

LAPORAN TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN
TRANSFER DAYA LISTRIK NIRKABEL
BEBAN DC
MENGGUNAKAN INDUKSI ELEKTROMAGNETIK

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro



Oleh :

SIGIT JULIANTO DIHARJO

13524010

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2018

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

RANCANG BANGUN

TRANSFER DAYA LISTRIK NIRKABEL

BEBAN DC

MENGGUNAKAN INDUKSI ELEKTROMAGNETIK

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**

Disusun oleh:

**Sigit Julianto Diharjo
NIM. 13524010**

**الجامعة الإسلامية
Yogyakarta, 09 Februari 2018**

Menyetujui,

Pembimbing,

**Setyawan Wahyu Pratomo, S.T., M.T.
NIP. 155241302**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sigit Julianto Diharjo

No. Mahasiswa : 13524010

Menyatakan dengan jujur bahwa Tugas Akhir ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri, dan sepanjang sepengetahuan saya tidak berisi materi yang ditulis oleh orang lain sebagai persyaratan penyelesaian studi di Universitas Islam Indonesia atau perguruan tinggi lain, kecuali bagian-bagian tertentu yang saya ambil sebagai acuan dengan mengikuti tata cara dan etika penulisan karya ilmiah yang lazim. Jika ternyata terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.

Yogyakarta, 09 Februari 2018



Sigit Julianto Diharjo

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
RANCANG BANGUN
TRANSFER DAYA LISTRIK NIRKABEL
BEBAN DC**

MENGGUNAKAN INDUKSI ELEKTROMAGNETIK

ISLAM
Oleh

Nama : Sigit Julianto Diharjo

NIM : 13524010

**Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam
Indonesia**

Yogyakarta, 27 Februari 2018

Tim Penguji,

Ketua

Setyawan Wahyu Pratomo, S.T., M.T.

Anggota I

Dr. Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T.

Anggota II

Medilla Kusriyanto, S.T., M.Eng.

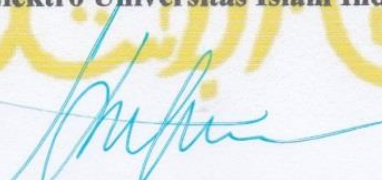


Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia



Dr. Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T.

NIP. 025200526



HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillahirabbil alamin...

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada:

Allah SWT

Segala puji bagi Allah atas berkat dan rahmat-Nya sehingga tugas akhir ini dapat saya selesaikan. Semoga ilmu yang saya dapat dalam tugas akhir ini bermanfaat bagi seluruh masyarakat. Aminn....

Dua puluh dua tahun telah kita lewati bersama dengan penuh suka duka. Tak terasa anak pertama mu telah menyelesaikan tugas akhir di penghujung kuliah ini. Kepada Ayah dan Ibu terimakasih telah mendukung dan mendorong ku untuk terus berusaha dalam setiap tantangan terimakasih juga telah mengajarkan ku untuk tidak pantang menyerah dalam segala hal 😊

Terimakasih adik adik ku tersayang semoga tetap menjadi siswa yang berprestasi dan membanggakan kedua orang tua..

Teruntuk kepada teman-teman ku semua yang telah menjadi motivator untuk selalu semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini. semoga yang belum lulus segera lah menyusul yaa gais wkwkwk..

HALAMAN MOTTO

يُحْسِنُ أَنْ إِذَا عَمِلَ اللَّهُ الْعَامِلَ يُحِبُّ.

*Artinya: "Allah mencintai orang yang bekerja apabila bekerja
maka ia selalu memperbaiki prestasi kerja"*

(H.R. Tabrani)

*Berikanlah yang terbaik dalam setiap pekerjaan mu dan tetap terus bekerja keraslah
dengan apa yang kamu suka, tak peduli hasil akhirnya. Dan akan selalu ada yang
menghargai pekerjaanmu.*

(Ary Ginanjar)

*Jangan jadikan suatu kegagalan sebagai alasan untuk takut mengalaminya kembali
sehingga kamu tak akan pernah mau lagi untuk mencobanya, tapi lihatlah kegagalan
sebagai kesuksesan untuk mengetahui cara yang salah.*

-Thomas Jefferson-

*Pendidikan bukanlah suatu proses untuk mengisi wadah yang kosong, akan tetapi
Pendidikan adalah suatu proses menyalakan api pikiran.*

