

Bab 4 Medan Magnetik

Standar Kompetensi :

Menerapkan konsep kelistrikan dan kemagnetan dalam berbagai penyelesaian masalah dan produk teknologi.

Kompetensi Dasar :

Menerapkan induksi magnetik dan gaya magnetik pada beberapa produk teknologi.

Indikator

- Memformulasikan induksi magnetik di sekitar kawat berarus listrik (hukum Biot Savart)
- Memformulasikan hukum Ampere
- Mengaplikasikan hukum Biot Savart dan hukum Ampere untuk menentukan kuat medan magnet oleh berbagai bentuk kawat berarus listrik
- Memformulasikan gaya magnet (Lorent) pada kawat berarus yang berada dalam medan magnet atau partikel bermuatan yang bergerak dalam medan magnet.
- Mengaplikasikan gaya Lorent pada persoalan fisika sehari-hari.

PENDALAMAN MATERI

A. PENGERTIAN MEDAN MAGNET

Medan magnet diartikan sebagai daerah (ruang) disekitar magnet yang masih dipengaruhi oleh gaya magnet. Magnet sering diartikan sebagai benda yang dapat menarik benda lain. Jika sepotong besi ditempatkan dekat magnet alam, maka besi akan mempunyai sifat magnet seterusnya, dan jika besi magnet ini digantung bebas, maka besi magneti akan menempatkan diri dalam arah utara-selatan. Kutub magnet yang mengarah utara disebut kutub selatan dan kutub magnet yang mengarah ke selatan disebut kutub utara. Hal ini disebabkan kutub magnet bumi berlawanan dengan arah dengan kutub bumi. Besaran yang menyatakan tentang medan magnet di sebut **Induksi Magnet** (diberi lambang B). Induksi magnet sering disebut rapat fluks magnet, kuat medan magnet atau intensitas medan magnet. Induksi magnet merupakan besaran Vektor yang memiliki nilai dan arah.

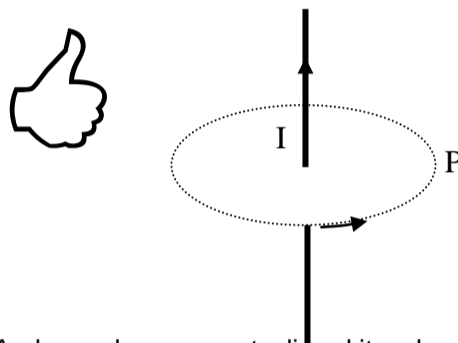
Dua kutub magnet sejenis yang saling didekatkan akan tolak menolak, dan dua kutub magnet tak sejenis akan saling tarik menarik. Faraday menggambarkan arah gaya magnetik dengan garis gaya magnet. Garis gaya magnetik ke luar dari kutub utara dan masuk ke kutub selatan. Arah medan magnet di suatu titik pada garis gaya magnet merupakan garis singgung pada titik tersebut.

B. MEDAN MAGNET DI SEKITAR KAWAT LURUS BERARUS LISTRIK

Besarnya medan magnet di suatu titik di sebut induksi magnet atau kuat medan magnet. Pada tahun 1820 **Oersted** menemukan bahwa arus listrik yang mengalir dalam kawat konduktor dapat menghasilkan efek magnetic.

Dari percobaan Oersted, jika jarum kompas diletakkan di atas kawat berarus listrik, maka jarum kompas akan menyimpang. Ini membuktikan bahwa di sekitar kawat berarus listrik terdapat medan magnet.

Kuat medan magnet di sekitar kawat berarus sebanding dengan besarnya kuat arus listrik dan berbanding terbalik pada jarak suatu titik dengan kawat.



Arah medan magnet di sekitar kawat lurus berarus listrik dapat dinyatakan dengan kaidah tangan kanan. Jika kita menggenggam kawat, maka ibu jari menggambarkan arah arus listrik, dan lipatan keempat jari lain merupakan arah induksi magnet.

