

karena arus terdistribusi merata :

$$\frac{I(r)}{I} = \frac{\pi r^2}{\pi R^2}$$

$$I(r) = I_c = I \frac{r^2}{R^2}$$

$$b = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \frac{r^2}{R^2} = \frac{\mu_0 I}{2\pi R^2} r$$

$$d\phi_m = \frac{\mu_0 L I}{2\pi R^2} r dr$$

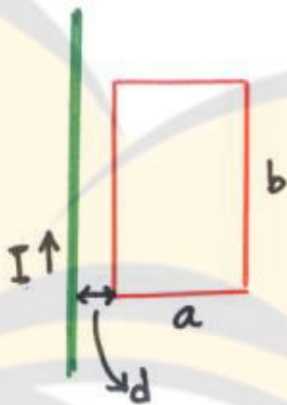
integrasikan dari $r=0$ sampai $r=R$:

$$\phi_m = \frac{\mu_0 L I}{2\pi R^2} \int_0^R r dr = \frac{\mu_0 L I}{4\pi}$$

Lalu bagi ke dua mas
dgn L :

$$\boxed{\frac{\phi_m}{L} = \frac{\mu_0 I}{4\pi}}$$

15. Sebuah kawat panjang dan lurus membawa arus I .
Sebuah loop berbentuk persegi panjang dengan dua sisinya sejajar terhadap kawat panjang adalah a dan b .



Jarak loop dengan kawat adalah d .
(Lihat gambar di samping).

(a) Tentukanlah fluks magnetik yang melalui loop!

(b) Hitung fluks magnetik jika

$$a = 5 \text{ cm}$$

$$b = 10 \text{ cm} \quad I = 20 \text{ A}$$

$$d = 2 \text{ cm}$$

penyelesaian :

(a)

$$d\phi_m = B dA$$

$$\rightarrow dA = b dx$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2I}{x} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{x}$$



Medan magnetik B pada suatu jarak x dari sebuah kawat lurus-panjang yang berarus.

$$d\phi_m = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{x} b \cdot dx$$

Integrasikan dari $x = d$ ke $x = d + a$:

$$\begin{aligned} \phi_m &= \frac{\mu_0}{2\pi} I b \int_d^{d+a} \frac{dx}{x} \\ &= \frac{\mu_0 I b}{2\pi} \ln \frac{d+a}{d} \end{aligned}$$

$$\phi_m \approx \frac{\mu_0 I b}{2\pi} \ln \left\{ 1 + \left(\frac{a}{d} \right) \right\}$$

b) menghitung :

$$\Phi_m = \frac{(4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2)(20\text{A})(0,1 \text{ m})}{2\pi} \ln\left(\frac{7 \text{ cm}}{2 \text{ cm}}\right)$$

$$\Phi_m = \underline{\underline{5,01 \times 10^{-7} \text{ Wb.}}}$$

Evaluasi :

Dari jawaban (a) :

$$\Phi_m = \frac{\mu_0 I b}{2\pi} \ln\left(1 + \frac{a}{d}\right)$$

Jika $d \gg a$, maka $\frac{a}{d} \approx 0$, dan $\Phi_m \approx 0$

Ini terjadi pada kasus di mana jarak loop dan kawat besar sekali ($d \gg a$), dan loop akan berbentuk seperti kawat panjang jika dilihat dari kawat berarus itu.

Untuk kasus seperti ini, mungkin rumus di (a) kurang bagus untuk diterapkan!!

Temannya mungkin berniat mencoba sendiri!!

17. Dua buah solenoida masing-masing berjari-jari 2 cm dan 5 cm bersifat koaksial. Panjang masing-masing solenoida 25 cm dan mempunyai 300 dan 1000 lilitan berturut-turut. Tentukanlah induktansi mutual!

penyelesaian :

- * Induktansi mutual dari 2 solenoida koaksial adalah :

$$M_{2,1} = \frac{\Phi_{m_2}}{I_1} = \mu_0 n_2 n_1 l \pi r_1^2$$



$l \equiv$ panjang solenoida

$r \equiv$ jari-jari solenoida pertama

$n_1 \equiv$ jumlah lilitan solenoida 1/ l_1

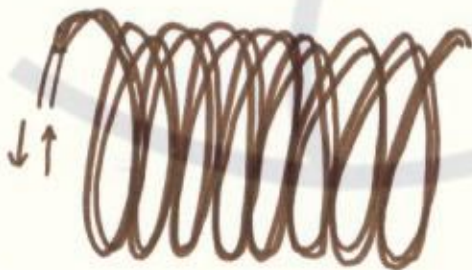
$n_2 \equiv$ jumlah lilitan solenoida 2/ l_2

$$M_{2,1} = (4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2) \left(\frac{300}{0,25 \text{ m}} \right) \left(\frac{1000}{0,25 \text{ m}} \right) (0,25 \text{ m}) \pi (0,02 \text{ m})^2$$

$$= 1,89 \text{ mH.}$$

$$\therefore \underline{\underline{M_{2,1} = 1,89 \text{ mH}}}$$

18. Sebuah kawat panjang dan terisolasi dengan hambatan $18 \text{ } \Omega/\text{m}$ akan dipakai untuk membuat sebuah resistor. Mula-mula, kawat itu dibengkokkan menjadi setengah ukuran semula, dan kemudian kawat itu dililitkan pada sebuah silinder. (lihat gambar).



