elemen perpindahan pd lintasan ttp

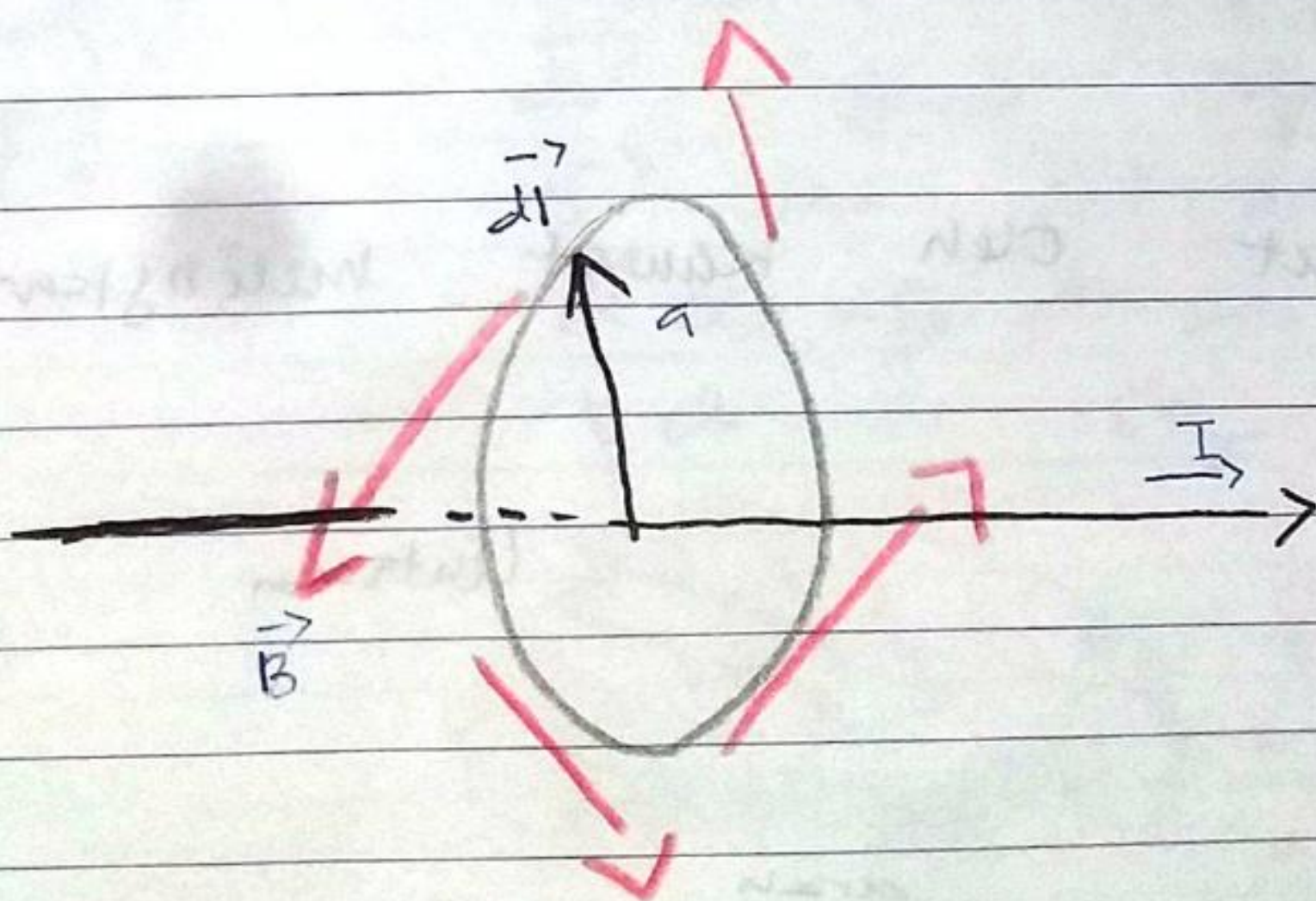
Hukum Ampere untuk mencari kuat medan listrik disekitar kawat lurus panjang.

