



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PERANCANGAN PENGHANTAR DAYA NIRKABEL**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Teknik**

**MUHAMAD ATAR**

**0906602856**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
DEPOK  
JUNI 2012**

## **PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Muhamad Atar**

**NPM : 0906602856**

**Tanda Tangan : **

**Tanggal : 13 Juni 2012**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Muhamad Atar  
NPM : 0906602856  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Skripsi : **Perancangan Penghantar Daya Nirkabel**

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr-Ing.Eko Adhi Setiawan

(.....)

Penguji : Ir. I Made Ardita Y MT

(.....)

Penguji : Prof.Dr.Ir. Rudy Setibudy DEA

(.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 13 Juni 2012

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkah dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, dimulai dari masa perkuliahan sampai dengan penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi tepat pada waktunya. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang Tua Penulis, ibunda yusni yang memberikan dukungan hingga saya dapat menyelesaikan pendidikan di universitas Indonesia.
2. Dr. Ir. Anak Agung Putri Ratna M.Eng, Sebagai pembimbing akademis yang telah banyak membantu dan mengarahkan dalam hal administrasi dan perkuliahan.
3. Dr-Ing. Eko adhi Setiawan, Sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
4. Sahabat, baik di lingkungan kampus maupun lingkungan kerja yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam menyelesaikan skripsi

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT. berkenan membalas setiap kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat untuk pengembangan ilmu kedepannya.

Depok, 13 Juni 2011

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhamad Atar  
NPM : 0906602856  
Program Studi : Teknik Elektro  
Departemen : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Skripsi

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :


**“PERANCANGAN PENGHANTAR DAYA NIRKABEL”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada tanggal : 13 Juni 2012

Yang menyatakan

  
( Muhamad Atar )

## ABSTRAK

Nama : Muhamad Atar  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul : **PERANCANGAN PENGHANTAR DAYA NIRKABEL**

Sistem catu daya listrik nirkabel dirancang bukan untuk menggantikan seluruh kabel tetapi untuk meningkatkan kehandalan dan kenyamanan pengguna peralatan. Desain rangkaian *Transmitter* pada sistem tersebut pada dasarnya adalah rangkaian *variable comparator oscillator* yang terdiri dari *Voltage comparator* yang berfungsi sebagai pengatur frekuensi agar dapat bekerja pada bermacam-macam frekuensi dan rangkaian *LC Mosfet* digunakan untuk Mengubah Arus searah menjadi Arus Bolak – Balik agar bisa menghasilkan induksi elektromagnetik pada Antena yg merupakan beban induktif .

Kata Kunci :

*Oscillator, Frekuensi, Transmitter*

## ABSTRACT

Name : Muhamad Atar  
Study Program : Electrical Engineering  
Title : **WIRELESS POWER TRANSFER CIRCUIT DESIGN**

*Wireless Power transfer system is designed not to replace the whole cable but to improve equipment reliability and user convenience. Circuit design on this system basically is Variable Comparator circuit which consist of voltage comparator which act as adjustment frequency circuit to make This transmitter easier when have to work with different frequency and LC Mosfet that is used to convert from direct current to become alternating current that will produce electromagnetic induction to antenna*

Key Word :

*Wireless, Oscillator, frequency.*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metodologi Penulisan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II DASAR TEORI.....</b>	<b>5</b>
2.1 Sejarah Pengiriman Daya Listrik Tanpa Kabel.....	5
2.2. Aplikasi Wireless Power Pada Abad 21.....	6
2.3. Prinsip Insuksi Elektromagnetik.....	8
2.4. Oscillator.....	11
2.4.1 Comparator oscillator.....	12
<b>BAB III Rancang Bangun Alat.....</b>	<b>15</b>
3.1 Sistem Secara Umum.....	15
3.2 Konsep Perancangan.....	16
3.2.1 Perancangan Transmitter.....	17
3.2.2 Perancangan Receiver.....	19
3.3 Pengujian dan Proses Pengambilan Data.....	20
<b>BAB IV Analisa dan Hasil Pengukuran.....</b>	<b>21</b>
4.1 Ujicoba untuk Mencari Frekuensi Resonansi Transmitter.....	21
4.2 Pengujian Suhu Pada Rangkaian Terhadap Waktu.....	23
4.3 Pengujian daya Terhadap Jarak Receiver.....	26
<b>BAB V KESIMPULAN.....</b>	<b>31</b>
DAFTAR PUSTAKA.....	32

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Desain awal wireless power transfer nikola tesla.....	1
Gambar 1.2.	Pengisian baterai mobil dengan konsep nirkabel.....	2
Gambar 1.3.	Charger handphone dengan konsep <i>wireles</i> .....	2
Gambar 2.1.	Nikola tesla.....	5
Gambar 2.2.	Menara tesla di <i>shohreham long-island</i> .....	6
Gambar 2.3.	Kapsul endoskopi dengan teknologi <i>wireless power</i> .....	7
Gambar 2.4.	Mobil listrik dengan <i>wireless power charging</i> .....	8
Gambar 2.5.	Percobaan pertama faraday.....	9
Gambar 2.6.	Percobaan kedua faraday.....	9
Gambar 2.7.	Ilustrasi arah magnet yang memasuki kumparan.....	10
Gambar 2.8.	Diagram wireless power transfer.....	11
Gambar 2.9.	Voltage comparator.....	12
Gambar 2.10.	Rangkaian transmitter dengan comparator circuit.....	13
Gambar 2.11.	Pararell LC circuit.....	13
Gambar 2.12.	Rangkaian LC pada wireless power.....	14
Gambar 3.1.	Ilustrasi wireless Power transfer.....	15
Gambar 3.2.	Blok diagram Comparator oscillator.....	17
Gambar 3.3.	Diagram blok transmitter.....	18
Gambar 3.4.	Diagram blok receiver.....	19
Gambar 3.5.	Rangkaian receiver.....	19
Gambar 4.1.	Grafik chart pengaruh frekuensi terhadap voltase.....	22
Gambar 4.2.	Tampilan sinyal pada frekuensi resonansi.....	22
Gambar 4.3.	Thermometer APPA 55 II.....	23
Gambar 4.4.	Grafik chart mosfet temperature.....	24
Gambar 4.5.	Metode pengujian pengukuran temperature.....	25
Gambar 4.6.	Grafik chart tegangan terhadap jarak beban 5 watt.....	27
Gambar 4.7.	Grafik chart arus terhadap jarak beban 5 watt.....	27
Gambar 4.8.	Grafik chart tegangan terhadap jarak beban 8 watt.....	28
Gambar 4.9.	Grafik chart arus terhadap jarak beban 8 watt.....	29
Gambar 4.10.	Grafik chart selisih efisiensi terhadap beban.....	30
Gambar 4.11.	Grafik chart tegangan pada beban 5 watt dan 8 watt.....	30



## DAFTAR TABEL

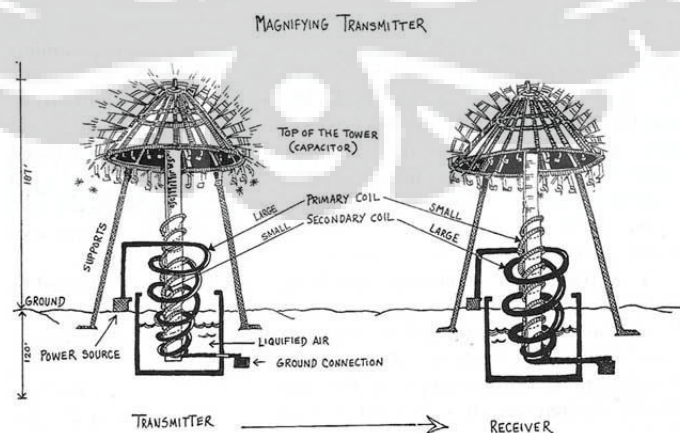
Tabel 4.1. Tabel pengaruh frekuensi resonansi terhadap level voltase.....	21
Tabel 4.2. Tabel pengujian suhu mosfet.....	24
Tabel 4.3. Tabel pengujian dengan beban 5 watt.....	26
Tabel 4.4. Tabel pengujian efisiensi terhadap jarak (beban 5 watt).....	26
Tabel 4.5. Tabel Pengujian dengan beban 8 watt.....	28
Tabel 4.6. Tabel Pengujian efisiensi terhadap jarak (beban 8 watt).....	28



## BAB I PENDAHULUAN

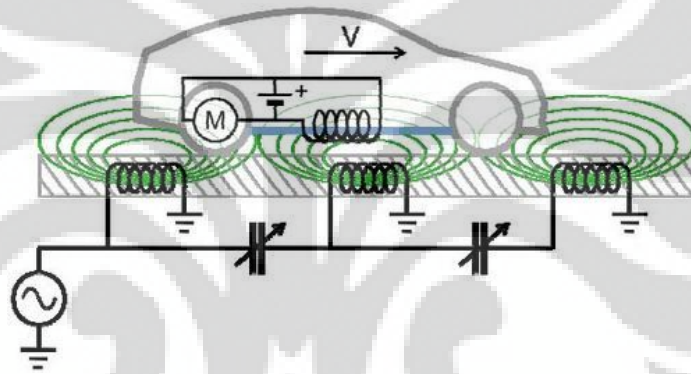
### 1.1 Latar Belakang Masalah

Seiring dengan kemajuan teknologi dan tuntutan efisiensi dalam segala bidang. Hal ini tentunya menjadi tantangan Di setiap belahan dunia untuk menemukan inovasi baru sehingga bisa diterima di Dunia industri dan ditengah-tengah masyarakat. Salah satu konsep yang masih jarang dan mempunyai kesempatan besar untuk dikembangkan dan diterima oleh dunia industri dan masyarakat, yaitu transfer daya nirkabel yg menjanjikan penghematan Cost/ biaya karena dapatkan meminimalisasi penggunaan kabel sebagai Penyalur utama daya listrik dari sumber ke pengguna meski tidak sepenuhnya Menghilangkan Penggunaan kabel/ kawat listrik. Secara umum, teorinya dapat digambarkan dengan pengiriman daya/tegangan dari suatu alat ke alat yang lain atau bisa disebut juga pengiriman daya/tegangan 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 penulisan seminar ini, dapat membantu beberapa hal yang seharusnya dikaji sebagai dasar untuk menunjang penyempurnaan rangkaian pada transfer daya nirkabel, khususnya pada penghasil osilasi atau oscillator dan metode perubahan frekuensi.



