

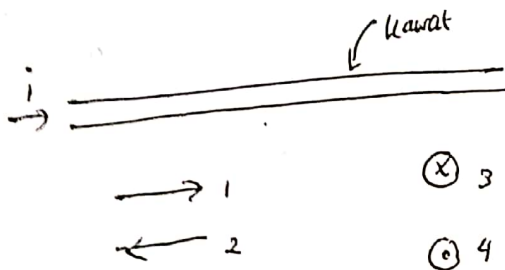
## A. Pertanyaan

①  $\vec{F}_B = q \vec{v} \times \vec{B} = qvB \sin \alpha$

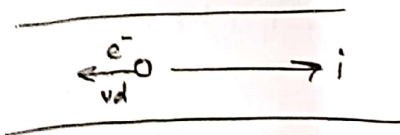
hal ini berarti  $\vec{F}_B$  dan  $\vec{v}$  harus tegak lurus dan  $\vec{B}$  dan  $\vec{F}_B$  harus tegak lurus

- a) Tidak, karena  $\vec{v}$  dan  $\vec{F}_B$  harus tegak lurus
- b) ya
- c) Tidak, karena  $\vec{B}$  dan  $\vec{F}_B$  harus tegak lurus

②



Jika kawat berarus listrik diletakkan dalam sebuah daerah bermedan listrik, maka kawat tersebut akan mengalami gaya magnet (Lorentz).



$$\vec{F}_B = i \vec{l} \times \vec{B}$$

$$|\vec{F}_B| = i |\vec{l}| |\vec{B}| \sin 90^\circ$$

$$F_B = F_E$$

$$F_E = q E_{Hall}$$

$$q E_H = i \vec{l} \times \vec{B}$$

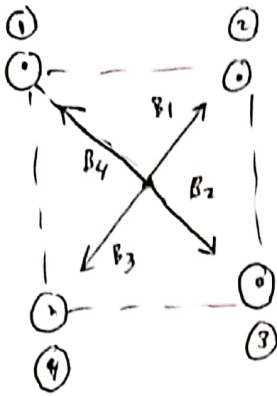
$$q E_H = q \frac{\Delta V}{d} = \frac{i \vec{l} \times \vec{B}}{d}$$

$$\Delta V_H = E_H d$$

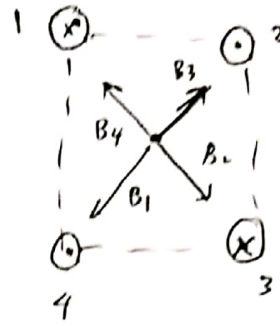
- a) jawaban 3 dan 4 sama, (karena  $\vec{l} \times \vec{B}$  menghasilkan  $\sin 90^\circ$ )  
kemudian 1 dan 2 sama (nol) karena  $\vec{l} \times \vec{B}$  menghasilkan  $\sin 0$  dan  $\sin 180^\circ$
- b) jawab : 4 karena arus mengalir kekanan, akibat pergerakan elektron ke kiri didalam kawat. (Arah  $F_B$  kebawah dan arah  $F_E$  keatas, sehingga bagian atas positif)

3

(a)



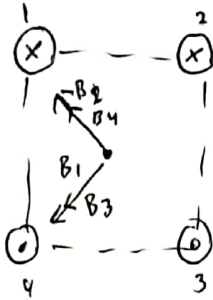
(b)



$$B_{\text{tot}} = 0$$

Karena keempat  $B$  sama besar dan saling meniadakan maka  $B_{\text{tot}} = 0$

(c)

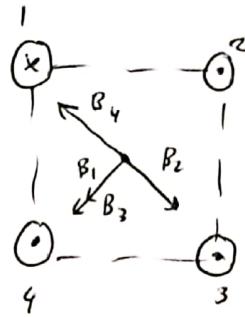


$$B_{\text{tot}} = -(B_{2x} + B_{4x} + B_{1x} + B_{3x}) + (B_y = 0)$$

$$B_{\text{tot}} = -4B_x \hat{i}$$

$$|B_{\text{tot}}| = 4B_x$$

d)



