

HUKUM FARADAY
(Tugas Akhir Mata Kuliah Elektrodinamika)

Dosen Pengampu:
Dr. I Wayan Distrik, M.Si.
Dr. Doni Andra, S.Pd., M.Sc

Disusun Oleh:
Karlina Rahmah
(NPM 2123022003)



PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN
FISIKAFAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU
PENDIDIKAN UNIVERSITAS LAMPUNG
2022

KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT karena hanya dengan hidayah-Nya, Rahmat dan Ridho-Nya, kami dapat menyelesaikan penyusunan tugas ini tanpa adanya kendala yang berarti dan semoga solawat serta salam tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW.

Penyusunan tugas ini bertujuan untuk memberikan informasi kepada pembaca mengenai materi Hukum Faraday pada Mata Kuliah Elektrodinamika

Akhir kata atas segala kerendahan hati dan keterbatasan ilmu pengetahuan, kami menyadari bahwa tugas ini masih sangat jauh dari kata sempurna, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk kesempurnaan tugas ini dan semoga tugas ini dapat memberikan informasi dan bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Bandar Lampung, 2 Juni 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
II. PEMBAHASAN	
A. Pengertian Potensial Listrik	4
B. Prinsip Kerja Potensial Listrik	6
C. Energi Potensial dan Potensial Listrik	7
D. Potensial Listrik Akibat Satu Muatan Titik.....	7
E. Potensial Listrik Akibat Beberapa Muatan	8
F. Potensial Listrik Pada Dua Keping Sejajar	9
G. Potensial Listrik Bola Bermuatan	10
H. Potensial Listrik di Dalam Bola Bermuatan	11
I. Potensial Listrik di Permukaan Bola	11
III. KESIMPULAN	
DAFTAR PUSTAKA	

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Listrik dalam era industri merupakan keperluan yang sangat vital. Dengan adanya transformator keperluan listrik pada tegangan yang sesuai dapat terpenuhi. Dahulu untuk membawa listrik diperlukan kuda. Kuda akan membawa pembangkit listrik untuk penerangan lapangan ski. Seandainya transformator belum ditemukan, berapa ekor kuda yang diperlukan untuk penerangan sebuah kota. Fenomena pemindahan listrik akan kamu dibahas dalam induksi elektromagnetik. Jika ada pembangkit listrik dekat rumahmu, coba diperhatikan. Pembangkit listrik biasanya terletak jauh dari permukiman penduduk. Untuk membawa energy listrik, atau lebih dikenal transmisi daya listrik, diperlukan kabel yang sangat panjang. Kabel yang demikian dapat menurunkan tegangan. Karena itu diperlukan alat yang dapat menaikkan kembali tegangan sesuai keperluan. Dan kamu pasti melihat tabung berwarna biru yang dipasang pada tiang listrik. Alat tersebut adalah transformator yang berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan tegangan.

Hampir setiap hari alat atau mesin modern dari komputer ke mesin cuci ke bor listrik mempunyai rangkaian listrik dijantungnya. Tegangan gerak elektrik diperlukan untuk mengalirkan arus dalam suatu rangkaian. Tetapi untuk sebagian besar alat – alat listrik yang digunakan dalam alat rumah tangga yang berhubungan dengan listrik sumber tegangan gerak elektrik bukan sebuah aki tapi sebuah pusat pembangkit listrik. Sebuah stasiun seperti itu menghasilkan energi listrik dengan mengkonversi bentuk.

Konversi energi ini membutuhkan suatu fenomena induksi elektromagnetik. Jika fluks magnetik yang melalui suatu rangkaian berubah, maka tge dan sebuah arus di induksi dalam rangkaian itu. Magnet – magnet bergerak relatif terhadap koil – koil kawat untuk menghasilkan sebuah fluks magnetik yang berubah – ubah dalam koil. Prinsip dari percobaan ini adalah hukum faraday yang mengaitkan tge induksi pada fluks magnetik yang berubah ubah untuk sembarang simpal.

