

MAKALAH
INDUKSI ELEKTROMAGNETIK

Mata Kuliah Fisika II

ME091204



Disusun oleh:

Aldrin Dewabrata	4210100042
Rambo T Silaban	4210100081
Renaldi	4210100096

JURUSAN T. SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

2010-2011

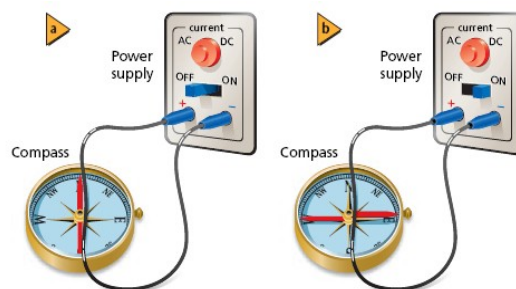
PENDAHULUAN

MAGNET DAN LISTRIK

Keterkaitan antara magnet dan listrik ditemukan pertamakali oleh salah seorang ilmuwan Fisika pada tahun 1820. Penemuan itu telah berhasil membuktikan bahwa arus listrik dapat menimbulkan sebuah medan magnet. Berawal dari penemuan itu, para ilmuwan lain akhirnya berpikir bahwa ada kemungkinan besar hal sebaliknya juga dapat terjadi, yakni medan magnet menghasilkan arus listrik. Hingga pada tahun 1822 salah seorang ilmuwan Fisika lain akhirnya berhasil membuktikan bahwa keyakinan sejumlah ilmuwan itu benar, medan magnet juga dapat menghasilkan arus listrik. Hingga saat ini penemuan kedua ilmuwan Fisika tersebut telah diterapkan di berbagai aplikasi di dunia kelistrikan. Berikut adalah dua ilmuwan Fisika tersebut beserta penemuan yang mereka lakukan.

Hans Christian Oersted

Pada tahun 1820, Oersted melakukan sebuah percobaan terhadap arus listrik pada sebuah kabel. Oersted meletakkan kabel tersebut tepat diatas sebuah kompas kecil dimana kabel tersebut dihubungkan pada power supply (gb.a). Pada awalnya



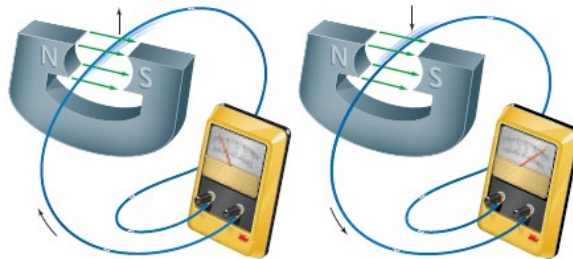
ia menduga bahwa arah jarum kompas tersebut akan memiliki arah yang sama dengan arah arus listrik yang melewati kabel, namun kemudian Orsted dikejutkan oleh sebuah kejadian dimana arah jarum kompas tersebut malah berubah arah menjauhi arus listrik pada kabel (gb.b). Tak hanya itu, Oersted juga menemukan bahwa setelah tidak ada arus listrik yang melewati kabel, gaya magnet yang bekerja pada kompas juga hilang.

Dari peristiwa itu akhirnya Oersted menyimpulkan bahwa gaya magnet yang bekerja pada kompas tersebut disebabkan oleh arus listrik pada kabel yang terletak tepat di kompas itu. Berawal dari penemuan ini, akhirnya Oersted melahirkan salah satu hukum fisika yang dikenal dengan nama right hand rule, yakni hukum sederhana untuk mengetahui arah medan magnet terhadap arah arus listrik. Selain itu Oersted

juga berhasil mengemukakan sebuah penemuan lain yakni **Elektromagnetik**, sebuah penemuan tentang arus listrik pada kumparan yang dapat menimbulkan sebuah magnet permanen yang lengkap dengan kutubnya.

Michael Faraday

Penemuan Oersted telah membuat Faraday berpikir bahwa jikalau arus listrik dapat menghasilkan medan magnet, maka hal sebaliknya juga sangat mungkin dapat terjadi. Hingga pada tahun 1822, Farad menuliskan sebuah penemuan barunya pada buku catatannya yakni penemuan yang dapat mengubah magnet menjadi energi listrik. Percobaan demi percobaan ia lakukan hingga akhirnya penemuan itu berhasil ia dapatkan setelah hampir sepuluh tahun.