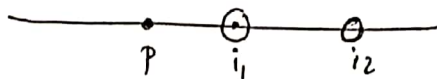
$$\begin{aligned} B_{\text{tot}} &= \sum B_x \hat{i} + \sum B_y \hat{j} \\ &= (-B_{4x} - B_{1x} - B_{3x} + B_{2x}) \hat{i} + \\ &\quad (B_{4y} - B_{1y} - B_{3y}) \hat{j} \end{aligned}$$

$$B_{\text{tot}} = -2B_x \hat{i} - B_y \hat{j}$$

$$B_{\text{tot}} = \sqrt{4B_x^2 + B_y^2}$$

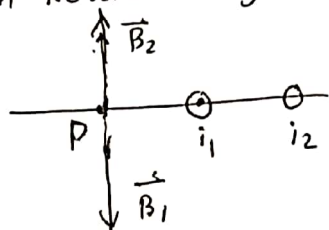
Jadi, urutan nya adalah c, d, kemudian a dan b sama (hol)

4



medan total di P adalah nol akibat medan yg dihasilkan kedua kawat berarus.

a)  $i_2$  berarah ke dalam bidang (masuk bidang)



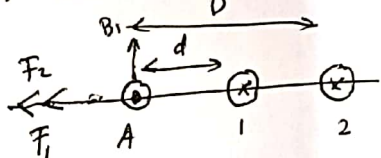
b)  $B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$

$r_2 > r_1$  maka  $i_2 < i_1$

jawab:  $i_2$  lebih kecil dari  $i_1$

5

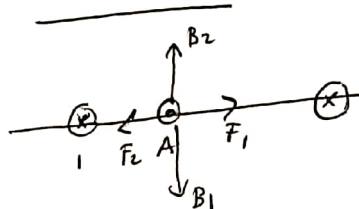
a) keadaan 1



$F_{\text{tot}} = -F_2 \hat{i} - F_1 \hat{i}$

$|F_{\text{tot}}| = F_2 + F_1$

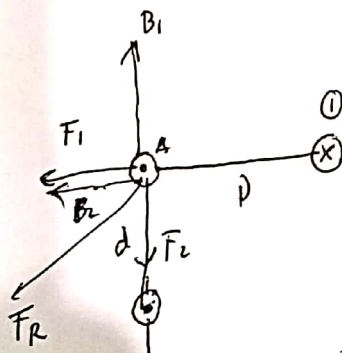
keadaan 2



$F_{\text{tot}} = F_2 \hat{j} - F_1 \hat{j}$

$|F_{\text{tot}}| = |F_2| - |F_1|$

keadaan C



$|F_R| = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$

d) jawaban 1, 3, 2

b)  $\tan \theta = \frac{F_y}{F_x} \Rightarrow$  sehingga  $\theta < 45^\circ$   
(lebih kecil)

① a) Gaya pada elektron adalah :

$$\vec{F}_B = q \vec{v} \times \vec{B} = q (v_x \hat{i} + v_y \hat{j}) \times (B_x \hat{i} + B_y \hat{j})$$

$$\vec{F}_B = q (v_x B_y - v_y B_x) \hat{k}$$

$$\vec{v} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ v_x & v_y & v_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix} = \hat{i} (v_y B_z - v_z B_y) - \hat{j} (v_x B_z - v_z B_x) + \hat{k} (v_x B_y - v_y B_x)$$

maka :

$$\vec{F}_B = (-1,6 \times 10^{-19}) \left[ (2 \times 10^6)(-0,15) - (3 \times 10^6)(0,030) \right]$$

$$\vec{F}_B = 6,2 \times 10^{-14} \hat{k}$$

Besar gayanya  $\vec{F}_B$  adalah  $6,2 \times 10^{-14} \text{ N}$  dan arahnya ke arah positif z

b) dengan mengulangi perhitungan no(a) akan diperoleh hasil yang sama, namun arahnya berbeda.

jadi,  $\vec{F}_B = -(6,2 \times 10^{-14} \text{ N}) \hat{k}$

② Dengan perhitungan seperti no(1), maka kita dapatkan,

$$\vec{F} = q (v_x B_y - v_y B_x) \hat{k}$$

$$= q (v_x (3B_x) - v_y B_x) \hat{k}$$

dimana  $B_y = 3B_x$ . Karena gaya  $F_z$  konstan,  $F_z = 6,4 \times 10^{-19} \text{ N} \hat{k}$

maka :

$$q(3V_x - V_y)B_x = F_z$$

$$B_x = \frac{F_z}{q(3V_x - V_y)}$$

$$B_x = \frac{6,4 \times 10^{-19} \text{ N}}{(-1,6 \times 10^{-19})[(3)(2) - 4]} = -2 \text{ T}$$

③ a) gaya akibat medan listrik,  $\vec{F} = q\vec{E}$ ; dan gaya akibat medan magnet,  $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$ .