Dari percobaan Oersted, Biot dan Savart menemukan hukum Biot-Savart. Menurut Biot-Savart, Besarnya induksi magnet di titik P yang berjarak a dari kawat lurus panjang berarus listrik I adalah :

$$B = \frac{\mu_o \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot a}$$

B = Induksi magnet ($\text{Wb/m}^2 = \text{Tesla} = \text{T}$)

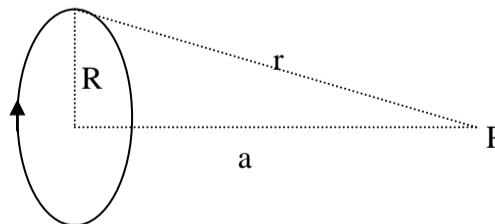
μ_o = permeabelitas ruang hampa ($4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Wb/A.m}$)

I = kuat arus listrik (A)

a = jarak titik terhadap kawat (m)

C. MEDAN MAGNET PADA PUSAT ARUS MELINGKAR

Perhatikan gambar kawat melingkar berarus listrik berikut :



Sebuah titik P berjarak a dari pusat kawat melingkar berarus listrik (I) berjari-jari (R). Jarak titik P dengan keliling kawat = r. Besarnya induksi magnet di titik P adalah :

$$B = \frac{\mu_o \cdot I \cdot R \cdot \sin \alpha}{2 \cdot r^2}$$

R = jari-jari kawat melingkar (m)

α = sudut apit di titik P

r = jarak titik P ke keliling kawat

$$r = \sqrt{a^2 + R^2}$$

a = jarak titik P dengan pusat lingkaran

Besarnya induksi magnet di pusat lingkaran kawat ($a = 0$, $R = r$, $\alpha = 90^\circ$) adalah :

$$B = \frac{\mu_o \cdot I}{2 \cdot R}$$

D. HUKUM AMPERE

Hukum Biot-Savart sangat baik digunakan untuk menggambarkan hubungan antara medan magnet dengan arus pada kawat lurus panjang, namun sulit untuk diterapkan pada lilitan kawat seperti pada solenoide dan toroide. Untuk itu Andre Marie Ampere menyusun hukum Ampere tentang induksi magnet sebagai berikut :

"Jumlah perkalian antara komponen tangensial induksi magnet (B) dan panjang elemen (ΔL) pada suatu sirkuit tertutup sama dengan perkalian antara permeabilitas vakum dengan kuat arus."

$$\Sigma(B \cdot \Delta L) = \mu_o \cdot I$$

E. MEDAN MAGNET PADA KUMPARAN BERARUS LISTRIK (SOLENOIDE)

Jika sebuah solenoide panjangnya L terdiri dari lilitan sebanyak N berarus listrik I, maka :

- *Besarnya induksi magnet di pusat solenoide adalah :*

$$B = \frac{\mu_o \cdot I \cdot N}{L} = \mu_o \cdot I \cdot n$$

$$n = \frac{N}{L}$$

- *Besarnya induksi magnet di ujung solenoide sebesar :*

$$B = \frac{\mu_o \cdot I \cdot N}{2 \cdot L} = \frac{\mu_o \cdot I \cdot n}{2}$$

Jadi besarnya induksi magnet di ujung solenoide sebesar setengah dari besarnya induksi magnet di pusat solenoide.

F. MEDAN MAGNET PADA TOROIDE

Toroide adalah solenoide yang dilengkungkan sehingga sumbunya membentuk lingkaran. Besarnya induksi magnet pada sumbu toroide di rumuskan :

$$B = \frac{\mu_o \cdot N \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot R}$$

B = induksi magnet (T)

N = banyak lilitan

I = kuat arus (A)

R = jari-jari lingkaran toroide (m)