Penemuan Farrad itu ia dapatkan dari pengujian sebuah kabel yang melewati medan magnet, dimana kabel itu dihubungkan pada Galvanometer. Namun ternyata kabel itu tidak dapat begitu saja memiliki arus listrik, sekalipun sudah diletakkan di medan magnet. Kabel itu ternyata harus digerakkan keatas atau kebawah hingga memutus garis medan magnet. Farad kemudian menyimpulkan bahwa medan magnet dapat menimbulkan mutan listrik jika terjadi pergerakan relative antara kabel dan magnet. Proses menghasilkan arus listrik pada rangkaian yang berasal dari magnet itulah yang dinamakan sebagai **Induksi Elektromagnetik**.

MATERI

INDUKSI ELEKTROMAGNETIK

Kesimpulan Farad terait Elektromagnetik juga memperkenalkan suatu besaran yang dinamakan fluks magnetik. Fluks magnetik ini menyatakan jumlah garis-garis gaya magnet yang mempengaruhi Induksi Elektromagnetik. Farad kemudian menuliskannya dalam sebuah perumusan

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

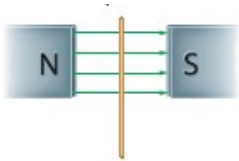
Φ = fluks magnetik (weber atau Wb)

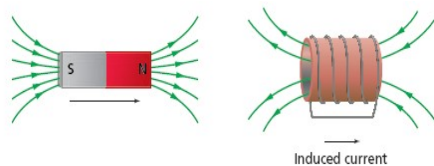
B = induksi magnetik (Wb/m^2)

A = luas penampang (m^2)

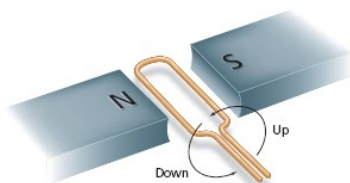
$\cos \theta$ = Sudut antara induksi magnet dan normal bidang

Sehingga dari perumusan diatas dapat diketahui bahwa Induksi Elektromagnetik dapat dilaksanakan dalam berbagai metode yakni:

- a.  Menggerakkan loop / penghantar di dalam medan magnet sehingga menghasilkan perubahan luas penampang.



- b. Menggerakkan batang magnet terhadap kumparan sehingga menghasilkan perubahan garis gaya magnet (B).



- c. Kumparan / penghantar berputar pada medan magnet yang menghasilkan perubahan sudut. (θ).

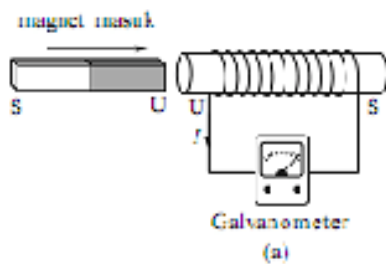
■ GGL Induksi

Istilah GGL Induksi sering kita dengar dalam metode Induksi Elektromagnetik dengan menggerakkan batang magnet dalam kumparan. Ketika kutub utara batang magnet digerakkan masuk kedalam kumparan, maka jumlah garis-garis gaya magnet yang terdapat pada kumparan akan bertambah banyak. Bertambahnya jumlah garis gaya pada ujung-ujung kumparan inilah yang dinamakan Gaya Gerak Listrik (GGL) Induksi.

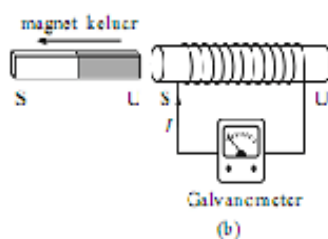
Arus listrik bisa terjadi jika pada ujung-ujung kumparan terdapat GGL Induksi. Namun, jarum galvanometer yang dihubungkan pada kumparan hanya bergerak saat magnet digerakkan keluar masuk kumparan. Sehingga Arus listrik hanya timbul pada saat magnet bergerak. Jika magnet diam di dalam kumparan, maka di ujung kumparan tidak terjadi arus listrik.

- Penyebab Terjadinya GGL Induksi

- a) Kutub utara batang magnet digerakkan masuk kedalam kumparan

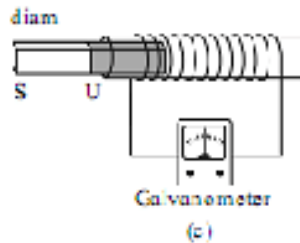


- b) Kutub utara batang magnet digerakkan keluar dari dalam kumparan



Ketika kutub utara magnet batang digerakkan keluar dari dalam kumparan, jumlah garis-garis gaya magnet yang terdapat di dalam kumparan berkurang. Berkurangnya jumlah garis-garis gaya ini juga menimbulkan GGL induksi pada ujung-ujung kumparan

c) Kutub utara batang magnet diam di dalam kumparan



Ketika kutub utara magnet batang diam di dalam kumparan, jumlah garis-garis gaya magnet di dalam kumparan tidak terjadi perubahan (tetap). Karena jumlah garis-garis gaya tetap, maka pada ujung-ujung kumparan tidak terjadi GGL induksi.

