

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gaya Gerak Listrik (GGL)

Gaya gerak listrik adalah perubahan dari suatu bentuk energi ke bentuk energi listrik. Besar gaya gerak listrik dari suatu sumber secara kuantitatif dapat diartikan sebagai energi setiap satuan muatan listrik yang melalui sumber itu. Secara singkat, gaya gerak listrik adalah energi persatuan muatan. Gaya gerak listrik sebuah sumber ditulis dengan simbol. Jika muatan yang digerakkan itu adalah dQ dan usaha yang dibutuhkan dW , maka diperoleh hubungan :

$$\epsilon = dW / dQ \dots\dots\dots(2.1)$$

Satuan GGL (ϵ) dapat diperoleh dari hubungan persamaan diatas. Jika anda coba turunkan untuk mencarinya, anda akan peroleh bahwa satuan GGL adalah J/C atau Volt.

Pada saat penghantar dihubungkan dengan GGL, maka GGL ini ikut dialiri arus listrik (i) sehingga dalam sumber ini timbul tegangan ini disebut tegangan dalam sumber diberi simbol V_s , menurut hukum Ohm dapat dinyatakan bahwa :

$$V = I.R \dots\dots\dots(2.2)$$

(Sumber : Sri Suratmi. 1995. Listrik Magnet. Bandung. Hal 99 – 100)

2.1.1 Medan Listrik

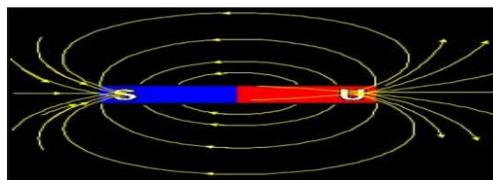
Medan listrik adalah sebuah medan vektor yang mana merupakan distribusi vektor-vektor, dimana setiap titik dalam ruang disekitar sautu objek bermuatan, seperti batang bermuatan, memiliki sebuah vektor (nilai dan arah). Satuan SI untuk medan listrik adalah *Newton per Coulomb* (N/C). Didalam medan listrik terdapat garis – garis medan listrik yang mana ini pertama kali ditemukan oleh Michael Faraday pada abad ke -19, membayangkan bahwa ruang disekitar sebuah benda bermuatan dipenuhi oleh garis-garis gaya. Hubungan antara garis-garis medan dan vektor medan listrik adalah sebagai berikut : (1) disembarang titik, arah garis medan yang lurus atau arah garis-singgung terhadap garis medan yang melengkung merupakan arah E dititik tersebut, dan (2) garis – garis medan

dilukiskan sedemikianrupa sehingga jumlah garis persatuan luas, sebagaimana diukur/dihitung pada bidang tegak lurus terhadap garis-garis tersebut, adalah sebanding dengan magnitudo E . Sehingga, E akan bernilai besar bilamana garis-garis medan listrik terkumpul rapat dan bernilai kecil bilamana garis-garis itu renggang terpencah. “garis-garis medan listrik merentang menjauhi muatan positif (di mana garis-garis ini bermula), dan menuju muatan negatif (di mana garis-garis ini berakhir)”. (Sumber : David Halliday Dkk. 2010. Fisika Dasar Edisi 7 Jilid. Jakarta. Hal :24-26: Penerbit Erlangga)

2.2 Gaya Gerak Magnet (GGM)

Gejala kemagnetan merupakan yang sudah umum dalam kehidupan sehari – hari. Bumi merupakan magnet raksasa dengan kutub utara magnet bumi berada didekat kutub selatan bumi, dan kutub selatan magnet bumi berada didekat kutub utara bumi. Magnet dapat dibentuk oleh dua kutub, yaitu kutub utara (U) dan kutub selatan (S). Anda dapat membayangkan posisi kutub utara dan selatan magnet bumi dapat berubah bila semualogam dari perut bumi dipindah kesalah satu kutub bumi, atau karena arah rotasi bumi berubah (misal dari timur ke barat atau dari utara ke selatan). Magnet itu disebut dipol (dwikutub) magnet. Tidak pernah dijumpai magnet yang berkutub tunggal (*monopole*). (Sumber : Bambang Murdaka Eka Jati Dkk. 2010. Fisika Dasar. Yogyakarta. Hal: 83-84)

Garis medan magnet memiliki aturan yang berlaku yaitu : (1) arah garis yang menyinggung garis medan magnet pada semua titik memberikan arah dari B pada titik tersebut, dan (2) jarak antargaris mewakili magnitudo B pada daerah yang garis-garisnya lebih rapat memiliki medan magnet yang lebih kuat, dan sebaliknya daerah yang garis-garisnya lebih renggang memiliki medan magnet yang lebih lemah.



Gambar 2.1 Medan Magnet

(Sumber : <http://www.slideshare.net/NasikaKaban/induksi-elektromagnetik-15563988>)



Gambar 2.1 menunjukkan bagaimana medan magnet didekat magnet batang dapat dipresentasikan oleh garis-garis gaya magnet. Semua garis gayanya melalui magnet itu, dan semuanya membentuk *loop* tertutup. Pengaruh magnetik eksternal dari magnet batang adalah terkuat didekat kedua ujungnya, dimana garis-garis gayanya paling rapat. Itu sebabnya, medan magnet yang paling banyak disimpan disekitar kedua ujung magnet.