B. Rumusan Masalah

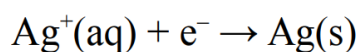
Rumusan masalah yang dibahas dalam makalah ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah pengertian dan bunyi Hukum Faraday?
2. Bagaimana konsep Gaya Gerak Listrik Induksi?
3. Bagaimana aplikasi Hukum Faraday dalam kehidupan sehari-hari?

II. KAJIAN TEORI

A. Sejarah Hukum Faraday

Pada awal tahun 1830-an, seorang ahli kimia Inggris yang bernama Michael Faraday menemukan bahwa larutan tertentu dapat segera mengalirkan arus listrik. Ia menamakan larutan tersebut dengan elektrolit dan aliran listrik yang melalui larutan elektrolit disebut elektrolisis. Selanjutnya Michael Faraday melakukan percobaan untuk meneliti hubungan antara besarnya arus yang mengalir dalam suatu elektrolisis dengan jumlah zat yang bereaksi. Untuk menggambarkannya diambil elektrolisis larutan perak nitrat (AgNO_3). Pada katode akan terjadi reaksi reduksi seperti berikut



Dari reaksi di atas dapat dikatakan bahwa untuk menghasilkan 1 mol logam Ag, diperlukan 1 mol elektron. Jumlah listrik yang dialirkan ke dalam sel elektrolisis untuk mendapatkan 1 mol elektron dinamakan 1 Faraday. Berdasarkan percobaan diperoleh bahwa 1 mol elektron mengandung muatan listrik sebesar 96.500 Coulomb. 1 mol elektron = 1 Faraday = 96.500 Coulomb Sebagai hasil dari percobaannya pada tahun 1832 Faraday mengemukakan dua hukum yang penting tentang hubungan antara arus listrik dengan jumlah zat yang terbentuk pada elektrode.

Berdasarkan percobaan ditunjukkan bahwa gerakan magnet didalam kumparan menyebabkan jarum galvanometer menyimpang. jika kutub utara magnet digerakkan mendekati kumparan jarum galvanometer menyimpang kekanan. Jika magnet diam dalam kumparan jarum tidak menyimpang sedangkan saat dijauhkan jarum galvanometer menyimpang ke kiri. Penyimpangan jarum galvanometer tersebut menunjukkan bahwa pada kedua ujung kumparan tersebut terdapat arus listrik. Peristiwa timbulnya arus listrik seperti itulah yang disebut induksi elektromagnetik. adapun beda potensial yang timbul pada kedua ujung kumparan disebut gaya gerak listrik (GGL) induksi.

Menurut Faraday besar GGL induksi pada kedua ujung kumparan sebanding dengan laju perubahan fluks magnetik yang dilingkupi kumparan. Artinya semakin cepat terjadinya perubahan fluks magnetik maka makin besar pula GGL induksi yang timbul. Adapun juga mesin dalam kelistrikan menggunakan prinsip hukum Faraday dalam kerjanya. mesin listrik memiliki prinsip kerja adanya medan listrik atau GGL.

B. Hukum Faraday

Hukum Faraday menjelaskan tentang hubungan proses kimia dengan energi listrik. Proses ini sudah banyak dikenal diberbagai industri sebagai proses elektrolisis, yaitu proses perpindahan muatan listrik pada suatu larutan yang menghasilkan proses kimia pada larutan tersebut. Hukum Faraday ini dirumuskan dengan:

$$W = e \cdot F$$

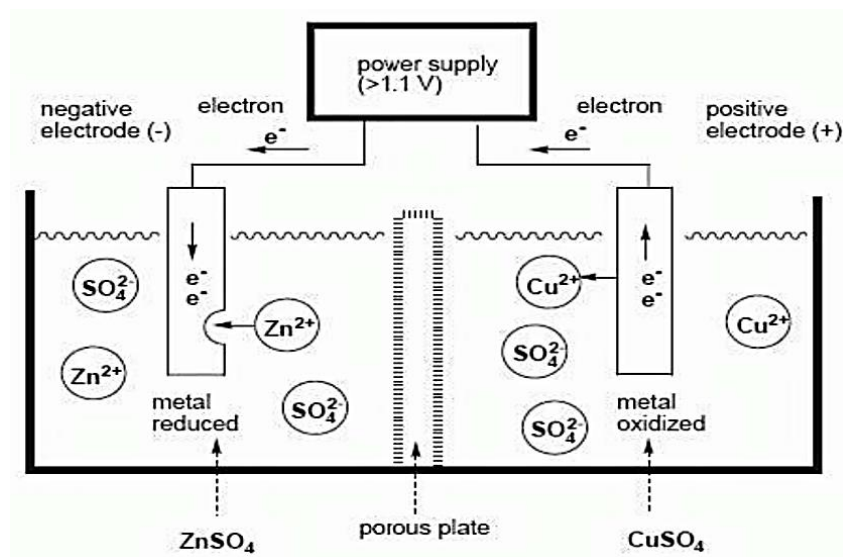
Dengan :

W = massa zat hasil elektrolisis (gram)

E = berat ekuivalen zat hasil elektrolisis

F = jumlah arus listrik dalam satuan Faraday

Michael Faraday melaporkan juga hasil percobaannya tentang muatan listrik melalui gas- gas. Ia menggunakan alat yang menggunakan tabung gelas dan elektroda diujung-ujungnya. Lempeng logam yang disebut elektroda ditempatkan diujung tabung gelas yang divakumkan (hampa), sehingga arus listrik dapat melewati ruang tersebut. Salah satu elektroda disebut katoda, dihubungkan dengan sumber listrik negatif dengan tegangan tinggi (beberapa ribu volts), sedang yang lain disebut anoda (kutub positif). Dari percobaan Faraday dikembangkan oleh Rontgen yang memberikan pengaruh sinar katoda pada suatu permukaan menghasilkan suatu jenis radiasi. Radiasi yang dihasilkan ini yang sekarang dikenal dengan sinar X. Michael Faraday menerangkan hubungan kuantitatif antara banyaknya arus listrik yang digunakan pada elektrolisis dengan hasil elektrolisisnya dengan gambar di bawah ini.



Proses elektrolisis dimulai dengan dialirkannya arus listrik dari baterai. Elektron dari kutub negative mengalir menuju ke katoda. Akibatnya, ion positif Cu^{2+} dalam lelehan akan tertarik ke katoda. Cu^{2+} akan tertarik ke katoda dan menyerap elektron untuk

tereduksi menjadi logam Cu yang netral. Sementara itu ion negative Cl^- dalam lelehan akan tertarik ke anoda. Ion Cl^- akan teroksidasi menjadi logam Cl yang netral dengan melepas elektron. Elektron inilah yang akan diambil oleh anoda untuk diteruskan kembali ke kutub positif baterai.

Hukum kuantitatif itu disimpulkannya dalam dua hukum sebagai berikut:

1. Hukum Faraday 1, adalah jika sebuah penghantar memotong garis-garis gaya dari suatu medan magnetik (flux) yang konstan, maka pada penghantar tersebut akan timbul tegangan induksi.
2. Hukum Faraday 2, adalah perubahan flux medan magnetik didalam suatu rangkaian bahan penghantar, akan menimbulkan tegangan induksi pada rangkaian tersebut.

Kedua pernyataan beliau diatas menjadi hukum dasar listrik yang menjelaskan mengenai fenomena induksi elektromagnetik dan hubungan antara perubahan flux dengan tegangan induksi yang ditimbulkan dalam suatu rangkaian. Faraday juga menunjukkan bahwa gejala listrik dapat dibangkitkan dari magnet. Dari kumpulan catatan hasil percobaan yang dilakukan oleh Faraday, suatu formulasi matematis telah diturunkan untuk menyatakan hukum Faraday, yaitu :

$$e \, d\lambda : dt$$

dengan e menunjukkan tegangan induksi [volt] pada suatu kumparan, dan λ adalah fluksi lingkup yang dicakup oleh kumparan. Jika kumparan mempunyai N lilitan dan setiap lilitan mencakup fluksi magnet sebesar ϕ [weber], maka fluksi lingkup adalah $\lambda = N \phi$ [weber-lilitan].

