

Fisika Dasar 1 (part 2)

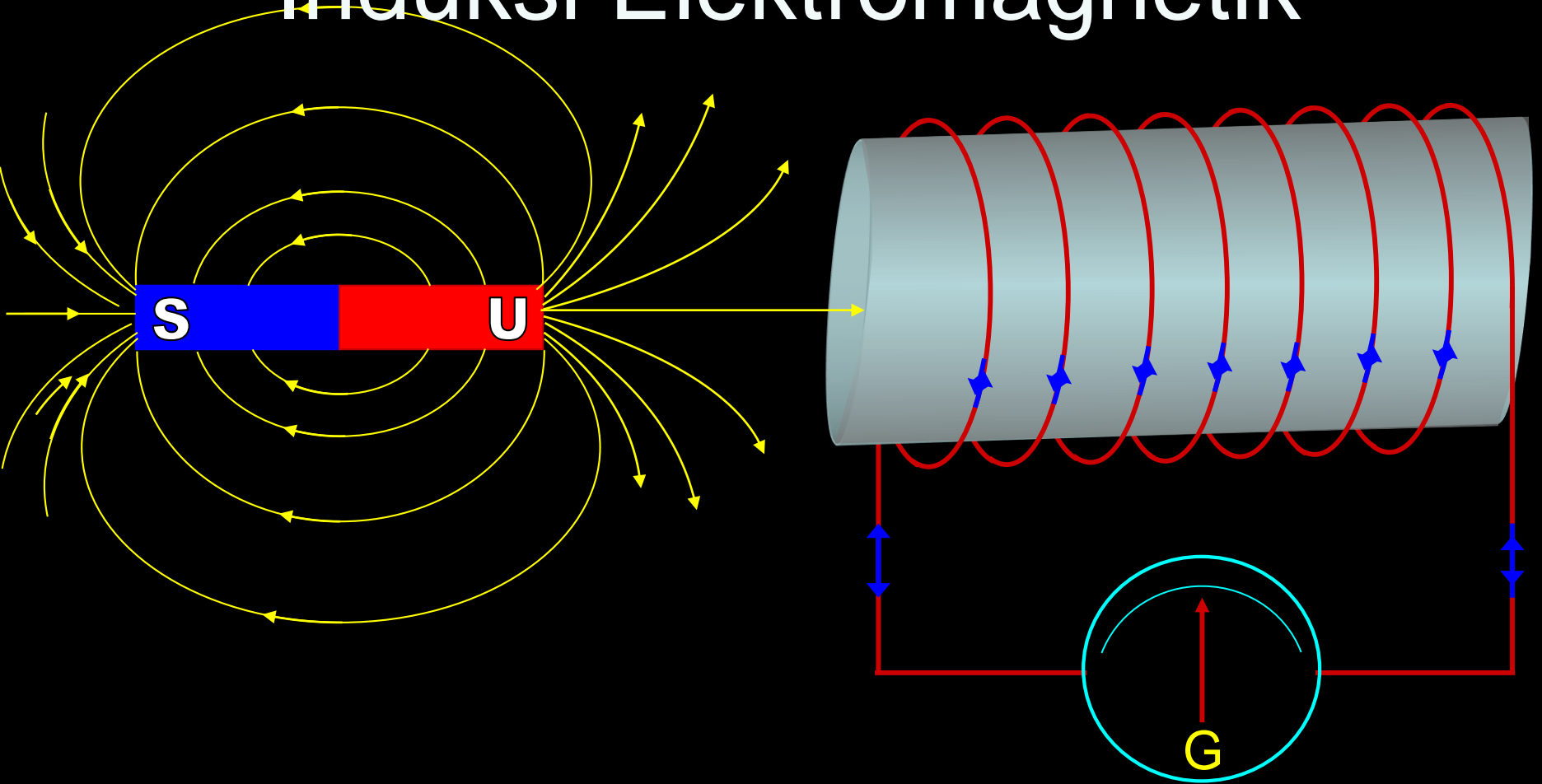
- Pert 9 : Listrik Induksi
- Pert 10,11 : ElektroMagnet
- Pert 12, 13 : Arus Bolak Balik
- Pert 14, 15 : Dasar generator & Motor
- Pert 16 : UAS

Sistem kuliah

- Hybrid & Blended
- Optimalisasi SPADA (share materi dan diskusi)
 - MK : Fisika Dasar 1
 - Enroll key : FisdasTE2021
- Penilaian (via SPADA)
 - Keaktifan
 - Tugas
 - Quiz
 - UAS

Listrik Induksi

Induksi Elektromagnetik



Induksi elektromagnetik (EM) \rightarrow Timbulnya ggl (tegangan) akibat fluks magnet berubah

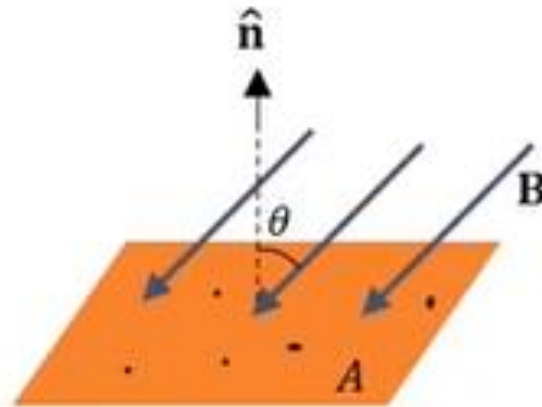
Fluks Magnet → Jumlah garis medan magnet yang menembus suatu medan

$$\Phi = \mathbf{B} \cdot \mathbf{A} = BA \cos \theta$$

satuan Weber (Wb)

