

PERANCANGAN TRASFER DAYA LISTRIK TANPA KABEL MENGUNAKAN OSILATOR SEBAGAI PEMBANGKIT FREKWENSI

¹ Mayo' Balqiah Hulaimi (111 062 1012)

² Ir. Herry Setyawan, MT.

³ M. Aan Auliq, ST. MT.

Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember

Email : Lmayok99@gmail.com

ABSTRAK

Energi listrik merupakan salah satu sumber energi yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Energi listrik dalam penyaluran kepusat-pusat beban menggunakan saluran mulai dari saluran bertegangan tinggi sampai saluran bertegangan rendah. Salah satu konsep penyaluran energi listrik yang masih dalam tahap riset yaitu transfer daya nirkabel. Transfer nirkabel adalah suatu konsep untuk menghantarkan atau mengirimkan energi tanpa menggunakan kabel. Tetapi kendala yang saat ini sedang terjadi, yaitu masih rendahnya prosentase output efisiensi dari rangkaian transmitter, sehingga dibutuhkan penyempurnaan dan perbaikan agar efisiensi dapat terus ditingkatkan. Hail ini yang mendasi penulis untuk membuat Perancangan transfer Daya Listrik Tanpa Kabel Menggunakan osilator sebagai pembangkit frekwensi. Alat ini digunakan untuk mengetahui seberapa efektif penyaluran daya dilihat dari osilator menggunakan transistor TIP41C, "transmitter" menggunakan kabel EI, 'receiver" menggunakan kawat tembaga. Desai alat ini menggunakan Transistor TIP 41C sebagai oscilator.

Kata kunci : Transistor TIP41C, Osilator.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu sumber energi yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat berkembang sampai modern seperti lampu penerangan, memasak, peralatan industri, dan lain sebagainya. Energi listrik dalam penyaluran kepusat-pusat beban menggunakan saluran mulai dari saluran bertegangan tinggi sampai saluran bertegangan rendah. Energi listrik diperoleh dari proses konversi dari energi primer seperti batu bara, angin, air, gas, energi nuklir, atau energi matahari.

Salah satu konsep penyaluran energi listrik yang masih dalam tahap riset yaitu transfer daya nirkabel. Transfer nirkabel adalah suatu konsep untuk menghantarkan atau mengirimkan energi tanpa

menggunakan kabel. Secara umum, teorinya dapat digambarkan dengan pengiriman daya listrik dari suatu alat ke alat yang lain atau bisa disebut juga pengiriman daya listrik dari *transmitter* ke *receiver*. Tetapi kendala yang saat ini sedang terjadi, yaitu masih rendahnya prosentase output efisiensi dari rangkaian transmitter, sehingga dibutuhkan penyempurnaan dan perbaikan agar efisiensi dapat terus ditingkatkan. Diharapkan dengan adanya riset pada tugas akhir ini dapat menunjang penyempurnaan rangkaian pada transfer daya nirkabel, khususnya pada penghasil osilasi atau *oscillator* dan metode perubahan frekuensi.

Pada tahun 1899 Nikola tesla yang pertama kali mengembangkan atau mencoba mentransmisikan tegangan

melalui udara atau dengan kata lain tanpa perantara kabel (*wireless*). Dengan alat yang disebut atas namanya sendiri, yaitu *tesla coil* yang berhasil menyalakan 200 lampu dan satu motor listrik dalam radius 26 mil. Tetapi sangat disayangkan Pengembangan tesla harus dihentikan sebelum prototype pertama berhasil disempurnakan karena dianggap berbahaya dan dapat merusak perangkat elektronik disekitarnya yang dikarenakan medan elektromagnetik yang dihasilkan alat tersebut.

Pada tahun 2007 sekelompok ilmuwan dari MIT (Massachusetts Institute of Technology). Membuat sebuah sistem transmisi daya dengan menggunakan "*strongly coupled magnetic resonance*". Percobaan dilakukan dengan menggunakan dua buah coil yang dihantarkan sebuah tegangan beresonansi sehingga tercipta sebuah medan elektromagnet yang cukup kuat. Dari percobaan ini tim MIT dapat menyalurkan daya yang cukup besar dengan kemampuan transmisi sekitar 60W dengan efisiensi sekitar 40% pada jarak 2 meter.

Pada tahun 2010 Kautsar dengan judul analisa dan rancang bangun rangkaian *transmitter* pada transfer daya listrik tanpa kabel, Dari hasil percobaan yang dilakukan pada sistem ini, kombinasi kapasitor ke-6 menghasilkan nilai transfer daya yang terbaik serta optimal.

Pada tahun 2012 Atar dengan judul perancangan penghantar daya nirkabel, Tegangan peak – to peak maksimum hanya bisa didapatkan jika rangkaian transmitter berada pada Frekuensi resonansinya dalam rangkaian transmitter ini voltase peak to peak maksimum sebesar 16 Volt dengan frekuensi 515 Khz.

Dari beberapa riset yang sudah dilakukan oleh pendahulu maka penulis ingin mengembangkan produk yang dapat menghantarkan daya listrik tanpa kebel menggunakan prinsip induksi dan resonansi magnetik. Tetapi ada perbedaan pada pembuatan rangkaian pengirim, penerima dan oscilator. Oleh karena itu

diajukan penelitian dengan judul "Perancangan Trasfer Daya Listrik Tanpa Kabel Menggunakan Osilator Sebagai Pembangkit Frekuensi".

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka, permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini seberapa efektif perancangan trasfer daya listrik tanpa kabel menggunakan oscilator sebagai pembangkit dilihat dari:

1. Oscilator menggunakan transistor TIP41C.
2. *Transmitr* menggunakan kabel E1.
3. *Receiver* menggunakan kawat tembaga.

1.3 Batasan Masalah

Dalam Penulisan tugas akhir ini hanya dibatasi pada:

1. Rangkaian *trasmitr* menggunakan kabel E1 yang dililit sebanyak 30 lilitan dengan panjang kabel 10 meter, diameter kabel 0,5 mm dan diameter lilitan 21 cm.
2. Rangkaian *receiver* menggunakan litan tembaga sebanyak 50 lilitan dengan panjang 5 meter, diameter kabel 2 mm dan diameter lilitan 12 cm.
3. Tegangan yang diterima oleh rangkaian *receiver* 5Vdc.
4. Rangkaian *receiver* hanya mampu mengisi arus dan tegangan baterai hp tidak lebih dari 10 cm.
5. Hp yang digunakan samsung galaxy star.
6. Rangkaian oscilator menggunakan transistor TIP41C.
7. Pengukuran pada rangkaian *receiver* hanya untuk mengetahui jarak terjauh untuk bisa mengisi arus dan tegangan pada batrai hp.

1.4 Tujuan

Dalam tugas akhir ini untuk mengetahui seberapa efektif perancangan transfer daya listrik tanpa kabel menggunakan osilator sebagai pembangkit dilihat dari:

1. Oscilator menggunakan transistor TIP41C
2. *Transmitter* menggunakan kabel E1
3. *Receiver* menggunakan kawat tembaga

1.5 Manfaat

Penggunaan alat ini diharapkan dapat meminimalisir terjadinya kebakaran akibat arus pendek, meminimalisir penggunaan kabel sebagai penyalur utama daya listrik dari sumber ke pengguna meski tidak sepenuhnya menghilangkan penggunaan kabel.

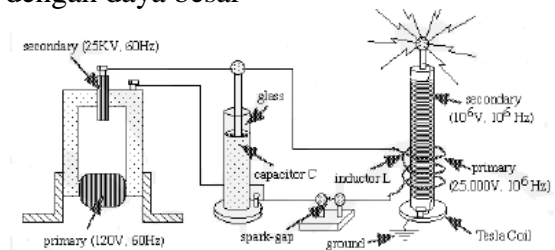
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Wireless Power Transmission

Pada tahun 1900, Nikola Tesla, mengusulkan penggunaan gelombang radio untuk mengirimkan daya untuk saluran listrik tegangan tinggi. pembuatan dan pengujian *wireless power transmission* yang dilakukan Tesla dengan menyalakan ratusan lampu pijar pada jarak 26 mil, lampu tersebut menyala dengan energi listrik bebas yang diambil dari bumi, dengan katalain tesla menyebut bahwa percobaannya ini merupakan sebuah terobosan untuk sebuah *free energy*. Namun, meskipun kelihatannya seperti sebuah prestasi, tapi karena tidak adanya dokumentasi dari Tesla sendiri maka hal tersebut hanyalah sebuah bualan belaka dan tidak ada yang bisa membuktikan serta melakukan percobaan sebagai pembuktiannya.