Dari grafik, kita ketahui saat  $v=0$ ,  $F = -2 \times 10^{-19} \text{ N}$ ,  
arah medan listrik ke arah  $+y$ .

$$F_{\text{net}} = F_{\text{listrik}} + F_{\text{magnet}}$$

$$F_{\text{net}} = F_{\text{listrik}} + (qVB, v=0, \text{ maka } F_{\text{magnet}} = 0)$$

$$F_{\text{net}} = qE$$

$$E = \frac{F_{\text{net}}}{q} = \frac{-2 \times 10^{-19} \text{ N}}{-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}} = 1,25 \text{ V/m}$$

b) komponen  $x$  dan  $z$  dari gaya adalah nol, maka elektron bergerak sepanjang sumbu  $z$ .

gaya magnet  $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$  berlawanan arah dengan  $\vec{F} = q\vec{E}$ ,  $\vec{E}$  berarah ke  $+y$ ,  
karena kecepatan berarah ke sumbu  $+x$ . dengan menggunakan tangan kanan,  
maka  $B$  harus berarah ke sumbu  $+z$ . karena  $F_B$  berarah ke sumbu  $-y$ .

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

$$-\hat{j} = q(+\hat{i} \times \vec{B})$$

$$B = +\hat{k} \quad \text{jadi, } B = 2,50 \times 10^{-2} \text{ T } \hat{k}$$

④ dengan menggunakan  $F = \frac{mv^2}{r}$  (untuk gaya sentripetal) dan  $K = \frac{mv^2}{2}$

$$F = \frac{mv^2}{r}$$

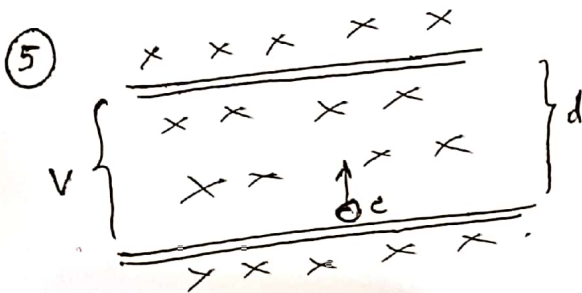
$$mv^2 = Fr$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

$$K = \frac{1}{2}(Fr)$$

$$K = \frac{1}{2}(1,6 \times 10^{-17})(26,1 \times 10^6)$$

$$K = 2,09 \times 10^{-22} \text{ J}$$



Sebelum menyentuh plat, gaya listrik pada elektron adalah  $F_E = qE = \frac{qV}{d}$

berarah ke atas.

Karena energi kinetik elektron  $K = \frac{1}{2}mv^2 = qV$

$$v^2 = \frac{2qV}{m}$$

$$v = \sqrt{\frac{2qV}{m}}$$

gaya oleh medan magnet,  $F_B = qvB = qB \sqrt{\frac{2qV}{m}}$  dalam arah ke bawah.

Untuk mencegah elektron tidak menyentuh plat, kita membutuhkan  $F_B > F_E$ .

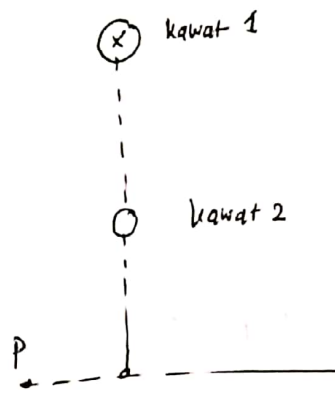
$$\text{atau } qB \sqrt{\frac{2qV}{m}} > \frac{qV}{d} \rightarrow B > \frac{V}{d} \sqrt{\frac{m}{2qV}} = \sqrt{\frac{mV}{2qd^2}}$$



6) a). medan magnet di titik P oleh kawat 1.

$$B_{p1} = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi r_1}$$

dimana  $i_1 = 6,5 A$ ,  $r_1 = d_1 + d_2 = 0,75 \text{ cm} + 1,5 \text{ cm}$   
 $= 2,25 \text{ cm}$



b). medan magnet di titik P akibat kawat 2.

$$B_{p2} = \frac{\mu_0 i_2}{2\pi r_2} \text{ dimana } r_2 = d_2 = 1,5 \text{ cm}$$