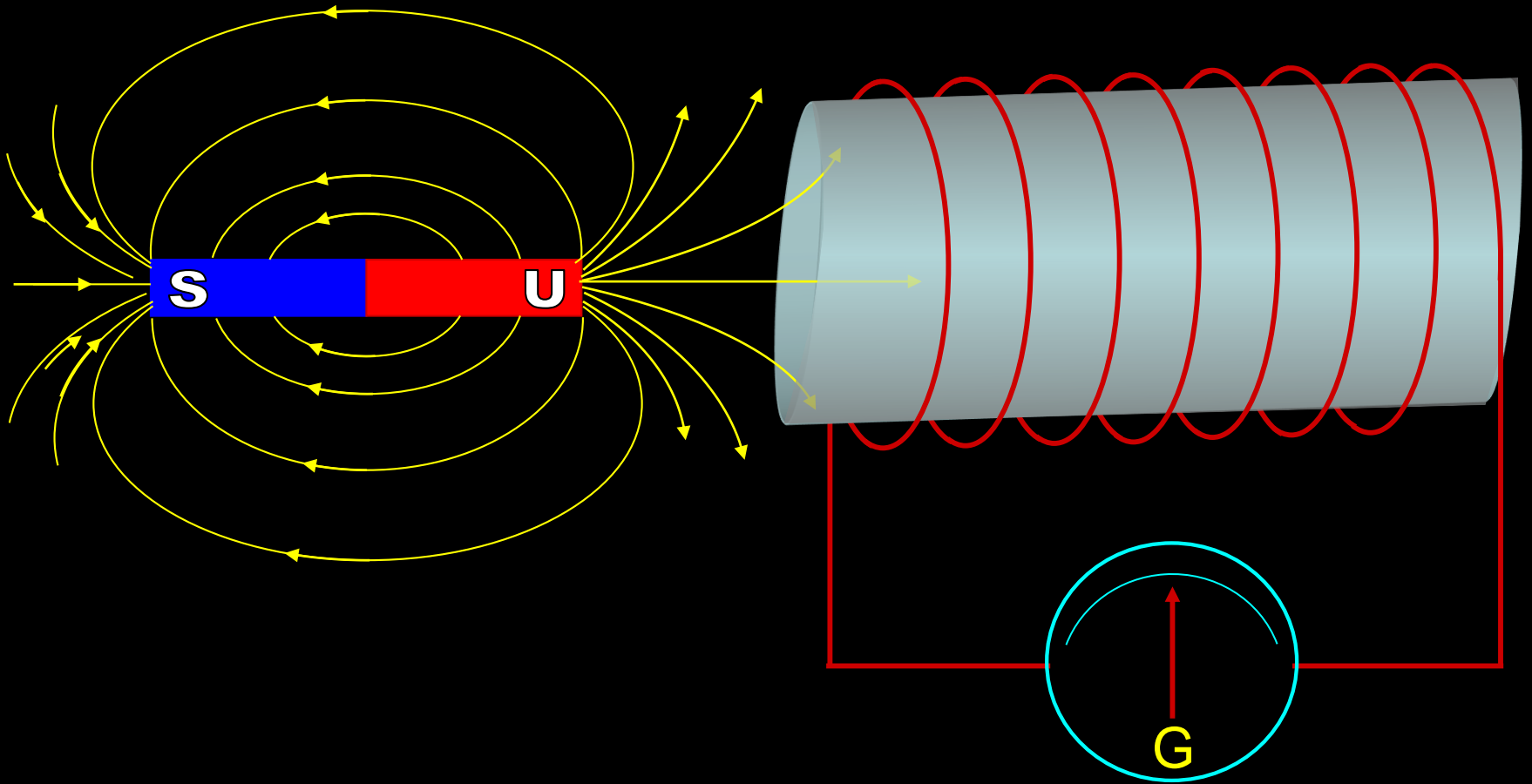
jika tidak homogen

$$\Phi = \int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A}$$



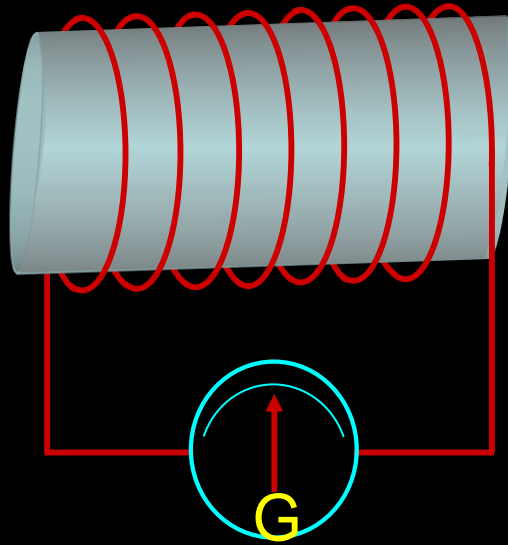
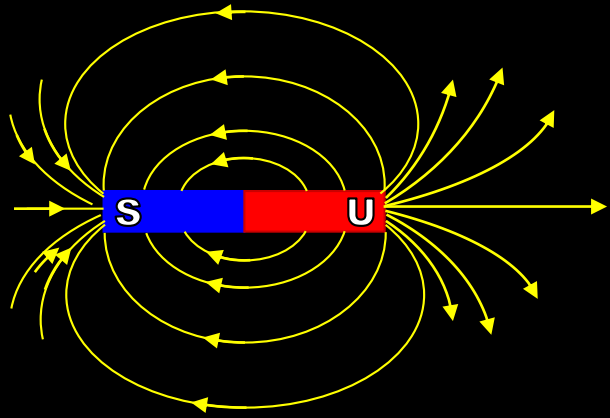
HOMOGEN

Percobaan Faraday

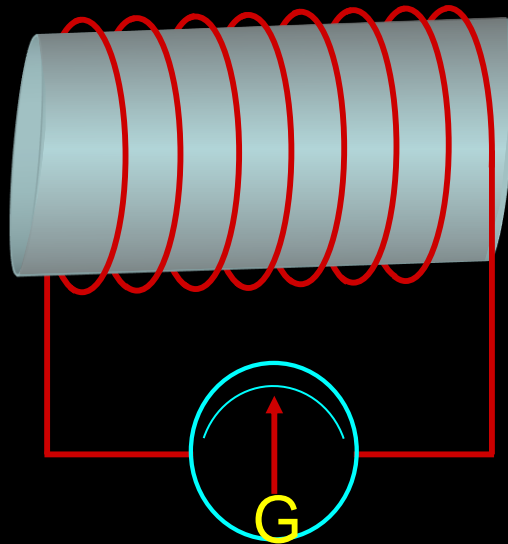
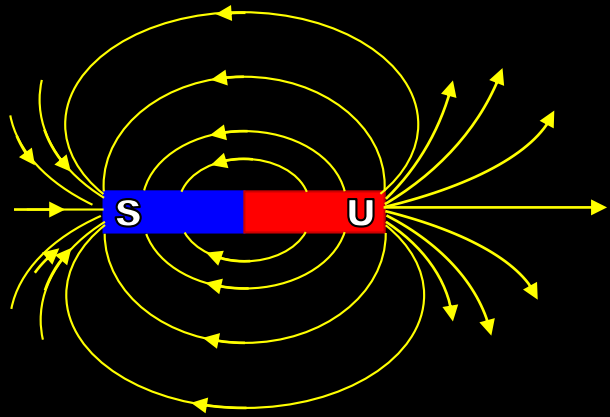


