

BAB II

STUDI AWAL

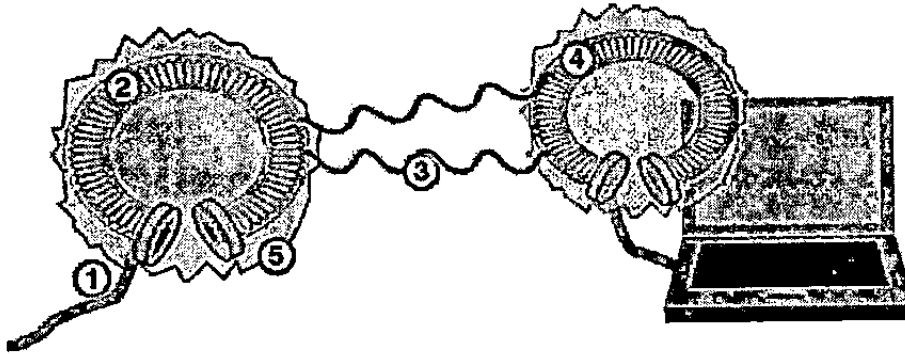
2.1. Dasar - Dasar Teori

2.2.1. Definisi Pengiriman Daya Listrik Tanpa Kabel

Pengiriman daya listrik tanpa kabel adalah suatu sistem yang memiliki proses dimana energi listrik dapat ditransmisikan dari suatu sumber listrik menuju ke beban listrik tanpa melalui suatu kabel. Transmisi daya listrik tanpa kabel ini berguna jika kita membutuhkan suatu energi listrik, akan tetapi tidak ada kabel di sekitar tempat kita berada.

Alat pengirim daya listrik tanpa kabel memiliki banyak kegunaan dalam kehidupan sehari-hari, yang terbagi dalam dua kategori, yaitu :

- Memberikan sumber listrik tanpa kabel secara langsung, yaitu ketika peralatan elektronik tanpa baterai membutuhkan daya listrik, akan tetapi tidak ada kabel disekitarnya, maka alat pengirim daya listrik tanpa kabel akan berfungsi selama masih berada dalam area jangkauan. (contoh : televisi, lampu.)
- Mengisi ulang secara otomatis tanpa kabel, yaitu ketika suatu alat elektronik yang menggunakan baterai yang dapat diisi ulang membutuhkan isi ulang baterai, maka alat ini juga dapat digunakan.



Gambar 2.1 Transfer Energy

Tingkat efisiensi dari suatu induksi elektromagnetik dapat ditingkatkan dengan menggunakan rangkaian resonator. Cara ini biasa disebut juga induksi resonansi, yang banyak digunakan alat-alat pada bidang kesehatan. Dengan menggunakan prinsip ini, telah berhasil dibangun suatu alat yang dapat mentransmisikan daya listrik tanpa kabel, dengan jarak yang jauh berbeda dengan induksi tradisional.

Teknologi dari pengiriman daya listrik tanpa kabel yang dimaksud di dalam skripsi ini merupakan teknologi yang tidak beradiasi dan mengacu pada konsep medan dekat (near-field). Banyak teknik lain dalam bidang pengiriman energi listrik tanpa kabel yang berbasiskan kepada teknik radiasi, baik itu untuk keperluan informasi seperti gelombang radio, sinar laser (narrow beam) dan gelombang cahaya. Radiasi udara dari frekuensi

tanpa kabel karena informasi dapat ditransmisikan ke segala arah untuk dipakai oleh beberapa pengguna.

Daya yang diterima pada setiap radio atau rangkaian penerima tanpa kabel sangatlah kecil, dan harus diperkuat lagi di dalam rangkaian penerima tersebut dengan menggunakan sumber listrik dari luar suatu alat tersebut. Oleh karena mayoritas dari daya radiasi terbuang dengan percuma ke dalam udara bebas, transmisi radio ini sangat tidak efisien jika berfungsi untuk mengirimkan daya listrik dengan jumlah besar. Untuk menambah jumlah energi yang dapat ditangkap oleh rangkaian penerima, maka pada sisi rangkaian pemancar dapat diberikan daya yang lebih tinggi pula, akan tetapi hal ini tidak aman dan bahkan dapat mengganggu alat lain yang juga menggunakan frekuensi radio.