Diameter silinder yang dibentuk adalah 2 cm, panjangnya 25 cm, dan panjang total kawat adalah 9 m. Tentukanlah hambatan dan induktansi dari resistor-lilitan kawat itu!

penyelesaian :

Ingat bahwa arus pada 2 bagian kawat memiliki arah yang saling berlawanan. Konsekuensinya, fluks total di dalam kumparan adalah nol.

✓ Karena fluks total = 0, maka induktansi :

$$L = 0$$

✓ Hambatan total :

$$R = \left(18 \frac{\Omega}{m}\right) l = \left(18 \frac{\Omega}{m}\right) (9m)$$

$$\boxed{R = 162 \Omega}$$

l = panjang kawat.

NB: Hambatan total segera dapat ditentukan dengan menggunakan definisi $R = (\text{hambatan per satuan panjang}) \times (\text{panjang kawat})$.

19. Arus pd kumparan dengan induktansi-diri 2 mH adalah 2,0 A pada saat $t = 0$, ketika kumparan tersebut dihubungkan-singkatkan dengan sebuah resistor. Hambatan total kumparan ditambah resistor adalah 10,0 Ω . Tentukanlah arus setelah (a) 0,5 mdetik dan (b) 10 mdetik.

penyelesaian :

$$I = I_0 \exp(-t/\tau) = (2A) \exp(-t/\tau)$$

$$\Rightarrow \tau = \frac{L}{R} = \frac{1 \text{ mH}}{10 \Omega} = 10^{-4} \text{ detik}$$

$$I = (2A) \exp(-t/10^{-4})$$

a) saat $t = 0,5 \text{ ms}$: $I = (2A) \exp(-10^4 \{0,5 \times 10^{-3} \text{ detik}\} \text{ detik}^{-1})$

$$I = (2A) \exp(-5) = \boxed{13,5 \text{ mA}}$$

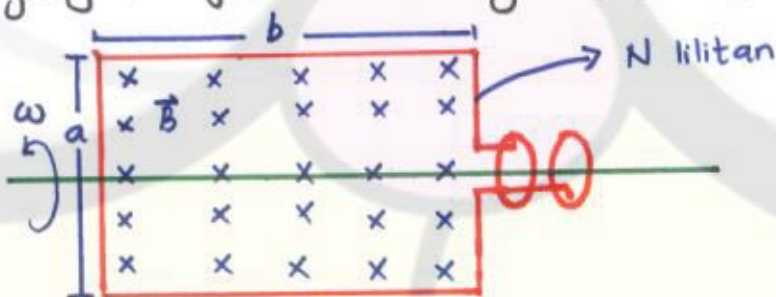
b) saat $t = 10$: $I = (2A) \exp(-10^4 \{10 \times 10^{-3} \text{ detik}\} \text{ detik}^{-1})$

$$I = 7,44 \times 10^{-44} \text{ A}$$

Nilai ini sangat kecil, dan bisa dinyatakan sebagai nol.

$$I \approx 0.$$

20. Kira-kira tahun 1860-an, kuat medan magnet diukur dengan alat rotating coil gaussmeter. Alat ini menggunakan sebuah loop kecil yang terdiri dari banyak lilitan yang berotasi pada sebuah sumbu yang tegak lurus medan magnet dengan kelajuan cukup besar dan terhubung ke voltmeter AC melalui slip rings seperti yang ditunjukkan oleh gambar berikut.



kumparan memiliki 400 lilitan dan luasan $1,4 \text{ cm}^2$. Kumparan itu berotasi pada 180 rpm. Jika kuat medan magnet adalah $0,45 \text{ T}$, tentukanlah ggl induksi maksimum di dalam kumparan dan arah/orientasi kumparan relatif terhadap medan di mana ggl induksi maksimum tersebut terjadi.

penyelesaian :

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi_m}{dt} \longrightarrow \text{Hukum Faraday}$$

$$\Phi_m(t) = NBA \cos \omega t$$

Defenisi
fluks magnetik

$\omega \equiv$ Kecepatan angular (perputaran kumparan terhadap sumbu tegak lurus medan.

$$\mathcal{E} = - \frac{d}{dt} (NBA \cos \omega t)$$

$$= - NBA \omega (-\sin \omega t)$$

$$\mathcal{E} = NBA \omega \sin \omega t$$

$$\Rightarrow \mathcal{E}_{\text{maksimum}} = NBA \omega.$$

$$\mathcal{E}(t) = \mathcal{E}_{\text{maksimum}} \sin \omega t$$

$$\mathcal{E}_{\text{maks}} = (400)(0,45\text{T})(1,4 \times 10^{-4}\text{m}^2) \left(180 \frac{\text{putaran}}{\text{menit}} \times \frac{2\pi \text{ rad}}{\text{putaran}} \times \frac{1 \text{ menit}}{60 \text{ dtk}} \right)$$

$$\mathcal{E}_{\text{maksimum}} = 0,475 \text{ volt.}$$

Gggl induksi maksimum terjadi saat bidang kumparan sejajar terhadap medan magnetik \vec{B} . Pada saat itu, fluks magnetik, Φ_m sama dengan nol, tetapi \mathcal{E} menjadi maksimum.