- Fluks magnet berubah terhadap waktu → ggl induksi → Arus induksi (jika rangkaian tertutup)

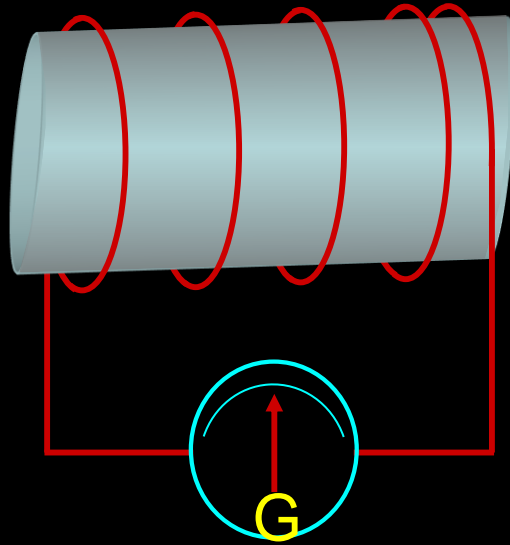
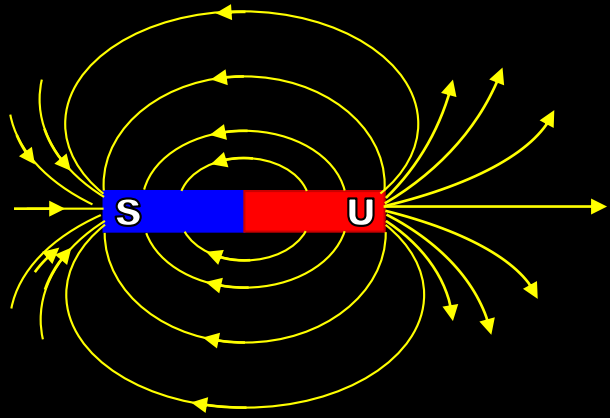
Hukum Faraday



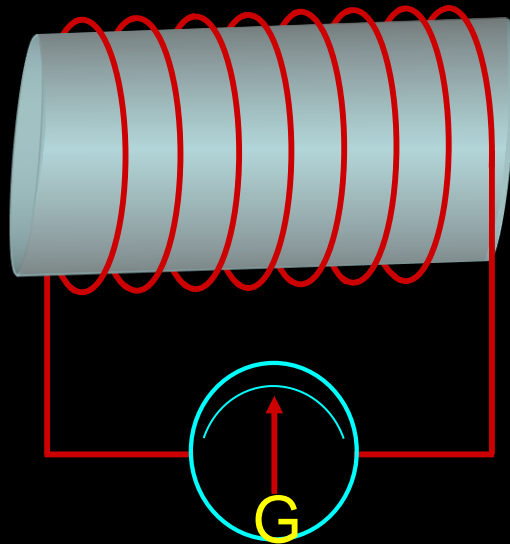
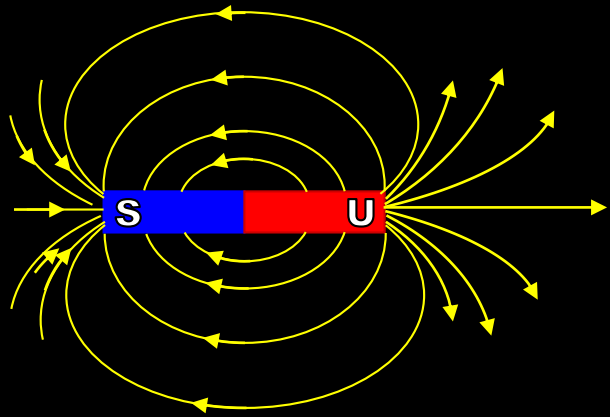
1. GGL Induksi sebanding dengan kecepatan perubahan flux magnet.



$$\varepsilon \propto \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$



1. GGL Induksi
sebanding
dengan jumlah
lilitan



$$\varepsilon \propto N$$

Besar GGL Induksi :

1. Sebanding dengan jumlah lilitan
2. Sebanding dengan kecepatan perubahan jumlah garis gaya magnet yang memotong kumparan

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

ε = ggl induksi (volt)