2.1.2. Prinsip Induksi Elektromagnetik

Kemagnetan dan kelistrikan merupakan dua gejala alam yang prosesnya dapat dibolak-balik. Ketika H.C. Oersted membuktikan bahwa di sekitar kawat berarus listrik terdapat medan magnet (artinya listrik menimbulkan magnet), para ilmuwan mulai berpikir keterkaitan antara kelistrikan dan kemagnetan. Tahun 1821 Michael Faraday membuktikan bahwa perubahan medan magnet dapat menimbulkan arus listrik (artinya magnet menimbulkan listrik) melalui eksperimen yang sangat sederhana [5]. Sebuah magnet yang digerakkan masuk dan keluar pada kumparan dapat menghasilkan arus listrik pada kumparan itu

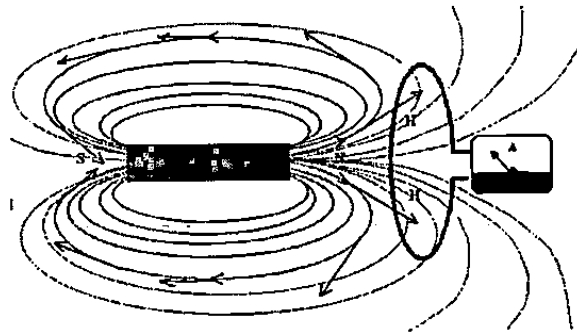
Galvanometer merupakan alat yang dapat digunakan untuk mengetahui ada tidaknya arus listrik yang mengalir. Ketika sebuah magnet yang digerakkan masuk dan keluar pada kumparan, jarum galvanometer menyimpang ke kanan dan ke kiri. Bergeraknya jarum galvanometer menunjukkan bahwa magnet yang digerakkan keluar dan masuk pada kumparan menimbulkan arus listrik. 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.

2.1.2.1. Penyebab Terjadinya GGL Induksi

Ketika kutub utara magnet batang digerakkan masuk ke dalam kumparan, jumlah garis gaya-gaya magnet yang terdapat di dalam kumparan bertambah banyak. Bertambahnya jumlah garis-garis gaya ini menimbulkan GGL induksi pada ujung-ujung kumparan. GGL induksi yang ditimbulkan menyebabkan arus listrik mengalir menggerakkan jarum galvanometer. Arah arus induksi dapat ditentukan dengan cara memerhatikan arah medan magnet yang ditimbulkannya. Pada saat magnet masuk, garis gaya dalam kumparan bertambah. Akibatnya medan magnet hasil arus induksi

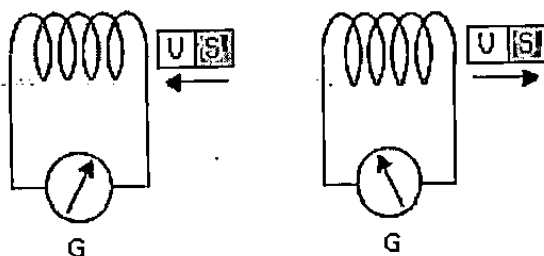
berlawanan arah dengan itu. Dengan demikian ujung

kumparan itu merupakan kutub utara sehingga arah arus induksi seperti yang ditunjukkan Gambar 2.2



Gambar 2.2 GGL induksi

Ketika kutub utara magnet batang digerakkan keluar 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. GGL induksi yang ditimbulkan menyebabkan arus listrik mengalir dan menggerakkan jarum galvanometer. Sama halnya ketika magnet batang masuk ke kumparan. pada saat magnet keluar garis gaya dalam kumparan berkurang. Akibatnya medan magnet hasil arus induksi bersifat menambah garis gaya itu. Dengan demikian, ujung kumparan itu merupakan kutub selatan, sehingga arah arus induksi seperti yang ditunjukkan Gambar 2.3.