Gambar 1.1 desain awal wireless power transfer nikola tesla [8]

Adalah 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 yg dikarenakan medan elektromagnetik yang besar yang dihasilkan alat tersebut. Hingga pada abad ke 21 seiring dengan berkembang teknologi *wireless* pada dunia telekomunikasi dunia mulai melirik kembali penemuan tesla untuk diaplikasikan pada berbagai bidang seperti ; Automotif, biomedik, perangkat rumah tangga dan sistem Transmisi listrik.



Gambar 1.2 Pengisian baterai mobil dengan konsep nirkabel



Gambar 1.3 charger handphone dengan konsep *wireless* [10]

## 1.2 Tujuan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk mengembangkan rangkaian *transmitter* pada *wireless power system*. Pada sisi sistem pengaturan frekuensi dan rangkaian *oscillator* penghasil induksi elektromagnetik. Alat ini terdiri dari Pemancar ( *Transmitter* ) dan Penerima ( *Receiver* )

## 1.3 Batasan Masalah

Dalam Penulisan skripsi ini hanya dibatasi pada Perancangan dari *transmitter* yang merupakan perangkat utama dari sistem *wireless power transfer*. Pada skripsi ini tentang desain Antena dan Pengaruh desain antena terhadap efisiensi yang diterima pada *receiver* tidak dibahas. Tetapi lebih kepada perancangan rangkaian Variabel *comparator oscillator* sehingga terciptanya proses penghantaran daya tanpa kabel.

## 1.4 Metodologi Penulisan

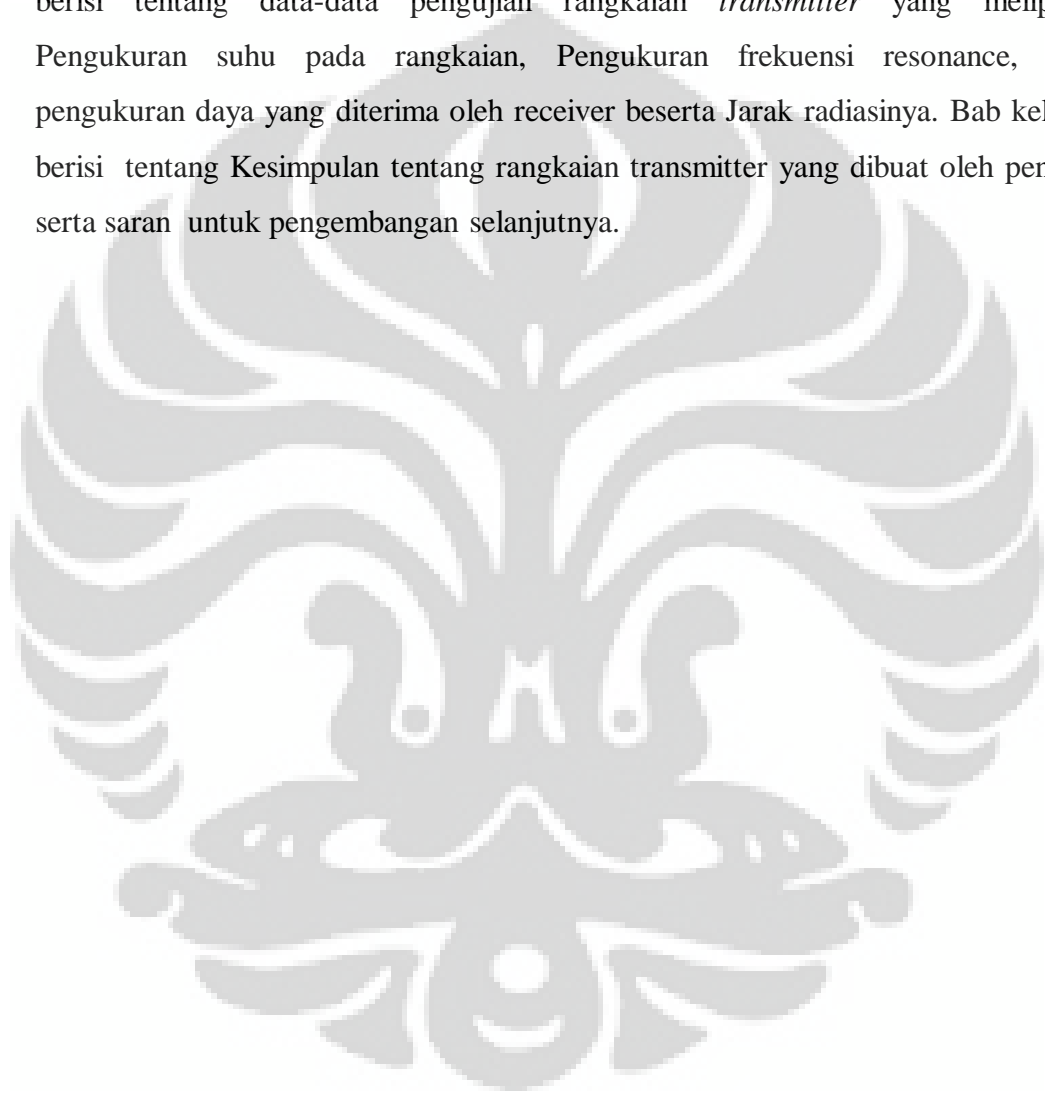
Metodologi Penulisan yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah studi literatur, referensi jurnal internasional, referensi Datasheet, referensi internet, serta pengamatan pada saat percobaan rangkaian *transmitter* yang dilakukan didalam laboratorium.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan melakukan pemahaman terhadap suatu penulisan maka perlu dibuat sistematika penulisan. Sistematika penulisan skripsi dimulai dari bab pertama yang berisi latar belakang masalah, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metodologi penulisan, dan sistematika penulisan yang mendasari proses pembuatan skripsi ini.

Selanjutnya pada bab kedua diuraikan landasan teori yang mengacu pada pembahasan. Bab ini membahas Perkembangan Teknologi dari *Wireless power* sejak pertama kali dilakukan ujicoba oleh nikola tesla dan perkembangan yang dilakukan ilmuwan2 dunia hingga saat ini dan aplikasinya dalam dunia otomotif

dan kedokteran. Hingga hukum-hukum dari induksi magnetik yang berkaitan dengan Fenomena *wireless power* seperti hukum Faraday. Dan prinsip dasar dari voltage comparator dan oscillator yang menjadi dasar pembuatan rangkaian transmitter. Berikutnya pada bab ketiga penulis membahas tentang Perencanaan dan pembuatan rangkaian transmitter, serta perbedaan pada rangkaian transmitter yang ada sebelumnya di lingkungan fakultas universitas Indonesia. Bab keempat berisi tentang data-data pengujian rangkaian *transmitter* yang meliputi; Pengukuran suhu pada rangkaian, Pengukuran frekuensi resonance, dan pengukuran daya yang diterima oleh receiver beserta Jarak radiasinya. Bab kelima berisi tentang Kesimpulan tentang rangkaian transmitter yang dibuat oleh penulis serta saran untuk pengembangan selanjutnya.



## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1 Sejarah Pengiriman daya listrik tanpa kabel

Pada Tahun 1900 Nikola Tesla Seorang ilmuwan Serbia – America mengusulkan penggunaan gelombang radio untuk menghantarkan listrik. Berbeda dengan Marconi Tesla merupakan orang yang peduli dan berpikir untuk mentransmisikan Daya listrik dalam jumlah besar untuk keperluan rumah tangga. konsepnya adalah merubah arus listrik menjadi gelombang elektromagnetik dengan jangkauan radiasi yg besar sehingga dapat menginduksi beban-beban listrik dari jarak jauh. seperti yang kita ketahui pada percobaan faraday, arus listrik dapat dihasilkan dari gelombang elektromagnetik yang arahnya berubah- ubah terhadap waktu. Pada sebuah buku yang berjudul *prodigal genius – the life of nikola tesla*. Yang dibuat oleh JJ oneil diceritakan Proses Pembuatan dan perancangan wireless power transmission yang dilakukan nikola tesla dengan menyalakan ratusan lampu pijar dengan jarak 26 mil dan sebuah motor listrik



Gambar 2.1 Nikola tesla [8]



Gambar 2.2 Menara tesla di *shohreham long-island* [8]

Meskipun sebenarnya adalah sebuah prestasi yang besar namun karena tidak adanya dokumentasi yang jelas tentang penemuan tesla itu sendiri Banyak orang yang berkata itu hanyalah bualan Tesla. Satu – satunya dokumentasi yang ditinggalkan hanya sebuah catatan tentang sebuah coil Dan sebuah menara di *Long - island* tempat tesla melakukan Percobaannya.

## 2.2 Aplikasi Wireless Power pada abad 21

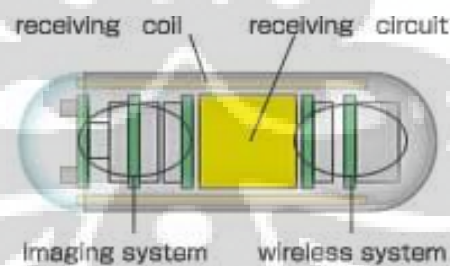
Pada abad 21 tepatnya tahun 2007 sekelompok ilmuwan dari MIT (massachussets institute of technology) melakukan demonstrasi Dengan menggunakan *Strong coupled magnetic resonance* Percobaan dilakukan dengan sebuah koil yang bertegangan dengan frekuensi yang beresonansi dengan frekuensi pada receiver. Dari Percobaan ini tim MIT dapat menyalakan lampu 60 watt dengan jarak 2 Meter dengan efisiensi sekitar 40 %. Selain MIT ada juga lembaga lain seperti wiitricity dan Intel yang sedang berusaha mengembangkan *wireless power system*

Contoh lain aplikasi dari *wireless power system* tersebut adalah aplikasi kapsul endeskopi dalam dunia kedokteran, charger handphone, dan mobil listrik dalam dunia otomotif yang sistem pengisian baterai listriknya menggunakan sistem *wireless power transfer*..