C. Hukum Faraday I dan II

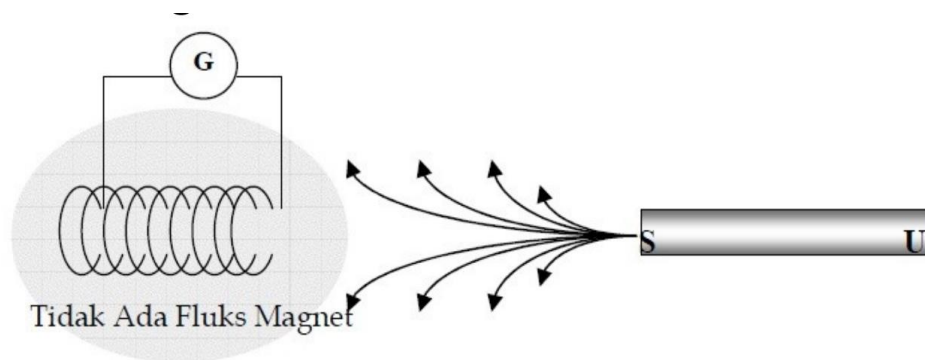
Hukum Faraday I berbunyi “Massa dari zat yang diendapkan atau dibebaskan pada elektrode sebanding dengan muatan listrik yang melewati suatu zat elektrolit”. Sedangkan Hukum Faraday II berbunyi “Jika sejumlah muatan listrik yang sama dilewatkan pada beberapa zat elektrolit yang berbeda, massa yang dibebaskan atau diendapkan sebanding dengan massa ekuivalennya (e)”.

Massa ekuivalen sendiri adalah perbandingan antara massa atom atau massa molekul relatif suatu unsur atau senyawa dibagi dengan jumlah elektron yang diterima atau dilepaskan oleh setiap mol unsur atau senyawa tersebut. Menurut hukum faraday I dan II maka untuk mengendapkan 1 mol Cu diperlukan 2 mol elektron. Jika mol Cu yang diendapkan 2 mol maka diperlukan 4 mol elektron dan seterusnya. Dengan demikian banyaknya Cu yang bisa diendapkan bergantung pada banyaknya listrik (elektron) yang bisa dialirkan.

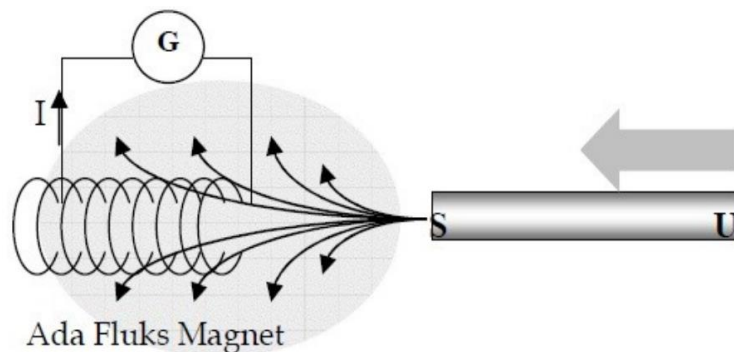
D. Gaya Gerak Listrik Induksi (GGL) Induksi

Sebuah magnet batang yang dililit oleh suatu kawat penghantar, diharapkan pada kawat penghantar ini timbul arus yang nantinya diukur oleh sebuah Galvanometer. Akan tetapi arus yang diharapkan tidak terjadi, dan percobaan ini dianggap gagal. Akan tetapi pada tahun 1821 Faraday dan Henry mengamati hal yang lain, bahwa ketika batang magnet mulai dimasukkan ke dalam lilitan kawat, terjadi arus yang terukur oleh Galvanometer, namun arus tersebut setelah beberapa saat kemudian hilang. Hal yang sama terjadi ketika batang magnet dikeluarkan dari lilitan. Sehingga Faraday dan Henry mengambil kesimpulan bahwa perubahan medan magnetiklah yang menimbulkan arus listrik, bukan hanya medan magnet.