Garis gaya (tertutup) memasuki salah satu ujung magnet dan keluar dari ujung yang lain. Ujung magnet dimana garis gaya muncul disebut kutub utara magnet sedangkan ujung lain dimana garis gaya memasuki magnet disebut kutub selatan. “ kutub magnet yang berlawanan saling menarik, dan kutub magnet yang sama saling menolak”.(Sumber : David Halliday Dkk. 2010. Fisika Dasar Edisi 7 Jilid 2. Jakarta. hal :199 : Penerbit Erlangga)

2.2.1 Medan Magnet

Interaksi antar kutub magnet terjadi karena adanya penghubung berupa medan, yang disebut medan magnet. Medan magnet bersatuan tesla (T) ; $1T = 1 \text{ weber/m}^2 = 10^4 \text{ gauss}$. Medan magnet (B) dapat ditentukan, baik besar maupun arahnya, dengan cara menempatkan muatan (q) didalam B pada berbagai arah kecepatan (v) dan diukur gaya magnet yang diderita oleh q, yaitu F_{mq} . Besarnya medan magnet disebut kuat medan magnet, ber lambang B. Jika v sejajar atau berlawanan arah terhadap B, maka $F_{mq} = 0$. Hal ini ditampilkan oleh lintasan q yang bergerak lurus pada kecepatan tetap atau disebut gerak lurus beraturan (GLB). Hubungan antara F_{mq} , q, dan B dinyatakan :

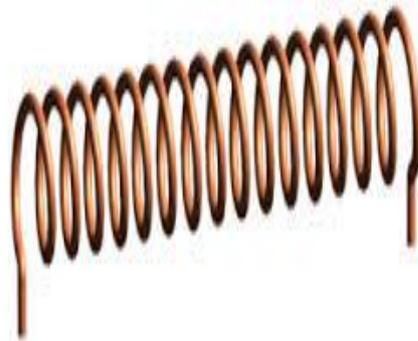
$$F_{mq} = qv \times B \dots\dots\dots(2.3)$$

Medan magnet (B) dapat digambarkan sebagai garis medan magnet, dengan arah B disetiap titik searah dengan arah anak panah dititik itu. Besarnya medan magnet (yang tadi disebut kuat medan magnet) sebanding dengan rapat garis medan magnet persatuan luas. Garis medan magnet selalu membentuk loop atau lintasan tertutup. Medan magnet merupakan besaran vektor, sehingga disebuah titik yang disebabkan oleh sejumlah muatan listrik yang bergerak merupakan hasil

penjumlahan secara vektor. (Sumber : Bambang Murdaka Eka Jati Dkk. 2010. Fisika Dasar. Yogyakarta. Hal: 87)

2.2.2 Medan Magnet dari sebuah *Solenoid*

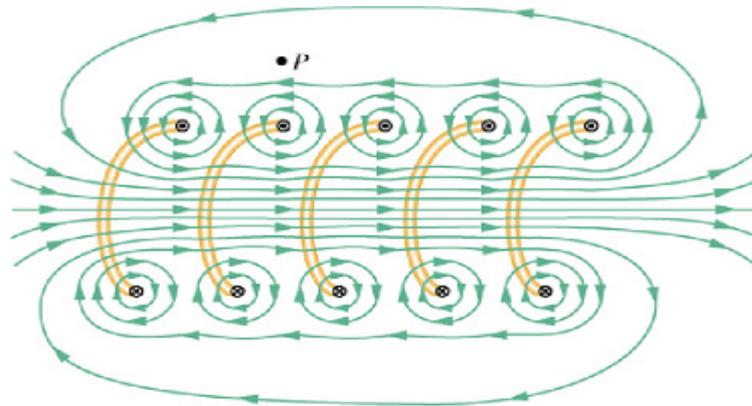
Medan magnet berbentuk *solenoid* ialah medan magnet yang dihasilkan oleh arus dalam kumparan kawat berbentuk heliks yang panjang, tergulung rapat.



Gambar 2.2 Sebuah Kumparan *Solenoid*

(Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Solenoid>)

Medan magnet *solenoid* adalah penjumlahan vektor dari medan yang dihasilkan oleh masing-masing individu putaran kawat (lilitan) yang membentuk *solenoid*. Untuk titik yang sangat dekat dengan putaran kawat, kawat secara magnetis berperilaku hampir seperti kawat lurus panjang, dan garis-garis medan B disana hampir berbentuk lingkaran konsentris. pada gambar 2 dapat dilihat bahwa medan magnet cenderung untuk menghilangkan diantara putaran kawat yang berdekatan. Gambar ini menunjukkan bahwa, pada titik-titik didalam *solenoid* yang letaknya cukup dari kawat, B dapat diaproksimasikan sejajar dengan sumbu pusat *solenoid*. Untuk kasus terbatas kepada sebuah *solenoid ideal*, yang panjangnya tak terhingga dan terdiri dari putaran kawat persegi yang sangat rapat, medan magnet dalam kumparan adalah seragam dan sejajar dengan sumbu *solenoid*. Berikut ini gambar untuk *solenoid* yang berbentuk renggang.