Pada tahun 1899, Nikola Tesla melanjutkan percobaan transmisi daya nirkabel kembali di Colorado setelah dia mendapatkan sokongan dana sebesar \$30000, dengan dana tersebut tesla membangun pemancar untuk menghantar

tenaga listrik ke seluruh dunia (Gambar 2.1). Hasil dari penelitian dengan menggunakan peralatan seperti pada gambar 2.1 tersebut, dia mengatakan bahwa energi dapat dikumpulkan dari seluruh dunia baik dalam jumlah kecil mulai dari satu fraksi hingga mencapai beberapa kekuatan kuda. Pada tahun 1930-an, para insinyur, dan ilmuwan menggunakan ide Tesla dalam sistem transmisi tenaga listrik melalui gelombang radio, tapi memiliki perbedaan yaitu bukan menggunakan frekuensi rendah. Mereka berpikir tentang penggunaan gelombang microwave. Namun, orang-orang yang tertarik pada penelitian ini harus bersabar sampai metode pembentukan gelombang microwave untuk penghantar daya yang besar terbentuk. Karena pada penelitian menggunakan microwave ini efisiensi sangat dipengaruhi daya yang diterima pada antena dan reflector. Oleh karena itu, harus menggunakan penghantar microwave dengan daya besar



Gambar 2.1 Percobaan Kumparan Tesla^[5]

Pada Perang Dunia II pengembangan transmisi *microwave* pada daya besar dilakukan dengan menggunakan sebuah *magnetron* dan *klystron*. Setelah Perang Dunia II besarnya daya pancar pada pemancar microwave menjadi cukup efisien, pengiriman yang dilakukan dapat untuk mengirim ribuan watt dengan jarak lebih dari satu mil. Sejarah pasca perang tentang penelitian transmisi daya pada ruang bebas tercatat dan didokumentasikan oleh William C. Brown. Dia merupakan seorang pelopor daya transmisi microwave praktis. William-lah yang pertama kali pada tahun 1964 berhasil menunjukkan sebuah helikopter bertenaga microwave yang menggunakan frekuensi 2,45GHz dalam rentang 2,4-2,5 GHz yang dibuat

untuk keperluan gelombang radio pada Industri, Penelitian, dan Kesehatan.

Sebuah konversi daya perangkat dari *microwave* ke DC disebut *rectenna*. Telah diciptakan dan digunakan untuk pembangkit daya *microwave* untuk helikopter tersebut. Pada 1963, *rectenna* pertama dibangun dan diuji di Perdue University dengan efisiensi 40% diperkirakan dan output daya dari 7 W. Pada tahun 1975 pada JPL Raytheon Goldstone efisiensi *microwave dc* yang dicapai sampai 84% dalam demonstrasi WPT.^[5]

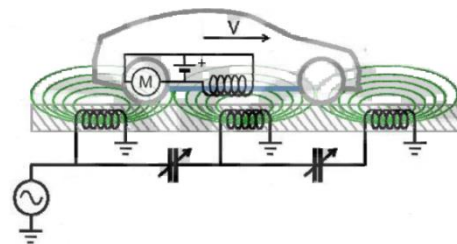
Pada tahun 1968, Peter Glaser telah menghitung bahwa jika beberapa bagian besar dari *solar-power satellite* ditempatkan di orbit geosynchronous, maka energi yang mereka kumpulkan bisa membentuk sebuah jaringan yang utuh di permukaan bumi dengan menggunakan rangkaian antenna yang di susun urut maka akan dapat mentransmisi sebuah daya pada jaringan hingga ribuan mil. Namun, Satelit ini harus berada di ruang tak berawan dan menerima sinar matahari setiap hari. Daya yang diterima dengan cara ini akan lebih dapat diandalkan dibandingkan sumber energi terbaru lainnya seperti generator bertenaga surya atau tenaga angin.

Pada tahun 2007 sekelompok ilmuwan dari MIT (Massachusetts Institute of Technology). Membuat sebuah sistem transmisi daya dengan menggunakan “strongly coupled magnetic resonance”. Percobaan dilakukan dengan menggunakan dua buah coil yang dihantarkan sebuah tegangan beresonansi sehingga tercipta sebuah medan elektromagnet yang cukup kuat. Dari percobaan ini tim MIT dapat mentransmisi daya yang cukup besar dengan kemampuan transmisi sekitar 60W dengan efisiensi sekitar 40% pada jarak 2 meter. Percobaan dari MIT meskipun mengacu pada ide dari percobaan yang dilakukan oleh tesla namun memiliki perbedaan yang mendasar. Diantaranya penggunaan coil yang berfrekuensi tinggi lalu diterima dengan menggunakan prinsip resonansi tanpa memerlukan grounding.

Sedangkan, pada percobaan tesla pada proses transmisi daya harus selalu terhubung dengan tanah (*grounding*).^[8]

Menurut^[1] Contoh lain aplikasi dari wireless power system tersebut adalah aplikasi kapsul endoskopi dalam dunia kedokteran, charger handphone, dan mobil listrik dalam dunia otomotif yang sistem pengisian baterai listriknya menggunakan sistem wireless power transfer.

Aplikasi dalam dunia otomotif, saat ini peneliti dari jepang telah mengembangkan konsep kendaraan yang pengisian energinya dengan wireless power transfer system dimana baterai pada kendaraan terhubung dengan receiver coil yang diletakkan dibawah kendaraan dan saat hendak mengisi ulang mobil tinggal memposisikan posisinya sejajar dengan transmitter penghantar daya yang terletak sejajar dengan tanah.

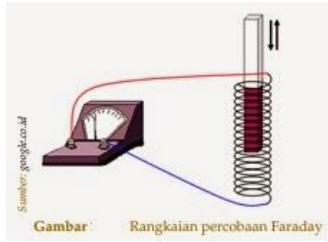


Gambar 2.2 Mobil Listrik Dengan *Wireless Power Charging*^[1]

2.2 Prinsip Induksi Elektromagnetik

Dalam eksperimen yang dilakukan oleh H.C Oersted, Biot-Savart dan Ampere menyatakan bahwa adanya gaya dan medan magnet pada kawat berarus. Dengan Pernyataan ini maka dapat dipertanyakan sebuah pernyataan Dasar yaitu “ apakah medan magnet yang berubah-ubah terhadap waktu dapat menghasilkan arus listrik?”.

Pada awal tahun 1930, Michael Faraday Melakukan berbagai percobaan yang berhubungan dengan pengaruh medan magnet yang berubah-ubah terhadap waktu terhadap suatu kumparan atau loop tertutup percobaan Faraday dapat digambarkan secara sederhana sebagai gambar dibawah ini;



Gambar 2.3 Percobaan Pertama Faraday^[5]

Hukum Faraday menyatakan bahwa besar ggl (gaya gerak listrik) induksi pada suatu kumparan bergantung pada jumlah lilitan dan kecepatan perubahan fluks magnetik. GGL induksi dinyatakan dengan rumus:

$$\varepsilon = -N \cdot B \cdot i \cdot V \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

ε = Besar ggl (volt)

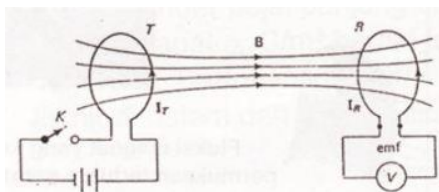
N = jumlah lilitan

B = Kerapatan medan magnet (tesla)

i = panjang kawat (m)

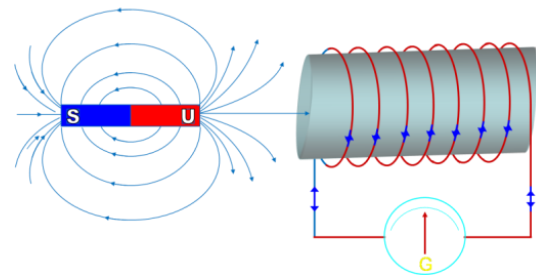
V = kecepatan gerak kawat (m/s)

Pada Percobaan pertama Faraday, Kumparan Dipasang seri dengan galvanometer (pengukur Arus) karena tidak ada sumber tegangan (baterai), maka mula-mula tidak ada arus, dan bila suatu batang magnet dimasukkan ke dalam kumparan dan digerakkan maka akan terbaca arus pada galvanometer, hal yang sama juga terjadi apabila magnet batangnya diam dan kumparannya yang digerakkan. apabila batang magnet dimasukkan kedalam kumparan lalu tidak digerakkan atau dalam kondisi diam begitu juga dengan kumparan maka tidak akan ada arus yang timbul pada kumparan tersebut. Hal ini membuktikan bahwa arus dalam suatu kumparan atau Loop circuit dapat ditimbulkan dari medan magnet yang berubah terhadap waktu yang menginduksi kumparan tersebut, Arus yang mengalir disebut arus induksi. ^[5]



Gambar 2.4 Percobaan Kedua Faraday^[8]

Menurut^[8] Pada percobaan kedua seperti gambar 2.4 apabila saklar ditutup, arus mengalir melalui kumparan pertama sehingga timbul medan magnetik. Karena digunakan sumber DC maka perubahan medan magnet hanya terjadi sesaat dan akan menimbulkan arus sesaat pada kumparan kedua dan kembali ke nol. Hal yang sama juga terjadi bila saklar kembali dibuka dengan arah arus yang berlawanan. Dari peristiwa ini dapat disimpulkan bahwa arus induksi hanya terjadi bila terjadi perubahan medan magnetik. Bila medan magnetnya besar berapapun besarnya tetapi medan magnetnya konstan tidak berubah-ubah terhadap waktu seperti arus DC, maka tidak akan menghasilkan arus induksi.