1) Memilih lintasan tertutup sedemikian rupa sehingga

•> Kuat medan magnet pd berbagai titik dilintasan konstan

•> Vektor medan magnet dan vektor elemen lintasan membentuk sudut yg konstan

2) Mencari $\sum I \Rightarrow$ jumlah total arus yg dilingkupi lintasan Amperre



Beberapa informasi yg dpt diperoleh :

- 1) Medan Magnet selalu menyilang lintasan
- 2) Elemen Vektor $d\vec{l}$ ds menyilang lintasan

Vektor $\vec{B}$ dan $d\vec{l}$ selalu sejajar sehingga sudut θ antar $\vec{B}$ dan $d\vec{l}$ nol demikian,

$$\vec{B} \cdot d\vec{l} = B dl \cos \theta = B dl \cos 0 = B dl$$

dan

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \oint B \cdot dl$$

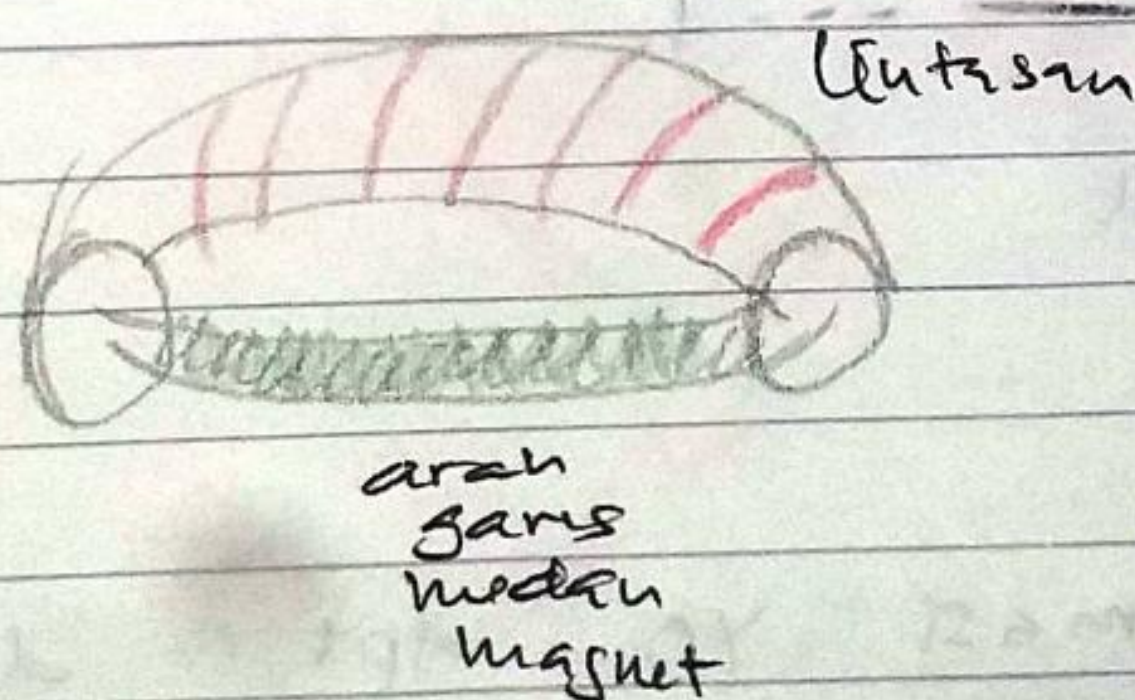
Karena pd tiap titik lintasan besar medan magnet konstan, maka B dpt ditarik keluar ~~lintasan~~ integral

$$\begin{aligned} \oint B \cdot dl &= B \oint dl \\ &= B \times (\text{keliling } \odot) \\ &= B \times (2\pi r) \end{aligned}$$

lalu mencari jumlah arus yg di lingskupi lintasan ampere. karena hanya di lingskupi 1 kawat, maka $\sum I = I$, lalu di substitusi ke persamaan

$$B \times (2\pi r) = \mu_0 I \quad \text{atau} \quad B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{r}$$