Kapsul endoskopi merupakan sebuah alat kecil yang berbentuk oval seperti kapsul obat pada umumnya. Terdapat sensor-sensor, baterai, kamera dan rangkaian elektronik lain berbentuk mikro. Kapsul endoskopi digunakan untuk mendiagnosa penyakit yang terjadi pada saluran pencernaan. Penggunaan kabel fiber optik yang dimasukkan pada tubuh pasien sering menimbulkan trauma dan perasaan tidak nyaman pada pasien sehingga kapsul endoskopi menjadi pilihan untuk menggantikan peran serat fiber. Namun penggunaannya masih terbatas karena hanya dapat berkerja beberapa jam setelah dimasukkan kedalam tubuh pasien. Daya baterai yang terbatas mengakibatkan peralatan kamera dan sensor tidak dapat bekerja maksimal sehingga data-data untuk kepentingan diagnose oleh dokter pun terbatas.

Jika terdapat suatu peralatan yang mampu mengirimkan listrik tanpa kabel kepada kapsul endoskopi, maka permasalahan daya baterai dapat terpecahkan. Kapsul endoskopi yang dilengkapi dengan sistem transmisi listrik *wireless* dapat bekerja sepanjang waktu dan memberikan data sebanyak mungkin sampai keluar dari tubuh pasien. Rancangan kapsul endoskopi oleh shunyao et al (2009) terdiri dari coil sebagai penerima daya, rangkaian penyearah, rangkaian regulator tegangan.



Gambar 2.3 Kapsul endoskopi dengan teknologi wireless power [6]

Aplikasi lain 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 pengghantar daya yang terletak sejajar dengan tanah.

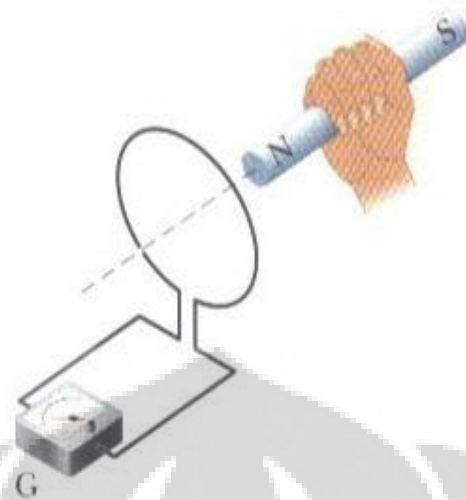


Gambar 2.4 Mobil Listrik dengan *wireless power charging* [7]

### 2.3 Prinsip Induksi Elektromagnetik

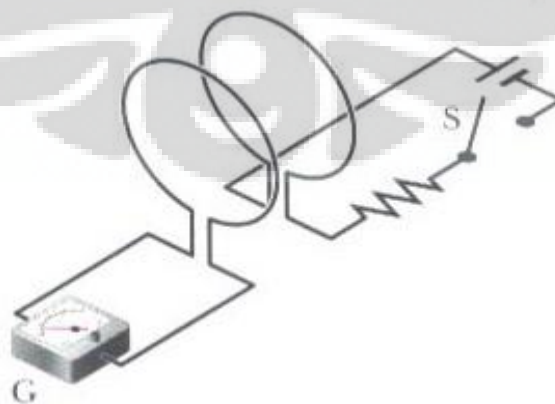
Dalam eksperimen yang dilakukan oleh H.C Oersted, Biot-Savart dan Ampere menyatakan bahwa adanya gaya dan medan magnet pada kawat berarus. Dengan Pernyataan ini maka dapat dipertanyakan sebuah pernyataan Dasar yaitu “apakah medan magnet yang berubah-ubah terhadap waktu dapat menghasilkan arus listrik?”.

Pada awal tahun 1930, Michael faraday Melakukan berbagai percobaan yang berhubung 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;



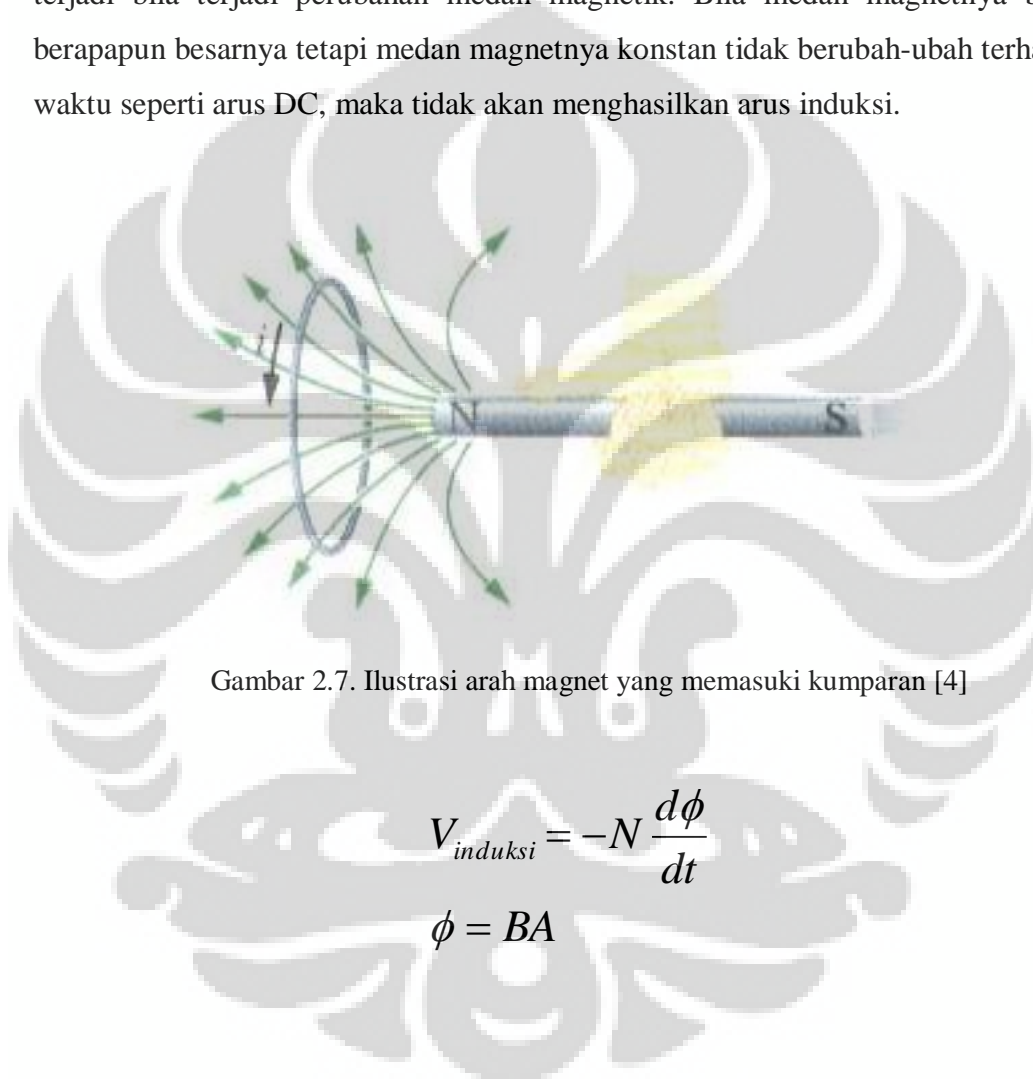
Gambar 2.5. Percobaan pertama faraday [4]

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.



Gambar 2.6. Percobaan Kedua faraday [4]

Pada percobaan kedua seperti gambar 2.5 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 2.7. Ilustrasi arah magnet yang memasuki kumparan [4]

$$V_{induksi} = -N \frac{d\phi}{dt}$$

$$\phi = BA$$

Dimana:  $V_{ind}$  = Tegangan induksi (Volt)

$N$  = Jumlah lilitan

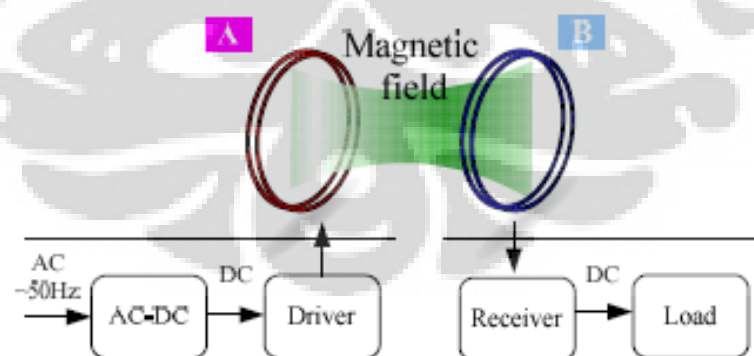
$B$  = Medan magnetik (Tesla)

$A$  = Fluks magnetik (weber)

$\phi$  = Luas Kumparan (Meter persegi)

## 2.4 Oscillator

Rangkaian oscillator pada prinsipnya hampir sama dengan rangkaian inverter untuk mengubah gelombang searah DC menjadi gelombang denyut AC. Pada rangkaian digital komponen oscillator 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 oscilolator menjadi bagian penting dalam sistem wireless power, dimana gelombang denyut yang dihasilkan rangkaian oscillator pada dasarnya menghasilkan medan elektromagnetik yang berubah-ubah. Dan jika radiasi medan elektromagnetik tersebut terkena kawat/ konduktor yang berada dalam jarak radiasinya maka akan menyebabkan timbulnya arus pada kawat tersebut (percobaan faraday)

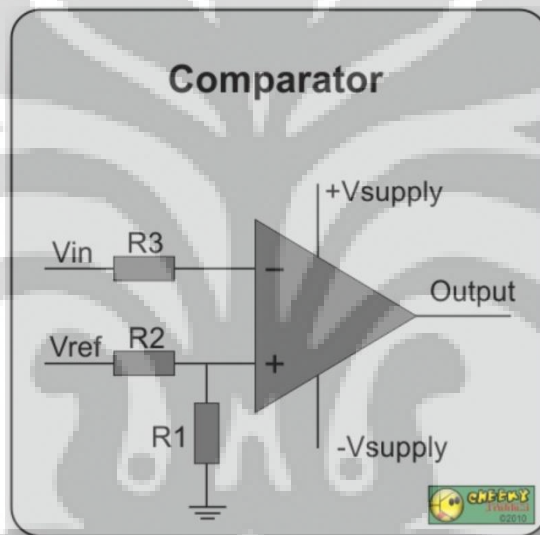


Gambar 2.8. Diagram wireless Power Transfer [9]

### 2.4.1 Variable Comparator Oscillator

Dalam rangkaian *transmitter*, *oscillator* yang digunakan adalah *comparator oscillator* yang menggunakan Voltage comparator sebagai penghasil *Pulse* untuk mengontrol frekuensi yang akan digunakan pada rangkaian *Comparator Oscillator*. *Comparator* dapat menggunakan IC *Comparator* itu sendiri (LM 339, LM 111) ataupun juga menggunakan op-amp.