Gambar 2.5 Ilustrasi Arah Magnet Yang Memasuki Kumparan^[8]

$$V_{\text{induksi}} = -N \frac{d\phi}{dt} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$\phi = BA \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

V_{induksi} = Tegangan induksi (volt)

N = Jumlah lilitan

B = Medan magnetik (tesla)

A = luas kumparan (meter persegi)

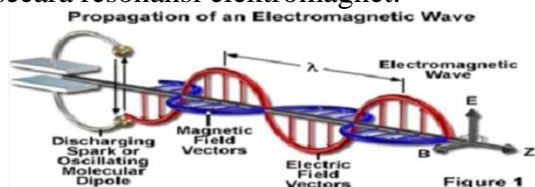
ϕ = Fluks magnetik (weber)

2.3 Prinsip Pengiriman Energi Dengan Induksi Resonansi Magnetik

2.3.1 Resonansi Elektromagnetik

Resonansi elektromagnetik erat hubungannya dengan fenomena medan elektromagnet yang juga erat hubungannya dengan proses terjadinya aliran listrik. Radiasi dari medan elektromagnet pada tingkat tertentu dapat menjadi berbahaya bagi kelangsungan hidup organisme yang berada didalam jangkauannya. Medan elektromagnet dapat digolongkan dalam

medan listrik dan medan magnet. Dan karena medan magnet jauh lebih aman bila dibandingkan dengan medan listrik, maka medan magnet menjadi pilihan yang paling tepat untuk digunakan sebagai media pengiriman energi jika dibandingkan dengan medan listrik dalam pemanfaatannya untuk perpindahan energi secara resonansi elektromagnet.



Gambar 2.6 Gelombang Elektromagnetik^[5]

Dalam pembangkitan suatu medan elektromagnet, radiasi gelombang elektromagnet yang dihasilkan akan memuat sejumlah energi yang dipancarkan ke lingkungan. Energi ini akan terus terpancar, tidak bergantung pada ada atau tidaknya yang menangkap gelombang tersebut. Apabila terdapat suatu benda yang mampu menangkap radiasi elektromagnetnya, maka benda tersebut akan beresonansi dan akan menerima energi tersebut dan terjadilah perpindahan energi secara resonansi elektromagnetik

Dari penjelasan diatas, maka kita dapat merancang sebuah alat resonator yang memiliki frekuensi tertentu yang kemudian akan berperan menjadi penghasil medan elektromagnet sebagai sumber energi pada sistem. Lalu, sebuah alat yang berguna menangkap radiasi gelombang elektromagnetnya dimana alat tersebut juga memiliki frekuensi resonansi sendiri yang sama dengan sumber. Sehingga terjadi suatu hubungan resonansi secara elektromagnet. Energi yang diterima kemudian digunakan sebagai penyuplai beban setelah dikonversikan dengan rangkaian tambahan.

Secara umum, sistem resonansi elektromagnetik dengan resonansi frekuensi memiliki kesamaan, yaitu sama-sama memiliki nilai efektif dalam radius tertentu. Apabila di dalam radius efektif tersebut terdapat sumber medan

elektromagnet atau penangkap gelombang elektromagnet lain yang memiliki frekuensi resonansi yang sama dengan sistem sebelumnya, maka mereka akan dapat bergabung dengan sistem resonansi elektromagnet yang telah ada dan akan membentuk hubungan resonansi elektromagnet yang lebih besar.

Dengan kata lain sistem ini tidak hanya terbatas pada sebuah sumber energi dan sebuah penangkap energi saja. Namun sistem ini dapat terdiri atas beberapa sumber energi dan beberapa penangkap energi selama mereka terdapat didalam radius efektif dari sistem elektromagnet dan memiliki frekuensi resonansi yang sama.^[5]

2.3.2 Prinsip Resonansi (*Tuning Circuit*)

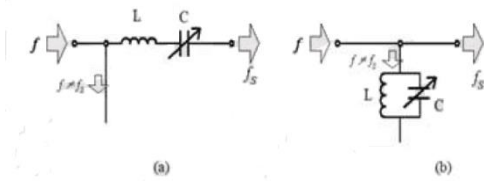
Menurut^[4] nama lain rangkaian resonansi adalah rangkaian penala (*Tuning Circuit*), yaitu satu rangkaian yang berfungsi untuk menala sinyal dengan frekuensi tertentu dari satu band frekuensi.

Melakukan penalaan berarti rangkaian tersebut “beresonansi” dengan sinyal/frekuensi tersebut. Dalam keadaan tertala (beresonansi), signal bersangkutan dipilih untuk ke tahap selanjutnya bisa diterima untk dapat menghasilkan penghantaran tegangan atau di modulasikan sebagai media telekomunikasi. Rangkaian dapat digunakan misalnya :

- Antara sistem antena dan penguat RF (*Radio Frequency*) satu sistem penerima.
- Anantara tahap-tahap penguat RF (*Radio Frequency*), IF (*Intermediate Frequency*) pada sistem penerima superheterodyne, dsb.

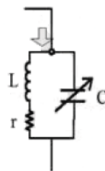
Rangkaian penala pada dasarnya disusun dari sebuah kapasitor dan sebuah induktor, yang dapat tersambung seri maupun paralel seperti ditunjukkan pada Gambar 2.11. Tetapi pada umumnya rangkaian penala yang digunakan berbentuk paralel. Dalam keadaan resonansi, impedansi ataupun

admitansinya mempunyai bagian imajiner sama dengan nol.



Gambar 2.7 Rangkaian Resonansi (a) Seri ; (b) Paralel^[4]

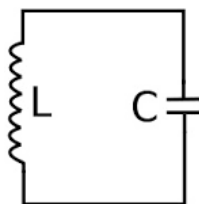
Karena selalu satu induktor mempunyai komponen resistif yang disebabkan oleh bahan logamnya (semisal tembaga), maka induktor tersebut mempunyai rangkaian ekuivalen seperti ditunjukkan pada Gambar 2.12, serta akan mempunyai nilai admitansi sebagai berikut :



Gambar 2.8 Rangkaian Resonansi Paralel Dengan Komponen Resistif^[4]

Dalam pembahasan disini akan diuraikan adalah rangkaian resonansi bentuk paralelnya. Tetapi akan terbukti nanti, bahwa besar frekuensi resonansinya akan sama dengan frekuensi resonansi bentuk seriny.

Sehingga bila rangkaian resonansi memiliki bentuk yang seri di bawah ini maka :



Gambar 2.9 Rangkaian Resonansi Tanpa Komponen Resistif^[4]

Untuk menganalisa frekuensi yang dapat dihasilkan dari suatu rangkaian LC, kita dapat menganalogikan bahwa nilai reaktansi induktif sama dengan reaktansi kapasitif, sehingga dapat kita buat dalam persamaan sebagai berikut :

$$X_L = X_C$$

$$2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$2\pi f^2 L = \frac{1}{2\pi C}$$

$$f^2 = \frac{1}{2\pi^2 LC}$$

$$f = \frac{\sqrt{1}}{\sqrt{2\pi^2 LC}}$$

Dapat di sederhanakan menjadi :

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

(2.4)

Dengan:

X_L = reaktansi induktif

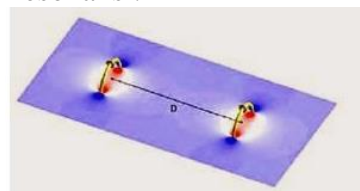
f = frekuensi resonansi

L = induktansi

C = kapasitansi

2.4 Prinsip Resonansi Bersama

Prinsip dasar induksi elektromagnetik adalah pada saat arus bolak balik melewati suatu kumparan, di sekitar 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 semua kumparan yang digunakan untuk beresonansi bersama beroperasi pada kondisi resonansi.



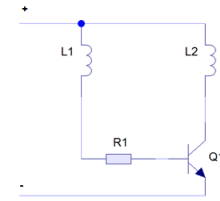
Gambar 2.10 Resonansi Bersama^[4]

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 2.12 menunjukkan terjadinya proses resonansi magnetik bersama, warna kuning menunjukkan kumparan yang memiliki frekuensi resonansi yang sama, warna biru dan merah menunjukkan medan magnet yang disebabkan pada kumparan tersebut, yang keduanya adalah identik satu sama lain, inilah gambaran sederhana dari resonansi bersama.^[4]

