

BAB VIII

Pokok Bahasan : Energi, Daya, Sumber Elemen dan Hk. Kirchoff
Pertemuan : 10 dan 11
TIU : Mahasiswa dapat menjelaskan pengertian arus dan hambatan

Tujuan Instruksional Khusus :

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa dapat :

- ❖ Memahami definisi arus dan hambatan
- ❖ Menentukan perbedaan resistivitas, konduktivitas dan hambatan jenis
- ❖ Memahami penggunaan rangkaian hambatan

ENERGI LISTRIK

Energi listrik adalah hasil dari muatan yang mengalir terhadap perbedaan tegangan
Energi listrik dinyatakan dengan

$$W = q \cdot V \quad \text{dimana} \quad \begin{aligned} W &= \text{energi listrik (joule/kalori)} \\ Q &= \text{muatan (coul)} \\ V &= \text{tegangan (volt)} \end{aligned}$$

Dari Hk. Ampere ; $i = q/t$

Maka $W = qV$; $q = it$

$$W = it V$$

dimana i = kuat arus (A)

t = waktu (sekon)

Dari Hk. Ohm

$$R = V/i$$

Maka

$$W = \frac{V^2}{R} t$$

$$W = i^2 R t$$

Hubungan satuan energi listrik

$$1 \text{ Joule} = 0,24 \text{ Kalori}$$

$$1 \text{ kalori} = 4,2 \text{ Joule}$$

Beberapa alat listrik merubah listrik menjadi kalor, seperti setrika, solder dan pemanas listrik.

Banyaknya kalor yang dihasilkan sama dengan banyaknya listrik yang digunakan sehingga banyaknya kalor yang dihasilkan atau listrik yang digunakan dapat kita hitung dengan persamaan:

$$W = Q \text{ atau } V \cdot I \cdot t = m \cdot C \cdot \Delta T$$

m = massa (kg)
 c = kalor jenis (j/kg°C)
 ΔT = perubahan suhu (oC)

DAYA LISTRIK

Daya listrik adalah jumlah energi listrik yang digunakan tiap detik. Besar daya listrik dirumuskan sebagai berikut

$$P = \frac{W}{t} \quad \text{dimana } P = \text{daya (watt)}$$

Dari energi listrik

$$W = it V$$

Maka

$$P = V.i$$

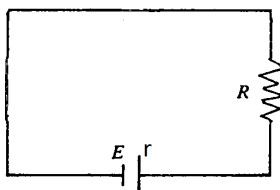
Dan dari hk.ohm, daya listrik menjadi

$$P = \frac{V^2}{R} = i^2.R$$

SUMBER ELEMEN

Elemen dibedakan menjadi dua, yaitu elemen primer dan elemen sekunder. Elemen primer adalah elemen yang setelah habis muatannya tidak bisa diisi kembali Contohnya elemen Volta. Elemen sekunder adalah elemen yang setelah habis muatannya dapat diisi kembali Contohnya Akumulator (aki)

Rangkaian tertutup



$$\varepsilon = IR + Ir = I(R + r)$$

$$\text{Tegangan Jepit} \\ K = \varepsilon - I.r$$

HK. KIRCHOFF

Kita sering jumpai rangkaian listrik bercabang-cabang. Untuk menghitung kuat arus pada rangkaian, potensial suatu titik ataupun beda potensial antara dua titik dalam rangkaian listrik yang di dalamnya terdapat sumber arus, GUSTAV ROBERT KIRCHOFF (1824-1887) mengemukakan dua aturan (hukum) yang dapat digunakan sebagai dasar perhitungan Hukum Kirchoff I menyatakan sebagai berikut :

“jumlah arus yang masuk pada sebuah titik percabangan sama dengan jumlah arus yang meninggalkan titik percabangan itu”

$$\sum I_{masuk} = \sum I_{keluar}$$

HUKUM KIRCHOFF II

Apabila pada suatu rangkaian listrik terdapat satu atau lebih sumber arus dan penghambat ataupun komponen-komponen listrik yang lain sehingga rangkaian itu merupakan rangkaian tertutup, oleh Kirchoff dinyatakan sebagai berikut :

“dalam rangkaian tertutup, jumlah aljabar GGL sumber arus sama dengan jumlah aljabar penurunan potensial”.

$$\sum V = 0$$

atau

$$\sum E + \sum IR = 0$$

V = tegangan atau potensial listrik, dalam volt (V)

E = GGL sumber arus, dalam volt (V)

I = Kuat arus, dalam ampere (A)

R = hambatan, dalam (ohm)

BAB IX

Pokok Bahasan : Medan Magnet

Pertemuan : 12

TIU : Mahasiswa dapat menjelaskan pengertian medan magnet

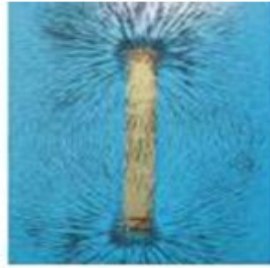
Tujuan Instruksional Khusus :

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa dapat :

1. Menerangkan pengertian medan magnet.
2. Memahami dan menentukan medan magnet.
3. Memahami pengertian gaya magnet yang terjadi akibat arus dan muatan.