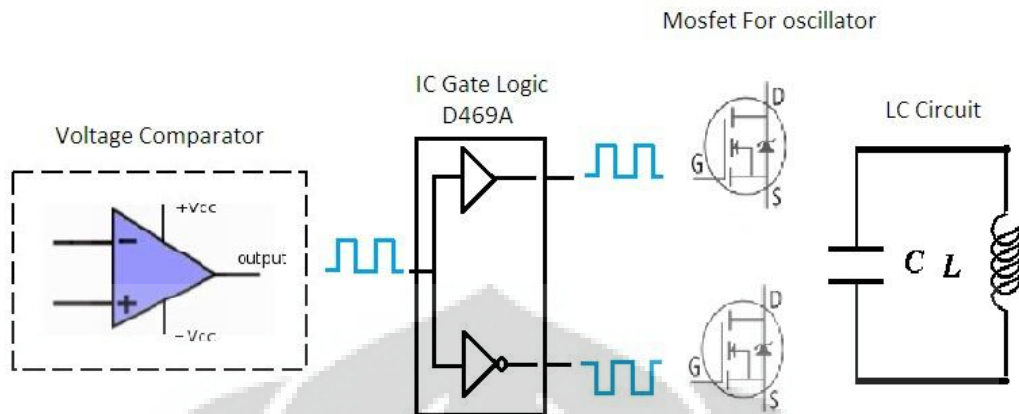
Voltage comparator sebenarnya adalah salah satu rangkaian op-amp yang membandingkan 2 (dua) buah tegangan untuk menghasilkan suatu nilai logic High atau “Low” Prinsip kerja voltage comparator adalah sebagai berikut:



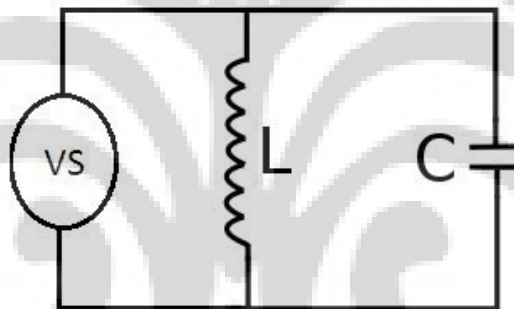
Gambar 2.9 Voltage comparator [11]

Apabila  $+V_{supply} = 12$  Volt dan  $-V_{supply} = 0$  Volt (ground) dan  $V_{reff}$  setelah  $R2 = 6$  Volt maka Apabila Tegangan  $V_{in} = 5$  Volt atau dibawah Tegangan  $V_{reff}$  maka  $V_{output} = +V_{supply}$  atau sebesar 12 Volt. Dan jika sebaliknya tegangan  $V_{in}$  diatas Tegangan  $V_{reff}$  atau  $= 7$  Volt maka  $V_{output} = -V_{supply}$  atau sama dengan nol.

$$V_{output} = +V_{supply} \text{ When } V_{+} > V_{-}, \text{ Else } = 0$$



Gambar 2.10. Rangkaian Transmitter dengan comparator oscillator



Gambar 2.11. Pararell LC circuit

Pada Rangkaian oscillator diatas persamaan untuk frekuensi resonansi LC Pararel (antenna induktif dan capacitor) dapat diterangkan sebagai berikut;

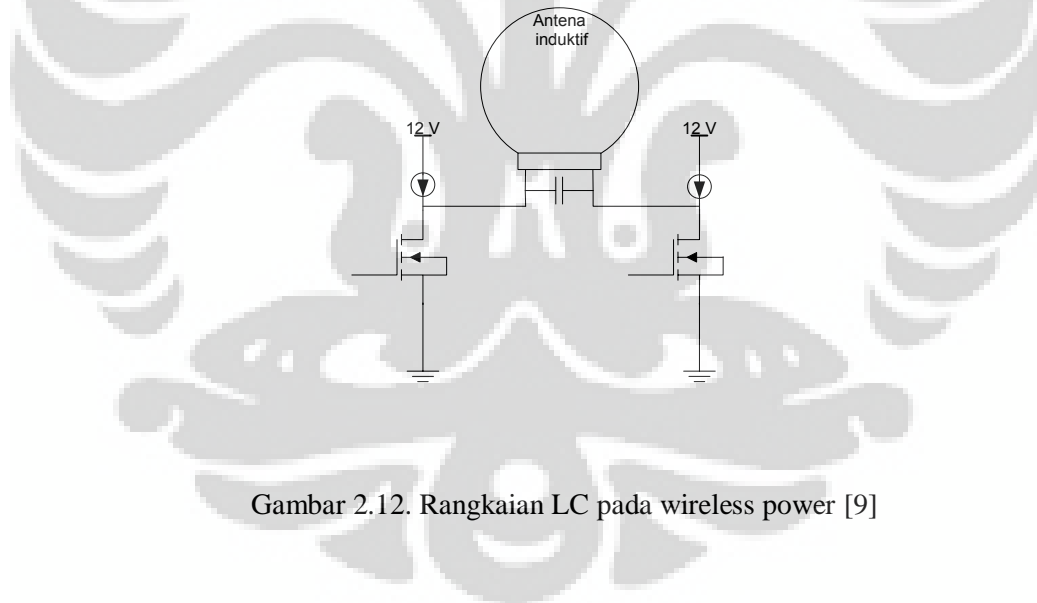
$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$I_L = \frac{V_S}{X_L}$$

$$I_C = \frac{V_S}{X_C}$$

Dimana:  $f$  = Frekuensi osilator(Hertz)  
 $L$  = Induktansi ekivalen rangkaian(Henry)  
 $C$  = Kapasitansi ekivalen(Farad)  
 $I_L$  = Arus Induktor  
 $I_C$  = Arus Capacitor  
 $X_L$  = Impedansi Induktor  
 $X_C$  = Impedansi Capacitor

Ketika rangkaian oscillator menghasilkan frekuensi mendekati frekuensi resonansi antenna induktif dan capacitor paralelnya maka dihasilkan medan magnetik resonansi (*Sinusoidal wave*)



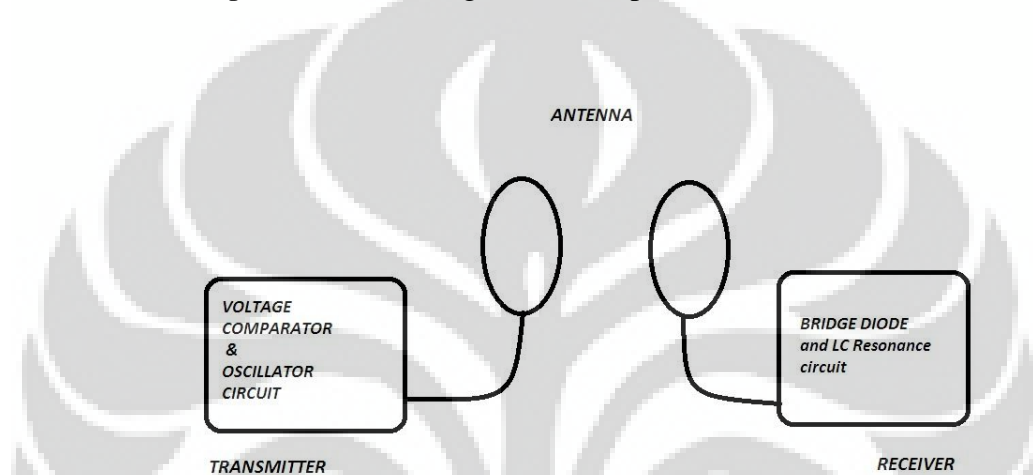
Gambar 2.12. Rangkaian LC pada wireless power [9]



## BAB III RANCANG BANGUN ALAT

### 3.1 Sistem Secara umum

Pada bab ini menjelaskan rancang Bangun sistem penghantar daya tanpa kabel, yang secara umum lebih dikenal dengan sebutan *wireless power* yang berupa Rangkaian pengirim (*transmitter*) dan rangkaian penerima (*receiver*). Berikut skema pembuatan rancangan wireless power.



Gambar 3.1. Ilustrasi *wireless power transfer system*

Rangkaian transmitter atau rangkaian penghansil sinyal akan mengirimkan sinyal dengan dengan frekuensi 515 KHz melalui antenna. Frekuensi 515 KHz merupakan frekuensi resonance yang mendekati Perhitungan *Resonance frequency LC Pararel = 513930 Hz* agar didapat bentuk sinyal sinusoidal yang stabil. Sinyal yang dikirim pada dasarnya berupa induksi medan elektromagnetik yang akan membangkitkakan arus pada antenna di receiver, Seperti yang kita ketahui berdasarkan penelitian faraday bahwa medan magnet yang berubah terhadap waktu dapat membangkitkan arus listrik pada konduktor. Sinyal diterima pada receiver berupa sinyal sinus. Agar sinyal yang diterima pada receiver berupa sinyal sinus yang stabil dan dengan daya yang maksimal maka harus dibuat rangakaian LC yang frekuensi resonansinya berada di 515 KHz. Sinyal sinusoidal yang ditangkap tidak bisa langsung diaplikasikan ke beban yang menggunakan



Arus bolak-balik (AC) karena frekuensinya yang berada diatas frekuensi peralatan yang banyak beredar dipasaran atau sebesar 50Hz karena dapat menyebabkan panas berlebih dan dapat merusak komponen. Oleh karena itu pada receiver dibuat rangkaian *bridge diode* untuk merubah dari arus AC menjadi arus DC untuk kemudian dimanfaatkan pada beban.