Arus listrik bisa terjadi jika pada ujung-ujung kumparan terdapat GGL (gaya gerak listrik). GGL yang terjadi di ujung-ujung kumparan dinamakan GGL induksi. Arus listrik hanya timbul pada saat magnet bergerak. Jika magnet diam di dalam kumparan, di ujung kumparan tidak terjadi arus listrik. Fenomena perubahan medan magnet yang menimbulkan arus listrik ini dinamakan Induksi Elektromagnetik.



Gambar 1. Pada saat awal, tidak ada arus terukur pada Galvanometer karena tidak ada perubahan Fluks Magnet yang terjadi pada lilitan kawat.



Gambar 2. Ketika magnet mulai didekatkan terjadi penambahan Fluks Magnet pada lilitan kawat sehingga timbul arus listrik yang menimbulkan medan magnet melawan arah medan magnet semula.

Faktor yang memengaruhi besar GGL Induksi sebenarnya dapat dilihat pada besar kecilnya penyimpangan sudut jarum galvanometer. Jika sudut penyimpangan jarum

galvanometer besar, GGL induksi dan arus induksi yang dihasilkan besar

Ada tiga faktor yang memengaruhi GGL induksi, yaitu :

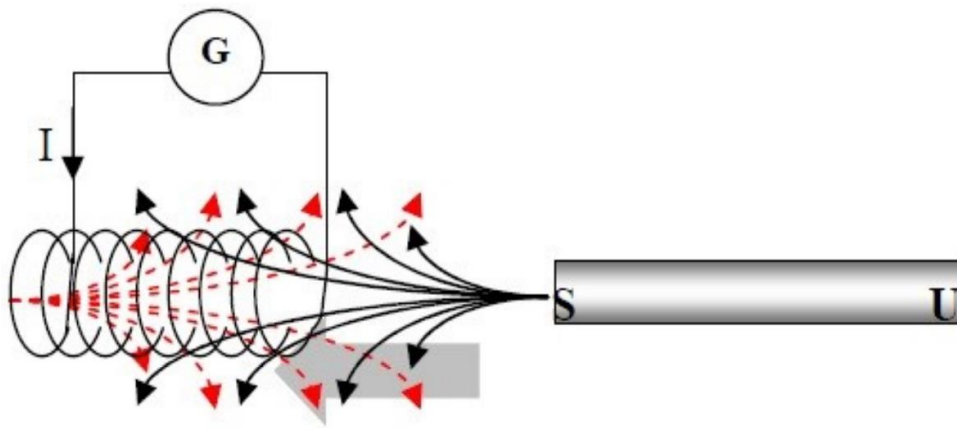
1. Kecepatan gerakan magnet atau kecepatan perubahan jumlah garis-garis gaya magnet (fluks magnetik)
2. Jumlah lilitan
3. Medan magnet

E. Perumusan GGL Induksi dalam Hukum Faraday

Faraday merumuskan kesimpulan GGL Induksi ini menjadi sebuah perumusan matematis

$$\mathcal{E} = -n \frac{d\phi}{dt}$$

Yang artinya adalah bahwa Gaya Gerak Listrik yang dihasilkan adalah sama dengan negatif dari perubahan fluks magnetik terhadap waktu. Fluks magnetik ϕ adalah banyaknya garis gaya yang tegak lurus tiap satuan luas A, identik dengan fluks listrik dalam bagian elektrostatik. Subscript i menunjukkan jumlah lilitan. Tanda negatif berkenaan arah GGL dan induksi magnetik. Jika fluks magnetik yang masih pada kumparan dari medan magnet bertambah, yang artinya magnet didekatkan pada kumparan maka arah arus dari GGL induksi sedemikian sehingga melawan medan magnet.



Gambar 3. Arah arus induksi sedemikian sehingga melawan perubahan fluks magnet penginduksinya.

Demikian juga sebaliknya. Untuk kumparan dengan banyak lilitan N , maka GGL induksinya adalah :

$$\varepsilon = \frac{d\phi}{-Ndt}$$

dengan : $\phi = \int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A} = \int B \cdot \cos \theta \cdot dA = B \cdot A \cdot \cos \theta$

di mana θ adalah sudut antara $\mathbf{B}$ dengan $\mathbf{A}$. Jadi GGL induksi terjadi bukan karena adanya medan magnet ($\mathbf{B}$) atau fluks magnetik, akan tetapi karena perubahan fluks magnetiknya.