Gambar 2.3 Sebuah Kumparan *Solenoid* yang Berbentuk Renggang
(Sumber : www.rakeshkapoor.us)

Pada Gambar 2.3 dapat dilihat bahwa medan magnet yang dibangkitkan oleh bagian atas putaran kawat *solenoid* putaran kawat bagian atas adalah mengarah ke kiri dan cenderung untuk menghilangkan medan yang dibentuk oleh putaran kawat bagian bawah putaran kawat bagian bawah yang diarahkan ke kanan. Dalam membatasi kasus kepada sebuah *solenoid* ideal, mean magnet diluar *solenoid* adalah nol. ”.(Sumber : David Halliday Dkk. 2010. Fisika Dasar Edisi 7 Jilid 2. Jakarta. hal :239-240 : Penerbit Erlangga)

Solenoida merupakan kawat berbahan konduktor yang disusun sehingga membentuk kumparan (koil) dan dapat dialiri arus listrik. Kuat medan magnet didalam (sumbu) solenoida jauh lebih besar bila dibandingkan dengan solenoida. solenoida disebut ideal apabila medan magnet didalam solenoida bersifat homogen dan diluarnya nol. Kuat medan magnet (B) didalam solenoida dapat dihitung menggunakan hukum *ampere*. Jika setiap lilitan pada solenoida bearus listrik I_0 dan terdapat N buah lilitan pada solenoida sepanjang l , maka :

$$B = \mu_0 I_0 N / l \dots\dots\dots(2.4)$$

Untuk $n (= N / l)$ merupakan lambang jumlah lilitan persatuan panjang (disebut juga rapat lilitan), selanjutnya persamaan diatas dapat ditulis menjadi:

$$B = \mu_0 I_0 n \dots\dots\dots(2.5)$$

Teknik solenoida ini biasa digunakan untuk pembuatan elektromagnet dan toroida. Kutub selatan elektromagnet (S) merupakan kutub yang dituju oleh garis-garis medan magnet yang berasal dari kutub utara (U). (Sumber : Bambang Murdaka Eka Jati Dkk. 2010. Fisika Dasar. Yogyakarta. Hal: 93-94)

2.3 Induktansi

Induktor dapat digunakan untuk menghasilkan medan magnet yang diinginkan. Apabila mengalirkan arus i dalam gulungan (lilitan) dari solenoida yang diambil sebagai induktor, arus menghasilkan fluks magnet Φ_B yang melalui wilayah tengah induktor. Induktansi dari induktor kemudian adalah

$$L = N \Phi_B / i \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana N adalah jumlah lilitan. Gulungan induktor dikatakan dihubungkan oleh fluks bersama, dan produk $N \Phi_B$ disebut hubungan fluks magnet. Induktansi L dengan demikian merupakan ukuran dari hubungan fluks yang dihasilkan oleh induktor perunit arus. Lambang dari induktor ialah sebagai berikut :



Gambar 2.4 Lambang kumparan dalam skema rangkaian

(Sumber : <http://genius.smpn1-mgl.sch.id>)

Karena satuan SI dari fluks magnet adalah tesla-meter persegi, satuan SI induktansi adalah tesla-meter persegi per *Ampere* ($T.m^2/A$). Kita menyebutnya henry (H), menurut nama fisikawan amerika Joseph Henry, salah seorang penemu hukum induksi yang hidup pada masa yang sama dengan Faraday. Dengan demikian,

$$1 \text{ henry} = 1 \text{ H} = T.m^2/A$$

(Sumber : David Halliday Dkk. 2010. Fisika Dasar Edisi 7 Jilid 2. Jakarta. hal :271 : Penerbit Erlangga)



2.3.1 Induktansi Sebuah Solenoid

Induktansi yang berada pada kumparan yang berbentuk *Solenoid* dapat dihitung hubungan fluks yang dibangkitkan oleh arus yang diberikan di dalam gulungan *solenoid*. Perhatikan panjang l didekat bagian tengah *solenoid* ini. Hubungan fluks untuk bagian *solenoid* tersebut adalah

$$N \phi_B = (nl) (BA) \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana n adalah jumlah lilitan persatuan panjang *solenoid* dan B adalah magnitudo medan magnet dalam *solenoid*. Magnitudo B diberikan oleh:

$$B = \mu_0 n i \dots\dots\dots(2.8)$$

Dengan demikian, induktansi persatuan panjang dekat pusat *solenoid* panjang adalah

$$L / l = \mu_0 n^2 A \dots\dots\dots(2.9)$$

(Sumber : David Halliday Dkk. 2010. Fisika Dasar Edisi 7 Jilid 2. Jakarta. hal : 271-272 : Penerbit Erlangga)