2.5 Osilator

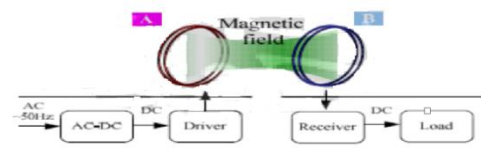
Rangkaian osilator pada prinsipnya hampir sama dengan rangkaian *inverter* untuk mengubah gelombang searah DC menjadi gelombang denyut AC. Pada rangkaian digital komponen osilator sederhana seperti *crystal* banyak digunakan sebagai pembangkit clock sinyal pada *integrated circuit* agar dapat berkomunikasi IC to IC. Sedangkan pada perangkat elektronik saat ini rangkaian oscillator banyak digunakan pada rangkaian *power supply*/ SMPS (*switch main Power supply*) Dengan bantuan IC PWM sebagai trigger untuk menghasilkan gelombang denyut. Sedangkan pada pengembangan saat ini dalam dunia kelistrikan dimana tuntutan teknologi yang semakin besar akan efisiensi dalam hal biaya dan instalasi, konsep *wireless power* atau *transmit* daya listrik dalam jumlah besar tanpa menggunakan kabel sebagai penyalur utama menjadi tantangan dibanyak belahan dunia. Rangkaian osilator menjadi bagian penting dalam sistem *wireless power*, dimana gelombang denyut yang dihasilkan rangkaian osilator pada dasarnya menghasilkan medan elektromagnetik yang berubah-ubah. Dan jika radiasi medan elektromagnetik tersebut terkena kawat yang berada dalam jarak radasinya maka akan menyebabkan timbulnya arus pada kawat tersebut.^[1]



Gambar 2.11 Rangkaian Oscilator

2.6 Transmitter

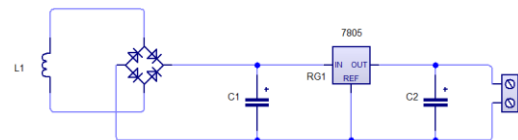
Transmitter adalah alat yang digunakan untuk mengubah perubahan sensing element dari sebuah sensor menjadi sinyal yang mampu diterjemahkan oleh controller. Sinyal untuk mentransmisikan ini ada dua macam yaitu pneumatic dan electric. Sistem transmisi pneumatic adalah transmisi menggunakan udara bertekanan untuk mengirimkan sinyal. Sistem ini adalah system lama sebelum kemunculan era elektrik. Sistem transmisi elektronik adalah transmisi menggunakan sinyal elektrik untuk mengirimkan sinyal. Range yang digunakan untuk transmisi ini adalah 4-20mA dan 1-5 VDC. (Tegar Mahardika, 2014:16)



Gambar 2.12 Diagram Wireless Power Transfer^[1]

2.7 Receiver

Receiver berfungsi mengubah kembali sinyal-sinyal electromagnet yang diterimanya menjadi bentuk informasi aslinya, seperti pengeras suara pada telepon.^[8] Dalam tugas akhir ini Receiver berfungsi mengubah induksi elektromagnetik kembali ke tegangan AC.



Gambar 2.13 Rangkaian Receiver

2.8 Resistor

Resistor merupakan komponen elektronik yang memiliki dua pin dan didesain untuk mengatur tegangan listrik dan arus listrik, dengan resistansi tertentu (tahanan) dapat memproduksi tegangan

listrik di antara kedua pin, nilai tegangan terhadap resistansi berbanding lurus dengan arus yang mengalir, berdasarkan hukum Ohm.^[7]

2.9 Kapasitor

Kondensator atau sering disebut sebagai kapasitor adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. Kondensator memiliki satuan yang disebut Farad dari nama Michael Faraday. Kondensator juga dikenal sebagai kapasitor, namun kata kondensator masih dipakai hingga saat ini. Pertama disebut oleh Alessandro Volta seorang ilmuwan Italia pada tahun 1782 (dari bahasa Itali condensatore), berkenaan dengan kemampuan alat untuk menyimpan suatu muatan listrik yang tinggi dibanding komponen lainnya^[6]

2.10 Induktor

Induktor adalah sebuah komponen elektronika pasif yang dapat menyimpan energi pada medan magnet yang ditimbulkan oleh arus listrik yang melintasinya. Kemampuan induktor untuk menyimpan energi magnet ditentukan oleh induktansinya, dalam satuan Henry. Biasanya sebuah induktor adalah sebuah kawat penghantar yang dibentuk menjadi kumparan, lilitan membantu membuat medan magnet yang kuat di dalam kumparan dikarenakan hukum induksi Faraday. Induktor adalah salah satu komponen elektronik dasar yang digunakan dalam rangkaian yang arus dan tegangannya berubah-ubah dikarenakan kemampuan induktor untuk memproses arus bolak-balik. Sebuah induktor ideal memiliki induktansi, tetapi tanpa resistansi atau kapasitansi, dan tidak memboroskan daya. Sebuah induktor pada kenyataannya merupakan gabungan dari induktansi, beberapa resistansi karena resistivitas kawat, dan beberapa kapasitansi. Pada suatu frekuensi, induktor dapat menjadi sirkuit resonansi karena kapasitas parasitnya. Selain memboroskan daya pada

resistansi kawat, induktor berinti magnet juga memboroskan daya di dalam inti karena efek histeresis, dan pada arus tinggi mungkin mengalami nonlinearitas karena penjumlahan.^[6]

2.11 Transformator Ideal

Menurut^[3] Transformator atau sering disingkat dengan istilah Trafo adalah suatu alat listrik yang dapat mengubah Tegangan AC dari 220VAC ke 12 VAC ataupun menaikkan Tegangan dari 110VAC ke 220 VAC. Transformator atau Trafo ini bekerja berdasarkan prinsip Induksi Elektromagnet dan hanya dapat bekerja pada tegangan yang berarus bolak balik (AC).

Pada transformator ideal, tidak ada energi yang diubah menjadi bentuk energi lain di dalam transformator sehingga daya listrik pada kumparan skunder sama dengan daya listrik pada kumparan primer. Atau dapat dikatakan efisiensi pada transformator ideal adalah 100 persen. Untuk transformator ideal berlaku persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 p_p &= p_s \\
 v_p \times I_p &= v_s \times I_s \\
 \frac{v_p}{v_s} &= \frac{I_s}{I_p} \\
 \frac{I_s}{I_p} &= \frac{n_p}{n_s}
 \end{aligned}$$

Dimana:

p_p = daya primer (watt)

p_s = daya sekunder (watt)

v_p = tegangan primer (volt)

v_s = tegangan sekunder (volt)

I_p = kuat arus primer (ampere)

I_s = kuat arus sekunder (ampere)

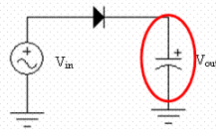
n_p = jumlah lilitan primer

n_s = jumlah lilitan sekunder

2.12 Filter Kapasitor

Menurut^[9] Prinsip filter kapasitor adalah proses pengisian dan pengosongan kapasitor. Saat dioda forward, kapasitor terisi dan tegangannya sama dengan periode ayunan tegangan sumber. Pengisian berlangsung sampai nilai maksimum, pada saat itu tegangan C sama dengan V_p

Pada ayunan turun ke arah reverse, kapasitor akan mengosongkan muatannya. Jika tidak ada beban, maka nilainya konstan dan sama dengan V_p , tetapi jika ada beban maka keluarannya (V_{out}) memiliki sedikit ripple akibat kondisi pengosongan. Untuk lebih jelas, mari kita lihat gambar berikut



Gambar 2.14 Filter Capacitor^[9]

Maka nilai kapasitor yang diperlukan dapat di cari dengan persamaan:

$$C = \frac{I \times T}{V_r} \dots\dots\dots (2.5)$$

Tegangan keluaran setelah di beri kapasitor dapat dicari dengan persamaan

$$V_{dc} = V_{eff} \times \sqrt{2} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana:

C = Kapasitansi (F)

I = Arus maksimum beban (A)

T = Periode gelombang (detik)

Periode penyearah gelombang penuh 0,01 detik

V_r = Tegangan ripple (V)

V_{dc} = tegangan keluaran (volt)

V_{eff} = tegangan efektif (volt)

2.13 Reaktansi Induktif

Menurut^[4] Pengertian Reaktansi induktif adalah hambatan yang timbul akibat adanya GGL induksi karena dipasangnya induktor (L). Berbeda dengan rangkaian AC resistif dimana arus dan tegangan se-fasa, pada rangkaian AC induktif fasa tegangan mendahului 90° terhadap arus. Jika digambarkan diagram fasor-nya maka arus mengarah ke sumbu 'X' positif (kanan) dan tegangan mengarah ke sumbu 'Y' positif (atas) seperti yang diilustrasikan oleh gambar.

Hambatan aliran elektron ketika melewati induktor pada rangkaian AC disebut sebagai 'Reaktansi Induktif', reaktansi dihitung dalam satuan Ohm (Ω) sama halnya seperti resistansi. Simbol

reaktansi induktif adalah 'XL', pada rangkaian AC sederhana, reaktansi induktif dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$X_L = 2\pi fL \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana:

X_L = Reaktansi induktif (ohm)

f = frekwensi (hertz)

L = induktansi (henry)

2.14 Dioda

Dioda adalah komponen aktif yang memiliki dua kutub dan bersifat semikonduktor. Dioda juga bisa dialiri arus listrik ke satu arah dan menghambat arus dari arah sebaliknya. Dioda sebenarnya tidak memiliki karakter yang sempurna, melainkan memiliki karakter yang berhubungan dengan arus dan tegangan kompleks yang tidak linier dan seringkali tergantung pada teknologi yang digunakan serta parameter penggunaannya. (Rusmadi Dedy, 2007:22-26)

2.15 Osiloskop

Osiloskop adalah alat ukur elektronika yang berfungsi memproyeksikan bentuk sinyal listrik agar dapat dilihat dan dipelajari. Osiloskop dilengkapi dengan tabung sinar katode. Peranti pemancar elektron memproyeksikan sorotan elektron ke layar tabung sinar katode. Sorotan elektron membekas pada layar. Suatu rangkaian khusus dalam osiloskop menyebabkan sorotan bergerak berulang-ulang dari kiri ke kanan. Pengulangan ini menyebabkan bentuk sinyal kontinyu sehingga dapat dipelajari.^[1]

2.16 IC Regulator 7805

IC 7805 adalah keluarga IC regulator tegangan. Umumnya digunakan dalam sirkuit elektronik yang membutuhkan power supply yang diatur karena kemudahan penggunaan dan biaya rendah. Untuk IC angka dua digit dr belakang, menunjukkan output tegangan 5 volt. 7805 adalah regulator yang bekerja pada tegangan positif: artinya mereka menghasilkan tegangan out put positif.