➤ Medan magnet oleh kawat melingkar



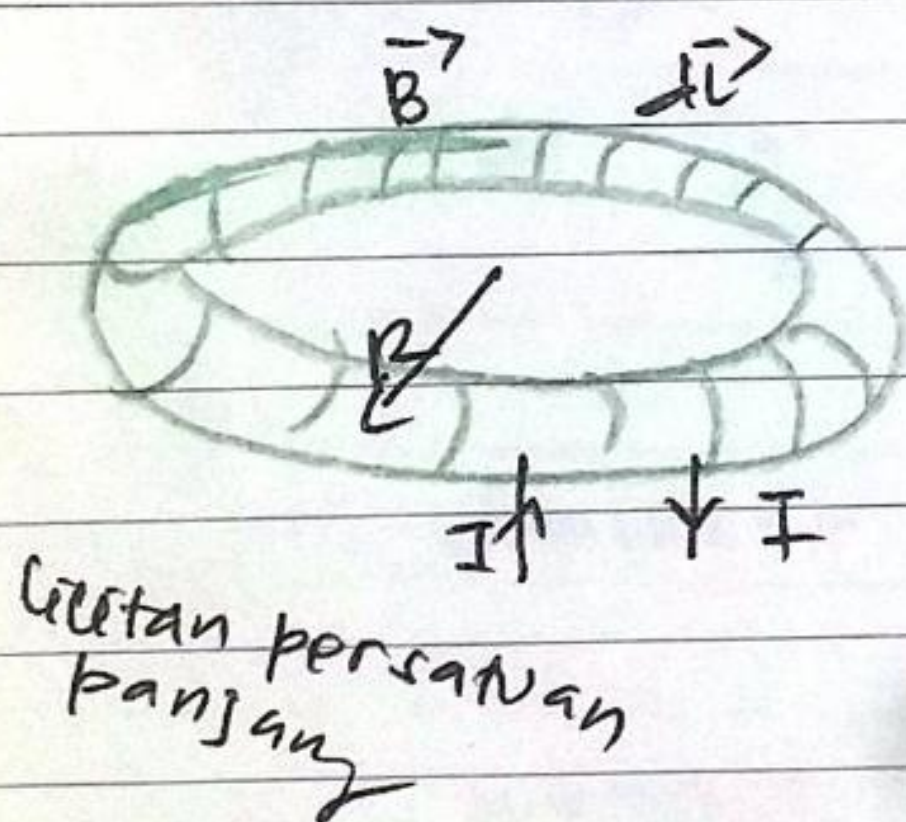
Medan magnet yg dihasilkan dlm rangka toroid dpt digunakan untuk memerangkap partikel bermuatan listrik. Sehingga dpt mengikuti garis medan yg dihasilkan toroid. tdk mendapat gaya medan magnet. Karena

arah gerak sejajar medan magnet. namun jika
gerak partikel menyimpang dr arah tsbt. mk
ada komponen medan tegak lurus kecepatan.
sehingga partikel mendapat gaya Lorentz
yg memaksa partikel kembali ke lintasan lingk.

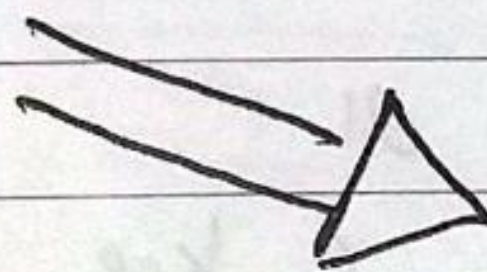
10. Konsep Medan Magnet

$$B^{\rightarrow} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi R I}{(R^2 + z^2)^{3/2}}$$

$\Rightarrow$ Konsep Analogy: jumlah lilitan persatuan panjang
yg dimiliki toroid (n). Arus yg mengalir pd
toroid adalah I . Untuk menentukan kuat
medan magnet dlm rongga toroid, kita membuat
lintasan Ampere.