- Faktor yang Mempengaruhi Besar GGL Induksi

- Kecepatan gerakan magnet atau kecepatan perubahan jumlah garis-garis gaya magnet.
- Jumlah lilitan kumparan.
- Medan magnet.

Faktor tersebut dirumuskan dalam sebuah persamaan

$$\epsilon = -N (\Delta\Phi / \Delta t)$$

ϵ = ggl induksi (volt)

N = jumlah lilitan (tanda negative didapatkan dari pernyataan Hukum Lenz)

$\Delta\Phi / \Delta t$ = laju perubahan fluks magnetic

- Second Right-Hand Rule

Sesuai dengan hukum Lenz maka akan timbul induksi magnet yang menantang sumber. Arah induksi magnet (B) ini dapat digunakan untuk menentukan arah arus induksi yakni dengan menggunakan second right-hand rule, seperti pada gambar disamping. Ibu jari sebagai arah arus induksi, sedangkan empat jari lain sebagai arah B .



■ GGL Induksi Pada Penghantar yang Bergerak Dalam Medan Magnet

Penghantar yang bergerak dalam medan magnet dengan kecepatan (v) akan menyapu luasan yang terus berubah. Perubahan luas inilah yang menyebabkan terjadinya induksi magnetik pada ujung-ujung penghantar. Induksi magnetik ini juga disebut sebagai GGL Induksi. Perumusan GGL Induksi yang terjadi pada penghantar yang bergerak dalam medan magnet dinyatakan sebagai berikut:

$$\epsilon = B l v \sin \theta$$

ϵ = ggl induksi (volt)

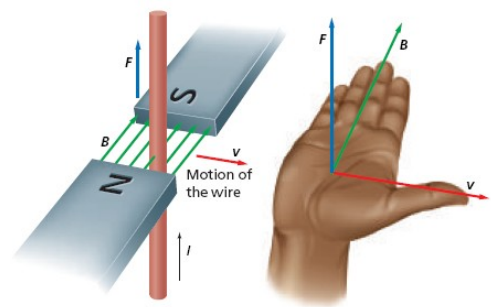
B = induksi magnet (Wb/m^2)

l = panjang penghantar (m)

$v \sin \theta$ = kecepatan gerak penghantar terhadap medan magnet (m/s)

- Fourth Right-Hand Rule

Ketika Induksi Elektromagnetik diperoleh dengan cara menggerakkan loop, maka arah dari arus listrik yang dihasilkan dapat ditentukan dengan menggunakan Fourth Right-Hand Rule (seperti gambar samping). Ibu jari sebagai arah gerak penghantar, empat jari lain sebagai arah induksi magnet, sedangkan telapak sebagai arah Gaya Lorentz.



■ GGL Induksi Pada Generator

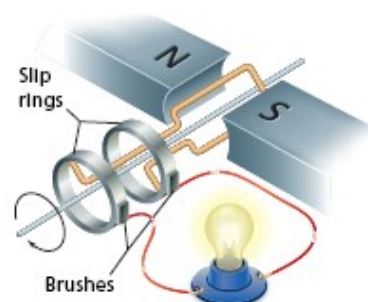
Seperti yang dijelaskan sebelumnya, ada tiga metode yang dapat dilakukan untuk melakukan induksi elektromagnetik. Salah satunya adalah dengan memutar penghantar / kumparan pada medan magnet. Prinsip inilah yang digunakan dalam proses kerja generator. Metode ini adalah induksi magnet yang dihasilkan dari perubahan sudut. Besar GGL Induksi dapat ditentukan dari rumus sebagai berikut:

$$\epsilon = N B A \omega$$

ϵ = ggl induksi (volt)

N = jumlah lilitan

B = induksi magnet (Wb/m^2)



A = luas penampang (m^2)

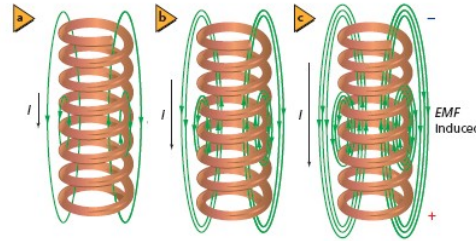
ω = kecepatan sudut penghantar (rad/s)

■ Induksi Diri Pada Selenoida

Pada Elektromagnetik kita mengenal bahwa selenoida atau kumparan yang dialiri arus listrik dapat menimbulkan sebuah medan magnet permanent lengkap dengan kutubnya.

