

A. Pertanyaan

① Pada hukum Faraday, $\mathcal{E}_{in} = - \frac{d\Phi_B}{dt}$

menandakan bahwa ggl induksi dan perubahan fluks memiliki tanda aljabar yang berlawanan. Hal ini merupakan Interpretasi fisika yang sangat nyata, yang dikenal sebagai hukum Lenz.

Hukum ini menyatakan : Arus induksi pada loop muncul dengan arah yang menghasilkan sebuah medan magnet yang melawan perubahan fluks magnetik yang menembus daerah yang di lingkupi oleh loop.

Jadi, tanda negatif berarti melawan perubahan fluks magnet.

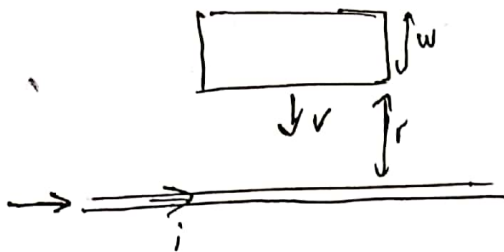
- Jika perubahan membesar maka di lawan dengan perubahan besar.
- Jika perubahan mengecil maka di lawan dengan menambahkan perubahan fluks agar tetap konstan. (hukum kekekalan energi).

② Jika arus induksi searah jarum jam, dengan luas yang ditembus membesar, maka B induksi adalah masuk bidang.

Sehingga medan magnet nya (B) berarah keluar bidang kertas.

Jawaban : B keluar bidang kertas

3



Arus kawat menghasilkan medan magnet di sekitarnya, dengan besar

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

karena loop makin mendekat, maka r akan mengecil, akibatnya ~~ada~~ nilai B yang menembus loop akan banyak (membesar).

karena B dan A membesar, akibatnya fluks yang dihasilkan akan membesar pula. dengan $\phi_B = \int B dA$

$$= \int \frac{\mu_0 i}{2\pi x} (l dx)$$

$$= \frac{\mu_0 i l}{2\pi} \int_r^{r+w} \frac{dx}{x}$$

$$\Rightarrow \phi_B = \frac{\mu_0 i l}{2\pi} \ln \left(1 + \frac{w}{r} \right)$$

jawaban : -) Pengaruhnya akan menimbulkan gaya gerak listrik induksi

$$\text{sebesar, } \mathcal{E} = - \frac{d\phi_B}{dt} = \frac{\mu_0 i l v}{2\pi r} \left(\frac{w}{r+w} \right)$$

dan menimbulkan arus induksi pada loop.

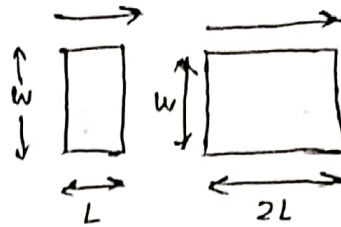
$$\text{sebesar, } I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{\mu_0 i l v}{2\pi R r} \left(\frac{w}{r+w} \right)$$

dengan arah arus induksi searah jarum jam.

4

Gaya : $N(iLB)$

a) $F = N(I\omega B)$



$$|\mathcal{E}| = N \frac{d\phi}{dt} = N \frac{d(B\omega x)}{dt}$$

$$|\mathcal{E}| = NB\omega V$$

$V = \text{konstan}$

$$i = \frac{|\mathcal{E}|}{R} = \frac{NB\omega V}{R}$$

Sehingga, $F = N \left(\frac{NB\omega V}{R} \right) \omega B$

$$F = \frac{N^2 B^2 \omega^2 V}{R}$$

Jawaban : (1) dan (2) (sama)

Kemudian (3) dan (4) sama

b) Laju energi:

$$P = F \cdot V, \quad P \sim F$$

Jawaban : (1) dan (2) sama kemudian (3) dan (4) sama

5

pada rangkaian berlaku aturan loop,

$$\mathcal{E} - IR - L \frac{di}{dt} = 0$$

$$\text{misal } x = \left(\frac{\mathcal{E}}{R} \right) - I$$

$$dx = -dI$$

$$\text{sehingga, } x + \frac{L}{R} \frac{dx}{dt} = 0$$

$$\frac{dx}{x} = -\frac{R}{L} dt$$

$$\int \frac{dx}{x} = \int -\frac{R}{L} dt$$

$$\ln \frac{x}{x_0} = -\frac{R}{L} t$$

$$x = x_0 e^{-Rt/L}$$

$$I=0 \text{ saat } t=0, \text{ maka } x_0 = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

sehingga :