Misal jari-jari toroid adalah R ,
keliling toroid $k = 2\pi R$. Sepanjang
lintasan ampere, vektor $\vec{B}$ dan
 $d\vec{l}$ selalu sejajar sudut θ antara
 $\vec{B}$ dan $d\vec{l}$ nol, jadi $\vec{B} \cdot d\vec{l} = B dl \cos \theta = B dl$
 $B dl$ shg



$$\begin{aligned} \oint \vec{B} \cdot d\vec{l} &= \oint B dl \\ &= B \oint dl \\ &= B \times (\text{kel. lilitan}) \\ &= B \times (2\pi R n) \end{aligned}$$

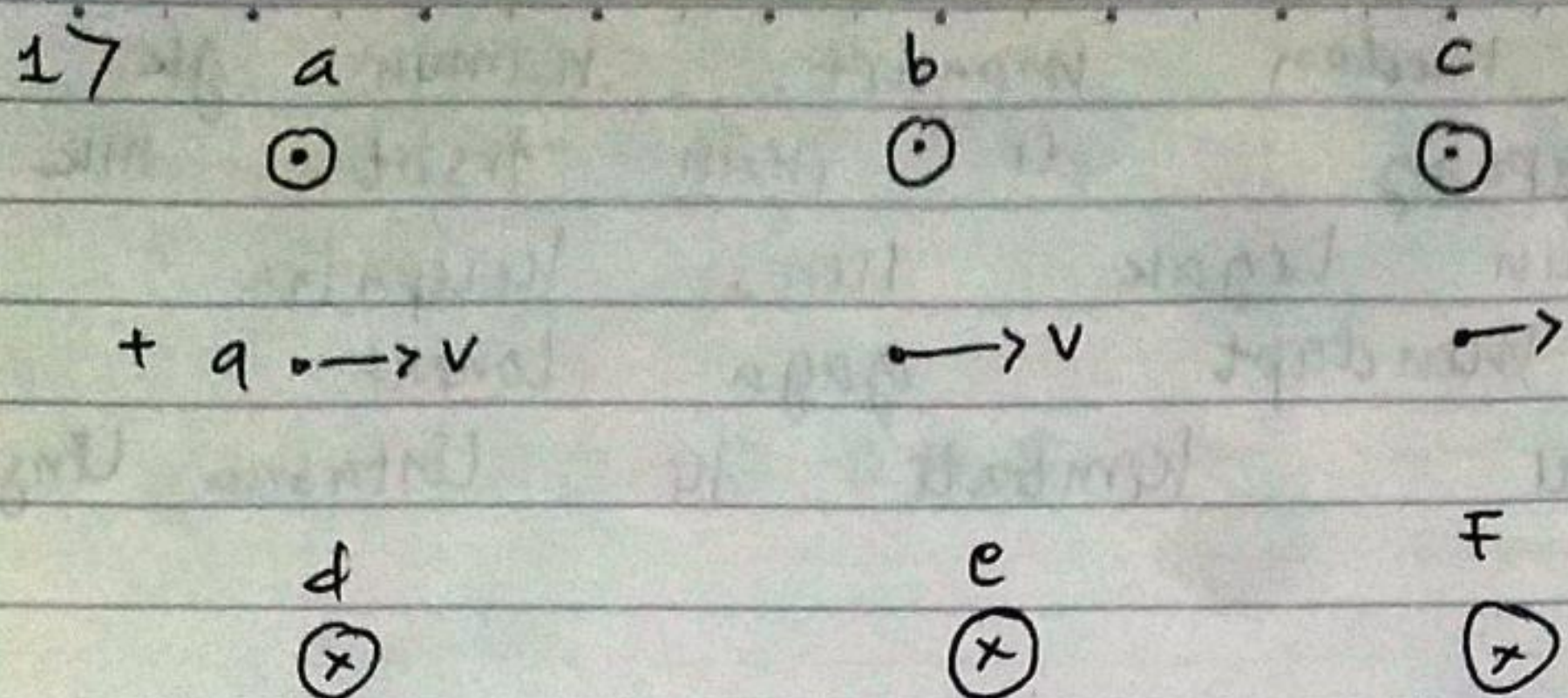
Karena jumlah lilitan di lingkup lintasan ampere
adalah n mk jumlah arus yg di lingkup lintasan
ini adalah $\sum I = nI = 2\pi R n I$