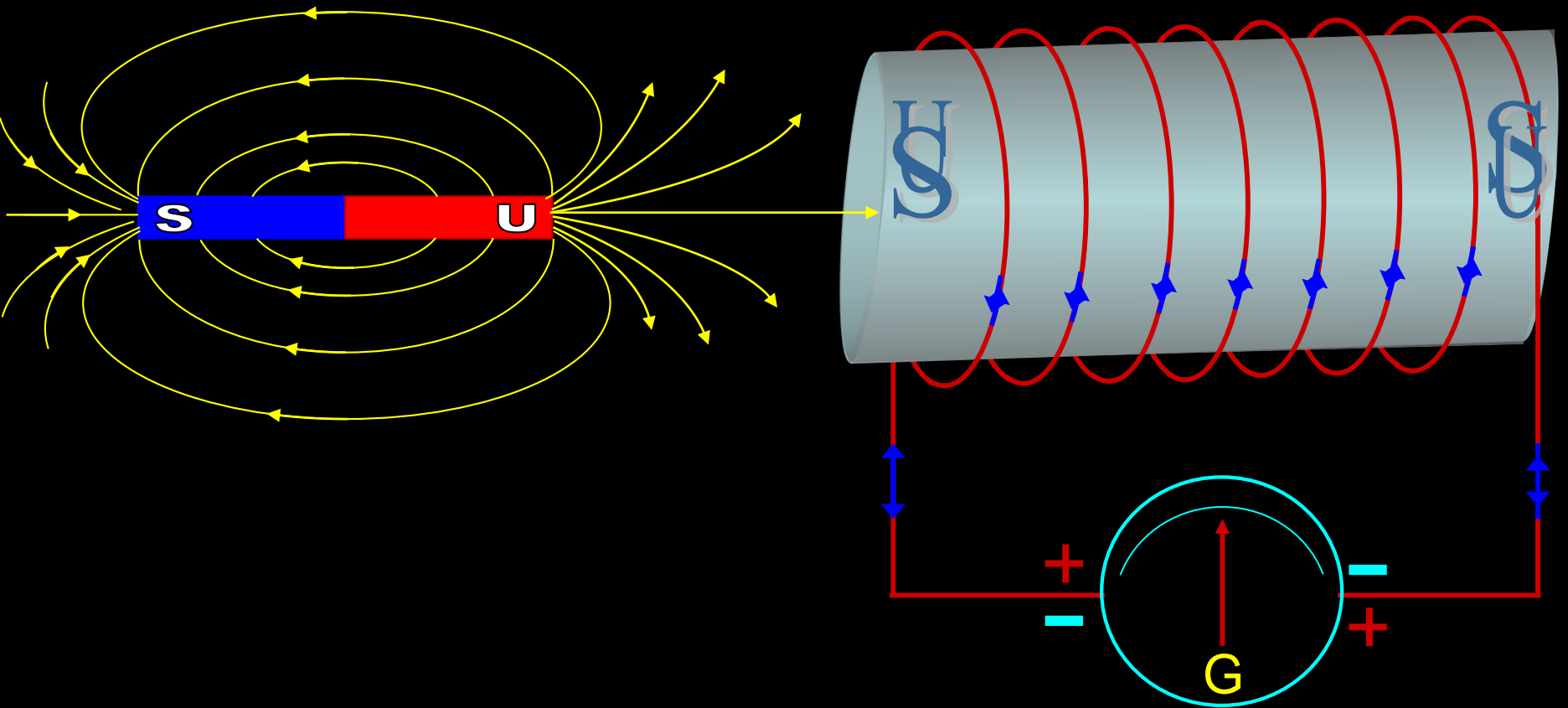
N = jumlah lilitan

$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ = kecepatan perubahan jumlah garis gaya magnet (Weber/s)