G. MEDAN MAGNET OLEH MAGNET BATANG

Sebuah magnet batang yang memiliki kuat kutub magnet m, akan menimbulkan medan magnet di sekitar magnet tersebut. Besarnya induksi magnet yang di timbulkan oleh magnet batang adalah :

$$B = \frac{k \cdot m}{r^2}$$

B = induksi magnet (T)

k = tetapan = 10^{-7} Wb/A.m

m = kuat kutub magnet (A.m)

r = jarak titik dengan kutub magnet (m)

Dua magnet batang dengan kuat kutub magnet m_1 dan m_2 yang saling didekatkan pada jarak r akan terjadi gaya magnet sebesar :

$$F = \frac{k \cdot m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

F = gaya kedua kutub magnet (N)

Secara mikroskopis, sifat-sifat kemagnetan suatu bahan dapat dibagi dalam 3 kelompok, yaitu :

1. Ferromagnetik, yaitu bahan magnetic yang sangat kuat menarik garis-garis gaya magnet luar, contoh : besi, nikel, kobalt dan baja.
2. Paramagnetik, yaitu bahan magnetic yang sangat lemah menarik garis-garis gaya magnet luar, contoh : aluminium, platina, kayu.
3. Diamagnetik, yaitu bahan yang tidak menarik garis-garis gaya magnetic luar, bahkan sedikit menolak, contoh : tembaga, emas, seng, bismuth, garam dapur.

Contoh Soal

Hitunglah besarnya induksi magnet pada suatu titik yang berjarak 10 cm dari sebuah kawat sangat panjang yang dialiri arus listrik 5 A !

Jawab :

$$B = \frac{\mu_o \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot a} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 5}{2\pi \cdot 0,1} = 10^{-5} \text{ Tesla}$$

Uji Kompetensi

1. Hitunglah besarnya induksi magnet pada suatu titik yang berjarak 8 cm dari sebuah kawat sangat panjang yang dialiri arus listrik 4 A !
2. Dua kawat konduktor A dan B diletakkan pada jarak 12 cm satu sama lainnya, berarus listrik masing-masing 2 A dan 4 A. Arah kedua arus

listrik sama. Tentukan besarnya induksi magnet di titik P yang terletak di tengah-tengah kedua kawat !

- Dua kawat konduktor P dan Q diletakkan pada jarak 20 cm satu sama lainnya, berarus listrik masing-masing 1 A dan 2 A. Arah kedua arus listrik berlawanan arah. Tentukan besarnya induksi magnet di titik X yang terletak di tengah-tengah kedua kawat !
- Dua kawat A dan B berjarak 15 cm berarus listrik 8 A dan 4 A dengan arah sama. Tentukan letak titik P yang mempunyai induksi magnet sama dengan nol !
- Sebuah kawat berbentuk lingkaran berjari-jari 3 cm mengalir arus 5 A. Hitunglah induksi magnet :
 - di pusat lingkaran kawat
 - di titik P yang berjarak 4 cm dari pusat lingkaran kawat.
- Induksi magnet di pusat lingkaran kawat $8\pi \cdot 10^{-5}$ T. Jika jari-jari lingkaran kawat 20 cm dan banyak lilitan kawat 40 buah, berapa kuat arus yang mengalir ?
- Kawat di bentuk $\frac{1}{4}$ lingkaran kawat dengan jari-jari 3 m dialiri arus 6 A. Hitung besarnya induksi magnet di pusat lingkaran kawat !
- Sebuah solenoide memiliki 5 lilitan per cm panjang. Pada saat dialiri arus listrik 0,8 A, tentukan induksi magnet pada sebuah titik yang berada di :
 - tengah-tengah
 - ujung solenoide
- Sebuah toroide berjari-jari efektif 40 cm di aliri arus listrik 20 A dan memiliki 60 lilitan. Hitung besarnya induksi magnet di sumbu toroide !
- Sebuah solenoide panjangnya 25π cm dengan 10 lilitan di aliri arus sebesar 15 A. Besarnya induksi magnet di pusat solenoide ternyata sama dengan induksi magnet pada sumbu sebuah toroide yang berjari-jari 60 cm dengan 20 lilitan. Tentukan :
 - kuat arus yang melalui toroide
 - induksi magnet di pusat dan di ujung solenoide

H. GAYA LORENTZ

Gaya Lorentz adalah gaya yang ditimbulkan oleh medan magnet pada arus listrik. Arah gaya lorent tegak lurus terhadap arah arus listrik dan arah medan magnet. Arah gaya Lorent dapat ditentukan dengan aturan tangan kanan. Ibu jari menggambarkan arah arus listrik, jari telunjuk menunjukkan arah medan magnet dan jari lain arah gaya Lorent.