Sehingga jika terjadi perubahan arus

listri yang mengalir selenoida maka pada kumparan juga akan terjadi perubahan fluks magnetik. Perubahan fluks magnetik inilah yang disebut sebagai induksi diri. Oleh karena itu selenoida disebut sebagai induktor.



Besar perubahan fluks magnetik sebanding dengan perubahan arus listrik pada selenoida tersebut, sehingga dapat dirumuskan:

$$\epsilon = -L \left(\Delta i / \Delta t \right)$$

ϵ = ggl induksi diri (volt)

$\Delta i / \Delta t$ = perubahan kuat arus tiap satuan waktu

L = induktansi diri (henry)

Kemudian L dapat dirumuskan lebih lanjut dalam persamaan

$$L = \left(\mu N^2 A \right) / l$$

$\mu = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Wb/A/m}$

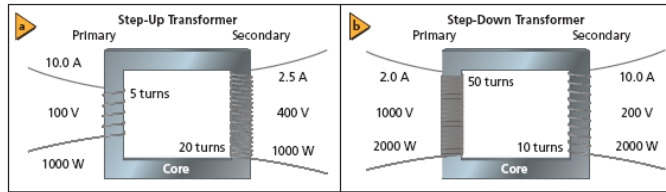
N = jumlah lilitan

A = luas penampang induktor

l = panjang induktor (m)

■ Transformator

Transformator dirancang dari dua kumparan untuk dapat menimbulkan induksi timbal balik. Induksi timbale balik pada travo akan menimbulkan arus induksi pada kumparan sekundernya. Kuat arus dan tegangan yang dihasilkan tergantung pada jumlah lilitan. Pada transformator dinyatan pada rumus berikut ini



$$\frac{I_s}{I_p} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

I = Kuat Arus

V = Tegangan

N = Jumlah lilitan

APLIKASI

PENERAPAN INDUKSI ELEKTROMAGNETIK

Induksi Elektromagnetik telah digunakan untuk memenuhi berbagai kebutuhan manusia di segala sektor, termasuk didalamnya adalah sektor industri maritim. Berikut ini adalah beberapa aplikasi penerapan Induksi Elektromagnetik di kehidupan sehari-hari.

■ Aplikasi di Industri Maritim

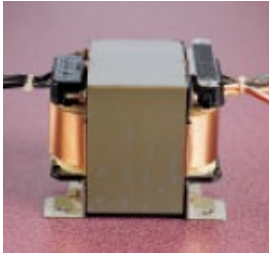


Pernahkah kita bertanya bagaimana kita dapat menggunakan listrik di kapal, sekalipun kapal tersebut tidak mendapatkan pasokan listrik dari perusahaan pembangkit listrik seperti

PLN? Jawabannya adalah, kapal tersebut menggunakan generator sebagai sumber penghasil listriknya. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa prinsip kerja generator adalah menggunakan metode Induksi Elektromagnetik. Generator merubah energi kinetik menjadi energi listrik.

Generator listrik memiliki jumlah kumparan penghantar yang banyak dan diletakkan di medan magnet yang sangat kuat. Kumparan ini adalah bagian dari generator yang bergerak, dan disebut sebagai rotor. Sedangkan magnet disebut sebagai bagian generator yang diam atau disebut stator. Kemudian kumparan ini berputar di medan magnet dan memotong garis gaya medan magnet sehingga terjadilah GGL Induksi. Kumparan penghantar itu disambungkan pada rangkaian tertutup sehingga GGL Induksi tersebut menghasilkan arus listrik

Aplikasi di Kehidupan Sehari-hari



Kita pasti sudah sering mendengar peralatan elektronik bernama travo. Travo digunakan sebagai alat untuk menurunkan (step down travo) dan menaikkan tegangan (step up travo). Travo adalah alat dengan prinsip kerja transformator yang menggunakan Induksi Elektromagnetik. Hampir semua peralatan elektronik memasang komponen transformator pada rangkaian didalamnya.

DAFTAR PUSTAKA

Damari, Ari. Handayani, Sri. 2009. *Fisika SMA Kelas XII*. Jakarta : Depdiknas.

Physics, Principle and Problems. Ohio : Glencoe Science

Wikipedia.org dan sumber internet lain.