-W.B.Yeats-

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkat dan rahmat yang diberikan sehingga penulis menyelesaikan tugas akhir dan pembuatan laporan tugas akhir ini yang berjudul "*RANCANG BANGUN TRANSFER DAYA LISTRIK NIRKABEL MENGGUNAKAN INDUKSI ELEKTROMAGNETIK.*"

Laporan tugas akhir ini dibuat dari hasil tugas akhir yang dilaksanakan selama 6 bulan. Maksud dan tujuan dari tugas akhir ini adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik elektro pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam proses pengerjaan skripsi ini. Atas bimbingan, dukungan, kerja sama, dan fasilitas diucapkan terima kasih kepada :

1. Ayah dan Ibu serta adik-adik ku yang memberikan motivasi dan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Setyawan Wahyu Pratomo S.T., M.T. selaku dosen pembimbing skripsi yang selalu membimbing penulis selama menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia yang telah membimbing dan memberikan ilmunya selama duduk di bangku kuliah.
4. Arni Yuli Nugroho, S.T. yang selalu memberi semangat tak kenal lelah, motivasi, dan doa untuk segera menyelesaikan tugas akhir.
5. Deny, Denny, Raka, Jaya, dan bang Rahmad yang telah memberikan kritik dan saran juga diskusi untuk penyelesaian skripsi serta dukungannya.
6. Teman – teman Karang Taruna Trijaya XI yang menjadi penghibur saat suntuk mengerjakan tugas akhir, serta doanya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Saudara seperjuangan Teknik Elektro UII angkatan 2013 atas doa, semangat, dan dukungannya.
8. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Adanya kekurangan dalam penulisan skripsi ini karena keterbatasan ilmu yang dimiliki penulis. Kritik dan saran yang membangun sangat dibutuhkan penulis demi kesempurnaan skripsi ini untuk kedepannya. Semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi pembaca dan penggunaannya.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 09 Februari 2018

Penulis,

Sigit Julianto Diharjo

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

cm	= Satuan Jarak (centi meter)
W	= Satuan daya (watt)
V	= Satuan tegangan (volt)
KHz	= Satuan gelombang (kilo hertz)
MHz	= Satuan gelombang (mega hertz)
f_o	= Frekuensi Osilasi (Hertz)
L	= Induktor dengan satuan henry
μH	= Satuan induktor (mikro henry)
C	= Kapasitor dengan satuan farad
nF	= Satuan kapasitor (nano farad)
AC	= <i>Alternating Current</i>
DC	= <i>Direct Current</i>
Φ_B	= Fluks magnetik
B	= Kerapatan fluks magnetik
A	= Luas penampang
$\cos\theta$	= Sudut penampang
ϵ	= Gaya gerak listrik induksi (volt)
N	= Banyaknya lilitan kumparan
$\Delta\Phi_B$	= Perubahan fluks magnetik (webber)
Δt	= Selang waktu (sekon)
LC	= Rangkaian induktor dan kapasitor
IC	= <i>Integrated Circuit</i>
Noise	= Sinyal gangguan
Feedback	= Umpan balik
Tank circuit	= Rangkaian induktor dan kapasitor pada osilator
Transmitter (Tx)	= Pengirim
Receiver (Rx)	= Penerima
Probe	= Kabel konektor dari osiloskop
Output	= Keluaran
Input	= Masukan
V_{pp}	= Tegangan <i>peak to peak</i> atau puncak ke puncak gelombang sinyal
V_{rms}	= Tegangan <i>root mean square</i> atau tegangan efektif
V_{max}	= Tegangan maksimum

ABSTRAK

Perkembangan zaman yang semakin pesat teknologi nirkabel mulai banyak digunakan. Baik dalam hal berbagi data, jaringan internet, dan hingga sekarang penelitian tentang transfer daya listrik nirkabel mulai berkembang. Sistem transfer daya nirkabel ini mulai banyak digunakan pada perangkat beban DC, seperti halnya *handphone* dengan *wireless charging*. Dinilai semakin andal dan praktis tanpa menggunakan kabel salah satu kelebihan dari sistem transfer daya nirkabel. Teknologi sistem transfer daya nirkabel ini memanfaatkan sifat induksi elektromagnetik yang ditimbulkan oleh kedua kumparan pengirim dan penerima, sehingga antar kedua kumparan tersebut dapat beresonansi yang menghantarkan tegangan dan arus listrik. Sehingga penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan sistem transfer daya listrik nirkabel terhadap jarak antar kumparan. Penelitian ini menggunakan rangkaian osilator *colpitts* sebagai pembangkit sinyal dari tegangan DC untuk menghasilkan frekuensi gelombang yang tinggi dan stabil di kumparan pengirim. Untuk itu, pada penelitian ini penulis menghasilkan frekuensi gelombang osilasi 19,4 MHz dengan efisiensi sistem sebesar 13,38% pada jarak hantar 0 cm antar kumparan. Apabila sistem tersebut dapat bekerja optimal dengan komponen yang digunakan ini dapat digunakan untuk beban DC 12 volt dan arus 1 ampere.