2.3.2 Induktansi Diri

Fluks magnetik yang melalui suatu rangkaian dapat dihubungkan dengan arus dalam rangkaian tersebut dan arus dirangkaian lain yang didekatnya. Suatu kumparan yang menyalurkan arus I . Arus ini menghasilkan medan magnetik yang dapat, pada dasarnya dihitung dari hukum Biot-Savart. Karena medan magnetik pada setiap titik disekitar kumparan sebanding dengan I , fluks magnetik yang melalui kumparan juga sebanding dengan I :

$$\phi_m = LI \dots\dots\dots(2.10)$$

dengan L merupakan konstanta yang disebut induktansi diri kumparan tersebut. Induktansi diri tegak lurus terhadap bentuk geometrik kumparannya. Satuan SI induktansi ialah Henry. Pada dasarnya, induktansi diri sembarang kumparan dapat dihitung dengan mengambil arus I , mencari fluks ϕ_m , dan menggunakan $L = \phi_m / I$. Pada prakteknya sebenarnya, perhitungan ini sangat sulit. Akan tetapi, terdapat satu kasus, bahwa pada *solenoid* yang digulung rapat, induktansi diri dapat dihitung secara langsung. Medan magnetik di dalam *solenoid* yang digulung rapat dengan panjang yang menyalurkan arus diberikan:



$$B = \mu_0 n I \dots\dots\dots(2.11)$$

Dengan n merupakan jumlah lilitan per panjang satuan. Jika *solenoid* memiliki luas penampang A, fluks yang melalui N lilitan sama dengan:

$$\phi_m = NBA \dots\dots\dots(2.12)$$

induktansi diri sebanding dengan kuadrat jumlah lilitan perpanjang satuan dan volume. $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{H/m}$. Dengan demikian, seperti kapasitansi, induktansi diri hanya bergantung pada faktor-faktor geometrik. (Sumber :Paul A Tipler. 2001. Fisika Edisi 3 Jilid 2. Jakarta. hal : 298 : Penerbit Erlangga)

2.3.3 Induktansi Bersama

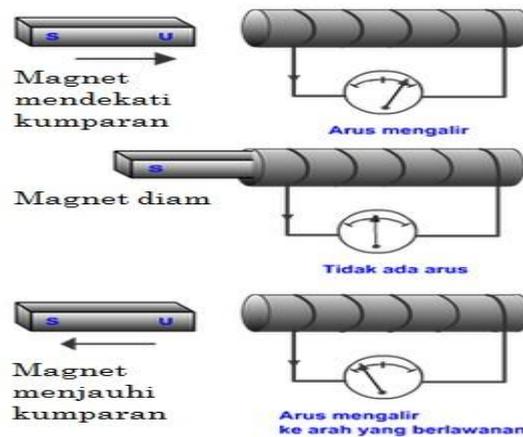
Induktansi bersama ialah arus yang berubah-ubah dalam sebuah koil menginduksi tegangan gerak elektrik (tge) dalam koil didekatnya, interaksi magnetik diantara dua kawat yang mengangkut arus tetap yang mana arus didalam satu kawat menimbulkan suatu medan magnetik yang memberikan gaya pada arus dalam kawat kedua. Tetapi sebuah interaksi tambahan akan timbul di antara dua rangkaian itu bila ada arus yang berubah-ubah disalah satu rangkaian. Arus yang mengalir dalam koil 1 menghasilkan medan magnetik B dan karenanya menghasilkan fluks magnetik melalui koil 2. Jika arus dalam koil 1 berubah, fluks yang melalui koil 2 juga akan berubah; menurut hukum Faraday, perubahan fluks ini menginduksi tge dalam koil 2, dengan cara ini, suatu perubahan arus dalam satu rangkaian dapat menginduksi arus dalam rangkaian kedua.

Induksi bersama merupakan sebuah gangguan dalam rangkaian listrik karena perubahan arus dalam satu rangkaian dapat menginduksi tge yang tidak diinginkan dalam rangkaian lainnya yang berada di dekatnya. Induksi bersama digunakan didalam sebuah *transformator*, yang digunakan dalam arus bolak-balik untuk menaikkan atau menurunkan tegangan.

2.4 Induksi Elektromagnetik

Selama tahun 1830-an, beberapa eksperimen perintis dengan tge yang diinduksi secara magnetik dilakukan di Inggris oleh Michael Faraday dan di Amerika oleh Joseph Henry (1797-1878) yang mana percobaannya sebuah kawat

disambungkan ke sebuah galvanometer. Berikut ini gambar 2.5 dari induksi elektromagnetik:



Gambar 2.5 Induksi Elektromagnetik

(Sumber : <http://www.guruberbagi.com>)

Bila magnet didekatnya stationer, maka galvanometer memperlihatkan tidak adanya arus. Ini tidak mengherankan karena tidak ada sumber tge dalam rangkaian itu. Tetapi apabila kita menggerakkan magnet, baik menuju atau menjauhi koil itu, maka galvanometer tersebut akan memperlihatkan arus dalam rangkaian tersebut. Itu merupakan arus induksi dan tge yang bersangkutan yang diperlukan untuk menyebabkan arus ini dinamakan sebuah tge induksi.

Lalu magnet diganti dengan sebuah koil kedua yang disambungkan ke sebuah aki. Bila koil kedua itu stationer, maka tidak ada arus dalam koil pertama. Akan tetapi apabila kita menggerakkan koil kedua itu menuju atau menjauhi koil pertama atau jika kita menggerakkan koil pertama itu menuju atau menjauhi koil kedua, maka ada arus di koil pertama itu, tetapi sekali lagi hanya ketika satu koil bergerak relatif terhadap koil lainnya.