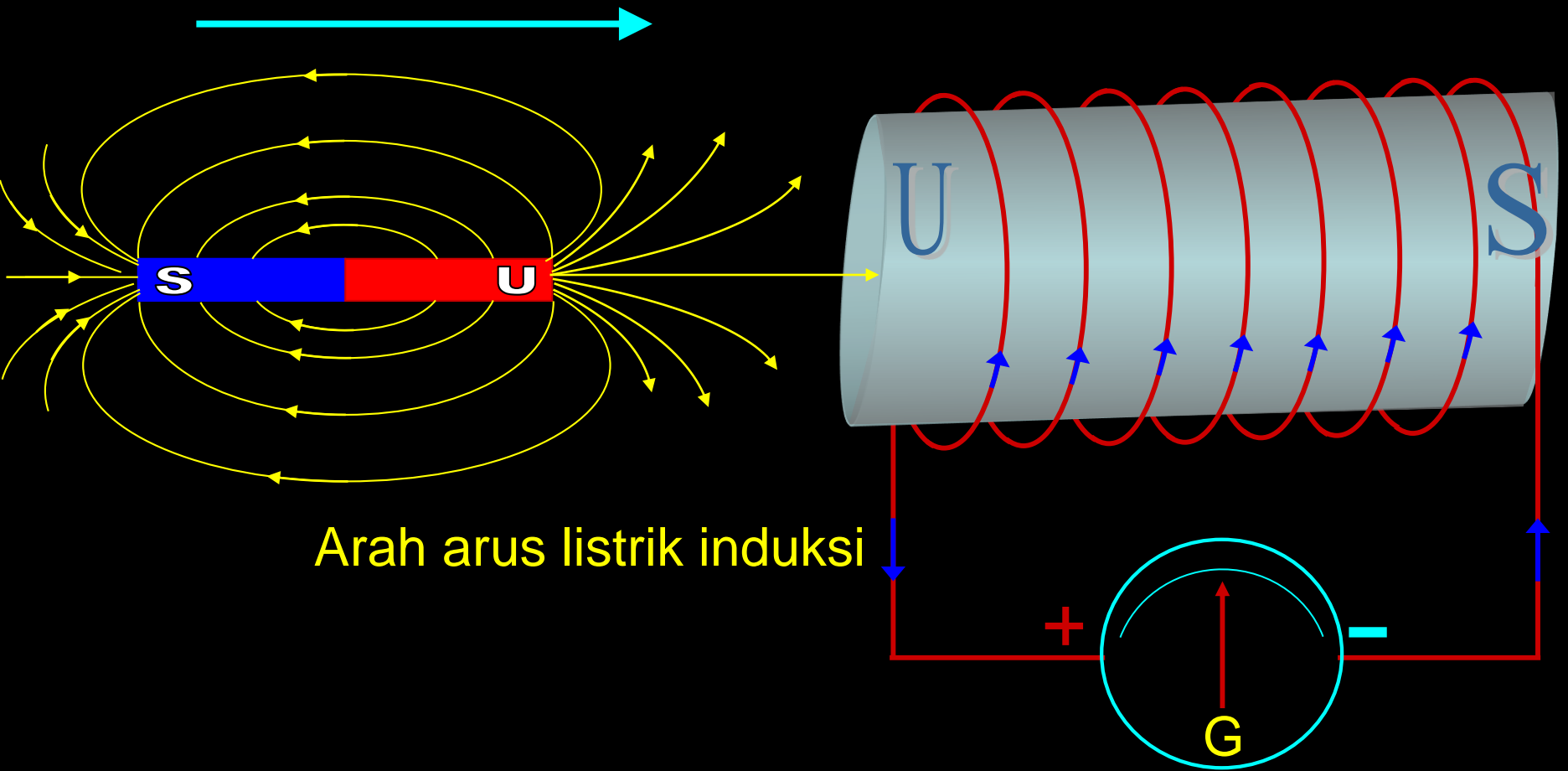
Hukum Lenz

Arah arus listrik induksi

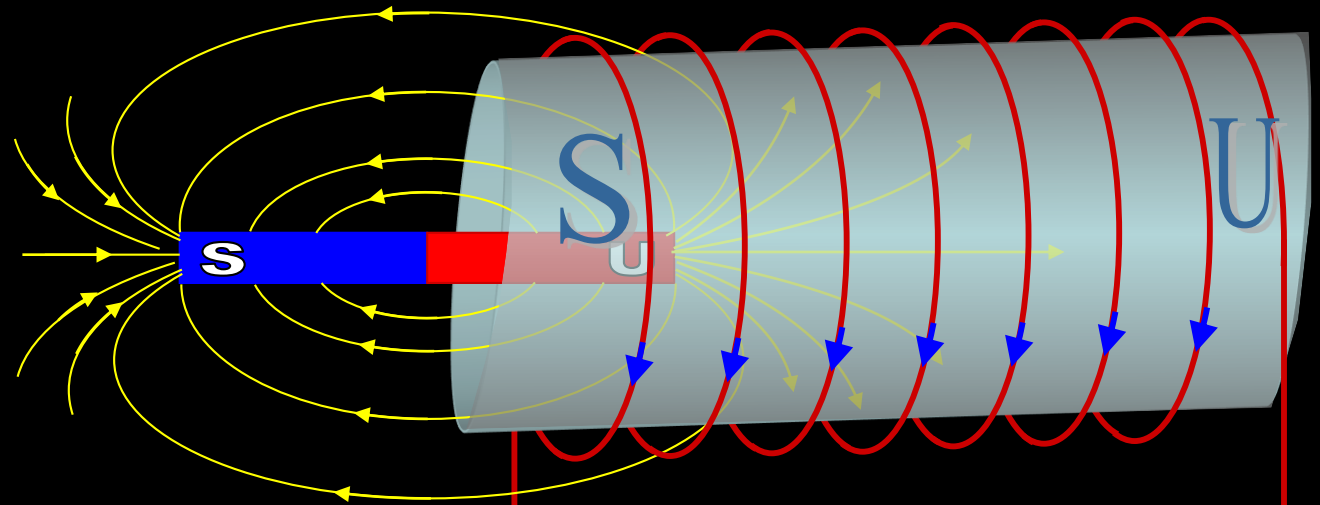
- Arah arus listrik induksi dapat ditentukan dengan hukum Lents : Arah arus listrik induksi sedemikian rupa sehingga melawan perubahan medan magnet yang ditimbulkan.



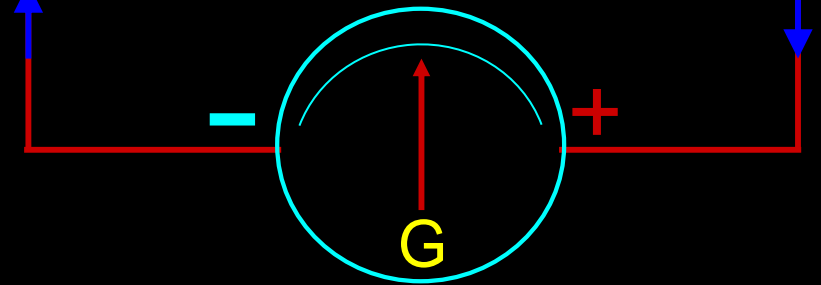
Kutub Utara magnet bergerak mendekati kumparan



Kutub Utara magnet bergerak menjauhi kumparan

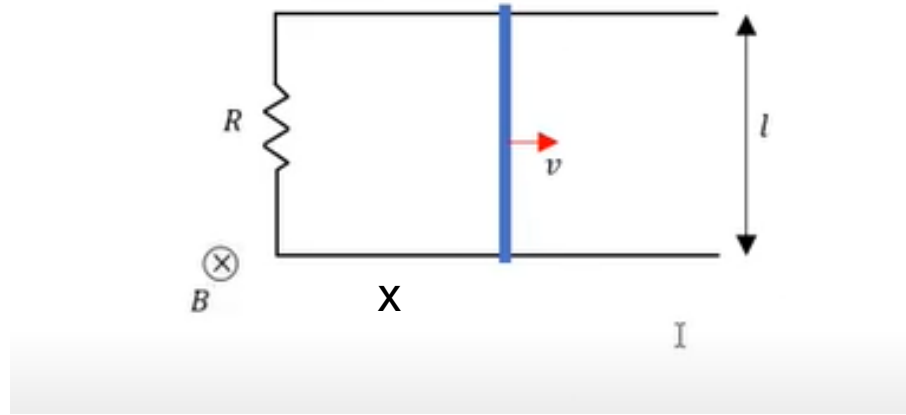


Arah arus listrik induksi



3 kemungkinan penyebab induksi EM

- A berubah
- B berubah
- ϵ Berubah



Kondisi ini akan menghasilkan ggl induksi

$N = 1$ lilitan) homogen

Fluks magnet $\rightarrow \phi = BA \cos \theta$

Normal bidang searah dgn arah medan magnet

$$\phi = BA = Blx$$

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

di lihat mana yang berubah terhadap waktu
dan lihat jumlah lilitan

$$\varepsilon = \mathbf{Bl} \frac{\Delta \mathbf{x}}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = B l v$$

Arus Induksi ??

Hukum Ohm = $V = I R$

$$I_{ind} = \frac{Blv}{R}$$

Arah Arus Induksi ??

B ke arah dalam

Fluks makin besar menembus ke dalam layar → dilawan dengan cara ada medan induksi yang keluar dari layar kanan

Gunakan aturan tangan kanan untuk Loop → arah arus berlawanan arah jarum jam

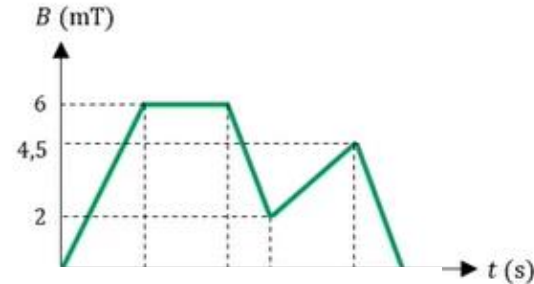
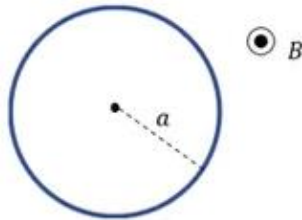
Penerapan

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

- Induksi harus melawan perubahan fluks
- 3 kemungkinan penyebab induksi EM :
 - A berubah
 - B berubah
 - θ Berubah

Sebuah loop lingkaran (1 lilitan) dengan jari-jari 10 cm berada di dalam medan magnet homogen dengan arah keluar bidang layar. Medan magnet berubah-ubah terhadap waktu seperti digambarkan pada grafik di bawah.