$$\Rightarrow B(2\pi R) = \mu_0 (2\pi R n I)$$

atau $B = \mu_0 n I$

Esay

No
Date



27 $k \cdot \frac{\mu_0}{4\pi}$

$\rightarrow$

$$E = k \frac{q}{r^2} \hat{r}$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q}{r^2} \hat{r}$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{qv}{r^2} \hat{r}$$

$$\vec{E} \cdot \vec{B}$$

a7 $B(2\pi r) = \mu_0 (I r^2)$

at au

$$B = \frac{\mu_0 I}{2} \frac{r^2}{r}$$

$$B \oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \oint I dl$$

$$= B \oint dl$$

$$= B \times (2\pi r)$$

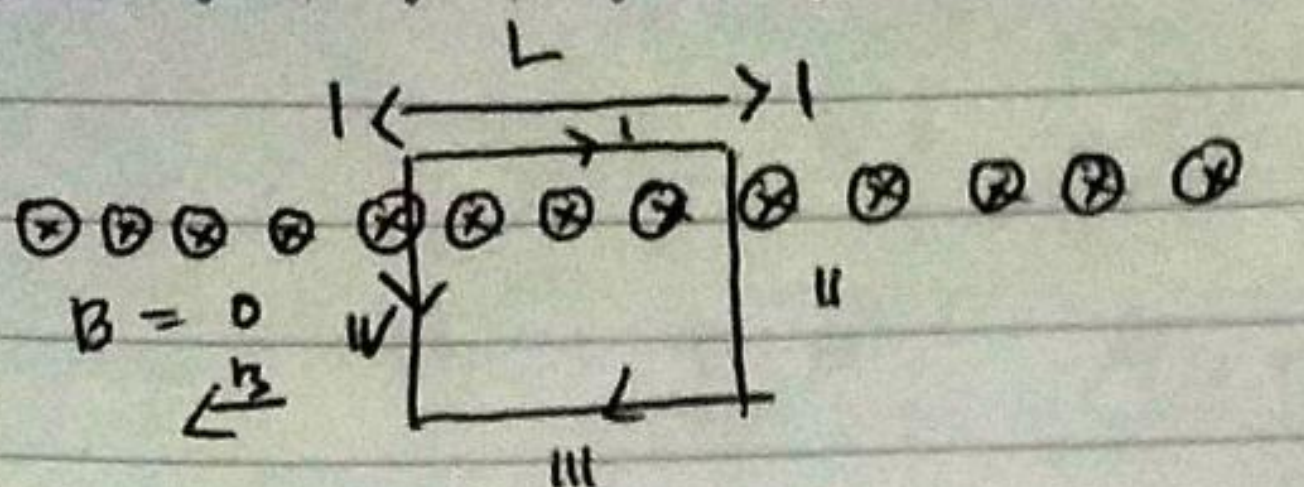
$$= B \times (2\pi r)$$

$$\sum I = NI = 2\pi R n I$$

$$B \times (2\pi r) = \mu_0 (2\pi R n I)$$

at au

$$B = \mu_0 n I$$



$$B = 0$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \int \vec{B} \cdot d\vec{l}_I + \int \vec{B} \cdot d\vec{l}_II + \int \vec{B} \cdot d\vec{l}_III + \int \vec{B} \cdot d\vec{l}_IV$$

Lintasan i

$$\int \vec{B} \cdot d\vec{l} = \int 0 d\vec{l} = 0$$

Lintasan ii

$$\int \vec{B} \cdot d\vec{l} = \int B dl$$

$$= B l$$

$$= B \times (\text{panjang lintasan II})$$

$$= B l$$

Lintasan IV

$$\int \vec{B} \cdot d\vec{l} = \int \vec{B} \cdot d\vec{l} + \int B \cdot d\vec{l}$$

$$= \int 0 d\vec{l} + \int B dl \cos 90^\circ = 0 + 0 = 0$$

demikian, $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = 0 + 0 + B l + 0 = B l$