Medan magnet total akibat kedua kawat adalah nol, maka,

$$B_{p \text{ total}} = B_{p1} + B_{p2}$$

$$0 = B_{p1} - B_{p2}$$

$$B_{p1} = B_{p2}$$

$$\frac{\mu_0 i_1}{2\pi r_1} = \frac{\mu_0 i_2}{2\pi r_2}$$

$$\frac{i_1}{r_1} = \frac{i_2}{r_2}$$

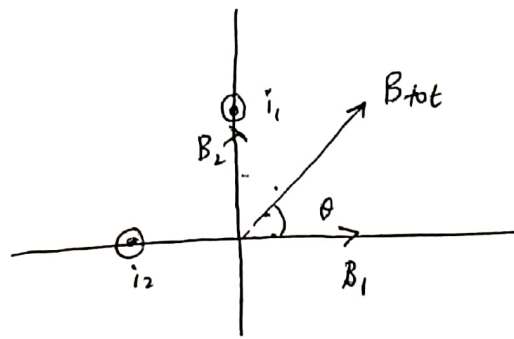
$$i_2 = \left( \frac{r_2}{r_1} \right) \times i_1$$

$$= \left( \frac{1,5 \text{ cm}}{2,25 \text{ cm}} \right) \times 6,5 A$$

$$i_2 = 4,3 A$$

b) dengan menggunakan aturan tangan kanan, kita dapatkan arah  $i_2$  harus keluar bidang kertas.

(7)



Sudut yang dibentuk oleh  $B_{\text{tot}}$  adalah,

$$\tan \theta = \frac{B_2}{B_1}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{B_2}{B_1} \right)$$

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{\frac{\mu_0 i_2}{2\pi r}}{\frac{\mu_0 i_1}{2\pi r}} \right)$$

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{i_2}{i_1} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{40 \text{ mA}}{30 \text{ mA}} \right)$$

$$\theta = 53,13^\circ$$

Medan  $\vec{B}_{\text{tot}}$  diputar  $20^\circ$ , maka sudut akhirnya,

$$\theta' = 53,13^\circ - 20^\circ = 33,13^\circ$$

Sehingga arus  $i_1$  menjadi,

$$\tan(\theta') = \frac{i_2}{i_1}$$

$$i_1 = \tan(\theta') i_2$$

$$= \tan(33,13^\circ) \times 40 \text{ mA}$$

$$i_1 = 61,3 \text{ mA}$$





⑧ a) Arus yang masuk bidang kertas positif, dan arus yang keluar bidang kertas negatif.  
total arus yang di lingkupi lintasan adalah  $2A$ .

- $i_{\text{masuk bidang}} = (+) \rightarrow$  sesuai tangan kanan  $\vec{B}$  menjadi searah jarum jam.
- $i_{\text{keluar bidang}} = (-) \rightarrow$  sesuai aturan tangan kanan menyebabkan  $\vec{B}$  berlawanan arah jarum jam.

dengan menerapkan hukum Ampere,

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

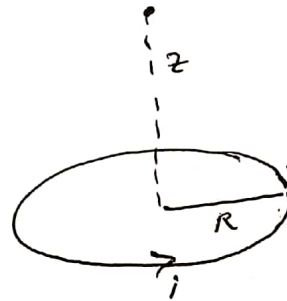
$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = - (4\pi \times 10^{-7})(2) = -2,5 \times 10^{-6} \text{ T.m}$$

b) arus total yang di lingkupi lintasan adalah nol.

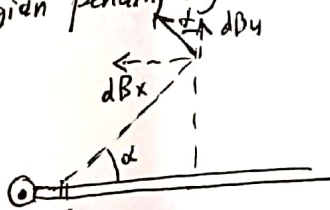
$$\text{sehingga } \oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I_{\text{enc}} = 0$$

⑨ medan magnet akibat kawat berarus melingkar pada suatu titik berjarak tertentu dari sumbu pusat adalah:

$$B_y = \frac{\mu_0 i R^2}{2\pi(R^2 + z^2)^{3/2}}$$



lita ambil sebagian penampang melintang kawat,



$$\vec{B} = \int d\vec{B}_y$$

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \left( \frac{i ds \sin 90^\circ}{r^2} \right)$$

$$\text{atau } dB_y = dB \cos \alpha$$

$$\int dB_x = 0 \text{ (penjumlahannya saling meniadakan)}$$

$$dB_y = \frac{\mu_0 i \cos \alpha ds}{4\pi r^2}$$

$$(9) \quad r = \sqrt{R^2 + z^2} \quad , \quad \cos \alpha = \frac{R}{r} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + z^2}}$$

