

**KEMAGNETAN**

Nama : 1.  
2.  
3.  
4.

Kelas/Semester :  
Mata Pelajaran :  
Sekolah :  
Tanggal :

**PETUNJUK BELAJAR**

1. Berdo'alah sebelum dimulai!
2. Bacalah dan ikutilah petunjuk kerja secara cermat!
3. Belajarlah dengan suasana hati tenang agar pembelajaran menjadi bermakna!
4. Gunakanlah berbagai buku sumber untuk membantu pemahaman tugas-tugas dibawah ini!
5. Mintalah bantuan gurumu untuk hal-hal yang kurang dimengerti

**TUJUAN PEMBELAJARAN**

- A. Menerapkan konsep Medan magnetik pada kawat lurus berarus listrik
- B. Menerapkan konsep Medan magnetik pada kawat melingkar berarus listrik

## MATERI PEMBELAJARAN

**Rumusan Masalah**

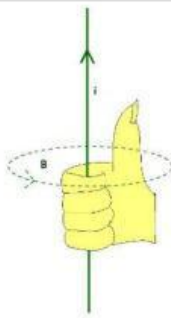
**Diskusikan permasalahan di bawah dengan teman kelompokmu**

1. Menurut pendapatmu apakah semua kawat yang dialiri arus listrik akan menghasilkan induksi magnet?
2. Apakah bentuk kawat akan mempengaruhi besarnya induksi magnet?

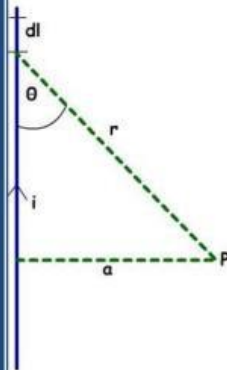
Buatlah hipotesis (dugaan sementara) dari permasalahan diatas !



## Paparan Materi



Kaidah tangan  
Kanan



### 1. Medan Magnet di Sekitar Kawat Lurus Berarus Listrik.

Disekitar kawat berarus terdapat medan magnet yang dapat mempengaruhi magnet lain. Magnet jarum kompas misalnya, dapat menyimpang dari posisi normalnya jika didekatkan pada kawat berarus. Yang ditemukan pada tahun 1819 oleh **Hans Christian Oersted**. Dari hasil percobaannya Oersted mengambil kesimpulan bahwa disekitar arus listrik terdapat medan magnet yang dapat mempengaruhi kedudukan magnet jarum. Dari hasil pengamatannya bahwa arah penyimpangan kutub utara magnet jarum sesuai dengan arah ibu jari tangan kanan dan arus listrik sesuai dengan arah jari-jari lainnya. Arah medan yang terdapat disekitar kawat berarus sesuai dengan kaidah tangan kanan. Pada tahun 1820 setelah Oersted mencetuskan teorinya dua orang ilmuwan Prancis bernama **Jean Baptiste Biot (1774-1862)** dan **Feliks Savart (1791-1841)** mengemukakan tentang induksi magnetik lebih lanjut oleh element arus.

Perhatikan gambar disamping, sepotong element kawat  $dl$  dilalui arus listrik  $I$ . arus listrik menimbulkan induksi di  $P$  sebesar  $dB$ . Jarak  $p$  dengan element kawat  $dl$  adalah  $r$ , dengan arah arus  $I$  dan jarak membentuk sudut  $\theta$ . Besarnya induksi magnetik dititik  $P$  karena pengaruh element kawat yang berarus listrik menurut hukum Biot savart adalah

$$dB = k \frac{idl \sin \theta}{r^2}$$

Dengan mengganti nilai  $k$  menjadi

$$k = \frac{\mu_0}{4\pi} = 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1}$$

Akan diperoleh

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{idl \sin \theta}{r^2}$$

Untuk nilai  $I$  yang sangat panjang, nilai batasnya dapat ditentukan sebagai berikut.

1. Batas-batas  $I$  menjadi  $+$  dan  $-$
2. Batas-batas  $\theta$  menjadi  $\pi$  dan  $0$ .

Dengan menggunakan gambar ( ) akan diperoleh

$$\frac{a}{r} = \sin \theta \Rightarrow r = \frac{a}{\sin \theta} = a \operatorname{cosec} \theta$$



$$\frac{l}{a} = \cot \theta \Rightarrow l = a \cot \theta \Rightarrow dl = -a \operatorname{cosec}^2 \theta d\theta$$

Dengan demikian persamaannya dapat dituliskan

$$dB = \frac{\mu_o i}{4\pi} \frac{-a \operatorname{cosec}^2 \theta d\theta \sin \theta}{a \operatorname{cosec}^2 \theta}$$

$$dB = -\frac{\mu_o i \sin \theta d\theta}{4\pi a}$$

Maka persamaan ini jika di integralkan, akan didapat

$$B = \int dB = \int_{\pi}^0 -\frac{\mu_o i \sin \theta d\theta}{4\pi a} = -\frac{\mu_o i}{4\pi a} \int_{\pi}^0 \sin \theta d\theta$$

$$B = \frac{\mu_o i}{4\pi a} \cos \theta \Big|_{\pi}^0 = \frac{\mu_o i}{4\pi a} (\cos 0 - \cos \pi)$$

$$B = \frac{\mu_o i}{2\pi a}$$

Dengan

B = induksi magnetik dititik yang diamati ( $\text{Wbm}^{-2}$ )

$\mu_o = 4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1}$

i = kuat arus listrik (A)

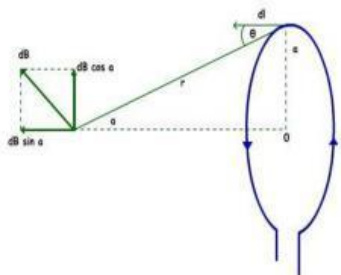
a = jarak titik dari kawat (m)

dalam SI satuan dari B adalah tesla (T).

dengan cara yang lebih sederhana, *Ampere* menemukan hubungan antara kuat arus listrik dan induksi magnetik di sekitar kawat berarus listrik:

$$\oint B dl = \mu_o i \Rightarrow B \oint dl = \mu_o i$$

Dengan  $\oint dl$  adalah keliling lingkaran disekitar kawat berarus.