F. Penerapan GGL Induksi Dalam Hukum Faraday

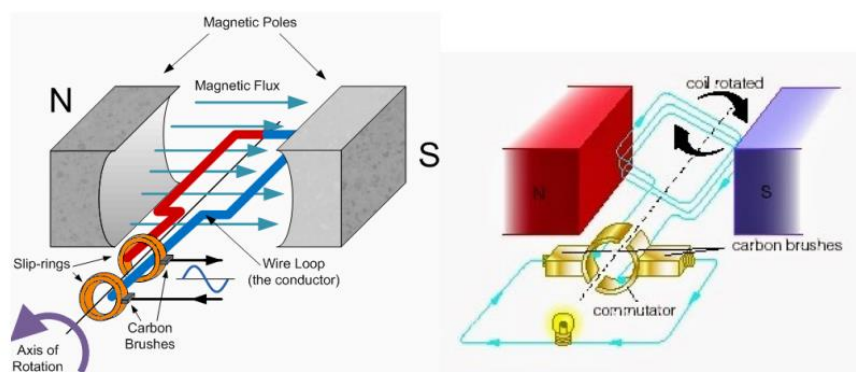
Pada GGL Induksi sesuai Hukum Faraday terjadi perubahan bentuk energi gerak menjadi energi listrik. Induksi digunakan pada pembangkit energi listrik. Pembangkit energi listrik yang menerapkannya adalah generator dan dinamo. Di dalam generator dan dinamo terdapat kumparan dan magnet. Kumparan atau magnet yang berputar menyebabkan terjadinya perubahan jumlah garis-garis gaya magnet dalam kumparan. Perubahan tersebut menyebabkan terjadinya GGL induksi pada kumparan. Energi

mekanik yang diberikan generator dan dinamo diubah ke dalam bentuk energi gerak rotasi. Hal itu menyebabkan GGL induksi dihasilkan secara terus-menerus dengan pola yang berulang secara periodik.

G. Aplikasi Hukum Faraday pada Kehidupan Sehari-Hari

1. Generator

Generator adalah suatu alat yang digunakan untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Generator ada dua jenis yaitu generator arus searah (DC) atau dynamo dan generator arus bolak-balik (AC) atau alternator.

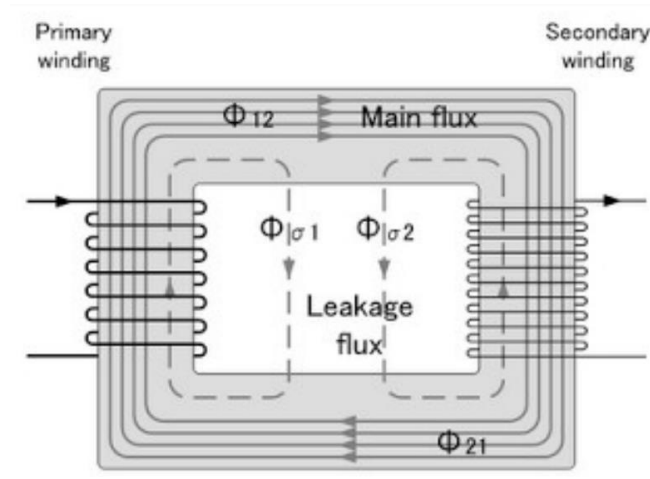


Gambar 4. Generator Ac dan Generator Dc

Generator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik sesuai dengan hukum faraday, yaitu dengan memutar suatu kumparan dalam medan magnet sehingga timbul GGL induksi seperti yang sudah saya jelaskan di awal. Perbedaan antara generator AC dan DC terletak pada bagian komponen yang berhubungan dengan ujung kumparan yang berputar. Dinamo (generator dc) menggunakan sebuah cincin belah (komutator), sedangkan alternator (generator (ac) menggunakan dua buah cincin slip.