Akhirnya, dengan menggunakan susunan kedua koil lalu memegang kedua koil stationer dan mengubah arus dalam koil kedua, baik dengan membuka atau menutup saklar itu maupun dengan mengubah hambatan koil kedua dengan saklar yang ditutup. Kita mendapatkan bahwa sewaktu kita membuka atau menutup saklar itu, ada pulsa arus sementara dalam rangkaian pertama. Bila kita mengubah hambatan (jadi kita mengubah arus) pada koil kedua, maka ada sebuah arus



induksi dalam rangkaian pertama, tetapi hanya ketika arus dalam rangkaian kedua itu sedang berubah.

Untuk menyelidiki lebih jauh elemen-elemen yang lain dalam pengamatan ini, kita menyambungkan sebuah koil kawat ke sebuah galvanometer, kemudian kita menempatkan koil itu diantara kutub-kutub sebuah elektromagnet yang medan magnenya dapat diubah. Inilah apa yang dapat diamati:

1. Bila tidak ada arus dalam elektromagnet, sehingga $B = 0$, galvanometer menunjukkan tidak ada arus.
2. Bila elektromagnet itu dihidupkan, maka ada arus sementara yang melalui galvanometer itu sewaktu B bertambah.
3. Bila B mencapai sebuah nilai tunak dan nilai tetap, arus itu turun ke nol tak peduli berapapun besarnya B .
4. Dengan koil itu berada dalam bidang horizontal, kita menjepinya sehingga mengurangi luas penampang koil itu. Galvanometer mendeteksi arus hanya selama deformasi (energi yang di *transfer*) tersebut, bukan sebelum atau sesudahnya. Bila kita menambah luas penampang koil untuk mengembalikan koil ke bentuk semula, maka terdapat arus dalam arah berlawanan tetapi hanya ketika luas koil sedang berubah.
5. Jika kita merotasikan koil beberapa derajat terhadap sumbu horizontal, galvanometer mendeteksi arus selama rotasi tersebut, dalam arah yang sama seperti kita mengurangi luas koil itu. Bila kita merotasikan koil itu kembali, ada sebuah arus dalam arah yang berlawanan selama rotasi ini.
6. Jika kita menyentak koil itu keluar dari medan magnetik tersebut, ada arus selama gerak itu, dalam arah yang sama seperti ketika kita mengurangi luas koil itu.
7. Jika kita mengurangi banyaknya lilitan dalam koil dengan mengubah satu atau lebih lilitan, ada sebuah arus selama kita membuka lilitan itu, dalam arah yang sama seperti kita mengurangi luas koil tersebut. Jika kita melilitkan lebih banyak
8. lilitan pada koil, ada sebuah arus dalam arah yang berlawanan selama kita melilitkan lilitan tersebut.



9. Bila magnet dimatikan, terdapat arus yang sementara dalam arah berlawanan pada arus ketika magnet dihidupkan.
10. Semakin cepat kita melaksanakan perubahan-perubahan ini, semakin besar pula arus.
11. Jika semua eksperimen ini diulangi dengan sebuah koil yang mempunyai bentuk sama tetapi material berbeda dan hambatan berbeda, maka arus disetiap kasus adalah berbanding balik dengan hambatan rangkaian total. Ini memperlihatkan bahwa tge induksi yang menyebabkan arus itu tidak bergantung pada material koil tetapi hanya bergantung pada bentuknya dan medan magnetiknya.

Kumparan adalah suatu lilitan kawat yang suatu isinya feromagnetik atau paramagnetik untuk memperkuat medan magnet B. Ketika kumparan dialiri arus, maka akan ada medan magnet didalam kumparan. Ketika arus berubah, maka medan magnet dalam kumparan juga akan berubah. Ketika medan magnet dalam kumparan, maka akan ada induksi tegangan didalam kumparan yang sebanding dengan kecepatan perubahan medan magnet, dimana medan magnet sebanding dengan arus besar dalam kumparan. (Richard Blocher, 2004: 65). Induktansi dibentuk oleh dua penghantar yang terpisah oleh ruangan bebas, dan tersusun sedemikian hingga fluks magnetik dari yang satu terkait yang lain. (Joseph A. Edminister, 1979: 138). Oleh sebab itu terdapat tegangan induksi yang sebanding dengan kecepatan perubahan arus dalam kumparan:

$$V^*(t) = - L \frac{dI(t)}{dt} \dots\dots\dots(2.13)$$

Tanda minus menunjukkan bahwa tegangan berlawanan arah dengan perubahan arus yang menghasilkan tegangan induksi. Tetapi untuk mendapatkan perubahan arus $dI(t) / dt$ diperlukan tegangan yang berlawanan tegangan induksi ini, bearti dalam elektronika yang mana kita menghitung tegangan $V(t)$ yang dipasang pada kaki komponen terdapat : $V(t) = - V^*(t)$. Sehingga rumus yang dipakai dalam elektronika adalah :



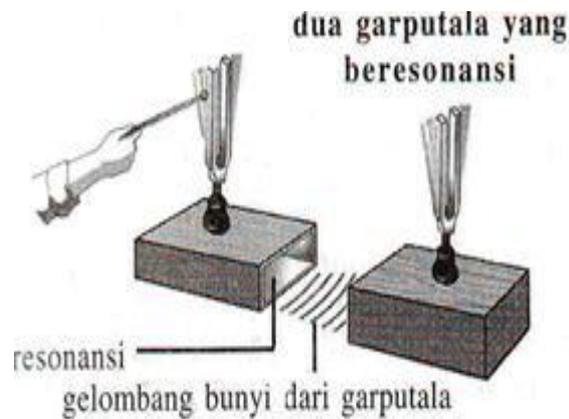
$$V(t) = - L \, dI(t) / dt \dots\dots\dots(2.14)$$

Konstanta L menunjukkan besarnya tegangan induksi yang dihasilkan oleh suatu kumparan tertentu melalui medan magnet dari arus pada kumparan itu sendiri. L disebut induktivitas diri atau induktansi diri. Induktansi diri L tergantung dari jumlah lilitan, besar luasan dalam lilitan dan bahan kern yang ada di dalam kumparan. (Richard Blocher. Dasar eketronika. 2004: 65).