IC 7805 memiliki tiga kaki. Dari tampak depan, maka kaki pertama (Kaki paling kiri jika di lihat dari depan) adalah Input positif untuk, kaki berikutnya atau kaki kedua adalah negatif, dan kaki ketiga sebagai outputnya. IC ini mendukung tegangan input berapa saja di atas tegangan output yang diinginkan, sampai maksimum 35 sampai 40 volt tergantung pada merek, dan biasanya outputnya 1 atau 1,5 ampere.^[2]

2.17 Transistor

Transistor adalah komponen elektronika semikonduktor yang memiliki 3 kaki elektroda, yaitu Basis (Dasar), Kolektor (Pengumpul) dan Emitor (Pemancar). Komponen ini berfungsi sebagai penguat, pemutus dan penyambung (switching), stabilitasi tegangan, modulasi sinyal dan masih banyak lagi fungsi lainnya. Selain itu, transistor juga dapat digunakan sebagai kran listrik sehingga dapat mengalirkan listrik dengan sangat akurat dan sumber listriknya.

Transistor sebenarnya berasal dari kata “transfer” yang berarti pemindahan dan “resistor” yang berarti penghambat. Dari kedua kata tersebut dapat kita simpulkan, pengertian transistor adalah pemindahan atau peralihan bahan setengah penghantar menjadi suhu tertentu. Transistor pertama kali ditemukan pada tahun 1948 oleh William Shockley, John Barden dan W.H, Brattain. Tetapi, komponen ini mulai digunakan pada tahun 1958. Jenis Transistor terbagi menjadi 2, yaitu transistor tipe P-N-P dan transistor N-P-N.

Cara Kerja Transistor hampir sama dengan resistor yang mempunyai tipe dasar modern. Tipe dasar modern terbagi menjadi 2, yaitu Bipolar Junction Transistor atau biasa di singkat BJT dan Field Effect Transistor atau FET. BJT dapat bekerja berdasarkan arus inputnya, sedangkan FET bekerja berdasarkan tegangan inputnya.^[6]

III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

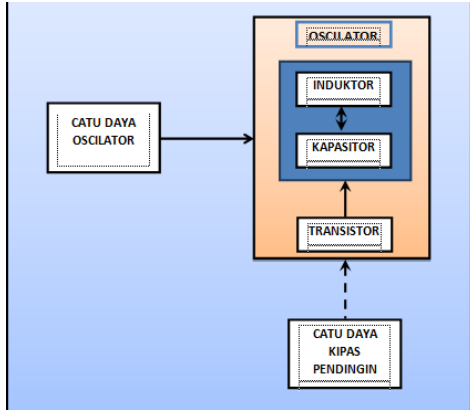
3.1 Langkah-Langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian pada transfer energi listrik tanpa kabel menggunakan oscilator sebagai pembangkit frekuensi adalah sebagai berikut :

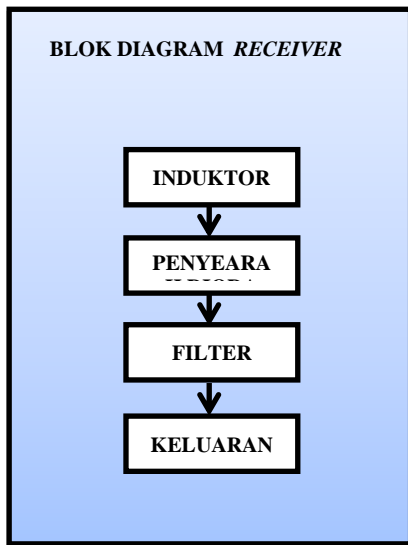
1. Studi Literatur
Tahap awal dalam penelitian ini adalah mencari studi literatur tentang teori-teori yang akan digunakan. Untuk lebih memahami metode atau teknik yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan pada sistem yang akan dibuat.
2. Pengumpulan Data dan Informasi
Setelah permasalahan dalam penelitian telah teridentifikasi, maka pada tahap berikutnya dilakukan pengumpulan data dan informasi yang lebih mendetail untuk menyelesaikan masalah.
3. Perancangan Alat
Tahap ini meliputi analisa dan desain sistem. Analisa yang akan dilakukan antara lain analisa proses, yaitu analisa penggunaan metode yang digunakan dalam membangun sistem ini.
4. Implementasi Alat
Tahap ini adalah melakukan implementasi dari rancangan yang telah dibuat dari tahap perancangan sebelumnya.
5. Pengujian
Pengujian yang dilakukan setelah proses pembuatan perangkat dan diimplementasikan.
6. Analisis Hasil Pengujian
Pada tahap ini akan dilakukan analisis terhadap hasil yang didapat. Analisis ini mencakup penyelesaian permasalahan yang telah dibahas.
7. Simpulan
Tahap ini hasil analisa dibandingkan dengan hasil perhitungan awal didapat simpulan dari penelitian ini.

3.2 Rancangan Alat

Penjelasan tentang proses perancangan masing-masing bagian pada sistem pengiriman dan penerima daya listrik tanpa kabel dengan prinsip kerja transformator dengan inti udara. Adapun bagian-bagian alat ini dapat dilihat pada diagram di bawah ini.



Gambar 3.1 Blok Diagram Transmitter



Gambar 3.2 Blok Diagram Receiver

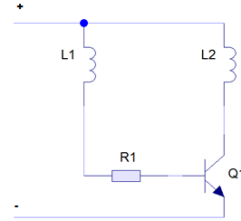
Adapun penjelasan setiap rancangan rangkaian dari masing-masing blok dapat dijelaskan pada sub bab di bawah ini.

3.2.1 Bagian Transmitter

Bagian pengirim (*transmitter*) di bagi menjadi tiga blok rangkaian yakni:

1. Oscilator

Blok rangkaian oscilator terdiri dari induktor, kapasitor dan transistor. Rancangan rangkaian oscilator seperti gambar rangkaian di bawah ini.



Gambar 3.3 Rancangan Rangkaian Oscilator

Pada rangkaian di atas komponen kapasitor dapat diganti dengan kabel induktor yang disejajarkan (L1 dan L2). Seperti yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa kapasitansi antara saluran dua kawat didefinisikan sebagai muatan pada penghantar itu per unit beda potensial diantara keduanya. Dalam bentuk persamaan kapasitansi persatuan panjang saluran.

$$C = \frac{q}{V} \text{ F/m} \dots\dots\dots (3.1)$$

atau

$$C = \frac{2\pi k}{\ln(\frac{D}{r})} \text{ F/m} \dots\dots\dots (3.2)$$

dimana:

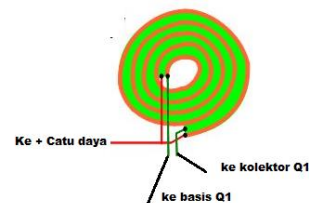
C = Kapasitansi per satuan panjang (F/m)

k = Permittivitas listrik ($8,85 \times 10^{-12}$ F/m)

D = Jarak antara 2 saluran (m)

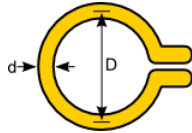
r = Jari-jari kawat (m)

Rancangan induktor dapat dilihat gambar di bawah ini.



Gambar 3.4 Rancangan Induktor

Mencari nilai induktor dapat menggunakan persamaan induktansi *loop* satu kabel.