$$\frac{\mathcal{E}}{R} - I = \frac{\mathcal{E}}{R} e^{-Rt/L}$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} (1 - e^{-Rt/L})$$

$$IR = \mathcal{E} (1 - e^{-Rt/L})$$

$$V_R = \mathcal{E} - \mathcal{E} e^{-Rt/L}$$

5

$$\ln \left(\frac{V_R}{E} \right) = 1 - e^{-\frac{Rt}{L}}$$

$$\frac{V_R}{E} = 1 - e^{-\frac{Rt}{L}}$$

$$\ln \left(\frac{V_R}{E} \right) = \frac{Rt}{L}$$

$$L = \frac{Rt}{\ln \left(\frac{V_R}{E} \right)}$$

maka, urutannya adalah : c, b, a,

B. SOAL

oleh: Wawan K

- ① Dengan menggunakan hukum Faraday, ggl induksi nya.

$$\begin{aligned}\mathcal{E} &= - \frac{d\phi_B}{dt} \\ &= - \frac{d(BA)}{dt} \\ &= -B \frac{dA}{dt} = -B \frac{d(\pi r^2)}{dt} = -2\pi r B \frac{dr}{dt} \\ &= -2\pi (0,12 \text{ m}) (0,8 \text{ T}) (-0,750 \text{ m/s}) \\ \mathcal{E} &= 0,452 \text{ V}\end{aligned}$$

- ② a) Kita misalkan L panjang sisi dari sirkuit persegi. maka fluks magnet yang melalui rangkaian (sirkuit) adalah $\phi_B = BA$
 $\phi_B = B \left(\frac{L^2}{2} \right)$

ggl nya, $\mathcal{E}_i = - \frac{d\phi_B}{dt} = - \frac{d}{dt} \left(\frac{L^2}{2} B \right)$

$$\mathcal{E}_i = - \frac{L^2}{2} \frac{dB}{dt}$$

Kita ketahui $B = 0,042 - 0,870t$ dan $\frac{dB}{dt} = -0,870 \text{ T/s}$, maka

$$\mathcal{E}_i = \frac{(2)^2}{2} (0,870 \text{ T/s}) = 1,74 \text{ V}$$

Medan magnet berarah keluar bidang kertas dan berkurang, sehingga ggl induksi berarah berlawanan jarum jam pada rangkaian. dan berarah sama dengan ggl baterai.

a) ggl total adalah

$$\mathcal{E}_{\text{tt}} = \mathcal{E} + \mathcal{E}_i$$

$$= 20V + 1,74V = 21,7V$$

b) Arah arus yang mengalir pada rangkaian dalam arti ggl total yakni berlawanan jarum jam

③ fluks magnet $\Phi_B = BA \cos \theta$

dengan $\theta = \omega t$. Kumparan berputar secara stabil, maka θ bertambah secara linear terhadap waktu.

$$\omega = 2\pi f$$

$$= 1000 \text{ putaran/menit}$$

$$= \frac{1000 \text{ putaran}}{60 \text{ s}}$$

$$\omega = 16,7 \text{ putaran/s}$$

$$\text{Luas } A = 0,500 \times 0,300 = 0,150 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ putaran } 2\pi^{\text{rad}} \text{ sehingga}$$

$$\omega = 2\pi(16,7) \text{ rad/s}$$

Jadi,

$$\mathcal{E} = -N \frac{d}{dt} (BA \cos \theta)$$

$$= -NBA \frac{d}{dt} \cos(2\pi f t)$$

$$\mathcal{E} = NBA(2\pi f) \sin 2\pi f t$$

Amplitudo tegangan adalah

$$\mathcal{E}_{\text{max}} = 2\pi f NAB = 2\pi(16,7)(100)(0,15)(3,5) = 5,50 \times 10^3 \text{ V} //$$

④ a) $\mathcal{E} = BLV = (0,350)(0,250)(0,55) = 0,0481 \text{ V}$

b) dengan menggunakan hukum Ohm,

arus induksinya, $i = \frac{\mathcal{E}}{R}$

$$= \frac{0,0481 \text{ V}}{18 \Omega}$$

$$i = 0,00267 \text{ A}$$

Dengan menggunakan hukum Lenz, arus berarah searah jarum jam

c) Laju perpindahan energi = Daya

$$P = i^2 R = (0,00267)^2 (18) = 0,000129 \text{ W}$$

⑤ karena $A = l^2$, maka $\frac{dA}{dt} = \frac{d}{dt}(l^2) = 2l \frac{dl}{dt}$

dengan menggunakan hukum Faraday, $N=1$

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$= - \frac{d}{dt}(BA)$$

$$= -B \frac{dA}{dt}$$

$$= -2lB \frac{dl}{dt} = -2(0,12)(0,24)(-0,05 \text{ m/s})$$

$$\mathcal{E} = 0,0029 \text{ V}$$

$$\textcircled{6} \quad a) \quad \phi_{\text{lilitan}} = N \phi_B$$

$$= N B A$$

$$= N B (\pi r^2) = (30) (2,6 \times 10^{-3}) (\pi) (0,1)^2$$

$$\phi_{\text{lilitan}} = 2,45 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