- Tentukan ggl induksi pada $t = 1$ s dan arah arus induksi
- Tentukan ggl induksi pada $t = 7,5$ s dan arah arus induksi
- Pada rentang waktu berapakah tidak terbentuk arus induksi?



$$\Phi = BA = \pi a^2 B(t)$$

$$\varepsilon_{ind} = \left| \pi a^2 \frac{dB}{dt} \right|$$

$$\text{a. } \varepsilon_{ind} = \pi(0,1)^2 \left(\frac{6 \times 10^{-3}}{2} \right) \text{ V} = 9,42 \times 10^{-5} \text{ V}$$

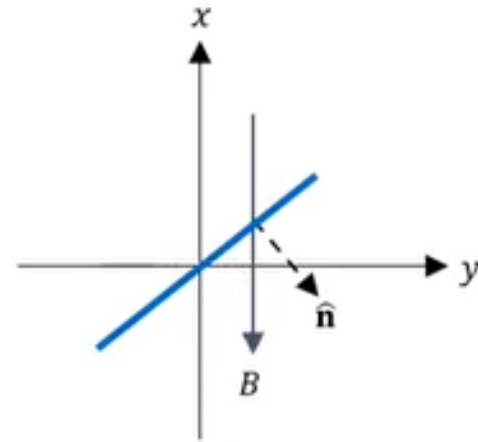
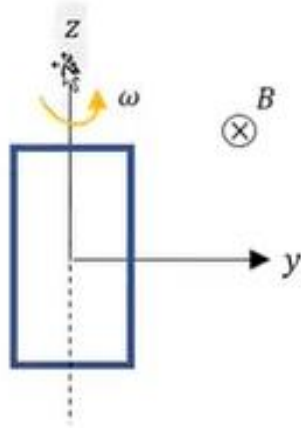
Fluks bertambah besar dan keluar bidang layar \rightarrow di lawan dengan medan induksi yang arahnya masuk ke layar \rightarrow se arah jarum jam

$$\text{b. } \varepsilon_{ind} = \pi(0,1)^2 \left(\frac{4,5 \times 10^{-3}}{1} \right) \text{ V} = 1,41 \times 10^{-4} \text{ V}$$

Fluks bertambah kecil dan keluar bidang layar \rightarrow di lawan dengan medan induksi yang arahnya keluar layar \rightarrow berlawanan arah jarum jam

c. Saat $t = 2 - 4$ s

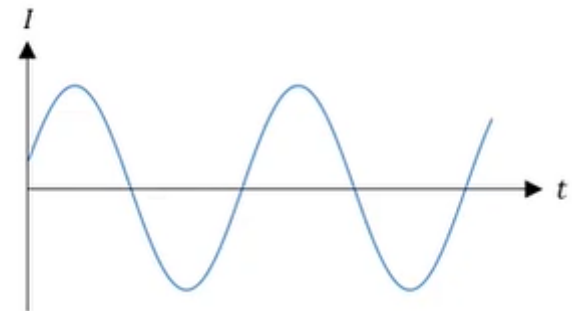
loop diputar dalam medan magnet



$$\theta = \omega t$$

Fluks magnet $\rightarrow \phi = BA \cos \omega t$

$$\varepsilon_{ind} = -N \frac{d\phi}{dt} = NBA \omega \sin \omega t$$



- Sebuah kumparan yang memiliki jumlah lilitan 300 lilitan bila terjadi perubahan jumlah garis gaya magnet di dalam kumparan dari 3000 Wb menjadi 1000 Wb dalam setiap menitnya tentukan besar ggl induksi yang dihasilkan ?

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = -300 \frac{1000 - 3000}{60}$$

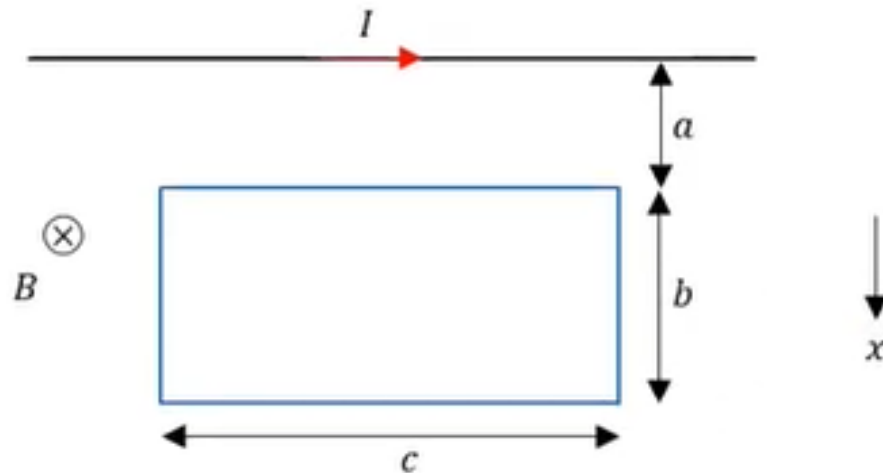
$$\varepsilon = -300 \frac{-2000}{60}$$

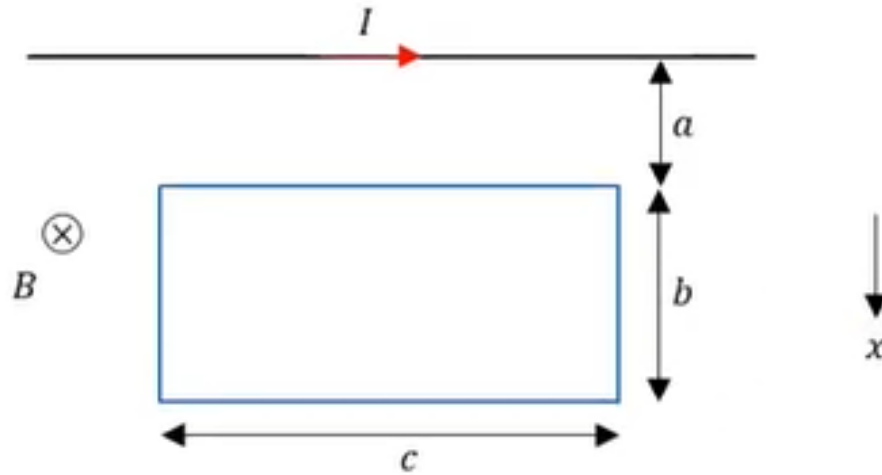
$$\varepsilon = 10000 \text{ volt}$$

Medan Magnet Tak homogen

Fluks magnet $\rightarrow \phi = BA \cos \theta \rightarrow \Phi = \int B \cdot dA$