Kata Kunci : Transfer daya nirkabel, kumparan, Rangkaian Osilator, Frekuensi Osilasi.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	ix
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Manfaat Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	2
BAB II	3
2.1 Studi Literatur	3
2.1.1 Listrik Nirkabel dengan Teknik Resonansi Induksi Elektromagnetik	3
2.1.2 Pengisi Daya Baterai Nirkabel dengan metode Induksi Medan Dekat	4
2.2 Landasan Teori.....	6
2.2.1 Induksi Elektromagnetik pada Transfer Daya Listrik Nirkabel	6
2.2.2 Kopling Magnetik	7
2.2.3 Rangkaian Osilator	9
BAB III	12
3.1 Perancangan Sistem Transfer Daya Listrik Nirkabel.....	12
3.2 Diagram Blok Sistem	14
3.3 Penjelasan Alat.....	14
3.3.1 Perancangan Osilator.....	14
3.3.2 Perancangan <i>Receiver</i>	16
3.3.3 <i>Power Supply</i>	16

BAB IV	17
4.1 Hasil Simulasi Rangkaian	17
4.2 Pengujian Alat.....	17
4.2.1 Pengujian Transmitter	18
4.2.1 Pengujian <i>Receiver</i>	19
BAB V	23
5.1 Kesimpulan	23
5.2 Saran	23
DAFTAR PUSTAKA	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rangkaian Ekuivalen Osilasi Hartley	4
Gambar 2.2 Rangkaian <i>push-pull amplifier</i>	5
Gambar 2.3 Rancangan kumparan model <i>Flat Pancake Wheeler</i>	5
Gambar 2.4 Ilustrasi kumparan yang beresonansi	6
Gambar 2.5 Ilustrasi proses induksi antar kumparan.....	8
Gambar 2.6 Contoh Rangkaian Osilator <i>Colpitts</i>	10
Gambar 2.7 Sinyal Osilasi dari Rangkaian Osilator	11
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	12
Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem.....	14
Gambar 3.3 Rangkaian Osilator <i>Colpitts</i>	15
Gambar 3.4 Rangkaian <i>Receiver</i>	16
Gambar 4.1 Simulasi Rangkaian Osilator.....	17
Gambar 4.2 Hardware Rangkaian Pengirim dan Penerima	18
Gambar 4.3 Gelombang Sinyal dari Rangkaian Osilator	19
Gambar 4.4 Gelombang Osilasi pada Kumparan <i>Receiver</i>	20

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Rangkaian <i>receiver</i> Tanpa Beban	20
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Rangkaian <i>receiver</i> menggunakan Beban Lampu.....	21
Tabel 4.3 Hasil pengukuran daya <i>input</i> dan <i>output</i> menggunakan beban lampu DC.....	22

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik yang digunakan dalam kebutuhan sehari-hari sangat diperlukan. Mulai dari penghasil energi listrik yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dan beberapa pembangkit listrik lainnya menggunakan tenaga uap, tenaga diesel, panas bumi atau *geothermal*, tenaga nuklir, hingga sekarang sumber energi terbarukan Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang menggunakan cahaya matahari sebagai sumber energi listrik. Selanjutnya suplai distribusi tenaga listrik melalui gardu induk yang ditransmisikan dari Pembangkit Listrik, hingga penyaluran listrik yang bertegangan 220/380 volt yang digunakan oleh rumah tangga hingga pabrik industri di Indonesia.