MEDAN MAGNET

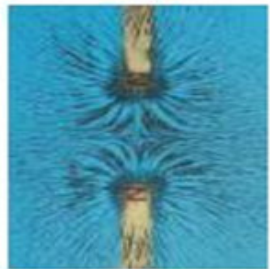
Medan magnet ini dikenal juga sebagai induksi magnet. Induksi magnet dapat dilukiskan sebagai garisgaris yang arah singgungnya pada setiap titik menunjukkan arah vektor induksi magnet di titik-titik tersebut. Induksi magnetik pada batang magnet akan muncul seperti diperlihatkan dalam gambar dibawah ini :



a. batang magnet



b. dua batang magnet dengan kutub berlawanan didekatkan



c. dua batang magnet dengan kutub searah didekatkan

Banyaknya garis-garis induksi magnet yang melalui satuan luas bidang dinyatakan sebagai besar induksi magnet di titik tersebut. Banyaknya garis-garis induksi magnet dinamakan fluks magnet sedang banyaknya garis-garis induksi magnet persatuan luas dinamakan rapat fluks magnet (B). Hubungan antara fluks magnet dan rapat fluks magnet dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai :

$$\Phi = B \cdot A \cos\theta$$

Dalam sistem MKS, satuan fluks magnet adalah weber (W) atau Tesla m^2 , sedang satuan rapat fluks magnet adalah weber/ m^2 (W/m^2) atau dikenal dengan Tesla (T). Untuk sistem CGS satuan fluks magnet adalah Maxwell (M), sedang satuan rapat fluks magnet adalah Maxwell/ cm^2 (M/cm^2). Satuan Maxwell/ cm^2 disebut juga dengan nama Gauss (G). Hubungan satuan sistem MKS dan sistem CGS adalah $1 \text{ T} = 10^4 \text{ G}$.

Medan Magnet Kawat Lurus

Seperti yang telah kita ketahui bahwa induksi magnet adalah besaran vektor, sehingga induksi magnet oleh kawat berarus juga mempunyai arah tertentu. Besarnya medan Magnet disekitar kawat lurus panjang berarus listrik dipengaruhi oleh besarnya kuat arus listrik dan jarak titik tinjauan terhadap kawat. Semakin besar kuat arus semakin besar kuat medan magnetnya, semakin jauh jaraknya terhadap kawat semakin kecil kuat medan magnetnya.

Berdasarkan perumusan matematik oleh Biot-Savart maka besarnya kuat medan magnet disekitar kawat berarus listrik dirumuskan dengan :

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi \cdot a}$$

Untuk jumlah N
lilitan maka

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot N}{2\pi \cdot a}$$

Keterangan :

B = Medan magnet dalam tesla (T)

μ_0 = permeabilitas ruang hampa =

I = Kuat arus listrik dalam ampere (A)

a = jarak titik P dari kawat dalam meter (m)

Medan Magnet Kawat Melingkar

Pada sebuah kawat berarus berbentuk lingkaran timbul induksi magnet yang arahnya diperlihatkan pada Gambar 9.5. Dari gambar tersebut tampak bahwa arah induksi magnet melingkari kawat dan semakin ke tengah radius lingkarannya semakin besar. Sehingga dapat disimpulkan bahwa makin besar radius kawat berarus maka radius arah induksi magnet dipusat lingkaran juga semakin besar.

Besar dan arah medan magnet disumbu kawat melingkar berarus listrik dapat ditentukan dengan rumus :

$$B_p = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot a}{2 \cdot r^2} \sin \theta$$

Untuk sejumlah N
lilitan kawat
berlaku

$$B_p = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot a \cdot N}{2 \cdot r^2} \sin \theta$$

Sedangkan besarnya medan magnet di pusat kawat melingkar dapat dihitung dengan rumus :

$$B = \frac{\mu_0 I}{2 \cdot a}$$

Untuk jumlah N
lilitan kawat maka

$$B = \frac{\mu_0 I N}{2 \cdot a}$$

Keterangan :