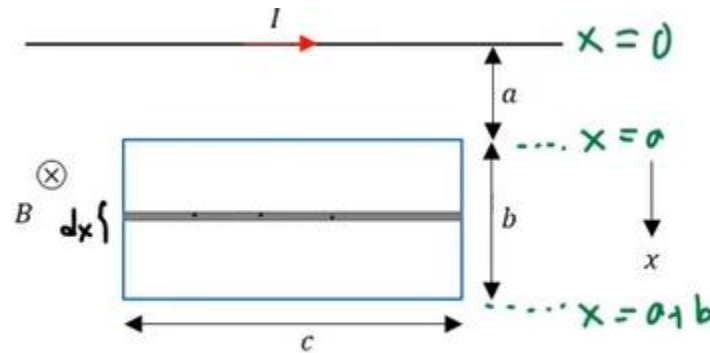
Hukum Faraday $\varepsilon = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$





$$\vec{B} \cdot d\vec{A}$$

$$= B dA \cos\theta$$



medan magnet oleh kawat lurus $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi x}$

elemen luas $dA = c dx$

$$\Phi = \int B dA = \int_a^{a+b} \frac{\mu_0 I}{2\pi x} c dx$$

$$\Phi = \frac{\mu_0 I c}{2\pi} \int_a^{a+b} \frac{dx}{x} = \frac{\mu_0 I c}{2\pi} [\ln x]_a^{a+b}$$

$$\Phi = \frac{\mu_0 I c}{2\pi} \ln\left(\frac{a+b}{a}\right)$$

$$\ln(a+b) - \ln a = \ln\left(\frac{a+b}{a}\right)$$

Diskusi konsep

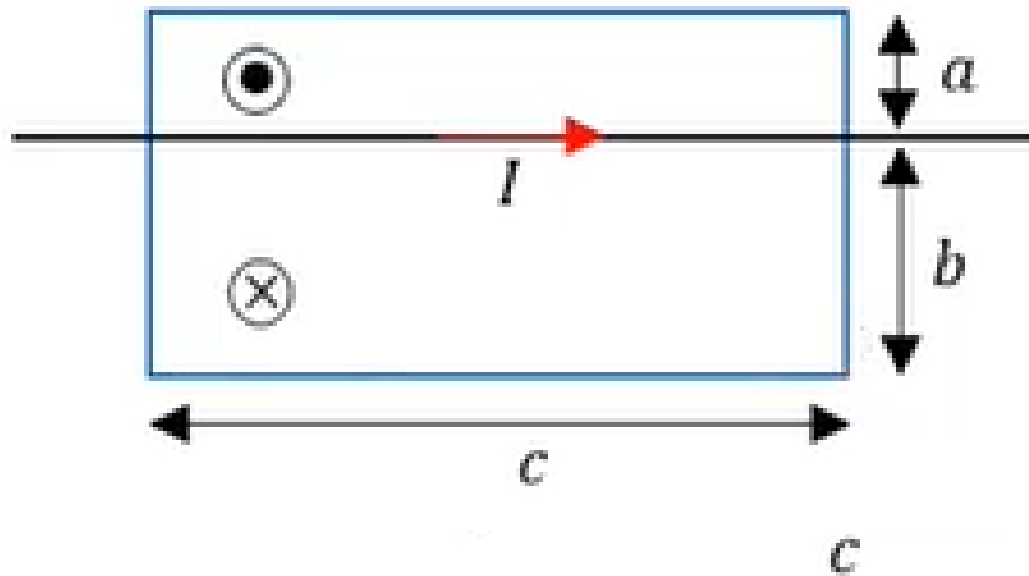
Jika arus di kawat lurus tambah kecil, kemana arah arus induksi di loop ?

→ Arus induksi harus searah jarum jam

Jika loop ditarik ke kanan dengan kecepatan konstan ?