Gaya Lorentz Yang Dialami Sebuah Kawat Lurus

Bila sebuah kawat panjangnya L berarus listrik I diletakkan di dalam medan magnet homogen B maka kawat akan mengalami gaya Lorentz. Jika kawat penghantar membentuk sudut α terhadap arah medan magnet, maka induksi magnet yang dialami kawat sebesar :

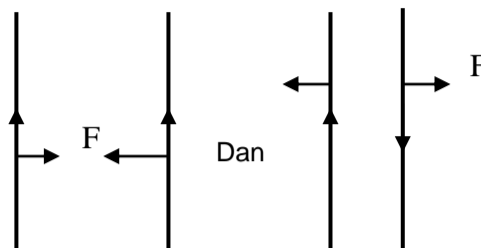
$$F = B.I.L.\sin \alpha$$

F = gaya Lorentz (N)
B = induksi magnet (T)

I = kuat arus listik (A)
L = panjang kawat (m)
 α = sudut ($^{\circ}$)

Gaya Lorent pada Kawat Sejajar Berarus Listrik

Dua kawat panjang sejajar berjarak r yang dialiri arus listrik I_1 dan I_2 akan saling berinteraksi. Jika arah kedua arus listrik sama, maka akan terjadi gaya lorent yang berupa gaya tarik menarik. Sebaliknya jika kedua arah arus berlawanan, gaya lorent kedua kawat akan saling tolak menolak.



Besarnya gaya Lorentz yang ditimbulkan oleh kedua kawat sejajar adalah :

$$F = \frac{\mu_o \cdot I_1 \cdot I_2}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

I_1 dan I_2 = kuat arus kawat 1 dan 2 (A)
r = jarak kedua kawat (m)

Gaya Lorentz Yang dialami Muatan

Sebuah partikel bermuatan listrik q yang bergerak dengan kecepatan v di dalam medan magnet B, akan mengalami gaya Lorent. Jika arah gerak partikel terhadap arah medan magnet membentuk sudut α , maka gaya Lorentz yang dialami partikel sebesar sebesar :

$$F = B.q.v.\sin \alpha$$

F = gaya Lorentz (N)
B = induksi magnet (T)
q = muatan listrik (C.)
v = kecepatan partikel (m/s)
 α = sudut

Jika arah gerak partikel dan arah induksi magnet tegak lurus ($\alpha = 90^{\circ}$), maka partikel akan bergerak melingkar dengan jari-jari R. Partikel tersebut akan mengalami dua gaya segaligus, yaitu gaya Lorentz dan gaya sentripetal yang besarnya sama.

Gaya Lorentz dapat diaplikasikan dalam pembuatan peralatan seperti motor listrik, galvanometer dan siklotron (alat untuk menghasilkan partikel berenergi tinggi)

$$F_{lorent} = F_{sentripetal}$$

$$B.q.v = \frac{m.v^2}{R}$$

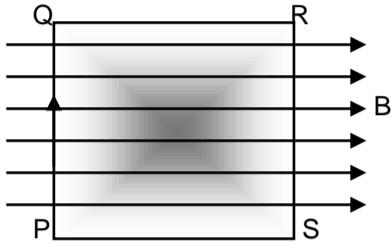
$$R = \frac{m.v}{q.B}$$

R = jari-jari lintasan partikel (m)
m = massa partikel (Kg)