$\hookrightarrow$ wangsitg ans

$$\sum I = n e I$$

$$B l = \mu_0 (n l I)$$

$$B = \mu_0 n I$$



$$\begin{aligned}
 4) \sum I &= \int_{a_1}^r j \, dn \\
 &= \int_{a_1}^r j (2\pi r \, dr) \\
 &= 2\pi j \int_{a_1}^r r \, dr \\
 &= 2\pi j \left[\frac{1}{2} r^2 \right]_{a_1}^r \\
 &= \pi j (r^2 - a_1^2)
 \end{aligned}$$

dengan Hukum Ampere

$$B (2\pi r) = \mu_0 H_j (r^2 - a_1^2)$$

atau

$$B (2\pi r) = \mu_0 \frac{j}{2} (r^2 - a_1^2)$$

$$B = \frac{\mu_0 j}{2} \left(\frac{r^2 - a_1^2}{r} \right)$$

Untuk lintasan silinder berliku

$$\begin{aligned}
 \sum I &= \int_{a_2}^{a_1} j \, dn \\
 &= \int_{a_2}^{a_1} j (2\pi r \, dr) \\
 &= \pi j (a_2^2 - a_1^2)
 \end{aligned}$$

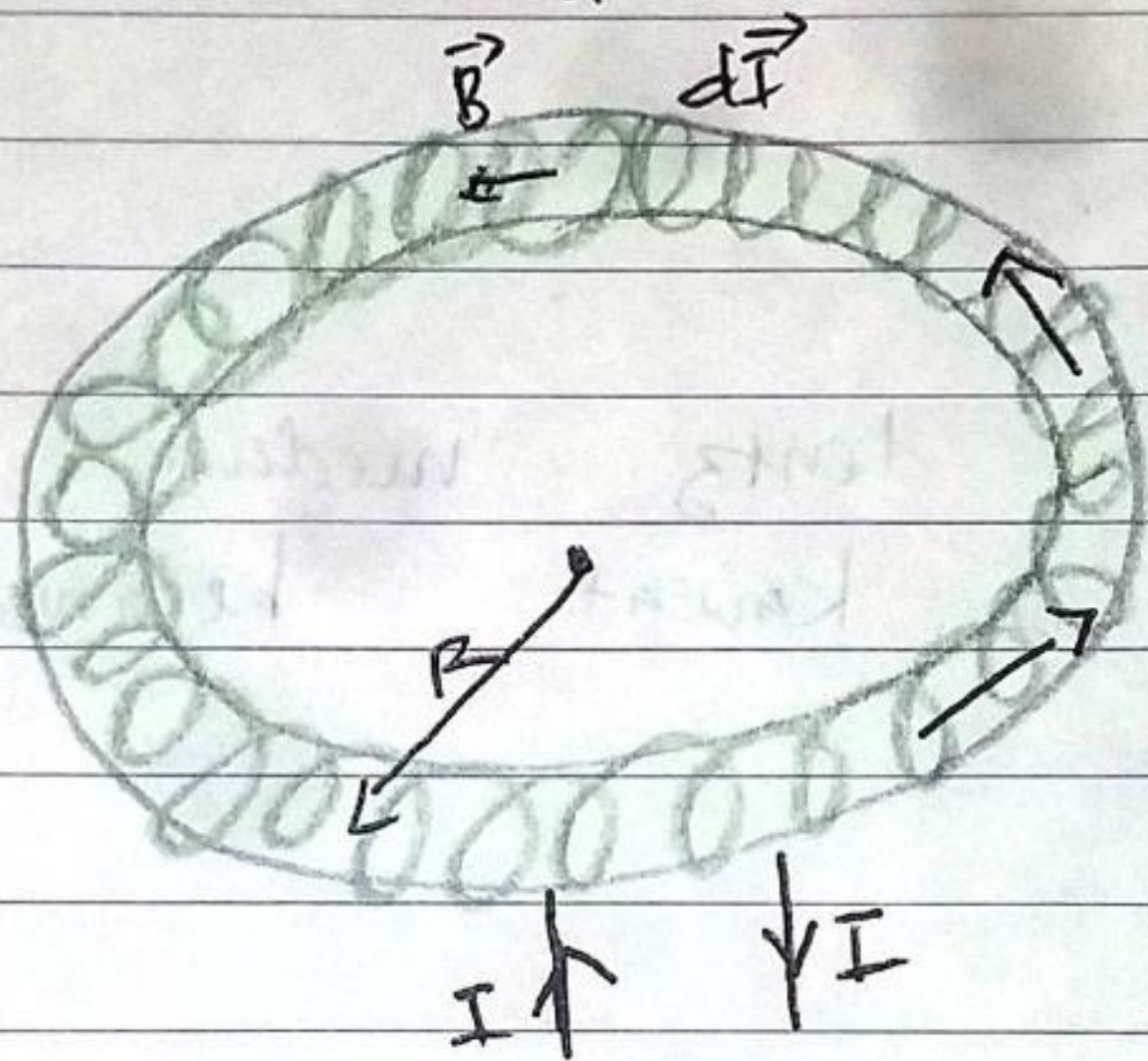
Menggunakan Hk Ampere

$$B (2\pi r) = \mu_0 H_j (a_2^2 - a_1^2)$$

5) persamaan medan magnet yg ditimbulkan toroida, apakah diluar toroida ada medan magnet? kenapa

Jawab.

Misal jumlah lilitan persatuan panjang yg di melingkari toroida adlh n . arus yg mengalir adalah I . Untuk menentukan medan magnet dlm tongga toroida, membuat lilitan ampere berbentuk lingkaran yg melalui rongga toroida