2.1.2.2. Faktor Besarnya GGL

Sebenarnya besar kecil GGL induksi 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 :

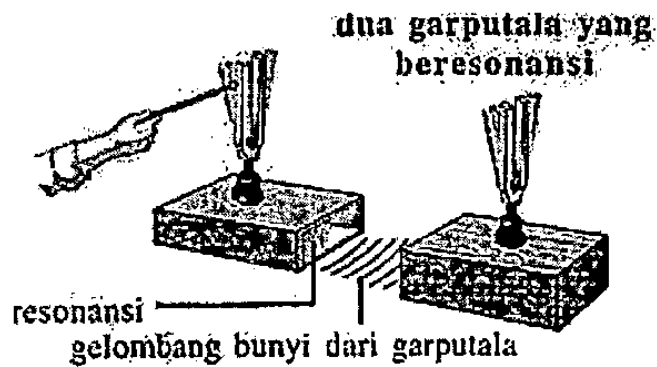
- kecepatan gerakan magnet atau kecepatan perubahan jumlah garis-garis gaya magnet (fluks magnetik)
- jumlah lilitan
- medan magnet

Sebagaimana fluks listrik, fluks magnet juga dapat diilustrasikan sebagai banyaknya garis medan yang menembus suatu permukaan.

2.1.3. Prinsip Pengiriman Energi Melalui Induksi Resonansi Magnet

2.1.3.1. Resonansi

Fenomena resonansi sudah secara luas berada di alam ini. Perbedaan jenis resonansi juga berisikan energi yang berbeda pula. Suara dari garpu tala dihasilkan dari suatu resonansi, begitu pula dengan suatu gempa bumi dihasilkan dari suatu resonansi, akan tetapi



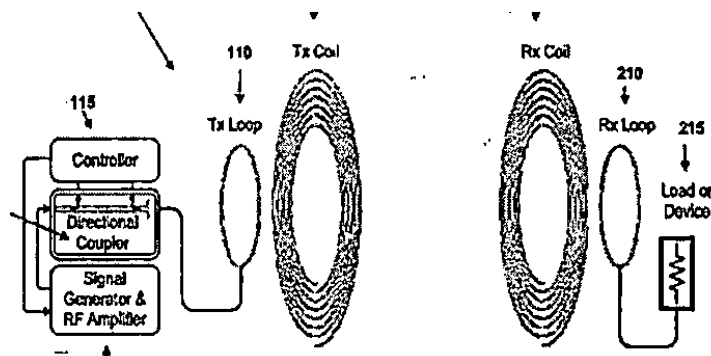
Gambar 2.4. Resonansi Pada Garpu tala

Resonansi adalah suatu gejala suatu sistem yang dalam suatu frekuensinya cenderung untuk menyerap lebih banyak energi dari lingkungan. Dengan kata lain, resonansi adalah sebuah fenomena dimana jika suatu objek atau benda bergetar, maka benda lain dengan frekuensi yang sama akan ikut bergetar juga. Resonansi dapat mengirimkan energi. Sebagai sebuah contoh sederhana, jika kita mempunyai 2 buah garpu tala dengan frekuensi yang sama dan jarak yang cukup, maka jika kita memukul garpu tala A sehingga timbul bunyi, maka ketika kita menahan garpu tala A sampai bunyinya berhenti, garpu tala B akan berbunyi juga meskipun tidak kita pukul. Ini merupakan fenomena resonansi akustik. Energi yang membuat garpu tala B ini bergetar dihasilkan dari gelombang bunyi dari garpu tala A, media pengirimannya adalah medan bunyi. Dapat dikatakan bahwa inti dari propagansi getaran ini adalah suatu pengiriman energi.

Misalnya, media bunyi ini juga dapat dimunculkan pada media

2.1.3.2. 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.



Gambar 2.5. Resonansi Elektromagnetik

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

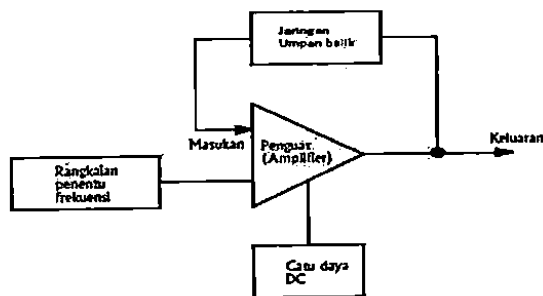
energi yang diterima dapat disalurkan ke beban setelah dikonversi dengan rangkaian tambahan.

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.