*) massa elektron = $9,1 \times 10^{-31}$ Kg

I. MOMEN KOPEL PADA KUMPARAN

Jika sebuah kumparan berarus listrik diletakkan di dalam medan magnet, maka kumparan akan mengalami momen koppel (momen puntir = Torsi) sehingga kumparan dapat berputar. Peristiwa ini dapat diterapkan pada peraralatan listrik seperti galvanometer dan motor listrik. Perhatikan kumparan persegi panjang yang terletak di dalam medan magnet berikut :



Sebuah kumparan yang luasnya A (PQRS) terdiri dari N buah lilitan dan berarus listrik I yang terletak di dalam medan magnet B dengan posisi arah normal bidang kumparan terhadap arah medan magnet membentuk sudut α (pada gambar tersebut $\alpha = 90^\circ$), maka kumparan akan mengalami momen puntir (torsi) sebesar:

$$\tau = N.I.B.A.\sin \alpha$$

- τ = momen puntir (Nm)
- N = banyak lilitan kumparan
- I = kuat arus kumparan (A)
- B = kuat medan magnet (T)
- A = luas kumparan (m^2)
- α = sudut antara normal bidang kumparan dengan arah medan magnet.

Contoh Soal

Sebuah partikel bermuatan 2.10^{-6} C bergerak secara tegak lurus dalam medan magnet 0,06 T, sehingga lintasannya melingkar dengan jari-jari 60 cm. Tentukan momentum yang dimiliki partikel tersebut !

Jawab :

$$R = \frac{m.v}{q.B}$$

$$m.v = p = \text{momentum}$$

$$p = m.v = B.q.R = 0,06.2.10^{-6}.0,6$$

$$p = 7,2.10^{-8} \text{ kgm/s}$$

Uji Kompetensi

1. Sebuah kawat penghantar panjangnya 10 cm dialiri arus 10 A ditempatkan secara pada medan magnet 10 T. Tentukan besarnya gaya

lorent yang dialami kawat, jika posisi kawat terhadap medan magnet :

- a. tegak lurus
 - b. miring 30°
 - c. sejajar
2. Dua kawat sejajar berjarak 20 cm mengalir arus listrik sama besar tetapi berlawanan arah. Kedua kawat terjadi gaya lorent sebesar 6.10^{-4} N/m. Tentukan besarnya kuat arus listrik yang mengalir pada masing-masing kawat !
 3. Partikel bermuatan positif $1,6.10^{-19}$ C bergerak vertical ke atas dengan kecepatan 6.10^6 m/s dalam medan magnet dan menerima gaya ke barat sebesar 9.10^{-14} N. Tentukan besar dan arah medan magnet yang mempengaruhi partikel tersebut !
 4. Sebuah proton bermuatan $1,6.10^{-19}$ C bermassa $1,7.10^{-27}$ Kg bergerak ke bawah dalam medan magnet homogen yang besarnya 1,5 T ke utara. Jika proton dipercepat dengan beda potensial 5.10^6 Volt, tentukan besar dan arah gaya lorent yang dialami proton tersebut !
 5. Sebuah proton bermuatan $1,6.10^{-19}$ C bermassa $1,67.10^{-27}$ Kg bergerak dengan kecepatan $1,6.10^7$ m/s tegak lurus medan magnet homogen 0,05 T. Tentukan jari-jari lintasan proton !
 6. Elektron bermuatan $1,6.10^{-19}$ C dan bermassa $9,1.10^{-31}$ kg bergerak dalam lintasan lingkaran dengan jari-jari 1,2 cm tegak lurus terhadap medan magnet homogen. Jika kecepatan electron 10^7 m/s, hitung jumlah fluks magnet yang dilingkari lintasan tersebut !
 7. Sebuah kumparan berbentuk persegi dengan sisi 30 cm terdiri dari 80 lilitan dialiri arus 6 A dan ditempatkan tegak lurus pada medan magnet, sehingga kumparan mengalami torsi sebesar 0,2 N. Tentukan besarnya induksi magnet tersebut !
 8. Sebuah partikel bermassa 0,5 gram bermuatan $2,5.10^{-8}$ C bergerak dengan kecepatan 8.10^4 m/s. Tentukan besar dan arah medan magnet minimum yang dapat membuat partikel tersebut tetap bergerak dengan arah horizontal !