maka:

$$dB_y = \frac{\mu_0 i R}{4\pi (R^2 + z^2)^{3/2}} ds$$

sehingga  $B_y \text{ total} = \int dB_y = \int \frac{\mu_0 i R}{4\pi (R^2 + z^2)^{3/2}} (R d\theta)$

$$= \frac{\mu_0 i R^2}{4\pi (R^2 + z^2)^{3/2}} \int_0^{2\pi} d\theta$$

$$\vec{B}(z) = \frac{\mu_0 i R^2}{2 (R^2 + z^2)^{3/2}} \hat{k} //$$

kembali ke persoalan,

$$B_y \text{ total} = B_{y1} - B_{y2}$$

$$= \frac{\mu_0 i_1 R^2}{2 (R^2 + z_1^2)^{3/2}} - \frac{\mu_0 i_2 R^2}{2 (R^2 + z_2^2)^{3/2}}$$

dimana  $z_1^2 = L^2$  (lihat gambar soal bagian a), dan  $z_2^2 = y^2$ .

pada gambar soal bagian b,  $B_y = 0$ , hal ini berarti satu arus searah jarum jam dan yang lainnya berlawanan arah jarum jam.

a) karena  $y \rightarrow \infty$ , hanya suku pertama yang berkontribusi, dengan  $B_y = 7,2 \times 10^{-6} \text{ T}$

maka:

$$7,2 \times 10^{-6} = \frac{\mu_0 i_1 R^2}{2 (R^2 + z_1^2)^{3/2}} - 0$$

$$7,2 \times 10^{-6} = \frac{4\pi \times 10^{-7} i_1 (4 \times 10^{-2})^2}{2 ((4 \times 10^{-2})^2 + (3 \times 10^{-2})^2)^{3/2}} \rightarrow i_1 = 0,90 \text{ A} //$$

9) b) dengan loop 2 pada  $y = 0,06 \text{ m}$  (lihat gambar b), maka kita dapat kan  $i_2$

dari,

$$B_{\text{net}} = B_{y1} - B_{y2}$$

$$0 = B_{y1} - B_{y2}$$

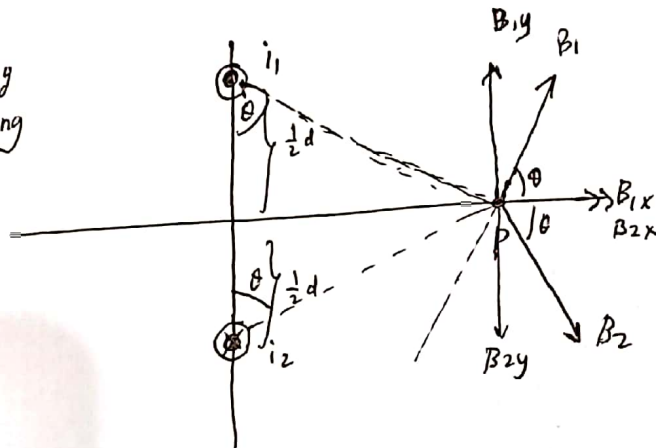
$$B_{y1} = B_{y2}$$

$$\frac{\mu_0 i_1 R^2}{2(R^2 + L^2)^{3/2}} = \frac{\mu_0 i_2 R^2}{2(R^2 + y^2)^{3/2}}$$

$$i_2 = (117 \sqrt{13} / 50\pi) \text{ A} \approx 2,7 \text{ A}$$

10

$i_1$  = keluar bidang  
 $i_2$  = masuk bidang



$$\vec{B}_P = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

$$= (B_{1x} \hat{i} + B_{1y} \hat{j}) + (B_{2x} \hat{i} - B_{2y} \hat{j})$$

$B_{1y} = B_{2y}$  sehingga arah sumbu y  $B_{\text{net}} = 0$

$$B_{1x} = B_{2x}$$

$$B_P = 2 B_1$$

$$= 2 \left( \frac{\mu_0 i}{2\pi r} \right) \cos \theta$$

$$B_P = \frac{\mu_0 i}{\pi r} \cdot \left( \frac{d/2}{r} \right) = \frac{\mu_0 i d}{2\pi (r^2 + (d/2)^2)} = 1,25 \times 10^{-6} \text{ T}$$

dengan arah nya ke sumbu x positif

11

Good luck