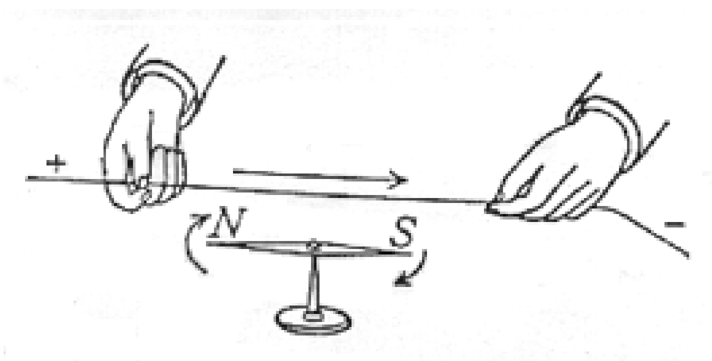
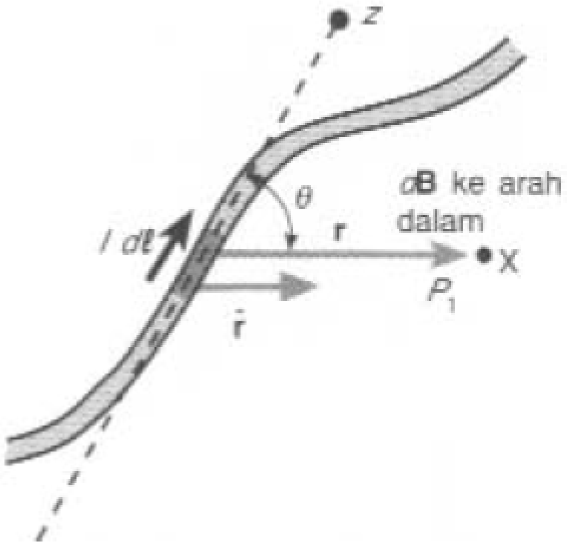
HUKUM BIOT-SAVART

HUKUM BIOT- SAVART



- Tahun 1819 Hans Christian Oersted mengamati bahwa jarum kompas dapat menyimpang di atas kawat berarus
- Arus listrik sebagai sumber medan magnet
- Pada tahun 1920-an Jean-Baptiste Biot dan Felix Savart melakukan eksperimen menentukan medan magnet di sekitar kawat berarus tersebut

Medan magnet di sekitar elemen panjang kawat berarus adalah:



$$d\vec{B} = k_m \frac{i d\vec{l} \times \hat{r}}{r^3}$$

$$k_m = \frac{\mu_0}{4\pi} = 10^{-7} Wb / A \cdot m$$

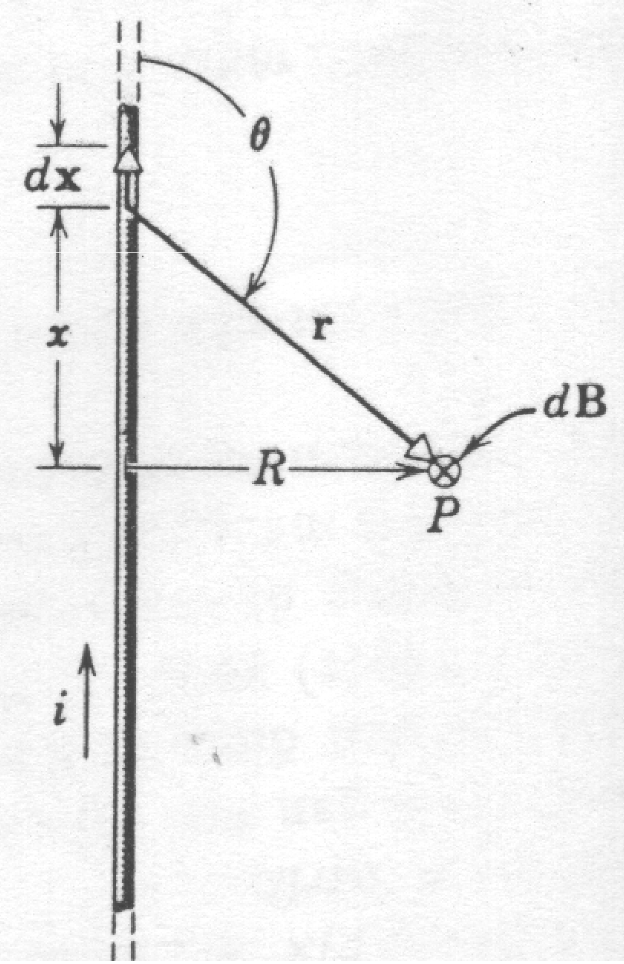
μ_0 = permeabilitas ruang hampa

$$d\vec{B} = \frac{\mu_o i}{4\pi} \frac{d\vec{l} \times \hat{r}}{r^3} \qquad dB = \frac{\mu_o i}{4\pi} \frac{dl \sin\theta}{r^2}$$

Medan magnet resultan di p: $B = \int dB$

Penggunaan Hukum Biot-Savart

Sebuah kawat lurus yang panjang. Hitunglah ***B*** yang ditimbulkan oleh sebuah arus *i* di dalam sebuah kawat lurus yang panjang.



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

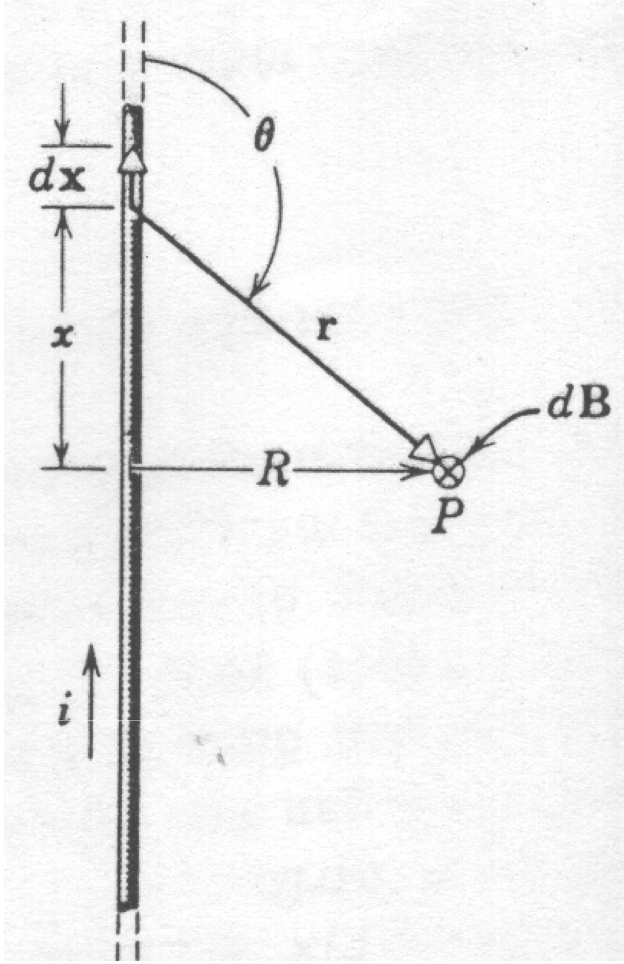
Arah medan magnet masuk bidang gambar

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

$$B = \int dB = \frac{\mu_o i}{4\pi}\int_{x=-\infty}^{x=\infty}\frac{dx \sin\theta}{r^2}$$

Kawat panjang tak berhingga

$$B = \int dB = \frac{\mu_o i}{4\pi} \int_{x=-\infty}^{x=\infty} \frac{dx \sin\theta}{r^2}$$



dx, sin θ, dan r adalah variabel

Ingat: agar integral dapat diselesaikan, maka
ruas kanan harus memiliki 1 variabel