### 3.2 Konsep Perancangan

Konsep perancangan pada wireless power transfer terdiri dari beberapa perancangan:

1. Perancangan transmitter
2. Perancangan Receiver

Setelah memperoleh Konsep maka tahapan selanjutya adalah membangun Perancangan sesuai Konsep yang telah ditentukan.

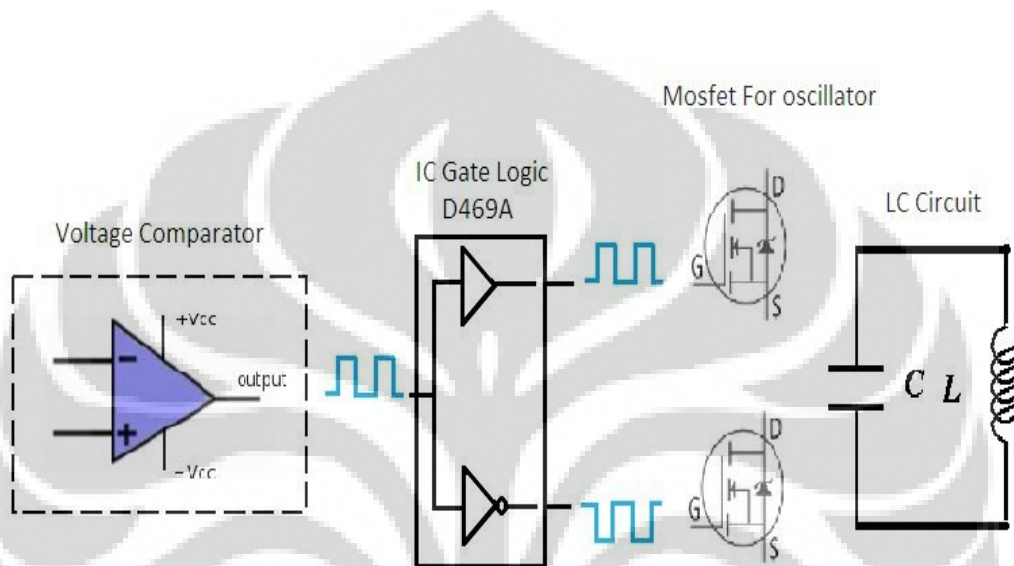
#### 3.2.1 Perancangan Transmitter

Rangkaian *transmitter* pada sistem *wireless Power* merupakan inti dari sistem wireless power. Karena fungsinya untuk membangkitkan sinyal atau medan elektromagnetik yang menjadi media penghasil energi/ arus pada receiver. Dalam aplikasinya rangkaian transmitter bekerja menggunakan resonansi elektromagnetik yang dihasilkan dari Rangkaian oscillator. Pada perancangan transmitter ini penulis menggunakan Rangkaian comparator oscillator inilah yang merubah arus DC menjadi Arus AC.

Rangkaian oscillator pada Transmitter sebenarnya dikontrol oleh voltage comparator untuk mengontrol kerja mosfet yang secara tidak langsung sebenarnya mengatur besaran frekuensi yang akan dikeluarkan. Berbeda dengan Rancangan Sebelumnya dimana Oscillatonya menggunakan DDS Micronroller untuk mengatur frekuensi osilasi dan menggunakan frekuensi resonance diatas 1 MHz.

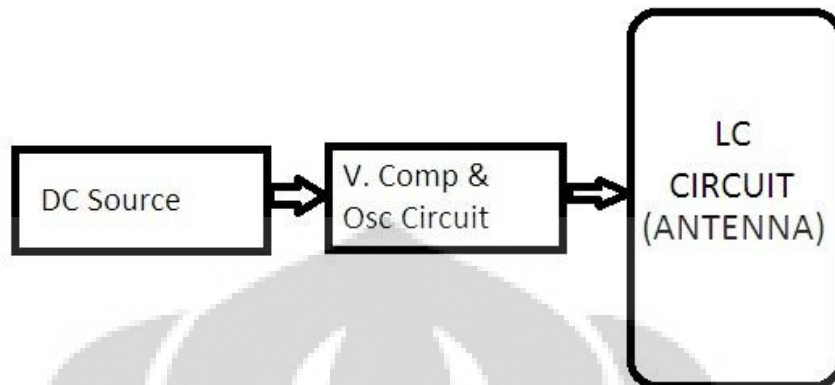
Pada rangkaian ini penulis membuat Rangkaian paralel LC dengan Frekuensi resonance sebesar 515 Khz. Maka dengan itu frekuensi output yang

dikeluarkan voltage comparator juga harus disetting sebesar 515 KHz. Besar kecilnya frekuensi output pada voltage comparator dapat diatur dengan merubah nilai tahanan/ capacitor yang dipasang seri pada input inverting IC Voltage comparator. Untuk menaikkan nilai frekuensi maka nilai tahanan harus dikecilkan dan untuk mempebesar maka dilakukan sebaliknya.



Gambar 3.2. Blok diagram Comparator Oscillator

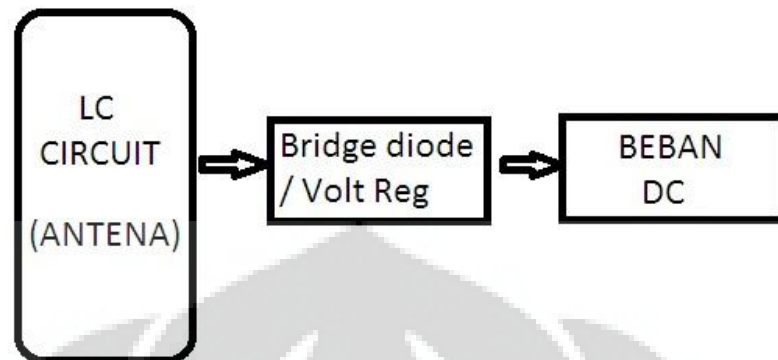
Pada gambar 3.2 diatas dapat dilihat rangkaian paralel Kapasitor dan inductor yang sebenarnya adalah tembaga selubung yang berfungsi sekaligus sebagai antenna yang memancarkan medan elektromagnetik. Tipe tembaga selubung dipilih sebagai Antena daripada tipe lilitan tembaga kawat pejal, karena berdasarkan pengalaman penelitian *wireless power* sebelumnya tipe selubung tembaga menghasilkan lebih sedikit panas dibanding dengan tipe tembaga lilitan.



Gambar 3.3. Diagram Blok *transmitter*

### 3.2.2 Perancangan Receiver.

Perancangan receiver ( penerima ) gelombang elektromagnetik Pada dasarnya masih sama dengan Perancangan receiver pada rancangan receiver Wireless power transfer generasi sebelumnya. Rangkaian penerima hanya terdiri dari rangkaian LC yang bertugas menangkap induksi elektromagnetik yang dikeluarkan transmitter dengan semaksimal mungkin dan merubahnya menjadi arus DC. Untuk mendapatkan penerimaan induksi elektromagnetik yang maksimal dari *transmitter* maka frekuensi resonansi dibuat sama dengan *transmitter* yaitu sebesar 515 KHz,dengan membuat Dimensi Antena dan Nilai LC yang mendekati nilai LC pada rangkaian *Transmitter*. ini dimaksudkan untuk mendapatkan frekuensi resonansi bersama antar *transmitter* dan *receiver*.



Gambar 3.4. Blok diagram *receiver*

Bridge Diode digunakan karena tidak memungkinkan menghubungkan langsung supply *alternating current* yang dihasilkan dari antena dengan beban Listrik AC yang beredar dipasaran yang biasanya dibuat *compatible* dengan frekuensi yang dihasilkan dari supply listrik PLN (perusahaan Listrik Negara), yaitu sebesar 50 Hz.