2.5 Resonansi

Resonansi merupakan kejadian yang banyak terjadi pada sistem fisika. Resonansi dapat terjadi karena pengaruh frekuensi alami, namun untuk mendapatkan sebuah proses resonansi yang memiliki efisiensi energi yang baik maka sebaiknya ditambahkan sebuah sistem osilasi. Sebagai sebuah contoh osilasi sederhana adalah ayunan yang didalamnya terdapat energi kinetik dan energi potensial. Ayunan akan bergerak bolak-balik pada keadaan tertentu sesuai dengan panjang ayunannya, tinggi dan tidaknya ayunan tersebut tergantung koordinat lengan dan gerakan kaki anak yang bermain ayunan terhadap gerak ayunan. Sehingga ayunan dapat berisolasi dengan frekuensi resonansi dan gerakan sederhana dari anak yang menggunakan ayunan tersebut merupakan sebuah efisiensi energi yang ditransmisi kedalam sistem.

Resonansi juga dapat dikatakan sebagai sebuah fenomena dimana sebuah sistem yang bergetar dengan amplitudo maksimum akibatnya adanya impuls gaya yang berubah-ubah yang bekerja pada impuls tersebut. Dengan kata lain resonansi adalah peristiwa bergetarnya suatu benda akibat getaran benda lain. Jika kita melakukan pada sebuah percobaan tentang resonansi maka hal yang paling mudah diperhatikan adalah resonansi pada garpu tala. bila sebuah garpu tala digetarkan didekat satu kolom udara yang salah satu ujungnya tertutup sedangkan ujung lainnya terbuka maka resonansi akan terjadi.



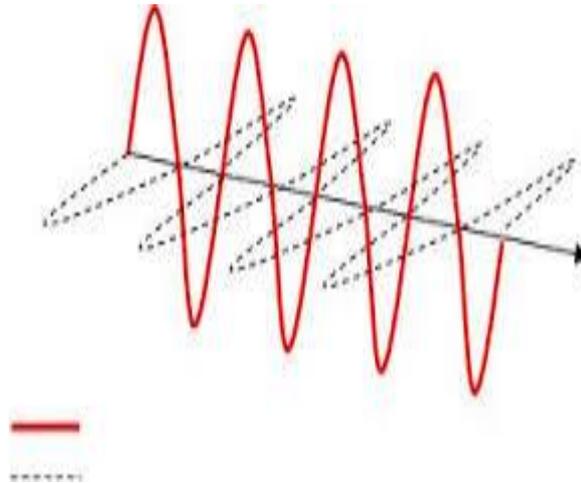
Gambar 2.6 Resonansi Pada Garpu Tala

(Sumber: <http://fisikon.com>)

2.6 Resonansi Elektromagnetik

Resonansi elektromagnetik ada secara luas di dalam sistem elektromagnetik. Medan elektromagnetik itu sendiri merupakan bidang energi yang dapat memberikan energi untuk digunakan dalam proses terjadinya aliran listrik. Mengingat bahaya bagi masyarakat dan organisme lain di dalam medan listrik, medan magnet yang aman dan lebih sesuai untuk digunakan sebagai media pengiriman energi dalam perpindahan energi resonansi secara magnetis.

Radiasi gelombang elektromagnetik itu sendiri mengandung energi. Tidak peduli apakah ada penerima atau tidak, energi dari gelombang elektromagnetik itu secara terus menerus dikonsumsi. Jika kita dapat membuat suatu medan magnetik non-radiasi dengan frekuensi resonansi tertentu, saat penghasil resonansi seperti rangkaian osilasi LC, dengan frekuensi resonansi yang sama di dalamnya, maka dapat dihasilkan suatu resonansi elektromagnetik, kumparan induktansi akan terus mengumpulkan energi tegangan akan naik dan energi yang di terima dapat disalurkan ke beban setelah dikonversi dengan rangkaian tambahan.