EVALUASI

1. Sebuah kawat dialiri arus listrik dari barat ke timur. Arah medan magnet di titik yang terletak di atas kawat adalah ...
 - a. utara
 - b. selatan
 - c. atas
 - d. bawah
 - e. barat daya
2. Berdasarkan hukum Biot-Savart, pernyataan yang benar adalah ...
 - a. besar induksi magnet berbanding lurus dengan kuat arus listrik dan berbanding terbalik dengan panjang penghantar
 - b. besar induksi magnet berbanding terbalik dengan kuat arus listrik dan berbanding lurus dengan panjang penghantar
 - c. besar induksi magnet berbanding lurus dengan kuat arus listrik dan panjang penghantar
 - d. besar induksi magnet berbanding terbalik dengan kuat arus listrik dan panjang penghantar

- e. besar induksi magnet berbanding lurus dengan kuat arus listrik dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak titik dengan penghantar
3. Jarak titik P dari penghantar yang berarus 15 A agar induksi magnetiknya $4 \cdot 10^{-5}$ T adalah ... cm
 - a. 10
 - b. 15
 - c. 25
 - d. 50
 - e. 75
 4. Dua kawat A dan B sejajar berjarak 40 cm dialiri arus sama 5 A dengan arah sama. Besarnya induksi magnet di titik P yang terletak antara kedua kawat berjarak 30 cm dari kawat A adalah ... T
 - a. $6,7 \cdot 10^{-8}$
 - b. $6,7 \cdot 10^{-7}$
 - c. $6,7 \cdot 10^{-6}$
 - d. $6,7 \cdot 10^{-5}$
 - e. $6,7 \cdot 10^{-4}$
 5. Dua kawat A dan B sejajar terpisah sejauh 10 cm. Pada kawat B mengalir arus 6 A ke atas. Sebuah titik X terletak 5 cm di sebelah kiri kawat A. Agar induksi magnet di titik X sama dengan nol, maka besarnya kuat arus listrik di kawat A dan arahnya adalah ...
 - a. 1 A ke atas
 - b. 1 A ke bawah
 - c. 2 A ke atas
 - d. 2 A ke bawah
 - e. 4 A ke atas
 6. Induksi magnet di pusat lingkaran kawat $8\pi \cdot 10^{-5}$ T. Jari-jari lingkaran kawat 20 cm dan terdiri dari 40 lilitan. Besarnya arus yang mengalir pada kawat adalah A
 - a. 0,02
 - b. 0,2
 - c. 2
 - d. 20
 - e. 200
 7. Sebuah solenoide berarus 5 A terdiri dari 1200 lilitan memiliki induksi magnet di ujung solenoide $2 \cdot 10^{-2}$ T, maka panjang solenoide adalah ... cm
 - a. 12
 - b. 9
 - c. 6
 - d. 3
 - e. 2
 8. Untuk memperbesar induksi magnet dalam toroide dapat ditambahkan bahan ...
 - a. aluminium
 - b. emas
 - c. baja
 - d. fiber
 - e. oksigen padat
 9. Sebuah toroide berjari-jari 20 cm berarus listrik 10 A, memiliki induksi magnet di sumbunya $1,8 \cdot 10^{-4}$ T. Banyak lilitan toroide adalah ... lilitan
 - a. 62
 - b. 36
 - c. 24
 - d. 18
 - e. 9
 10. Kawat mendatar panjangnya 25 cm bermassa 200 gr melayang di udara dalam keadaan setimbang. Besar medan magnet di tempat itu 0,08 T tegak lurus kawat. Besarnya arus listrik dalam kawat adalah ... A.