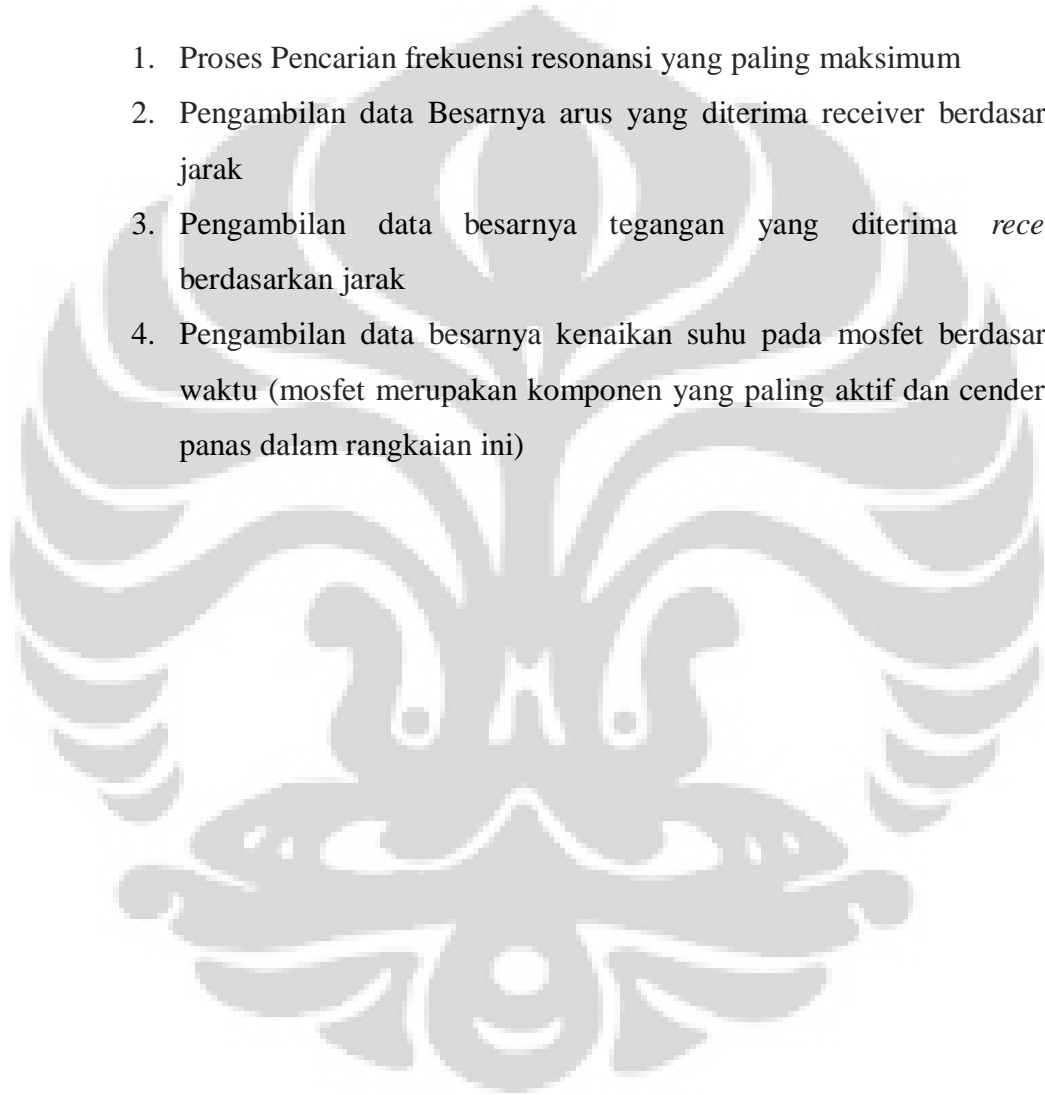


Gambar 3.5. Rangkaian *receiver*

### 3.3 Pengujian dan Proses Pengambilan Data.

Proses Percobaan dan pengambilan data bertujuan untuk membuat sebuah transmitter yang paling Optimum pada percobaan-percobaan ini pergantian nilai-nilai komponen dilakukan untuk mendapatkan hasil yang paling memuaskan. Berikut tahapan2 pengujian yang dilakukan pada rangkaian *transmitter* :

1. Proses Pencarian frekuensi resonansi yang paling maksimum
2. Pengambilan data Besarnya arus yang diterima receiver berdasarkan jarak
3. Pengambilan data besarnya tegangan yang diterima *receiver* berdasarkan jarak
4. Pengambilan data besarnya kenaikan suhu pada mosfet berdasarkan waktu (mosfet merupakan komponen yang paling aktif dan cenderung panas dalam rangkaian ini)



## BAB IV ANALISA DAN HASIL PENGUKURAN

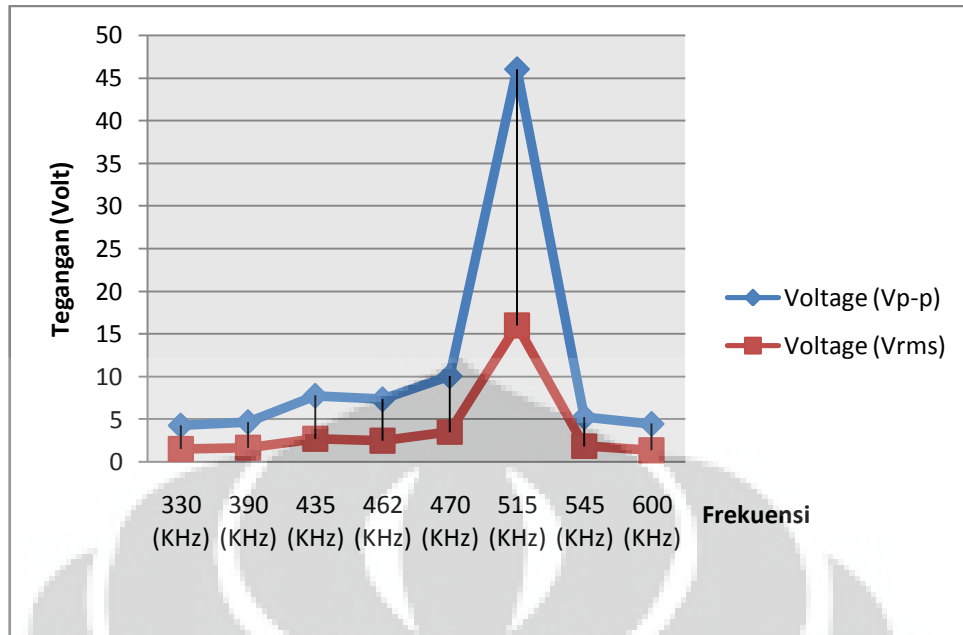
Pada Bab sebelumnya, telah dijelaskan tentang metoda pengukuran yang dilakukan pada rancang bangun alat ini. Pengujian dan percobaan dilakukan untuk mendapatkan hasil yang maksimum dalam setting frekuensi rangkaian dan nilai2 komponen..

### 4.1 Ujicoba untuk mencari frekuensi Resonansi transmitter

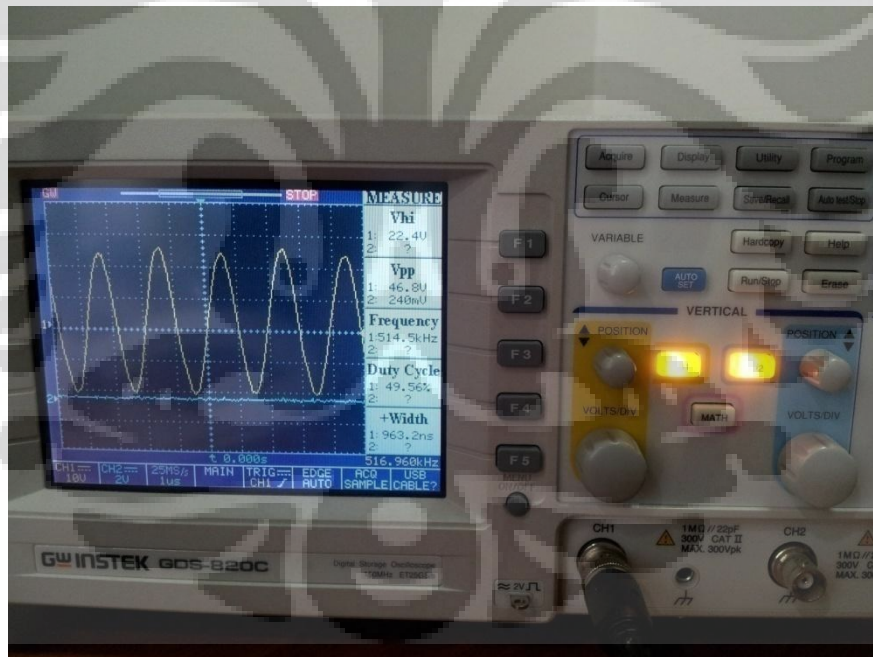
dalam pengujian kali ini dilakukan untuk mendapatkan nilai frekuensi yang paling maksimum untuk rangkaian *transmitter* (*Resonance frequency*) Hal ini dilakukan setelah menentukan besarnya nilai kapasitor yang akan digunakan pada rangkaian tersebut yaitu sebesar 235 nF. Proses tuning frekuensi dilakukan dengan memutar Potentiometer pada rangkaian *transmitter* untuk menentukan besar kecilnya frekuensi yang dikeluarkan rangkaian oscillator.

Tabel 4.1. Tabel Pengaruh Frekuensi Resonansi

Frekuensi	Voltage (Vp-p)	Voltage (Vrms)
330 (KHz)	4.32	1.5
390 (KHz)	4.72	1.65
435 (KHz)	7.8	2.73
462 (KHz)	7.38	2.5
470 (KHz)	10.1	3.5
515 (KHz)	46	16
545 (KHz)	5.28	1.84
600 (KHz)	4.5	1.35



Gambar 4.1. Grafik Chart pengaruh frekuensi terhadap Voltase yang dihasilkan



Gambar 4.2. Tampilan Sinyal pada saat frekuensi resonansi

Pada Grafik chart gambar 4.2 dapat dilihat bahwa, saat oscillator bekerja pada frekuensi yang bukan frekuensi resonansi dari LC circuit maka level amplitude *Volt peak-to peak* yang dihasilkan sangat kecil hingga disaat frekuensi



oscillator mendekati frekuensi *oscillator* maka level Amplitude akan bergerak naik dan mencapai puncaknya saat berada pada frekuensi resonansinya yaitu 515 KHz dan Level Amplitude V Peak-to peak sebesar 46 Volt.

#### 4.2 Pengujian Suhu Pada Rangkaian Terhadap Waktu

Pengujian Suhu pada rangkaian difokuskan pada Mosfet N channel IX79N20 karena pada rangkaian *wireless Power* Mosfet merupakan komponen yang bekerja paling Berat dan komponen yang dilalui arus yang cukup besar dan tidak konstan Tergantung dengan Beban dan jarak receiver, sedangkan pada IC comparator dan *Logic driver* Arus bisa dibidang konstan pada nilai 0.09 Ampere.

Metode Pengukuran yaitu dilakukan dengan menempatkan sensor/ kawat tembaga pada kedua Bodi Mosfet IX79N20 untuk kemudian langsung dihubungkan pada *Thermometer* APPA 55 II. Pengukuran dilakukan dengan Menggunakan Beban lampu 8 watt yang ditempatkan pada jarak 10 cm dari transmitter dengan Tegangan dan Ampere Pada Sumber sebesar 15 Volt/ 0.79 A. dan Mosfet yang tidak Kontak secara langsung pada *Heatsink* (Pendingin Pasif). Pengukuran dilakukan selama 30 menit dan data diambil setiap 5 Menit, dan Suhu pada Ruang terbaca sekitar 27 derajat celcius.