Gambar 2.7 Gelombang Elektromagnetik

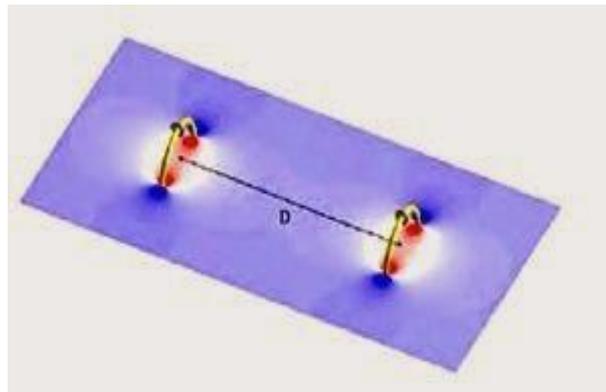
(Sumber : geo.fis.unesa.ac.id)

Secara umum, sistem elektromagnetik dengan frekuensi resonansi sama memiliki kelemahan dalam jarak tertentu. Dua sistem dengan frekuensi resonansi yang sama akan menghasilkan resonansi magnetik yang kuat dan membentuk sebuah sistem resonansi magnetik. Jika ada lebih dari dua penghasil resonansi dalam rentang yang masih efektif, mereka juga dapat bergabung dengan sistem resonansi magnetik ini. Satu resonator dapat dihubungkan dengan pasokan listrik terus-menerus untuk berperan sebagai sumber energi dan yang lainnya mengkonsumsi energi, sehingga sistem pengiriman energi ini dapat terwujud. Dengan kata lain, sistem ini dapat mengirimkan energi dari satu tempat ke tempat lain melalui medan magnet yang tidak terlihat (*wireless*), bukan dengan cara seperti biasa yang melalui kabel listrik yang dapat dilihat. (Sumber : Michael Octora.2010.Analisa dan Rancang Bangun Rangkaian Penerima Pada Sistem Transfer Daya Listrik Tanpa Kabel.FT Universitas Indonesia.hal : 16 -17)

2.7 Prinsip Resonansi Bersama

Prinsip dasar induksi elektromagnetik adalah pada saat arus bolak balik melewati suatu kumparan, disekitar kumparan tersebut akan menghasilkan suatu medan magnet. Jika pada kondisi ini diletakkan suatu kumparan lain di dekat kumparan tersebut, maka medan magnet dari kumparan yang pertama akan timbul juga di sekitar kumparan yang kedua. Ini merupakan alasan kenapa pengiriman energi tanpa kabel dapat terjadi diantara kedua kumparan tersebut.

Sama seperti yang telah diuraikan sebelumnya, resonansi bersama adalah suatu keadaan khusus dari pengiriman energi tanpa kabel. Letak dari kekhususannya adalah kumparan yang digunakan untuk beresonansi bersama beroperasi pada kondisi resonansi.



Gambar 2.8 Resonansi Bersama

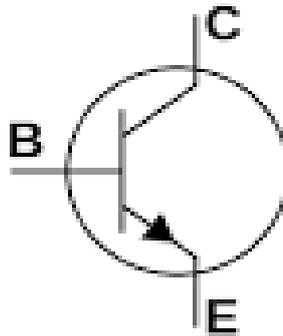
(Sumber : <http://www.lentera-kita.com>)

Resonansi terjadi ketika frekuensi resonansi sendiri dari kumparan-kumparan tersebut bernilai sama dengan frekuensi sumber arus bolak balik, saat rangkaian ekuivalen dari kumparan-kumparan tersebut di frekuensi tinggi memiliki impedansi paling kecil. Pada saat kondisi seperti inilah energi paling banyak dapat dikirimkan melalui jalur resonansi.

Gambar 2.9 menunjukkan terjadinya proses resonansi magnetik bersama, warna kuning menunjukkan kumparan yang memiliki frekuensi resonansi yang sama, medan magnet yang disebabkan pada kumparan tersebut, yang keduanya adalah identik satu sama lain, inilah gambaran sederhana dari resonansi bersama. (Sumber : Michael Octora.2010.Journal Analisa dan Rancang Bangun Rangkaian Penerima Pada Sistem Transfer Daya Listrik Tanpa Kabel.FT Universitas Indonesia.hal : 18)

2.8 Transistor NPN

Transistor adalah alat semikonduktor yang dipakai sebagai penguat, pemotong (*switching*), stabilisasi tegangan, modulasi sinyal atau fungsi lainnya. Pada dasarnya transistor merupakan komponen aktif dengan arus, tegangan atau daya keluarannya dikendalikan oleh arus masukan.



Gambar 2.9 Konstruksi Transistor NPN

(Sumber : <http://dasarelektronika.com/pengertian-dan-fungsi-transistor/>)

Transistor NPN adalah transistor positif dimana transistor dapat bekerja mengalirkan arus listrik apabila basis dialiri tegangan arus positif. (Sumber : <http://dasarelektronika.com/pengertian-dan-fungsi-transistor/>)



Gambar 2.10 Bentuk Fisik Transistor NPN tipe 2SC3858

(Sumber : <http://www.goodluckbuy.com/2sa1494-and-2sc3858-original-sanken-transistor-5-pairs-.html>)