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

$$\sin\theta = \frac{R}{x} = \frac{R}{\sqrt{x^2 + R^2}}$$

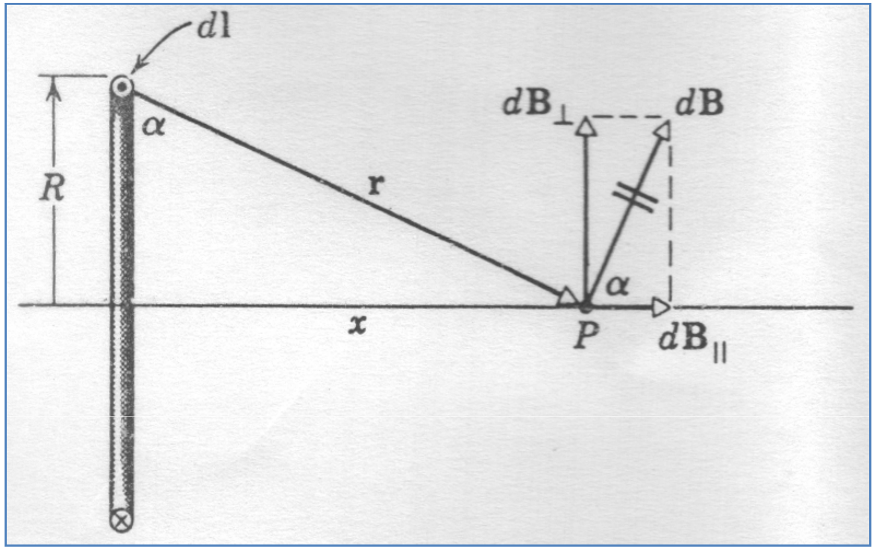
$$B = \frac{\mu_o i}{4\pi} \int_{x=-\infty}^{x=\infty} \frac{R\,dx}{\left(x^2 + R^2\right)^{\frac{3}{2}}} \Rightarrow B = \frac{\mu_o i}{4\pi} \frac{x}{\left(x^2 + R^2\right)^{\frac{1}{2}}} \Bigg|_{x=-\infty}^{x=\infty}$$

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

Kemanakah arah medan magnet???

Sebuah loop arus lingkaran

Gambar di bawah ini memperlihatkan sebuah loop lingkaran yang jari-jarinya *R* dan yang mengangkut sebuah arus *i*. Hitunglah ***B*** untuk titik-titik pada sumbu.



$$B = \int dB_{ll}$$

Menurut Hukum Biot-Savart:

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

$$dB = \frac{\mu_o i}{4\pi} \frac{dl \sin 90^o}{r^2}$$ (dB tegaklurus r)

$$dB_{ll} = dB \cos\alpha$$

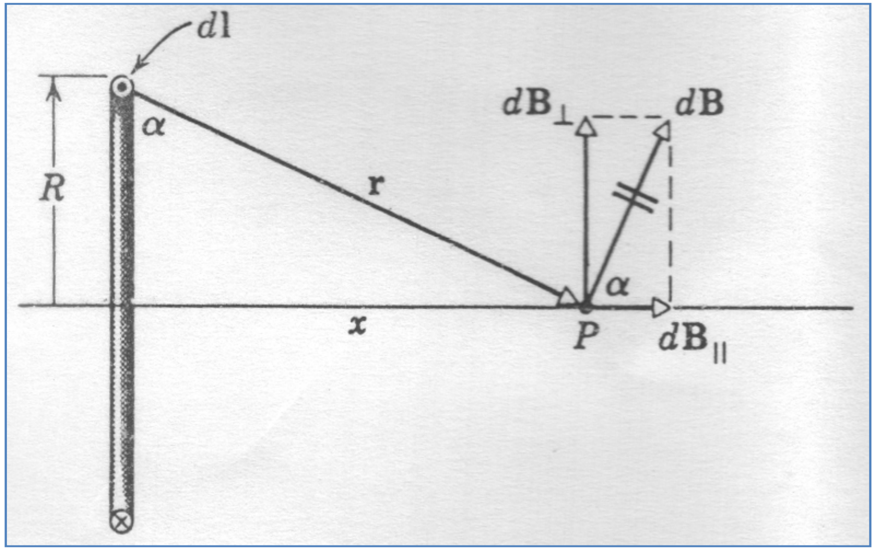
$$dB_{ll} = \frac{\mu_o i}{4\pi} \frac{\cos\alpha\, dl}{r^2}$$