Gambar 3.5 Induktor Loop

$$L_{loop} = \mu_0 \mu_r \frac{D}{2} \cdot (\ln \frac{8D}{d} - 2) \dots\dots\dots (3.3)$$

Sehingga induktor totalnya adalah

$$L_{Total} = \sum L_{Loop} \dots\dots\dots (3.4)$$

dimana,

L_{Loop} = Induktansi loop 1 kawat (H)

L_{Total} = Induktansi total loop(H)

μ_0 = Permeability magnet ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m)

μ_r = Relative Permeability Magnet ($\mu_r = 1$)

D = Diameter loop (m)

d = Diameter kawat (m)

Untuk mencari nilai frekuensi osilasi dapat dihitung dengan persamaan,

$$F_{Osc} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}} \dots\dots\dots (3.5)$$

Dalam perancangan oscilator ini rancangan induktor ditentukan dengan menggunakan kabel telepon 2 kawat dengan diameter 0.5 mm (0,0005 meter) dengan panjang kabel 10 meter. Setelah dilakukan penggulungan seperti pada gambar 3.4 maka didapat 27 gulungan dengan diameter loop seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.1 Diameter gulungan kabel

LOOP KE	DIAMETER (D)	
	Dalam milimeter (mm)	Dalam Meter (m)
1	20	0,02
2	27	0,027
3	34	0,034
4	41	0,041
5	48	0,048
6	55	0,055
7	62	0,062
8	69	0,069
9	76	0,076
10	83	0,083
11	90	0,09
12	97	0,097
13	104	0,104
14	111	0,111
15	118	0,118
16	125	0,125
17	132	0,132
18	139	0,139
19	146	0,146
20	153	0,153
21	160	0,16
22	167	0,167
23	174	0,174
24	181	0,181
25	188	0,188
26	195	0,195
27	202	0,202

Dari tabel 3.1 di atas dapat dicari nilai induktansi dengan menggunakan persamaan 3.3 dan 3.4. Setelah dilakukan perhitungan maka didapat nilai induktansi seperti pada tabel 3.2 di bawah ini.

Tabel 3.2 Perhitungan nilai L_{loop} dan L_{Total}

LOOP KE	D (m)	d (m)	μ_0 (H/m)	μ_r	L_{Loop} (H)
1	0,02	0,0005	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1	$3,86 \times 10^{-8}$
2	0,027	0,0005	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1	$5,73 \times 10^{-8}$
3	0,034	0,0005	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1	$7,70 \times 10^{-8}$
4	0,041	0,0005	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1	$9,77 \times 10^{-8}$
5	0,048	0,0005	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1	$1,19 \times 10^{-7}$
6	0,055	0,0005	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1	$1,41 \times 10^{-7}$
7	0,062	0,0005	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1	$1,64 \times 10^{-7}$
8	0,069	0,0005	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1	$1,87 \times 10^{-7}$
9	0,076	0,0005	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1	$2,11 \times 10^{-7}$
10	0,083	0,0005	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1	$2,35 \times 10^{-7}$
11	0,09	0,0005	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1	$2,59 \times 10^{-7}$
12	0,097	0,0005	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1	$2,84 \times 10^{-7}$
13	0,104	0,0005	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1	$3,09 \times 10^{-7}$
14	0,111	0,0005	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1	$3,34 \times 10^{-7}$
15	0,118	0,0005	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1	$3,60 \times 10^{-7}$
16	0,125	0,0005	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1	$3,85 \times 10^{-7}$
17	0,132	0,0005	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1	$4,12 \times 10^{-7}$
18	0,139	0,0005	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1	$4,36 \times 10^{-7}$
19	0,146	0,0005	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1	$4,64 \times 10^{-7}$
20	0,153	0,0005	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1	$4,91 \times 10^{-7}$
21	0,16	0,0005	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1	$5,18 \times 10^{-7}$
22	0,167	0,0005	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1	$5,45 \times 10^{-7}$
23	0,174	0,0005	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1	$5,73 \times 10^{-7}$
24	0,181	0,0005	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1	$6,00 \times 10^{-7}$
25	0,188	0,0005	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1	$6,28 \times 10^{-7}$
26	0,195	0,0005	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1	$6,56 \times 10^{-7}$
27	0,202	0,0005	$4\pi \cdot 10^{-7}$	1	$6,84 \times 10^{-7}$
Ltotal (H)					$91,697 \times 10^{-7}$

Dari tabel perhitungan di atas maka didapat nilai induktansi totalnya adalah $9,1697 \times 10^{-6}$ H atau 9,1697 uH

Selanjutnya adalah menghitung nilai kapasitansi pada kabel. Kabel dengan panjang 10 meter dan diameter kawat 0,5mm (0,0005 m) atau dengan jari-jari 0,00025 meter dan jarak antar kawat adalah 1 mm (0,001 m). Dengan persamaan 3.2 maka nilai kapasitansi kawat sejajar didapat,

$$C = \frac{2\pi k}{\ln(\frac{D}{r})} F/m$$

$$C = \frac{2 \times 3,24 \times 8,85 \times 10^{-12}}{\ln(\frac{0,001}{0,00025})} F/m$$

$$C = 40 \times 10^{-12} F/m$$

Karena panjang kabel adalah 10 meter maka nilai kapasitansinya adalah

$$C = 40 \times 10^{-12} \frac{F}{m} \times 10 m$$

$$C = 400 \times 10^{-12} F$$

Nilai frekuensi oscilasi dapat dicari dengan persamaan 3.5 dengan memasukkan nilai induktansi dan kapasitansi, dengan perhitungan seperti di bawah ini.

$$F_{Osc} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}}$$

$$F_{Osc} = \frac{1}{6,28 \times \sqrt{9,1697 \times 10^{-6} H \times 400 \times 10^{-12} F}}$$

$$F_{Osc} = 2.629.256 \text{ Hz}$$

Karena rangkaian oscilator seperti pada gambar 3.3 maka F_{osc} adalah 1/8 dari F_{ocs} hasil perhitungan yakni $F_{osc} = 328.657 \text{ Hz}$

Nilai induktor, kapasitor dan frekuensi oscilasi sudah diketahui maka langkah selanjutnya adalah menghitung nilai arus kolektor sehingga R_{basis} dan daya transistor minimum dapat diketahui.

Pada bab sebelumnya untuk mencari nilai reaktansi induktif dapat digunakan persamaan

$$X_L = 2\pi fL \dots \dots \dots (3.7)$$

Dengan memasukkan nilai induktansi dan frekuensi oscilasi hasil perhitungan sebelumnya maka nilai reaktansi induktifnya (X_L) dapat dicari dengan perhitungan seperti bawah ini.

$$X_L = 2\pi fL$$

$$X_L = 2\pi \times 328.657 \times 9,1697 \times 10^{-6} \text{ ohm}$$

$$X_L = 18,93 \text{ ohm}$$

Jika menggunakan catu daya 17V maka arus kolektor minimum dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$V = I \times X_L \dots \dots \dots (3.8)$$

$$I = \frac{V}{X_L} \dots \dots \dots (3.9)$$

Sehingga didapat,

$$I = \frac{18 \text{ V}}{18,93}$$

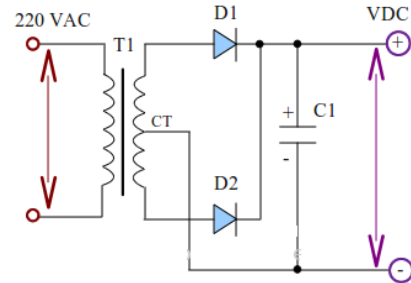
$$I = 0,95 \text{ A dibulatkan } 1 \text{ A}$$

Transistor dengan arus kolektor minimum 1 A dapat menggunakan transistor TIP41C. Penggunaan transistor TIP41C juga karena transistor ini

mempunyai kemampuan menerima frekuensi maksimum 1 Mhz

2. Catu daya oscilator

Rancangan catu daya oscilator dengan menggunakan rangkaian seperti gambar di bawah ini.



Gambar 3.6 Perancangan Rangkaian Catu Daya Oscilator

Berdasarkan perhitungan pada poin 2 di atas konsumsi arus kolektor transistor 1 A maka transformator yang digunakan adalah minimal 1 A. Pada perancangan catu daya oscilator, transformator yang digunakan adalah tipe CT 3A.

Tegangan 220Vac dari jala-jala PLN dihubungkan sisi primer transformator dan masing – masing dioda minimum 5A dihubungkan dengan tegangan 12V sisi sekunder transformator. Keluaran dari dioda penyearah untuk menghasilkan tegangan DC dengan ripple yang kecil maka digunakan kapasitor sebagai filter ripple dengan perhitungan di bawah ini.

$$C = \frac{I \times T}{V_r} \dots \dots \dots (3.10)$$

Dimana:

C = Kapasitansi (F)

I = Arus maksimum beban (A)

T = Periode gelombang (detik)

Periode penyearah gelombang penuh 0,01 detik

V_r = Tegangan ripple (V)

Jika arus beban maksimum 1A dan tegangan ripple yang diinginkan adalah 1Vpp maka nilai kapasitor dapat dicari dengan persamaan 3.10.

$$C = \frac{I \times T}{V_r}$$

$$C = \frac{1A \times 0,01s}{1 V_{pp}}$$

$$C = 0,01 F \text{ atau } C = 10.000 \mu F$$

Tegangan keluaran setelah diberi kapasitor dapat dicari dengan persamaan,

$$V_{dc} = V_{eff} \times \sqrt{2} \dots \dots \dots (3.11)$$

Sehingga nilai tegangan keluaran catu daya oscilator adalah,

$$V_{dc} = V_{eff} \times \sqrt{2}$$

$$V_{dc} = 12V \times \sqrt{2}$$

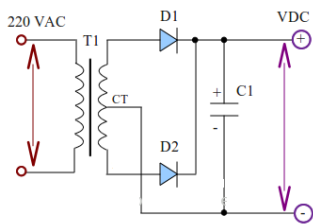
$$V_{dc} = 12V \times 1,414$$

$$V_{dc}$$

$$= 16,968 V_{dc} \text{ dibulatkan } 17 V_{dc}$$

3. Catu daya kipas pendingin

Catu daya kipas pendingin dirancang pada tegangan $12 V \pm 1 V$ dan arus beban maksimum 1 A. Rancangan rangkaian catu daya kipas pendingin seperti gambar di bawah ini.