2.9 *Transmitter Coil*

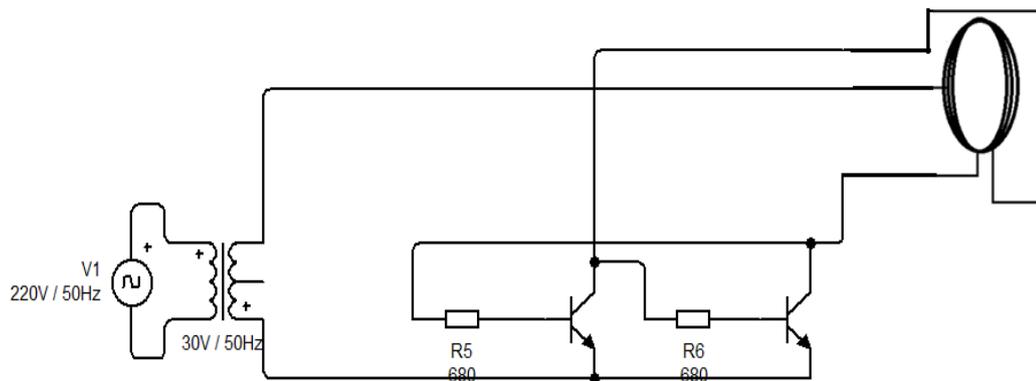
Transmitter Coil merupakan rangkaian yang terdiri dari rangkaian rangkaian pengirim sinyal. Dengan gabungan dari dua rangkaian tersebut maka daya dari sumber dapat dikirimkan frekuensi sampai di terima pada bagian

penerima. Rangkaian pengirim dan penerima harus bekerja pada frekuensi yang ditentukan oleh nilai dari komponen induktor.

Perancangan *Transmitter* (pengirim/ pemancar) merupakan bagian yang paling penting dalam sistem ini, jika tidak ada rangkaian pemancar, maka sebuah tegangan dari supply tidak dapat di transmisi / dihantarkan tanpa menggunakan kabel.

Dalam perancangan rangkaian *Transmitter* dibutuhkan beberapa komponen agar supaya energi yang dipancarkan oleh alat tersebut menghasilkan pancaran energi yang baik, komponen utama yang sangat penting adalah kawat *email*.

(Sumber: <http://ojs.unud.ac.id/index.php/prosidingsgteis2013/article/download/7203/5454>)

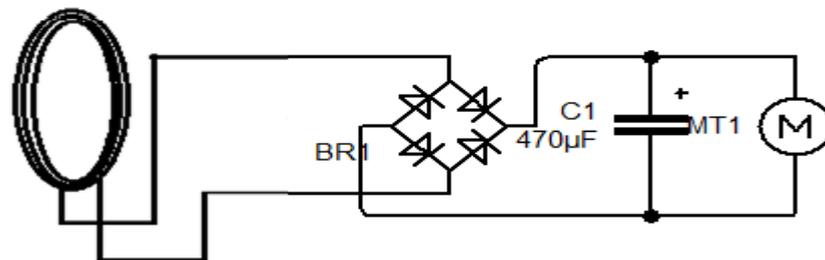


Gambar 2.11 Rangkaian Pengirim (*Transmitter*) Transfer Energi *Wireless* Menggunakan Transistor NPN

Pada gambar 2.9 transistor yang di gunakan yaitu transistor jenis NPN yang berfungsi sebagai penguat bertingkat. Sumber tegangan dan lilitan dianggap hubung singkat atau diganti dengan tahanan didalamnya. Tegangan AC pada penguat adalah tegangan kolektor terhadap ground (V_c) tegangan emitor (V_E) dan tegangan basis (V_B).

2.10 Receiver Coil

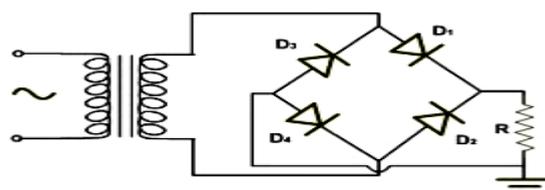
Receiver Coil merupakan penangkap induksi resonansi magnetik dari rangkaian pemancar untuk menerima daya listrik yang akan disalurkan menuju beban. Penerima gelombang elektromagnetik dengan proses resonansi magnetik, rangkaian penerima terdiri dari atas induktor (lilitan kawat *email*). Rangkaian *receiver coil* akan dihubungkan dengan rangkaian *rectifier* yang setelah itu akan di masukan ke beban kipas angin DC



Gambar 2.12 Rangkaian *Receiver Coil*

2.11 Penyearah Gelombang (*Rectifier*)

Penyearah gelombang (*rectifier*) adalah bagian dari *power supply* / catu daya yang berfungsi untuk mengubah sinyal tegangan AC (*Alternating Current*) menjadi tegangan DC (*Direct Current*).



Gambar 2.13 Rangkaian *Rectifier*

Komponen utama dalam penyearah gelombang adalah *diode* yang dikonfigurasikan secara forward bias. Dalam sebuah *power supply* tegangan rendah, sebelum tegangan AC tersebut di ubah menjadi tegangan DC maka tegangan AC tersebut perlu di turunkan menggunakan *transformator stepdown*. Ada 3 bagian utama dalam penyearah gelombang pada suatu *power supply* yaitu, penurun tegangan (transformer), penyearah gelombang / *rectifier* (diode) dan *filter* (kapasitor). (Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/konsep-dasar-penyearah-gelombang-rectifier/>)

2.12 Motor DC

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor DC disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/*direct-unidirectional*. Motor DC memiliki 3 bagian atau komponen utama untuk dapat berputar sebagai berikut.

1. Kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi ruang terbuka diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet.
2. *Current* Elektromagnet atau Dinamo. Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi.
3. *Commutator*. Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.

(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/teori-motor-dc-dan-jenis-jenis-motor-dc/>)



Gambar 2.14 Konstruksi Motor DC

(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/teori-motor-dc-dan-jenis-jenis-motor-dc/>)