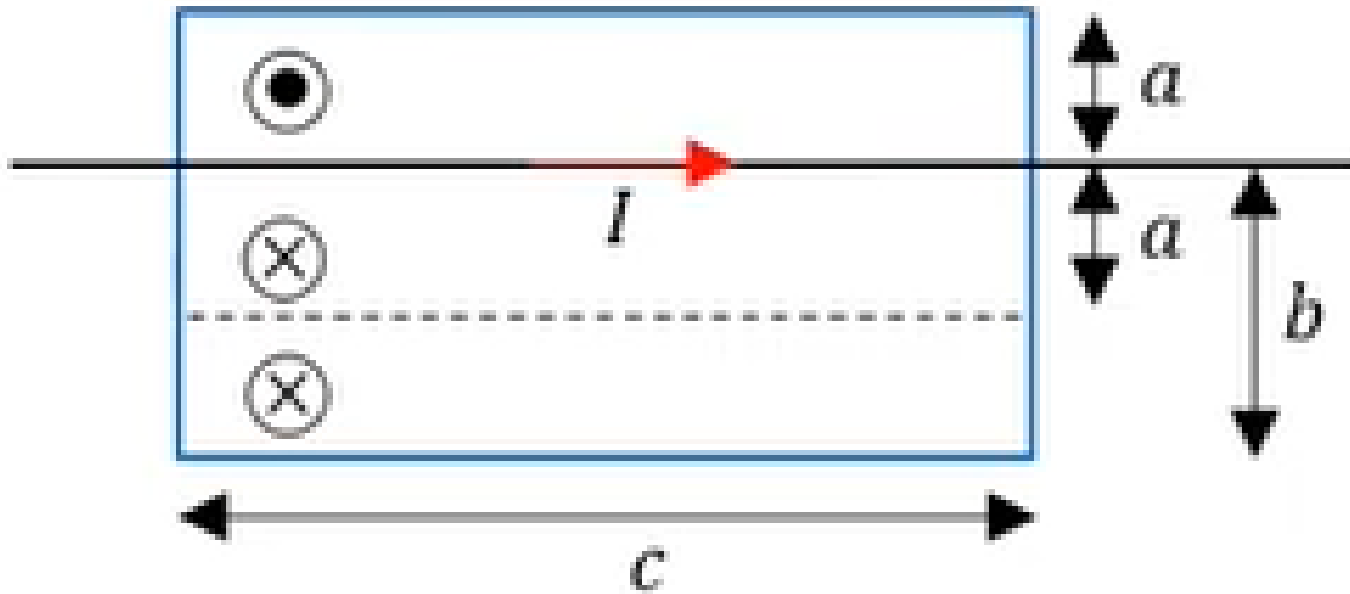
→ Tidak ada arus induksi

Contoh kasus



$$\Phi_2 = \frac{\mu_0 I c}{2\pi} [\ln x]_0^b = \frac{\mu_0 I c}{2\pi} \ln(\infty)$$

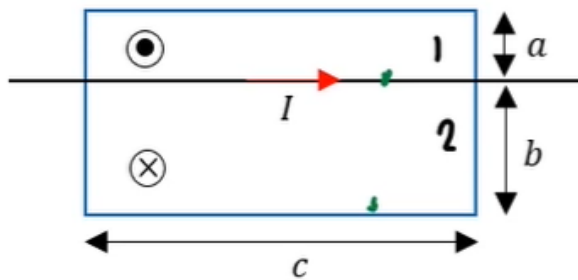
Teknis penyelesaian (Tugas)



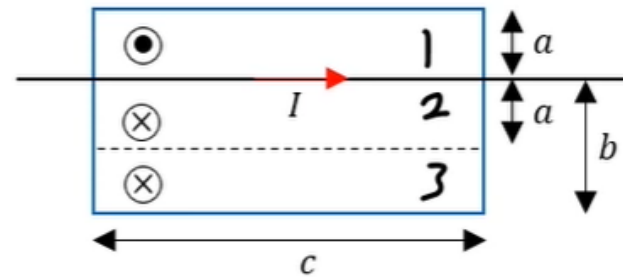
→ arus induksi harus searah jarum jam

jika loop ditarik ke kanan dengan kecepatan konstan?

→ tidak ada arus induksi



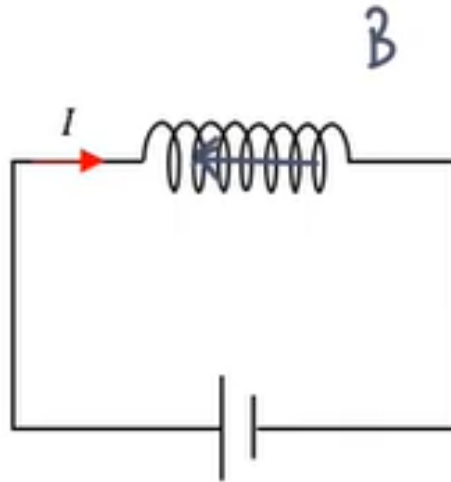
$$\Phi_2 = \frac{\mu_0 I c}{2\pi} [\ln x]_0^b = \frac{\mu_0 I c}{2\pi} \ln(\infty)$$



$$\Phi = \Phi_3$$

$I \equiv$

Induksi Diri



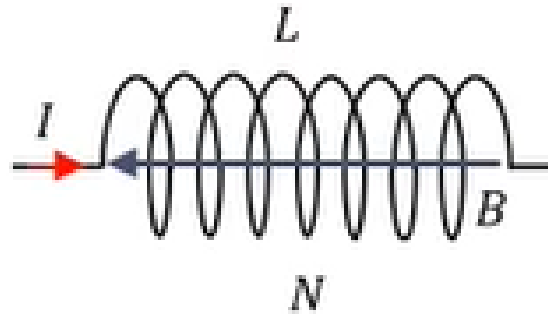
Kumparan dialiri arus listrik akan menimbulkan fluks pada dirinya sendiri

Arus berubah terhadap waktu → medan magnet berubah terhadap waktu → fluks magnet berubah terhadap waktu → ggl induksi diri → arus induksi

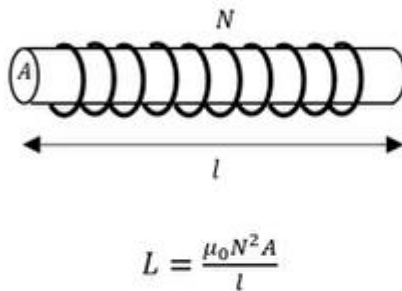
$$\varepsilon_{ind} = -L \frac{dI}{dt}$$

L → induktansi diri, satuan Henry (H) → induktor

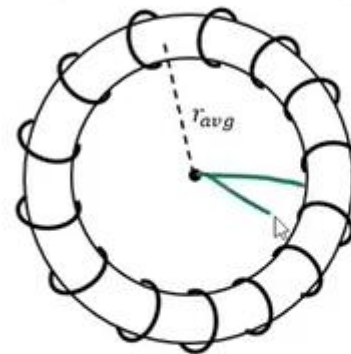
$$L = N \frac{\Phi}{I}$$



solenoida



toroida dengan luas penampang sangat kecil



$$L = \frac{\mu_0 N^2 A}{2\pi r_{avg}}$$

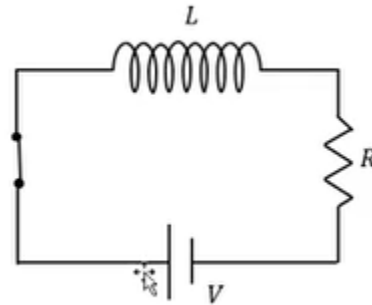
induktor menyimpan energi dalam bentuk medan magnet

$$W = \frac{1}{2} LI^2$$

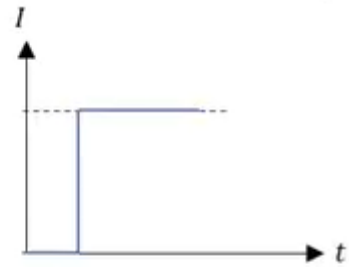
densitas energi/rapat energi (energi per volume)

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

Fungsi Induktor ?



$I =$
tanpa induktor



dengan induktor