Dengan: $r = \sqrt{x^2 + R^2}$

$$\cos\alpha = \frac{R}{r} = \frac{R}{\sqrt{x^2 + R^2}}$$

$$dB_{ll} = \frac{\mu_o i R}{4\pi\left(x^2 + R^2\right)^{3/2}} dl$$

$$B = \int dB_{ll}$$



$$B = \frac{\mu_o i R}{4\pi\left(x^2 + R^2\right)^{3/2}} \int dl$$

$$B = \frac{\mu_o i R^2}{2\left(x^2 + R^2\right)^{3/2}}$$

Jika r>> R $\Rightarrow$ $B = \dfrac{\mu_o i R^2}{2x^3}$

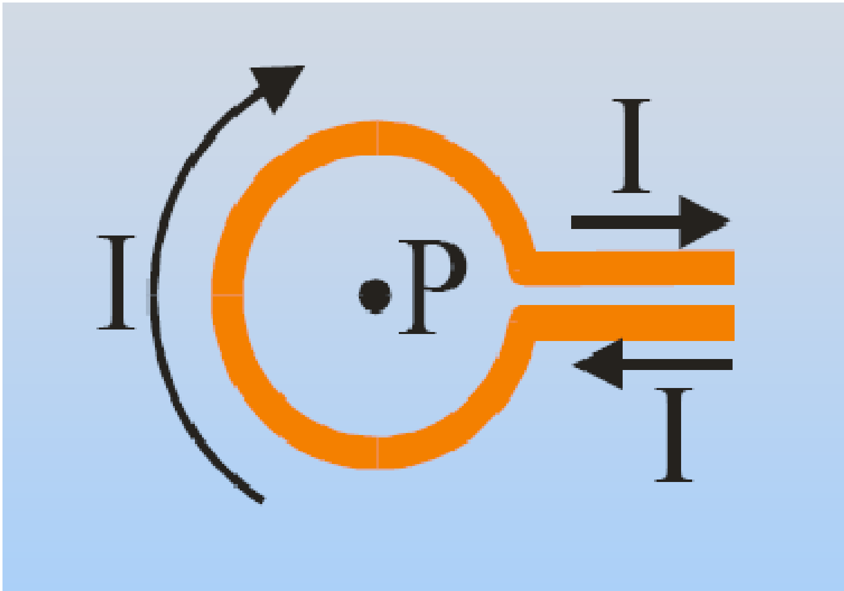
Jika A = πR² (luas loop) $\Rightarrow$ $B = \dfrac{\mu_o (NiA)}{2\pi x^3} = \dfrac{\mu_o}{2\pi}\dfrac{\mu}{x^3}$

Ingat: μ = moment dipol magnet

Identik dengan $E = \dfrac{1}{2\pi\varepsilon_o}\dfrac{p}{x^3}$ Medan listrik pada sumbu dipol listrik