 - a. 5
 - b. 8
 - c. 10
 - d. 12
 - e. 15
 11. Sebuah kawat dialiri arus listrik ke timur dan diletakkan tegak lurus dalam medan magnet yang arahnya ke utara. Arah gaya Lorent yang dialami kawat adalah ke ...
 - a. barat
 - b. selatan
 - c. atas
 - d. bawah
 - e. tenggara
 12. Kawat berarus membentang dialiri arus listrik ke barat. Sebuah electron bergerak di bawah kawat tersebut ke timur. Arah gaya lorent yang dialami electron adalah ...
 - a. bawah
 - b. atas
 - c. timur
 - d. barat
 - e. selatan
 13. Perhatikan alat-alat berikut :
 - 1) generator
 - 2) galvanometer
 - 3) Voltmeter
 - 4) Motor listrik
 Alat yang bekerja berdasarkan timbulnya gaya magnet adalah ...
 - a. 1,3
 - b. 2, 4
 - c. 1,2,3
 - d. 2,3,4
 - e. semua benar
 14. Jika proton bergerak ke utara dalam medan magnet ke timur, maka proton akan
 - a. di belokkan ke timur
 - b. dibelokkan ke barat
 - c. dibelokkan ke atas
 - d. dibelokkan ke bawah
 - e. bergerak lurus
 15. Lintasan sebuah electron yang bergerak dalam medan magnet dengan kecepatan sejajar arah medan adalah ...
 - a. lingkaran
 - b. ellips
 - c. garis lurus
 - d. parabola
 - e. heliks
 16. Kawat vertical berarus 10 A ke atas. Sebuah electron berkecepatan 50000 m/s bergerak di sebelah timur kawat berjarak 1 cm akan mengalami gaya Lorent sebesar ... N
 - a. $3,2 \cdot 10^{-18}$
 - b. $1,6 \cdot 10^{-18}$
 - c. $1,6 \cdot 10^{-20}$
 - d. $8 \cdot 10^{-21}$
 - e. $8 \cdot 10^{-20}$
 17. Sebuah proton meluncur dengan laju $15 \cdot 10^4$ m/s memasuki medan magnet 18 mT membentuk sudut 45° terhadap garis gaya magnet. Proton akan mengalami gaya sebesar ...N
 - a. $2 \cdot 10^{-17}$
 - b. $2 \cdot 10^{-16}$
 - c. $1,92 \cdot 10^{-17}$
 - d. $1,92 \cdot 10^{-16}$
 - e. $1,56 \cdot 10^{-15}$
 18. Proton bergerak dalam medan magnet 0,1 T membentuk lintasan melingkar dengan radius 5 cm. Energi kinetik electron adalah ... J
 - a. $1,9 \cdot 10^{-16}$
 - b. $2,2 \cdot 10^{-16}$

- c. $2,9 \cdot 10^{-16}$
- d. $3,5 \cdot 10^{-16}$
- e. $4,0 \cdot 10^{-16}$

19. Sebuah partikel bermassa $3 \cdot 10^{-27}$ Kg dan bermuatan $1,6 \cdot 10^{-19}$ C masuk medan magnetik 0,05 T dengan laju $2 \cdot 10^5$ m/s membentuk sudut 30° terhadap arah medan magnet. Radius lintasannya adalah ... cm

- a. 1
- b. $2\sqrt{2}$
- c. 4
- d. $6\sqrt{3}$
- e. 6,5

20. Sebuah partikel bermuatan q bermassa m bergerak melingkar dalam medan magnetik B dengan jari-jari R. Besarnya kuat kecepatan sudut partikel adalah ...

- a. $w = \frac{m}{B \cdot q}$
- b. $w = \frac{B \cdot q}{m \cdot R}$
- c. $w = \frac{B \cdot q}{m}$
- d. $w = \frac{m \cdot R}{B \cdot q}$
- e. $w = \frac{B \cdot q}{2 \cdot m \cdot \pi}$