Gambar 3.7 Perencanaan Rangkaian Catu Daya Kipas Pendingin

Tegangan 220Vac dari jala-jala PLN dihubungkan sisi primer transformator 1A dan masing – masing dioda minimum 1A dihubungkan dengan tegangan 9V sisi sekunder transformator. Keluaran dari dioda penyearah untuk menghasilkan tegangan DC dengan ripple yang kecil maka digunakan kapasitor sebagai filter ripple dengan perhitungan seperti pada persamaan 3.10.

Jika arus beban maksimum 1A dan tegangan ripple yang diinginkan adalah 2 Vpp maka nilai kapasitor adalah,

$$C = \frac{I \times T}{Vr}$$

$$C = \frac{1A \times 0,01s}{2 V_{pp}}$$

$$C = 0,005 F \text{ atau } C = 5.000 \mu F$$

Tegangan keluaran setelah diberi kapasitor dapat dicari dengan persamaan 3.11. Sehingga nilai tegangan keluaran catu daya kipas pendingin adalah,

$$V_{dc} = V_{eff} \times \sqrt{2}$$

$$V_{dc} = 9V \times \sqrt{2}$$

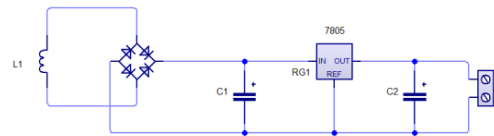
$$V_{dc} = 9V \times 1,414$$

$$V_{dc}$$

$$= 12,726 V_{dc} \text{ dibulatkan } 13 V_{dc}$$

3.2.2 Bagian Receiver

Rancangan rangkaian penerima energi listrik yang dipancarkan dari rangkaian pemancar (*transmitter*) seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.8 Rancangan Rangkaian Receiver

Lilitan L1 sebagai penerima (*receiver*) energi listrik, semakin banyak lilitan maka semakin besar tegangan keluaran, hal ini sesuai dengan persamaan ideal transformator.

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} \dots \dots \dots (3.12)$$

Dimana:

v_p = tegangan primer (volt)

v_s = tegangan sekunder (volt)

n_p = jumlah lilitan primer

n_s = jumlah lilitan sekunder

Sesuai dengan rancangan transmitter (sekunder transformator) jumlah lilitan N_s adalah 30 lilit dan tegangan V_s adalah 17V. Jika diinginkan tegangan primer (V_p) 17V maka jumlah lilitan adalah 30 lilit.

Lilitan dihubungkan dengan dioda jembatan untuk dilakukan penyearah gelombang penuh, karena frekuensi

oscilasi sebesar 328.657 Hz, arus beban maksimum 1 A dan tegangan ripple yang diinginkan adalah 0,1 Vpp maka nilai kapasitor adalah,

$$C = \frac{I \times T}{V_r}$$

$$C = \frac{1 \text{ A} \times 0,000003 \text{ s}^*}{0,1 \text{ Vpp}}$$

$$C = 0,00003 \text{ F atau } C = 30 \text{ uF}$$

Dengan regulator tipe IC 7805 maka tegangan keluaran pada rangkaian penerima (*receiver*) adalah 5 Vdc

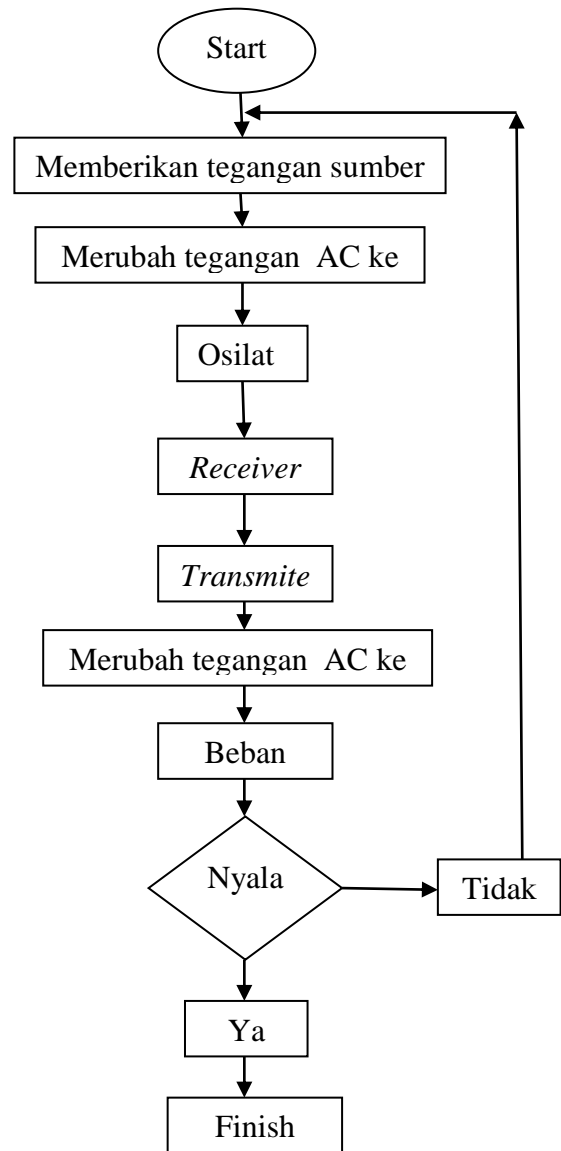
3.3 Pengujian Dan Proses Pengambilan Data

Proses Pengujian dan pengambilan data bertujuan untuk membandingkan antara hasil perhitungan dengan hasil pengukuran pada catu daya dan sistem pengirim (*transmitter*), mengetahui jarak maksimal penerima (*receiver*) untuk dapat mengisi tegangan dan arus pada baterai *hand phone* dan mengetahui tegangan, arus, serta daya yang dihasilkan penerima (*receiver*) yang di pengaruhi jarak. Berikut tahapan-tahapan pengujian dan proses pengambilan data yang dilakukan pada catu daya, pengirim (*transmitter*) dan penerima (*receiver*) :

1. Pengambilan data tegangan pada pengirim (*transmitter*).
2. Pengambilan data frekwensi, arus, tegangan dan daya pada pengirim (*transmitter*).
3. Pengambilan data besarnya arus, tegangan dan daya yang diterima penerima (*receiver*) berdasarkan jarak.

3.4 Pengujian Alat

Dalam pengujian alat di lakukan dengan algoritma dibawah ini:



Gambar 3.9 Flowcard Pengujian Alat
IV. ANALISA DAN HASIL PENGUJIAN

Pada bab sebelumnya telah disinggung tentang metode yang dilakukan untuk pengujian yang dilakukan pada sistem transfer daya listrik tanpa kabel. Pada pengujian bertujuan untuk membandingkan antara hasil perhitungan dengan hasil pengukuran pada catu daya dan sistem *transmitter*, mengetahui jarak maksimal *receiver* untuk dapat mengisi tegangan dan arus pada baterai *hand phone* dan mengetahui tegangan, arus, serta daya yang dihasilkan *receiver* yang di pengaruhi jarak. Pengujian ini terdiri dari :

- Pengujian catu daya

- Pengujian *transmitter*
- Pengujian *receiving*

Pengujian ini dilakukan dengan cara pengecekan dan pengukuran jalur rangkaian serta menguji komponen penunjangnya secara keseluruhan. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan data yang nantinya akan dibandingkan dengan hasil perhitungan serta untuk mengetahui sistem transfer daya listrik bekerja sebagaimana mestinya.

4.1 Pengujian Catu Daya

Pengujian pada catu daya bertujuan untuk mengamati dan mengetahui besarnya tegangan saat dan sebelum melewati rangkaian kapasitor dan kemudian akan dibandingkan antara hasil pengujian dan perhitungan untuk mengetahui keselarasan atau selisih antara perhitungan dan hasil pengujian. Pengujian pada catu daya ini menggunakan alat ukur *multimeter digital*. Berikut ini adalah tabel hasil pengujian rangkaian kapasitor saat diberi tegangan masukan sebesar 12 Volt.

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Capacitor

NO	Capacitor	Input	Output Pengukuran	Output Perhitungan	Selisih %
1	10.000 μF	12V _{ac}	17,27Vac	16,98 Vac	1.5%

Untuk mengetahui selisih antara output pengukuran dan output perhitungan pada catu daya menggunakan rumus.

$$selisih = \frac{17.25 - 16.98}{16.98} \times 100\%$$

$$selisih = \frac{0.27}{16.98} \times 100\%$$

$$selisih = 0.015 \times 100\%$$

$$selisih = 1.5\%$$

Dari tabel di atas dapat terlihat peningkatan tegangan setelah melewati rangkaian penyearah dan dari tabel tersebut juga diketahui hasil dari perhitungan tidak jauh berbeda dengan hasil dari pengukuran menggunakan *multimeter digital* yaitu hanya terjadi

kesalahan atau selisih sebesar 1.5 %, karena selisih tidak lebih besar dari 10% maka dapat dikatakan perhitungan yang telah dilakukan pada sisi catu daya berhasil.