Problem : Koil Radius *R*

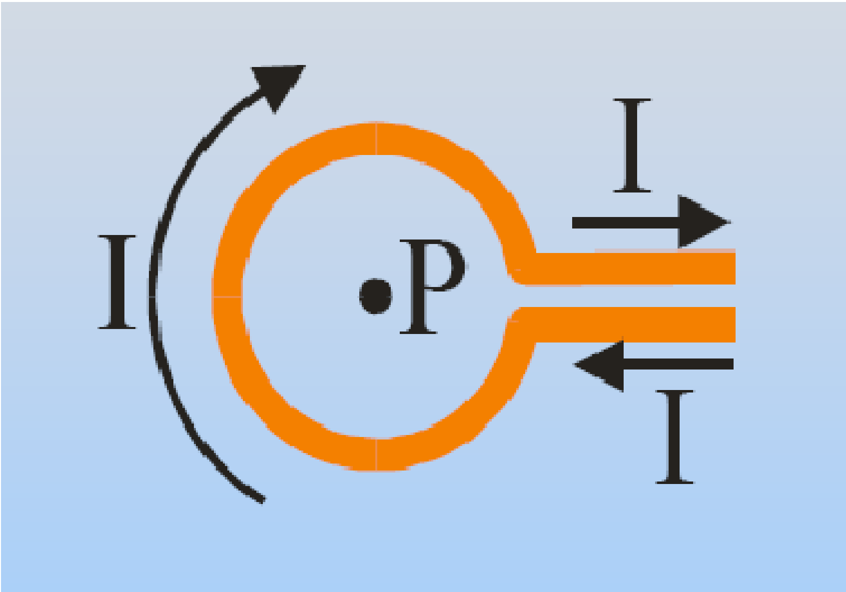
Tinjau sebuah koil dengan radius *R* dan arus *I*



Carilah medan magnet **B** di pusat koil (P)!

Koil Radius *R*

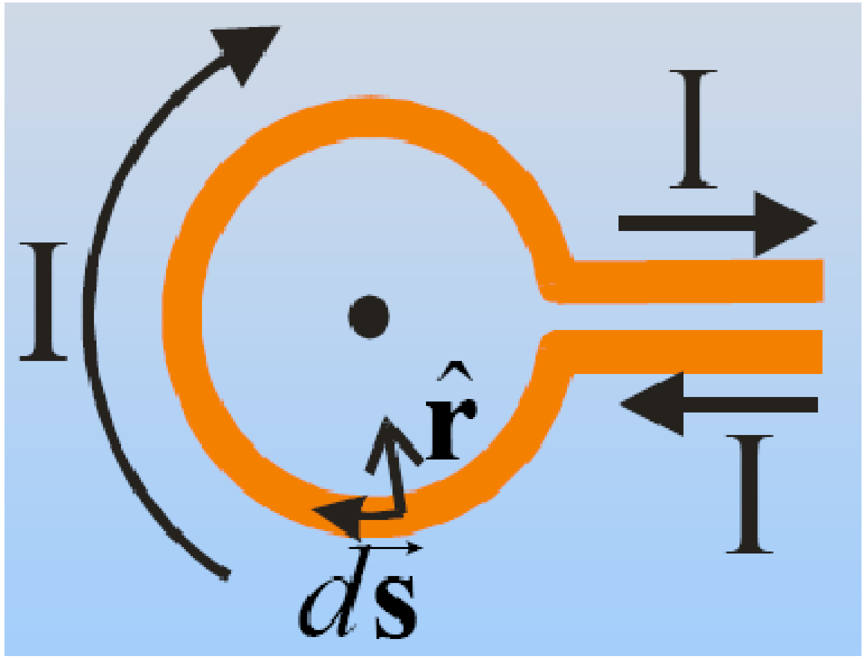
Tinjau sebuah koil dengan radius *R* dan arus *I*



1) Pikirkan sejenak “arahnya”
2) Pilih ds
3) Tetapkan sistem koordinat
4) Tulis hukum Biot-Savart

Bagian yang melingkar pada koil…

$$d\vec{\mathbf{s}} \perp \hat{\mathbf{r}} \quad \rightarrow \quad |d\vec{\mathbf{s}} \times \hat{\mathbf{r}}| = ds$$



Biot-Savart:

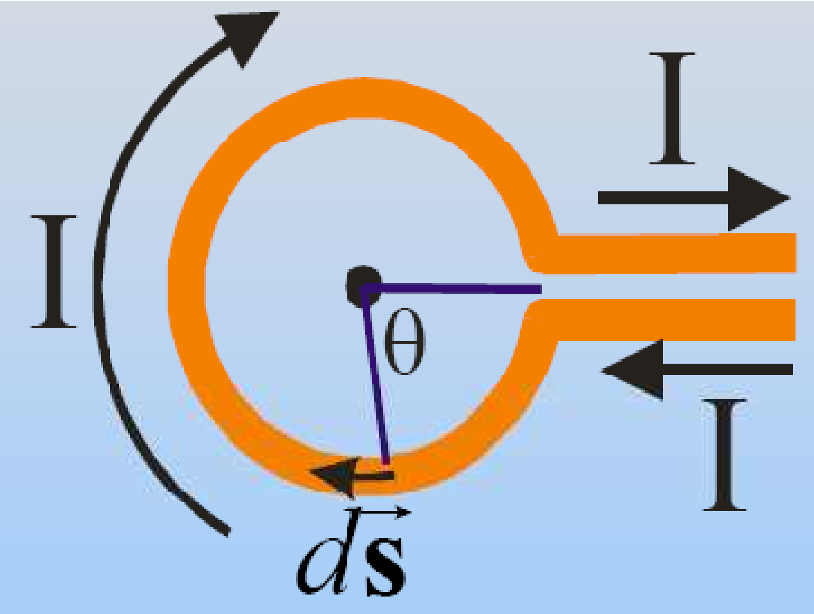
$$dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{|d\vec{\mathbf{s}} \times \hat{\mathbf{r}}|}{r^2} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{ds}{r^2}$$

$$= \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{R\,d\theta}{R^2}$$

$$= \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\theta}{R}$$

Contoh : Koil Radius *R*

Tinjau sebuah koil dengan radius *R* dan arus *I*



$$dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi}\frac{d\theta}{R}$$

$$B = \int dB = \int_0^{2\pi} \frac{\mu_0 I}{4\pi}\frac{d\theta}{R}$$

$$= \frac{\mu_0 I}{4\pi R}\int_0^{2\pi} d\theta = \frac{\mu_0 I}{4\pi R}(2\pi)$$

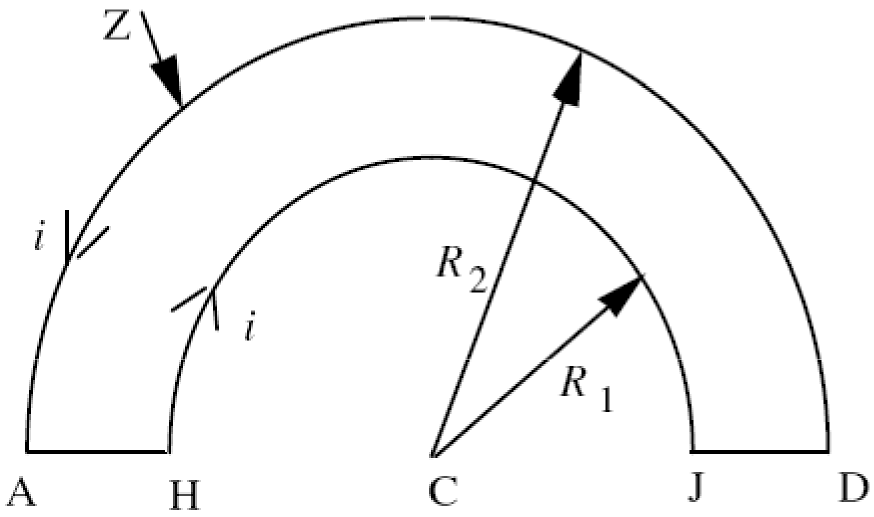
$$\vec{\mathbf{B}} = \frac{\mu_0 I}{2R}$$

Masuk bidang

Bagaimana dengan lilitan kawat dengan radius *R* dengan N lilitan???