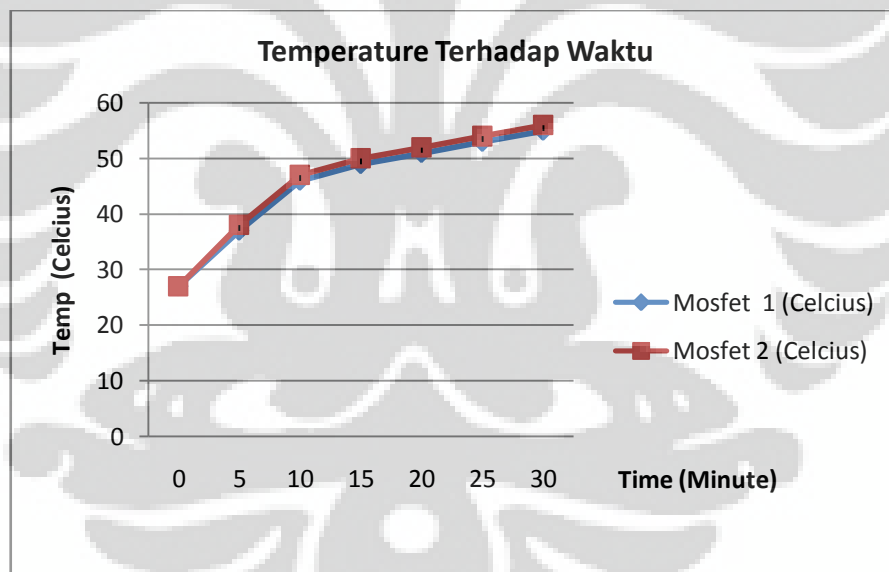


Gambar 4.3. Thermometer APPA 55 II



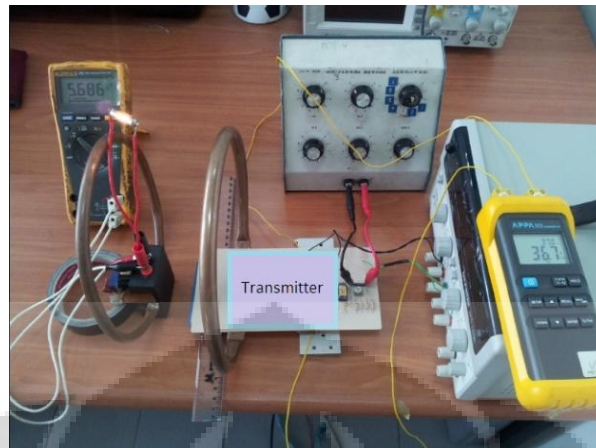
Tabel 4.2. Tabel Pengujian Mosfet

Uji Panas Mosfet terhadap waktu		
Waktu (Minute)	Mosfet 1 (Celcius)	Mosfet 2 (Celcius)
0	27	27
5	37	38
10	46	47
15	49	50
20	51	52
25	53	54
30	55	56



Gambar 4.4. Grafik chart Mosfet Temperature

Pada tabel pengujian dan grafik chart bisa dilihat kenaikan suhu yang paling drastis terjadi pada 10 menit pertama sekitar 10 derajat celcius per 5 menit dan berikutnya kenaikan cenderung tidak terlalu drastis sekitar 3 derajat per 5 menit dan cenderung kearah stabil.



Gambar 4.5. metode pengujian mengukur *Temperature*

### 4.3 Pengujian Jarak terhadap Daya di Receiver

Pengujian ini dilakukan untuk menguji jarak jangkauan radiasi medan elektromagnetik transmitter yang bisa diterima oleh antenna receiver, hal ini bertujuan selain untuk melihat jangkauan jarak antara transmitter dan receiver, juga bermaksud melihat daya yang ditangkap pada antenna receiver atau Tingkat efisiensi. Dan Pengujian ini dilakukan hanya dengan menggunakan dua beban yaitu:

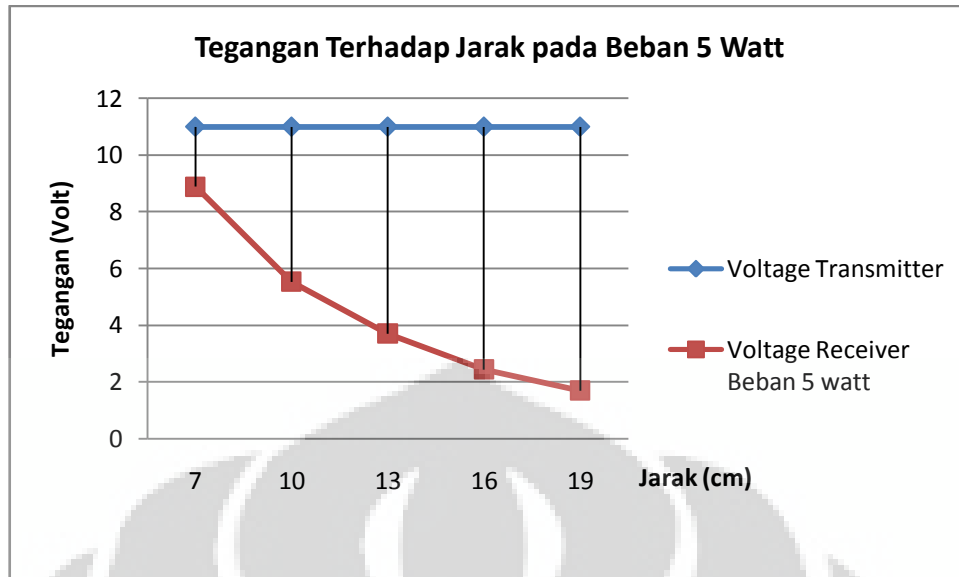
- Lampu 5 watt
- Lampu 8 watt.

Tabel 4.3. tabel pengujian dengan Beban 5 watt

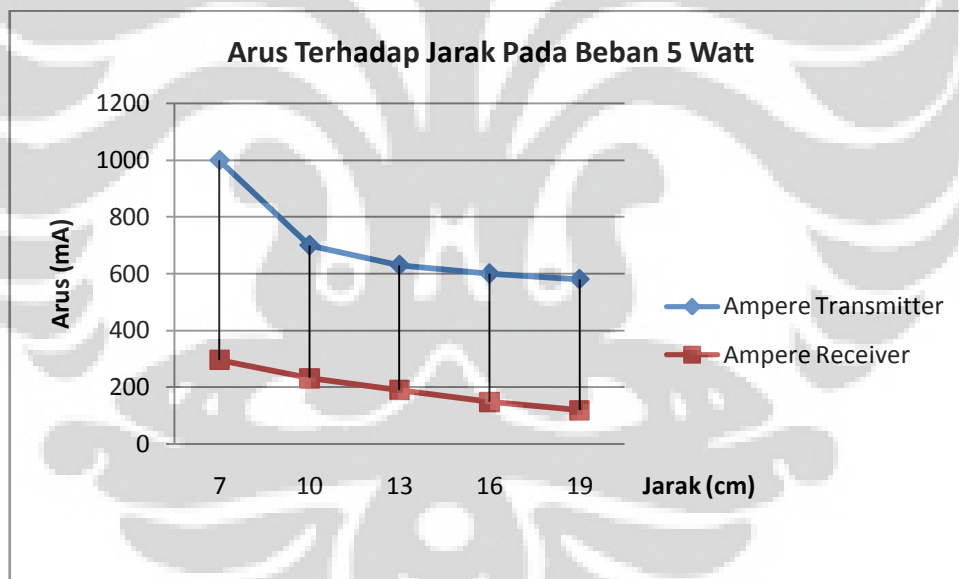
Beban Lampu 12 V / 5 Watt				
JARAK (cm)	Transmitter		Receiver	
	Voltage (Volt)	Ampere Transmitter (mA)	Voltage (Volt)	Ampere Receiver (mA)
7	11	1000	8.88	295.2
10	11	700	5.53	231.3
13	11	630	3.7	190
16	11	600	2.44	148
19	11	580	1.7	119

Tabel 4.4. Tabel Pengujian efisiensi terhadap jarak

Beban Lampu 12 Volt/ 5 watt			
JARAK (cm)	DAYA TRANSMITTER (Watt)	DAYA RECEIVER (Watt)	EFFICIENCY (%)
7	11	2.62	23.9
10	7.7	1.27	16.49
13	6.93	0.7	10.1
16	6.6	0.36	5.75
19	6.38	0.2	3.1



Gambar 4.6. Grafik chart tegangan terhadap jarak



Gambar 4.7. Grafik chart arus terhadap jarak

Pada grafik bisa dilihat selisih Tegangan dan arus yang dikirim dari transmitter dan diterima oleh receiver dengan range jarak dimulai dari 7 cm hingga 19 cm Level tegangan dan Arus yang diterima akan semakin besar jika posisi jarak antara antenna transmitter dan receiver semakin dekat.

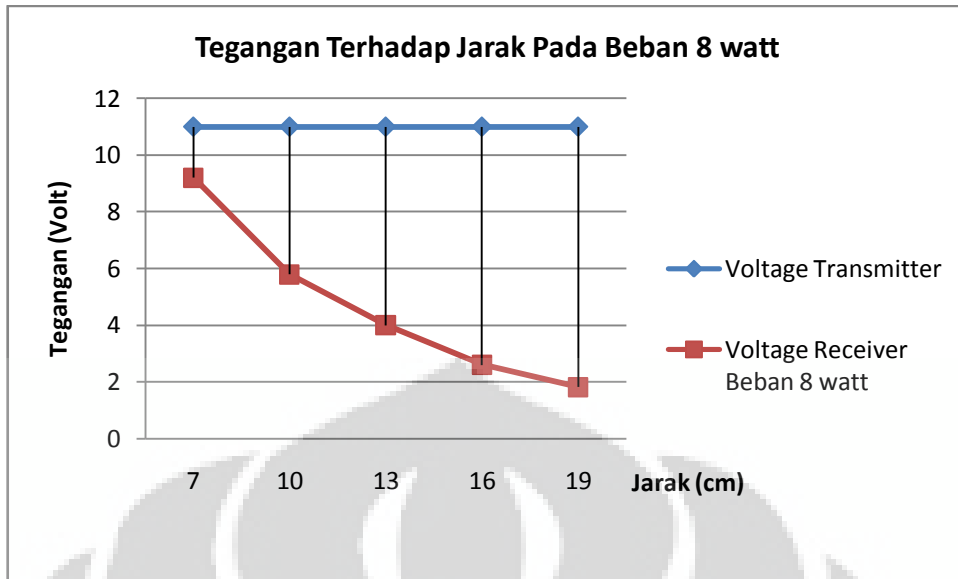
Sedangkan dengan menggunakan Beban Lampu 8 watt bisa dilihat melalui tabel dan grafik hasil pengukuran dibawah ini;