2.1.4. Osilator

Osilator berdasarkan metode pengoperasiannya dibedakan dalam 2 (dua) jenis, yaitu Osilator Umpan balik dan Osilator Relaksasi. Masing-masing jenis osilator tersebut memiliki keistimewaan tersendiri. Pada

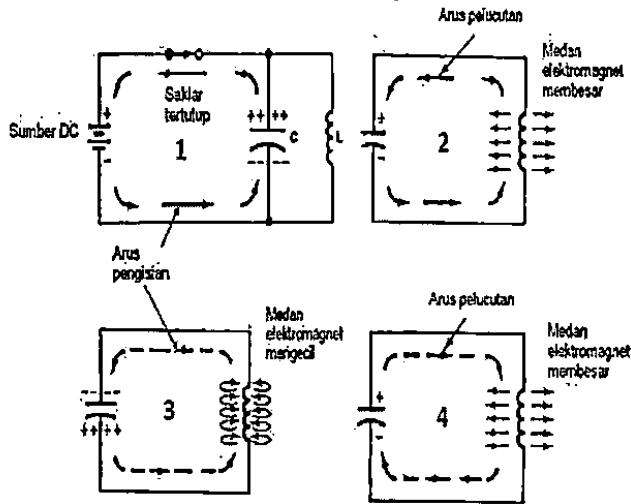
Osilator umpan balik biasanya dioperasikan pada frekuensi tertentu dengan keluaran gelombang sinus dan frekuensi operasi dari beberapa Hz sampai jutaan Hz. Pada dasarnya osilator umpan balik memiliki bagian penguat, jaringan umpan balik (*feedback*), rangkaian penentu frekuensi (*tank circuit*) dan catu daya. Isyarat masukan diperkuat oleh penguat (*amplifier*) kemudian sebagian isyarat yang telah diperkuat dikirim kembali ke masukan melalui rangkaian umpan balik. Isyarat umpan balik ini harus memiliki fase dan nilai yang tepat agar terjadi osilasi didalam rangkaian osilator.



Gambar 2.6. Blok Diagram Osilator

Frekuensi osilator umpan balik biasanya ditentukan dengan menggunakan jaringan induktor dan kapasitor (LC). Jaringan LC sering disebut sebagai rangkaian tangki atau *tank circuit* karena kemampuannya menampung tegangan AC pada frekuensi resonansi. Proses terjadinya sinyal AC dari sinyal DC dimulai dari rangkaian tanki LC pada saat kapasitor diisi muatan untuk pertama kali pada saat rangkaian mendapat sumber tegangan dari catu daya, kemudian terjadi proses pengosongan muatan melalui induktor dan terjadi lagi

pengosongan lagi dan seterusnya. Proses pengisian dan pengosongan ini dapat dipelajari dari ilustrasi gambar berikut:



Gambar 2.7. Proses Osilasi pengisian tangki LC

Frekuensi tegangan AC yang dibangkitkan oleh rangkaian tangki akan tergantung dari harga L dan C yang digunakan. Ini yang disebut sebagai frekuensi resonansi yang dapat dituliskan dengan persamaan matematis sebagai berikut:

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \dots\dots\dots(2-1)$$

f_r : refekkuensi (hertz)

L : induktor (Hendry)

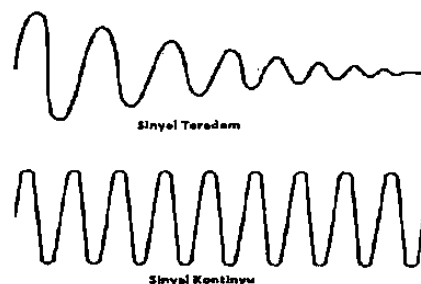
C : kapasitor (farad)

Dimana f_r adalah frekuensi resonansi dalam hertz (Hz), L

adalah induktansi dalam henry dan C adalah kapasitansi dalam farad

Resonansi terjadi saat reaktansi kapasitif (X_c) besarnya sama dengan reaktansi induktif (X_l). Rangkaian tangki akan beresonansi pada frekuensi ini. Pada frekuensi osilasi rangkaian tangki LC tentunya memiliki resistansi yang akan mengganggu aliran arus pada rangkaian.