$$B = \frac{\mu_o i N}{2R}$$

Latihan : HR No. 28 hal 332



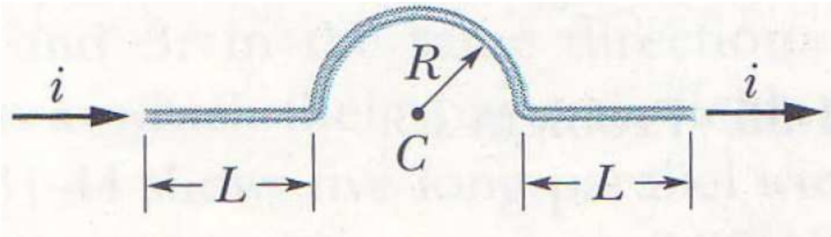
Gunakan Hukum Biot-Savart untuk
Menghitung medan magnet B di C,
Yakni pusat bersama dari busur-busur
Setengah lingkaran AH dan HJ, yang
Jari-jarinya R_2 dan R_1, yang membentuk
Bagian dari rangkaian AD/HA yang
Mengangkut arus *i*

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

$$B = \frac{\mu_o i}{4\pi} \int_D^A \frac{dl}{R_2^{\,2}} - \frac{\mu_o i}{4\pi} \int_J^H \frac{dl}{R_1^{\,2}}$$

$$B = \frac{\mu_o i}{4} \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right)$$

Latihan : HR No. 30 hal 332



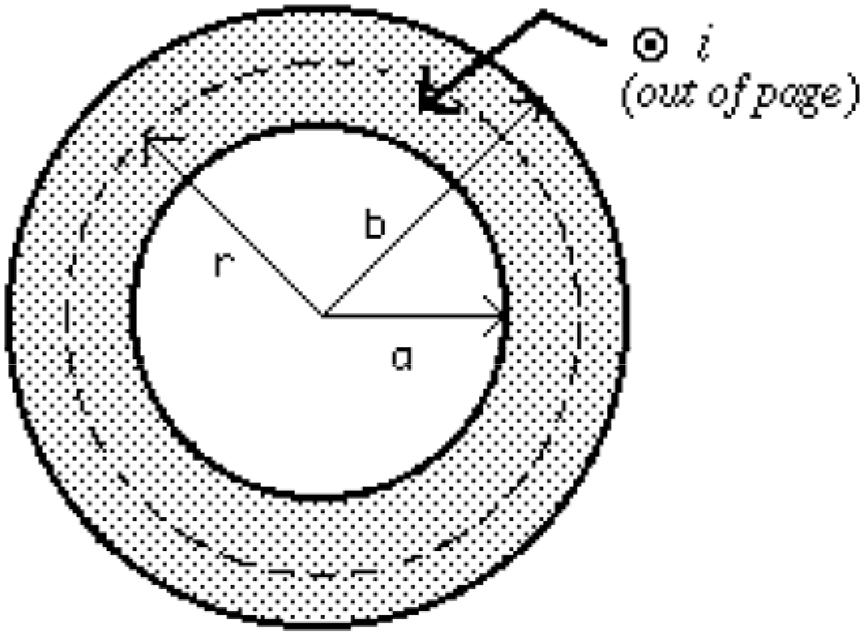
a. Nol. Karena lokasi titik C tepat berimpit dengan perpanjangan segment lurus kawat

b. Sudut segment lengkung θ=180o = π

$$B = \left(\frac{\theta}{2\pi}\right)\frac{\mu_o I}{2\pi R} = \left(\frac{\pi}{2\pi}\right)\frac{\mu_o I}{2\pi R} = \frac{\mu_o I}{4R}$$

c. Kuat medan total di titik C : $B = \frac{\mu_o I}{4R}$

Latihan : HR No. 11 hal 327



Gambar di samping memperlihatkan Sebuah penghantar silinder yang kosong dengan jari-jari a dan b yang Mengangkut arus i yang tersebar Secara uniform pada penampangnya.

a) Perlihatkan bahwa medan magnet B untuk titik-titik di dalam badan penghantar (a<r<b)

$$B = \frac{\mu_o i}{2\pi(b^2 - a^2)} \frac{r^2 - a^2}{r}$$

b) Buatlah gambar kasar sifat umum B(r) dari r =0 sampai r= takhingga