Tabel 4.5. Tabel Pengujian dengan beban 8 watt

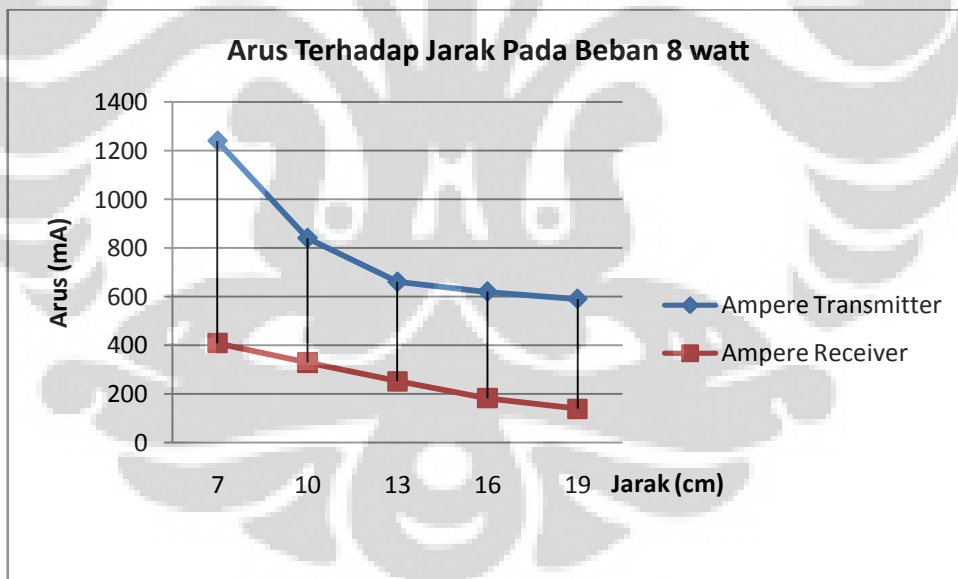
Beban Lampu 12 V / 8 Watt				
JARAK (cm)	Transmitter		Receiver	
	Voltage (V)	Ampere (mA)	Voltage (V)	Ampere (mA)
7	11	1240	9.2	408.5
10	11	840	5.8	329.2
13	11	660	4	252
16	11	620	2.6	182.5
19	11	590	1.82	139

Tabel 4.6. Tabel pengujian efisiensi terhadap jarak

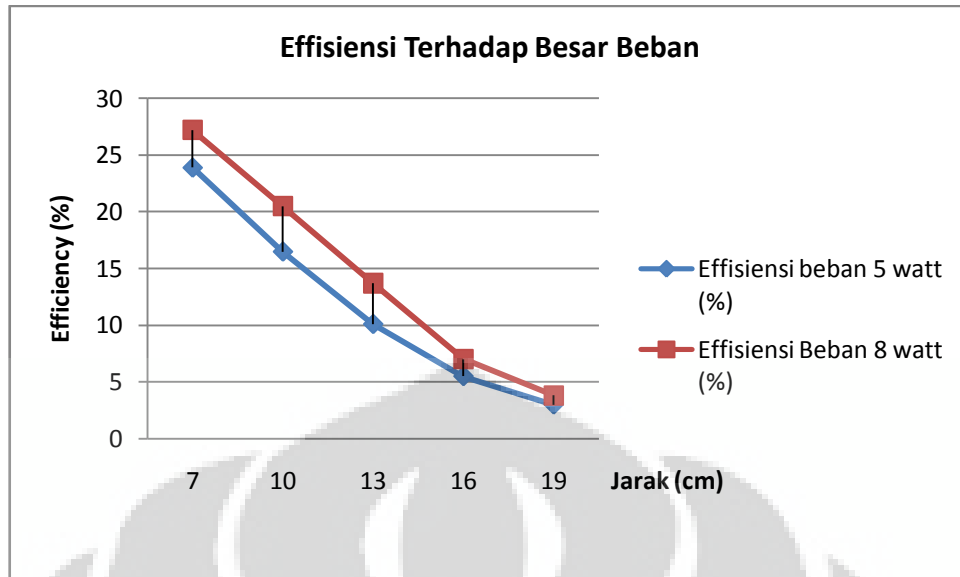
Beban Lampu 12 Volt/ 8 watt			
Jarak (cm)	Daya Transmitter (Watt)	Daya Receiver (Watt)	Efficiency (%)
7	13.6	3.7	27.2
10	9.24	1.9	20.5
13	7.26	1	13.7
16	6.8	0.48	7
19	6.49	0.25	3.85



Gambar 4.8. Grafik chart tegangan terhadap jarak

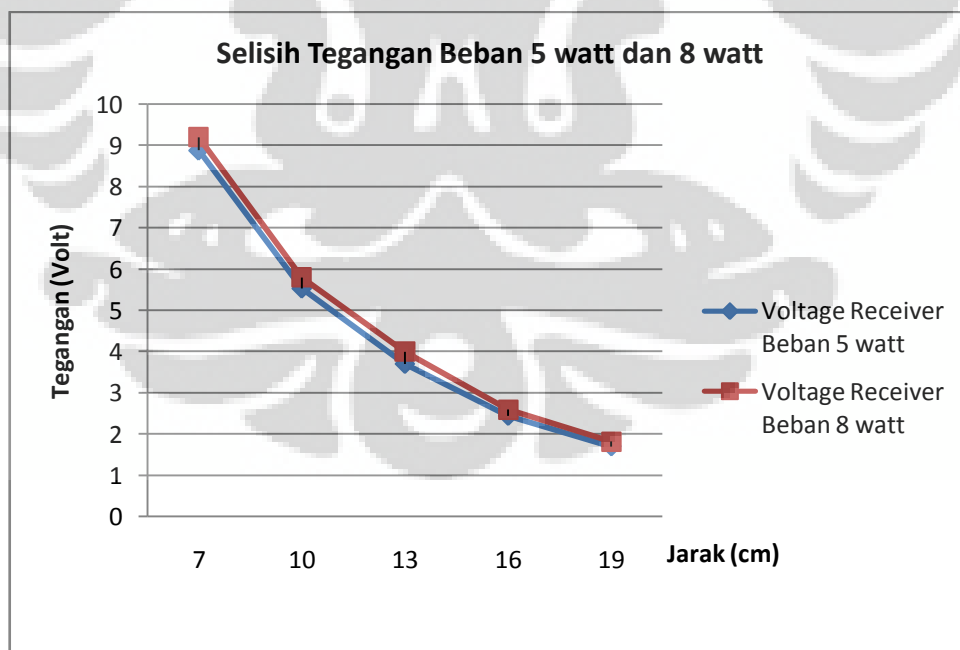


Gambar 4.9. Grafik chart arus terhadap jarak



Gambar 4.10. grafik chart selisih effisiensi terhadap beban

Dari Gambar diatas dapat dilihat bahwa tingkat effisiensi yang ditangkap pada receiver berbanding lurus dengan besarnya beban yang ditaruh pada receiver



Gambar 4.11. Grafik chart tegangan pada beban 5 watt dan 8 watt

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil pengujian rangkaian Transmitter Wireless Power transfer Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. 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 46 Volt dengan frekuensi 515 Khz.
2. Berdasarkan gambar 4.10 bisa dilihat Semakin besar beban yang ditaruh pada receiver, tingkat efisiensi yang didapat akan semakin besar yaitu 27,2% pada beban 8 watt, dan 23.9 % pada beban 5 watt dengan jarak yang sama.
3. Semakin dekat jarak receiver dengan transmitter maka akan semakin besar juga daya yang digunakan transmitter, hal ini ditandai dengan meningkatnya arus pada transmitter.
4. Semakin dekat jarak receiver dengan transmitter semakin besar daya yang dihasilkan pada receiver, hal ini ditandai dengan meningkatnya arus dan tegangan pada receiver.
5. Panas yang dihasilkan Mosfet pada transmitter cenderung stabil pada pemakaian 30 menit keatas sebesar 55 dan 56 celcius degree.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Datasheet IC D469A Quad High Current Power Driver  
[http://www.ic-online.cn/view\\_download.php?id=1644158&file=0323%5Cd469a\\_1898191.pdf](http://www.ic-online.cn/view_download.php?id=1644158&file=0323%5Cd469a_1898191.pdf)
- [2] Datasheet IC LM111 Voltage Comparator  
<http://html.alldatasheet.com/html-pdf/157721/TI/LM111/302/11/LM111>.
- [3] Datasheet Mosfet N channel IXYS IXTN79N20  
<http://www.datasheetarchive.com/IXTN79N20-datasheet.html>
- [4] *Bab 9 Hukum Faraday*  
[dosen.tf.itb.ac.id/.../index.php?...Bab%209%20hukum%20Faraday.ppt](https://dosen.tf.itb.ac.id/.../index.php?...Bab%209%20hukum%20Faraday.ppt)
- [5] *Hukum Induksi Faraday*  
[mohtar.staff.uns.ac.id/files/2008/08/hukum-induksi-faraday1.ppt](https://mohtar.staff.uns.ac.id/files/2008/08/hukum-induksi-faraday1.ppt)
- [6] Shun Yao., et al(2009). Design of Wireless Power Supply Microsystem for Capsule Endoscope. *IEEE Journal*.
- [7] Eco friend (2010)  
<http://www.ecofriend.com/entry/automotive-electrical-firms-developing-wireless-charging-systems-for-electric-and-plug-in/>
- [8] Nikola Tesla  
[http://id.wikipedia.org/wiki/Nikola\\_Tesla](http://id.wikipedia.org/wiki/Nikola_Tesla)
- [9] Kautsar, Helmi. 2010. *Analisa Perancangan Transmitter Pada Penghantar Listrik Tanpa Kabel*. Depok : Universitas Indonesia.
- [10] Powermat wireless charging system hits shelves  
<http://www.gizmag.com/powermat-wireless-charging/13046/>
- [11] Comparator Oscillator Circuit By IC LM311  
<http://www.eleccircuit.com/comparator-oscillator-circuit-by-lm311/>