2. Transformator

Transformator atau trafo merupakan alat untuk mengubah (memperbesar atau memperkecil) tegangan AC berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik.



Gambar 5. Transformator

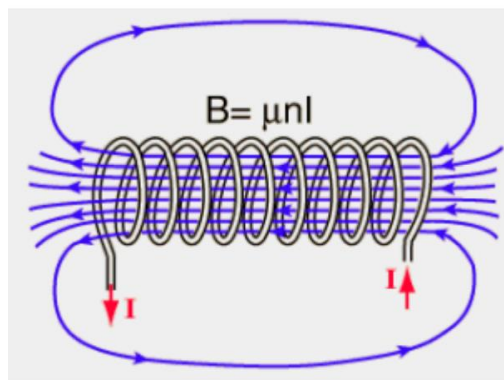
Prinsip kerja trafo memindahkan energi listrik secara induksi melalui kumparan primer ke kumparan skunder. Trafo ada dua jenis, yaitu trafo stepup dan step-down. Trafo step-up berfungsi untuk menaikkan tegangan AC sumber, jumlah lilitan kumparan skunder lebih banyak dibandingkan jumlah lilitan primer. Trafo step-down berfungsi untuk menurunkan tegangan AC sumber, jumlah lilitan skundernya lebih sedikit.

Trafo menimbulkan GGL pada kumparan skunder karena medan magnet yang berubah-ubah akibat aliran arus listrik bolak-balik pada kumparan primer yang berakibat berubah-ubah pula medan magnet yang timbul pada kumparan primer. Dikarenakan kumparan primer dan sekunder dililitkan pada bahan ferromagnetik maka pada kumparan sekunder juga dilingkupi medan magnetik yang berubah-ubah. Akibatnya (berdasarkan hukum Faraday) pada ujung-ujung kumparan

sekunder timbul ggl induksi. Dalam hal ini besi lunak di dalam transformator berfungsi Sebagai medium yang dapat mengupulkan garis-garis gaya magnetik agar tidak menyebar keluar dari kumparan primer maupun sekunder. Tetapi dikarenakan bahan tersebut juga sebagai penghantar maka padanya juga timbul ggl secara mikroskopik yang disebut dengan Arus EDDY. Arus inilah yang menyebabkan Besi tersebut menjadi panas dan merupakan faktor yang merugikan dikarenakan membuang energi listrik dalam bentuk panas.

3. Induktor

Induktor merupakan kumparan yang memiliki banyak lilitan kawat. Induktor memiliki induktansi diri, induktansi diri adalah gejala kelistrikan yang menyebabkan perubahan arus listrik pada kumparan dapat membangkitkan GGL induksi pada kumparan itu sendiri.



Gambar 5. Induktor

Induktor dapat menyimpan energi listrik, karena menurut hukum bio-savart pada saat induktor terdapat arus listrik maka dalam induktor tersebut timbul medan magnet, ketika arus listrik dalam konduktor menjadi nol, maka medan magnetpun hilang. Medan magnet yang semula ada menjadi tidak ada atau berubah inilah yang dapat menimbulkan ggl induksi diri menurut faraday.

III. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari makalah ini adalah sebagai berikut:

1. Pada awal tahun 1830-an, seorang ahli kimia Inggris yang bernama Michael Faraday menemukan bahwa larutan tertentu dapat segera mengalirkan arus listrik. Ia menamakan larutan tersebut dengan elektrolit dan aliran listrik yang melalui larutan elektrolit disebut elektrolisis
2. Hukum Faraday I “Massa dari zat yang diendapkan atau dibebaskan pada elektrode sebanding dengan muatan listrik yang melewati suatu zat elektrolit”.
3. Hukum Faraday II “Jika sejumlah muatan listrik yang sama dilewatkan pada beberapa zat elektrolit yang berbeda, massa yang dibebaskan atau diendapkan sebanding dengan massa ekuivalennya (e)”.
4. Aplikasi hukum Faraday dalam kehidupan sehari-hari adalah generator, transformator, dan konduktor