Akibatnya, tegangan AC akan cenderung menurun setelah melakukan beberapa putaran osilasi. Amplitudo gelombang mengalami penurunan yang biasa disebut sebagai gelombang sinus teredam (*damped sine wave*). Bentuk sinyal osilasi rangkaian tanki LC seperti ini dapat dilihat pada gambar berikut:

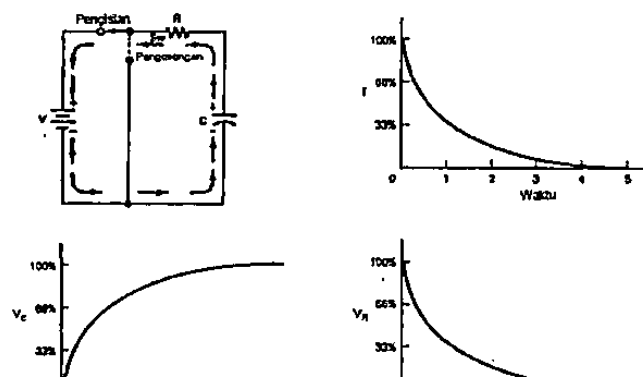


Gambar 2.8 Sinyal Osilasi Teredam Dan Sinyal Kontinyu

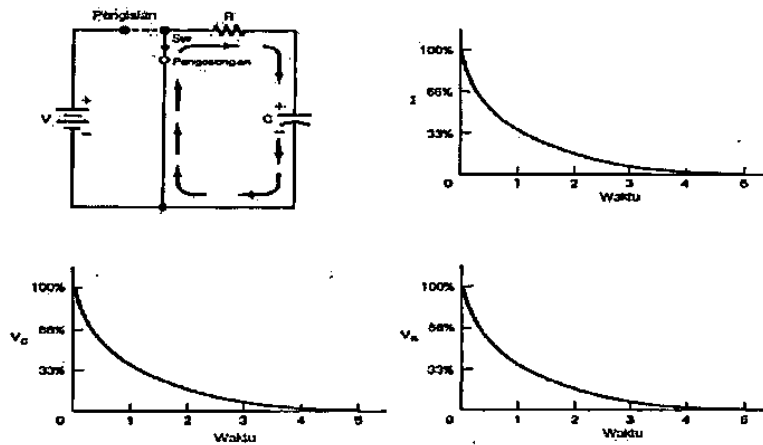
Osilasi rangkaian tangki (*tank circuit*) dapat dibuat secara kontinu jika kita menambahkan energi secara periodik dalam rangkaian, yaitu dengan penambahan bagian penguat sinyal kemudian sinyal keluaran penguat tersebut di umpan balik ke rangkaian tangki LC kembali untuk mendapatkan proses osilasi yang stabil sehingga

2.1.4.2. Osilator Relaksasi

Pada dasarnya pada osilator relaksasi ini tergantung pada proses pengosongan dan pengisian rangkaian kapasitor-resistor (RC). Perubahan tegangan pada jaringan digunakan untuk mengubah-ubah konduksi perangkat elektronik. Sebagai pengontrol proses pengisian dan pengosongan rangkaian RC, pada osilator dapat digunakan transistor, UJT (*uni junction transistors*) atau IC (*integrated circuit*). Proses pengisian dan pengosongan kapasitor pada rangkaian seri RC akan mengikuti fungsi eksponensial dengan konstanta waktu yang tergantung pada harga RC. Pada proses pengisian, satu konstanta waktu dapat mengisi sebanyak 63% dari sumber tegangan yang digunakan dan akan penuh setelah lima kali konstanta waktu. Sebaliknya saat proses pengosongan, isi kapasitor akan berkurang sebanyak 37% setelah satu konstanta waktu dan akan terlucuti secara penuh setelah lima konstanta waktu seperti pada gambar berikut:



Gambar 2.9 Proses Pengisian Kapasitor



Gambar 2.10 Proses Pengosongan Kapasitor

Proses pengisian dan pengosongan kapasitor melalui resistor seperti pada gambar diatas dapat digunakan untuk menghasilkan gelombang gergaji. Saklar pengisian dan pengosongan pada rangkaian gambar diatas dapat diganti dengan saklar elektronik, yaitu dengan menggunakan transistor atau IC. Rangkaian yang terhubung dengan cara ini dikelompokkan sebagai *osilator relaksasi*. Saat komponen pengganti saklar tersebut berkonduksi disebut “aktif” dan saat tidak berkonduksi disebut “rileks”. Dengan kondisi tersebut secara berulang

2.2. Spesifikasi Garis - garis Besar dari Produk yang Direncanakan

Perancangan alat wireless transfer energi ini memiliki spesifikasi sebagai berikut.:

- Pengiriman energi dari pemancar ke penerima tanpa menggunakan kabel