4.2 Pengujian Transmitter

Seperti yang telah dibahas di bab sebelumnya bahwa pada sistem utama transfer daya listrik tanpa kabel adalah transmitter. Transmitter ini merupakan sebuah rangkaian yang beroperasi pada frekuensi 328.657 Hz dan karena memiliki daya yang disesuaikan maka penghantaran tanpa kabel dapat terjadi.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui frekuensi, arus, tegangan dan daya pada rangkaian *transmitter* dan kemudian akan dibandingkan dengan hasil perhitungan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya.

Pengujian yang dilakukan menggunakan oscilloskop sebagai alat ukur untuk mengetahui frekuensi, arus, tegangan dan daya pada rangkaian pengirim *transmitter*. Pada pengujian *transmitter* tidak diberi beban supaya didapat hasil yang maksimal dari hasil pengukuran.

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran dan perhitungan *transmitter*

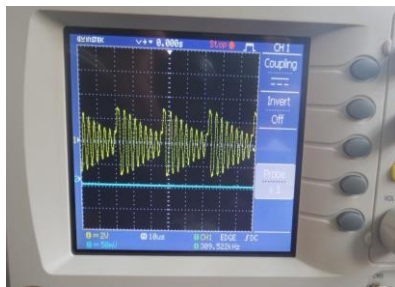
NO	Variabel	Hasil Pengukuran	Hasil Perhitungan	Selisih %
1	Frekuensi	309.522 Hz	328.657 Hz	6.1%
2	Arus	1A	1A	0%
3	Tegangan	16.4Vac	16.9 Vac	3%
4	Daya	16.4 watt	16.9 watt	3%

Untuk mengetahui selisih antara pengukuran dan perhitungan pada frekuensi, arus, tegangan dan daya menggunakan rumus.

$$selisih \text{ frekuensi} = \frac{328.657 - 309.522}{309.522} \times 100\%$$

$$selisih \text{ frekuensi} = \frac{19.135}{309.522} \times 100\%$$

$$\begin{aligned}
& \text{selisih frekwensi} \\
& = 0.061 \\
& \times 100\% \\
& \text{selisih frekwensi} = 6.1\% \\
& \text{selisih arus} = \frac{0 - 0}{0} \\
& \times 100\% \\
& \text{selisih arus} = \frac{0}{0} \times 100\% \\
& \text{selisih arus} = 0 \times 100\% \\
& \text{selisih arus} = 0\% \\
& \text{selisih tegangan} \\
& = \frac{16.9 - 16.4}{16.4} \\
& \times 100\% \\
& \text{selisih tegangan} \\
& = \frac{0.5}{16.4} \\
& \times 100\% \\
& \text{selisih tegangan} \\
& = 0.03 \\
& \times 100\% \\
& \text{selisih tegangan} = 3\% \\
& \text{selisih daya} = \frac{16.9 - 16.4}{16.4} \\
& \times 100\% \\
& \text{selisih daya} = \frac{0.5}{16.4} \times 100\% \\
& \text{selisih daya} = 0.03 \times 100\% \\
& \text{selisih daya} = 3\%
\end{aligned}$$



Gamabar 4.1 Pengukuran Frekwensi Pada *Trasmitter*

Dari hasil perhitungan dan pengukuran yang telah di cari selisihnya yaitu pada frekwensih 6.1% , arus 0%, tegangan 3% dan daya 3% terlihat dari keempat variable tidak ada selisih yang melebihi dari 10% maka dapat di simpulkan bahwa perhitungan pada sisi *transmitter* berhasil.

4.3 Pengujian *Recevier*

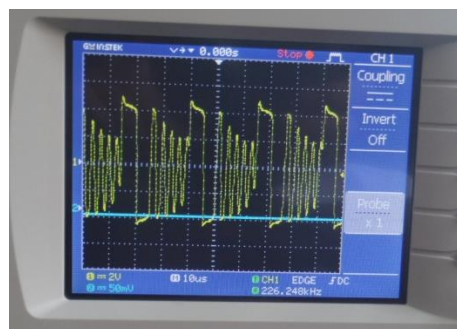
Pengujian ini dilakukan untuk menguji jarak jangkauan maksimal radiasi medan elektromagnetik *transmitter* untuk dapat mengisi tegangan dan arus pada *hand phone* dan mengetahui tegangan, arus, serta daya yang dihasilkan *receiver* yang di pengaruhi jarak. Pada pengujian ini tidak perlu di cari eror pada sisi *receiver* karena pengujian ini hanya sebgan data pelengkap yang di butuhkan pada pembuatan perancangan transfer daya listrik tanpa kabel menggunakan oscillator sebagai pembangkit

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran *receiver* AC

No	Jarak (cm)	Arus(A)	Tegangan(Vac)	Daya(Watt)
1	5	0.34	6.5	2.21
2	10	0.27	3	0.81
3	15	0.2	1,3	0.26
4	20	0.15	0.6	0.09
5	25	0.11	0.3	0.033
6	30	0.08	0.1	0.008



Gamabar 4.2 Pengukuran Tegangan Pada *Receiver*



Gambar 4.3 Pengukuran Frekwensi Pada *Receiver*

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran *receiver* DC

No	Jarak (cm)	Arus (A)	Tegangan(Vdc)	Daya(Watt)
----	------------	----------	---------------	------------

1	5	0,12	5	0.6
2	10	0,09	3,6	0.324
3	15	0,05	1,9	0.095
4	20	0,03	1	0.03
5	25	0,02	0.15	0.003
6	30	0,01	0.01	0.0001

Dari kedua table diatas dapat di simpulkan jika pada batrai Samsung galaxy star tertulis 1200 mAh dan jika diletakkan pada jarak 5 cm maka batrai akan penuh setelah 2 jam.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan alat dan pengujian yang telah dilakukan serta permasalahan yang timbul, maka dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

1. Transistor TIP 41C membangkitkan frekwensi sebanyak 8 kali.
2. *Transmitter* memiliki kemampuan karakteristik sebagai berikut:
 - a. Menggunakan kabel E1 menghasilkan induktansi $9,17 \mu H$ dan kapasitansi $400 \times 10^{-12} F$.
 - b. Hasil dari perhitungan tidak jauh berbeda dengan hasil pengukuran tercatat selisih terbesar pada pengukur frekwensi yaitu 6.1%.
 - c. Perancangan daya listrik tanpa kabel menggunakan oscillator sebagai pembangkit frekwensi dapat berjalan dengan baik sesuai perancangan yang telah dibuat.
 - d. Sesuai hasil perhitungan semakin besar arus yang digunakan maka daya akan besar dan jarak pengiriman semakin jauh.
 - e. Semua sistem membutuhkan daya yang stabil agar alat dapat berjalan dengan baik.
3. *Receiver* memiliki kemampuan berikut ini:

- a. Beresonansi membutuhkan 30 lilitan kawat tembaga dengan diameter 12cm.
- b. Daya yang lebih besar sebanding dengan banyaknya lilitan dan diameter lilitan.
- c. Jarak maksimal agar dapat mengisi arus dan tahanan pada batrai Samsung galaxy star adalah 10 cm.
- d. Waktu sekitar 2 jam agar dapat mengisi penuh arus dan tegangan pada batrai Samsung star pada jarak 5 cm.

5.2 Saran

Tugas akhir ini merupakan hasil maksimal yang diperoleh saat ini. Karya ini bisa dikembangkan, disempurnakan dan juga adanya penambahan-penambahan lainnya, seperti disain pada *transmitter* dan *receiver*, komponen osilator menggunakan komponen lain selain TIP 41C, dan di beri perhitungan pada sisi *receiver*.

5.1 DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Atar Muhammad. (2012). Perancangan penghantar daya nirkabel, skripsi. Jakarta, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- [2]. Blocher Richard. (2004) Dasar Elektronika. Yogyakarta: Andi
- [3]. Higginbotham David (1981) Dasar-Dasar Elektro Teknik. Jakarta: Erlangga
- [4]. Jack E. Kemmerly. (1998) Rangkaian listrik jilid 1 edisi keempat. Surabaya: Erlangga
- [5]. Kautsar Helmy. (2010). Analisa dan rancang bangun transmitter pada transfer daya listrik tanpa kabel, skripsi. Jakarta, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

- [6]. Mismail Budiono (2006) Dasar Teknik Elektro. Malang: Bayumedia Publishing
- [7]. Rusmadi Dedy. (2007) Belajar Rangkaian Elektronika Tanpa Guru. Bandung: Delfaja Utama
- [8]. Tegar Mahardika N. (2014).
Analisa perangkat transmisi untuk werles energi transfer, Skripsi.
Surabaya, Sistem Komputer,
Sekolah Tinggi Manajemen
Informatika & Teknik Komputer.
- [9]. Wiliam D. Stevenson, Jr. (1990).
Analisa system tenaga listrik edisi keempat. Surabaya: Erlangga