b) Induktansi lilitan adalah L ,

$$L = \frac{N \phi_B}{i} = \frac{2,45 \times 10^{-3} \text{ Wb}}{3,80 \text{ A}} = 6,45 \times 10^{-4} \text{ H}$$

$\textcircled{7}$ prinsip ekuivalen induksi sama dengan prinsip ekuivalen resistor,

sehingga,

$$L_{\text{ekuivalen}} = L_1 + L_4 + L_{23}$$

$$= L_1 + L_4 + \frac{L_{23}}{L_2 + L_3}$$

$$= 30 \text{ mH} + 15 \text{ mH} + \frac{(50 \text{ mH})(20 \text{ mH})}{50 \text{ mH} + 20 \text{ mH}}$$

$$\frac{1}{L_{23}} = \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3}$$

$$\frac{1}{L_{23}} = \frac{L_2 + L_3}{L_2 L_3}$$

$$L_{23} = \frac{L_2 L_3}{L_2 + L_3}$$

$$L_{\text{ekuivalen}} = 59,3 \text{ mH}$$

$\textcircled{8}$ Kita terapkan aturan loop,

$$\sum \mathcal{E} + \sum IR = 0$$

$$\mathcal{E} - IR - L \frac{dI}{dt} = 0$$

(8)

$$\mathcal{E} - IR - L \frac{dI}{dt} = 0$$

$$\mathcal{E} - (3+5t)R - L \frac{d}{dt}(3+5t) = 0$$

$$\mathcal{E} - (3+5t)4 - 6(5) = 0$$

$$\mathcal{E} = 12 + 20t + 30$$

$$\mathcal{E}(t) = 20t + 42 \text{ V} //$$

(9) a) Pada titik dimanapun, densitas energi magnet diberikan oleh

$$U_B = \frac{B^2}{2\mu_0}$$

didalam sebuah solenoida, $B = \mu_0 n I$, dengan $n = \frac{N}{\ell}$

$$n = \frac{950}{0,85} = 1,118 \times 10^3 \text{ m}^{-1}$$

maka densitas energi magnet adalah

$$\begin{aligned} U_B &= \frac{1}{2} \mu_0 n^2 i^2 \\ &= \frac{1}{2} (4\pi \times 10^{-7}) (1,118 \times 10^3)^2 (6,6)^2 \\ &= 34,2 \text{ J/m}^3 \end{aligned}$$

b) Karena medan magnet seragam didalam sebuah solenoida ideal, Energi total yang tersimpan didalam medan adalah $U_B = U_B V$, dengan V adalah volume solenoida

$$\text{jadi, } U_B = (34,2) (17 \times 10^{-4}) (0,850) = 4,94 \times 10^{-2} \text{ J} //$$

10 a) Karena saklar di tutup pada $t=0$, arus menjadi nol di dalam induktor yakni menyajikan sebuah kondisi awal untuk menambahkan arus dalam rangkaian. kemudian arus melalui beberapa elemen pada rangkaian ini juga nol pada saat ini. Sehingga aturan loop mengharuskan \mathcal{E}_L dan $L_1 = 0,30 \text{ H}$ induktor di hilangkan dari baterai. Sehingga,

$$\frac{di}{dt} = \frac{|\mathcal{E}_L|}{L_1} = \frac{6}{0,30} = 20 \text{ A/s}$$

b) ketika keadaan final, ($t \rightarrow \infty$), terapkan aturan loop pada rangkaian luar, dengan $R_1 = 8 \Omega$,

maka, $\sum \mathcal{E} + \sum iR = 0$

$$\mathcal{E} - iR_1 - |\mathcal{E}_{L_1}| - |\mathcal{E}_{L_2}| = 0$$

$$6 - i(8) = 0$$

$$i = \frac{6}{8} = 0,75 \text{ A}$$

<p>Saat $t = \infty$</p> $ \mathcal{E}_{L_1} = \mathcal{E}_{L_2} = 0$

~~~~~ "

Good luck