B = Medan magnet dalam **tesla (T)**

μ_0 = permeabilitas ruang hampa = $4\pi \cdot 10^{-7}$ **Wb/amp. m**

I = Kuat arus listrik dalam **ampere (A)**

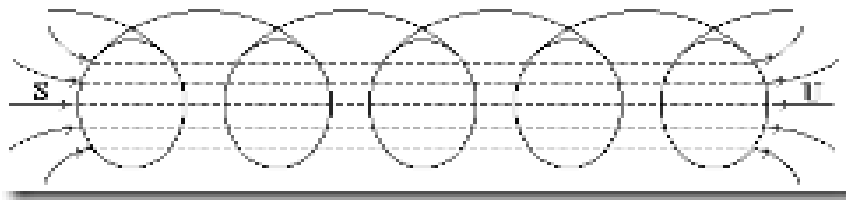
a = jarak titik P dari kawat dalam **meter (m)**

r = jari-jari lingkaran yang dibuat

MEDAN MAGNET KAWAT SOLENOIDA

SOLENOIDA adalah kumparan kawat berbentuk tabung panjang dengan lilitan yang sangat rapat, seperti juga gulungan kawat yang di gulung seperti spiral. Jika kedalam solenoida dialirkan arus listrik, maka didalam selenoida akan terjadi medan magnet.

Gambar :



Induksi magnetik di tengah solenoida dapat dirumuskan : $B = \mu_0 N I / L$

Keterangan :

B = medan magnet pada pusat solenoida dalam tesla (T)

μ_0 = permeabilitas ruang hampa = $4\pi \cdot 10^{-7}$ Wb/amp. M

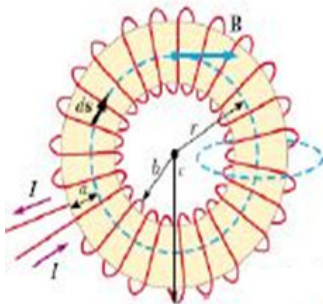
I = kuat arus listrik dalam ampere (A)

N = jumlah lilitan dalam solenoida

L = panjang solenoida dalam meter (m)

MEDAN MAGNET TOROIDA

TOROIDA adalah solenoida yang dilengkungkan sehingga sumbunya berbentuk lingkaran. Toroida dianggap seperti solenoida sangat panjang yang dilengkungkan sehingga ujung-ujungnya berhimpit.



$$B_o = \frac{\mu_o I N}{2\pi . a}$$

B_o = Meda magnet dititik ditengah-tengah Toroida dalam **tesla** (T)

N = jumlah lilitan pada Solenoida dalam **lilitan**

I = kuat arus listrik dalam **ampere** (A)

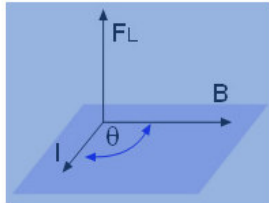
a = rata-rata jari2 dalam dan jari-jari luar toroida dengan satuan **meter** (m)

a = $\frac{1}{2} (R_1 + R_2)$

GAYA LORENTZ

Apabila kawat dialiri arus listrik maka akan menimbulkan medan magnet disekitarnya. Bila penghantar berarus di letakkan di dalam medan magnet , maka pada penghantar akan timbul gaya. Gaya ini disebut dengan gaya [lorentz](#)

a. Akibat kawat berarus



$$F_L = I \cdot \ell \cdot B \cdot \sin \theta$$

F_L = gaya Lorentz dalam **newton** (N)

I = kuat arus listrik dalam **ampere** (A)

ℓ = panjang kawat dalam **meter** (m)

B = kuat medan magnet dalam **Wb/m²** atau **tesla** (T)

θ = sudut antara arah I dan B

b. Akibat muatan bergerak

$$q \Rightarrow v \text{ m/s} \quad \begin{array}{c} \text{X X X X X} \\ \text{X X X X X} \\ \text{X X X X X} \end{array} \quad F_L = BqV \sin \theta$$

F_L = gaya Lorentz dalam **newton** (N)

q = muatan dalam **coulomb** (C)

v = kecepatan **meter per sekon** (m/s)

B = kuat medan magnet dalam **Wb/m²** atau **tesla** (T)

θ = sudut antara arah v dan B

Arah Gaya Lorentz

Hubungan antara F_L , I dan B dapat lebih mudah dipelajari dengan menggunakan **kaidah tangan kiri**. Yaitu dengan mengangan-angankan jika **ibu jari, jari telunjuk** dan **jari tengah** kita bentangkan saling tegak lurus, maka :

Ibu jari : menunjukkan arah **gaya Lorentz** (F_L) *Arah gaya Lorentz*

Jari telunjuk : menunjukkan arah **medan magnet** (B)

Jari tengah : menunjukkan arah **arus listrik** (I)