## 2. Medan Magnet di Sekitar Kawat Melingkar Berarus Listrik.

Perhatikan gambar ( ) sebuah kawat membentuk lingkaran dengan jari-jari a dialiri arus listrik i. jarak titik P ke keliling lingkaran adalah r dan sudut sumbu lingkaran adalah  $\alpha$ .

$$dB = \frac{\mu_o i dl \sin \theta}{4\pi r^2}$$

Karena r tegak lurus dl berarti  $\theta = 90^\circ$

maka

$$dB = \frac{\mu_o i dl \sin \theta}{4\pi r^2} = \frac{\mu_o i dl}{4\pi r^2}$$

Vector  $d\mathbf{B}$  dapat di uraikan menjadi dua komponen, yaitu yang sejajar dengan sumbu lingkaran adalah  $dB \sin \alpha$ , yang tegak lurus dengan lingkarann adalah  $dB \cos \alpha$ . Komponen  $dB \cos \alpha$  akan saling menghilangkan maka

$$d\mathbf{B} = \frac{\mu_o}{4\pi} \frac{idl \sin \alpha}{r^2}$$

Induksi magnetik dititik P dar seluruh bagian lingkaran yang kelilingnya sama dengan panjang seluruh kawat  $2\pi a = l$  adalah

$$B = \int_0^l dB = \frac{\mu_o i \sin \alpha}{4\pi r^2} \int_0^{2\pi a} dl = \frac{\mu_o i \sin \alpha}{4\pi r^2} 2\pi a$$

$$B = \frac{\mu_o ia}{2r^2} \sin \alpha$$

Dari gambar (2)

$$\sin \alpha = \frac{a}{r}$$

Maka

$$B = \frac{\mu_o ia^2}{2ar^2} \sin \alpha$$

$$B = \frac{\mu_o i}{2a} \sin^3 \alpha$$

Jika P digeser sehingga menjadi pusat lingkaran sehingga  $r = a$  dan  $\alpha = 90^\circ$ .

Induksi magnetic di pusat lingkaran menjadi

$$B = \frac{\mu_o ia}{2r^2} \sin \alpha = \frac{\mu_o ia}{2a^2} \sin 90$$

Sehingga diperoleh Persamaan  $B = \frac{\mu_o i}{2a}$


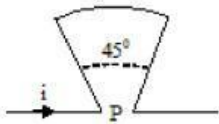
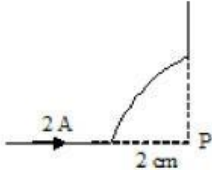

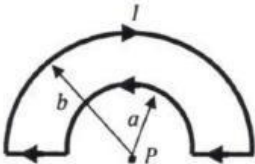

Jika kawat ada N lilitan persamaan jadi  $B = \frac{\mu_o i}{2a} N$

Jika kawat tidak penuh satu lingkaran, maka  $B = \frac{\mu_o i}{2a} \left(\frac{\alpha}{2\pi}\right)$

Informasi Pendukung

**KEGIATAN PESERTA DIDIK**

Diskusikanlah kemudian tentukan persamaan induksi magnet di titik P jika kawat yang serta arah medan magnet digunakan jika bentuk kawat yang di aliri arus seperti berikut :

No	Bentuk penampang kawat	Persamaan Induksi Magnet di titik P
1		
2		
3		
4		
5	 Gb. 1	
6		

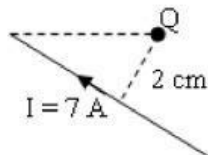
Tugas

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut yang berkaitan dengan kegiatan di atas!

(Membuat penjelasan lebih lanjut)

1. Jawablah 2 rumusan masalah diawal pembelajaran, sesuai dengan hasil diskusi kemudian bandingkan dengan hipotesis yang telah kamu buat?

2. Kawat lurus dialiri arus listrik 7 A diletakkan seperti gambar.  
( $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb A}^{-1} \text{ m}^{-1}$ )



Besar dan arah induksi magnetik di titik Q adalah...



3. Titik P dan titik Q masing-masing berada pada jarak 5 cm dan 20 cm dari sebuah kawat lurus panjang berarus listrik 10 A di udara. Nilai perbandingan antar induksi magnetik di titik P dan di titik Q adalah...

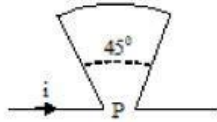
4. Suatu kawat dilengkungkan dengan jari-jari  $R = 40$  cm dan dialiri arus listrik seperti pada gambar.



Diketahui  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Wb/Am, maka induksi magnetik dipusat lengkungan P sebesar...

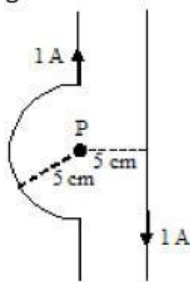


5. Seutas kawat lurus dilengkungkan dan dialiri arus 6 A seperti gambar.



Jika jari-jari kelengkungan  $R = 3\pi$  cm, maka besar induksi magnetik di P adalah...

6. Potongan kawat M dan N yang diberi arus listrik diletakkan seperti pada gambar!



Induksi magnetik di titik P sebesar....