jk kita misalkan jari2 toroida adalah R mk keliling, $k = 2\pi R$ Sepanjang lintasan ampere, vektor $\vec{B}$ dan $d\vec{l}$ selalu sejajar shg sudut θ antara $\vec{B}$ dan $d\vec{l}$ nol jd $\vec{B} \cdot d\vec{l} = B dl \cos \theta = B dl \cos 0^\circ = B$

$$\begin{aligned} \oint \vec{B} \cdot d\vec{l} &= \oint B dl \\ &= B \oint dl \\ &= B \times \text{kel} \odot \\ &= B \times 2\pi R \end{aligned}$$

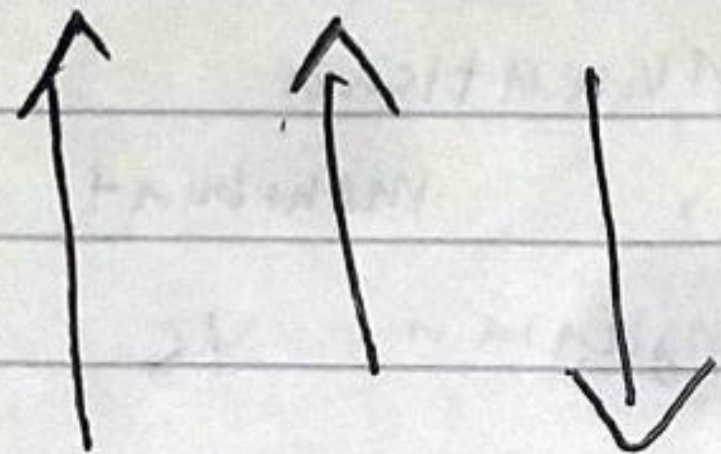
Karena jumlah lilitan melingkupi lintasan Ampere adlh N mk jumlah arus yg di lingkup lilitan in

$$\sum I = NI = 2\pi RNI$$

dengan mensubstitusikan persamaan $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \sum I$
 MK diperoleh $B \times 2\pi R = \mu_0 (2\pi R n I)$

atau $B = \mu_0 n I$

7) Gambar medan magnet pd kedua kawat yg dialiri arus listrik



8) apa kesimpulan anda tentang medan magnet yg ditimbulkan 2 kawat berarus listrik?

Jawab

Pd kawat sejajar yg dialiri arus listrik
 searah, arah medan magnet yg ditimbulkan
 berlawanan arah antar 1 dengan yg lain.
 Sedangkan pd kawat sejajar yg dialiri
 arus listrik berlawanan arah, medan
 magnet yg ditimbulkan memiliki arah
 sama.