Energi listrik yang disalurkan hingga dinikmati oleh konsumen ini dari hasil transmisi energi listrik menggunakan kabel. Baik dari instalasi jaringan listrik umumnya menggunakan kabel sebagai transmisi energi listrik. Pada perkembangan teknologi yang semakin pesat ini teknologi nirkabel mulai banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Mulai dari kegunaan media telekomunikasi untuk berbagi data secara nirkabel yang dinilai semakin praktis, mudah, dan fleksibel. Tidak hanya untuk media telekomunikasi, teknologi nirkabel mulai digunakan untuk transfer daya listrik nirkabel. Kegunaan transfer daya listrik nirkabel ini adalah media transmisi energi listrik tanpa menggunakan perantara kabel.

Penelitian tentang energi listrik sebagai media transfer daya listrik nirkabel semakin berkembang. Disamping praktis dan simpel dalam kegunaannya, media transfer daya listrik nirkabel ini dapat mengurangi penggunaan kabel dalam instalasi jaringan listrik. Kegunaannya pada daya beban dc seperti *wireless charging* pada *handphone* teknologi ini mulai banyak digunakan. Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan teknologi transfer daya listrik nirkabel untuk digunakan pada beban DC. Menggunakan metode induksi elektromagnetik dengan kedua buah kumparan pengirim dan penerima yang akan saling beresonansi antar kumparan. Penelitian ini menggunakan *power supply* sebagai sumber tegangan DC, untuk mengaktifkan rangkaian osilator sebagai pembangkit gelombang osilasi dari tegangan DC yang akan digunakan untuk resonansi antar kumparan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan Masalah pada penelitian ini adalah bagaimana menerapkan prinsip induksi elektromagnetik dalam sistem transfer daya nirkabel untuk digunakan beban DC?

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah mengembangkan teknologi transfer daya listrik nirkabel dengan menggunakan induksi elektromagnetik untuk digunakan beban DC berdaya rendah.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian dari penelitian ini adalah menerapkan prinsip induksi elektromagnetik dalam sistem transfer daya listrik nirkabel untuk beban DC. .

1.5 Batasan Masalah

1. Perancangan sistem transfer daya listrik nirkabel yang akan digunakan untuk beban DC 12 volt.
2. Rangkaian osilator yang digunakan adalah *Colpitts Oscillator*.
3. Frekuensi osilasi yang diinginkan sebesar 503 KHz.
4. Parameter yang diteliti adalah tegangan, frekuensi, jarak hantaran, serta efisiensi daya yang dihantarkan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

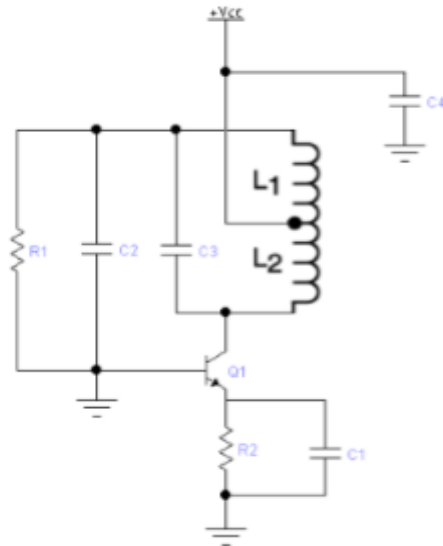
Penggunaan transfer daya listrik nirkabel memiliki beberapa metode. Berdasarkan jurnal yang telah dipelajari terdapat beberapa perbedaan hasil uji coba alat tiap metode yaitu rangkaian osilator, bentuk kumparan sebagai media transfer daya listrik nirkabel, jarak hantar, frekuensi dan efisiensi. Berikut penjelasan mengenai beberapa metode penggunaan transfer daya listrik nirkabel:

2.1.1 Listrik Nirkabel dengan Teknik Resonansi Induksi Elektromagnetik

Metode transfer energi listrik menggunakan teknik resonansi induksi elektromagnetik dalam rangkaian *transmitter* terdiri dari rangkaian osilator merupakan rangkaian yang mengubah sinyal DC menjadi sinyal yang berosilasi dengan frekuensi yang telah ditentukan [1]. Penggunaan resonansi induktif elektromagnetik bertujuan untuk meningkatkan *bandwidth* gelombang medan elektromagnetik menggunakan frekuensi yang sama dari sisi pengirim dan penerima. Sehingga jarak pengiriman transfer daya listrik nirkabel antar kumparan menjadi lebih jauh dengan efisiensi daya yang lebih tinggi. Gelombang frekuensi digunakan untuk meningkatkan efisiensi energi yang ditransfer. Ada beberapa persyaratan untuk menghasilkan rangkaian osilasi, diantaranya:

- a. Sumber tegangan DC, menggunakan adaptor yang berfungsi sebagai pengubah tegangan AC menjadi DC.
- b. *Amplifier* (penguat), sebagai penguat arus sinyal dan tegangan listrik dari inputnya.
- c. Umpan balik positif (H), untuk mengembalikan bagian dari sinyal keluaran *amplifier* ke tahap input *amplifier*.
- d. Rangkaian penentu frekuensi, untuk menentukan nilai frekuensi yang dihasilkan. Merupakan bagian dari kombinasi rangkaian kapasitor dan induktor yang dipasang secara paralel untuk menghasilkan LC osilasi.

Kumparan pada rangkaian *transmitter* (TX) memiliki fungsi untuk menghasilkan fluks medan magnet. Pada rangkaian *receiver* terdiri dari kapasitor foil yang digunakan untuk menyimpan muatan listrik yang besar untuk sementara waktu dan dioda sebagai penyearah arus satu arah dan tidak dapat mengalirkan arus sebaliknya. Kapasitor pada kumparan rangkaian *transmitter* berfungsi untuk menghasilkan resonansi kapasitor yang digunakan untuk memaksimalkan energi yang ditransfer. Gambar 2.1 adalah rangkaian yang digunakan untuk osilator yaitu rangkaian osilator *hartley*:



Gambar 2.1 Rangkaian Ekuivalen Osilasi Hartley[1]

Dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

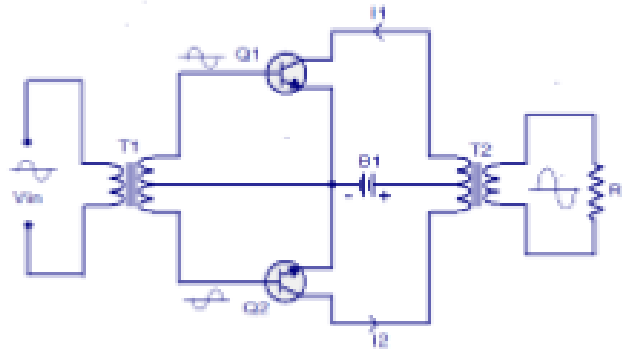
- Induksi medan magnetik mampu mengirimkan energi listrik secara nirkabel.
- Resonansi osilasi LC sangat dibutuhkan karena digunakan untuk peningkatan efisiensi energi yang ditransfer dari sisi pengirim ke penerima.
- Semakin besar jarak antar kumparan yang ditransfer energi listriknya semakin kecil tegangan yang dihasilkan dan sebaliknya.
- Perubahan sudut pada kumparan *transmitter* sangat mempengaruhi jumlah nilai tegangan yang dihasilkan

2.1.2 Pengisi Daya Baterai Nirkabel dengan metode Induksi Medan Dekat

Metode transfer daya listrik nirkabel dengan pengisian daya baterai gadget media transfer daya nirkabel yang menggunakan metode induksi medan dekat. Metode yang menggunakan rangkaian osilator sebagai efisiensi energi ditransfer ke beban. Rangkaian osilator menggunakan IC TL494 memiliki kegunaan pada sinyal gelombang frekuensi dan bagian komparator PWM (*Pulse Width Modulation*). Parameter kegunaan IC tersebut dapat digunakan sebagai perbandingan ke berbagai sinyal kontrol.

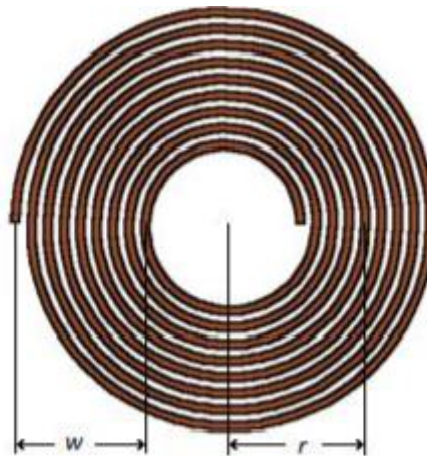
Pada rangkaian osilator memerlukan sebuah rangkaian penguat seperti *amplifier*, rangkaian penguat pada metode ini menggunakan *MOSFET push-pull* yang memiliki kegunaan pada satu sumber arusnya melalui beban sementara *source* yang lain untuk menghilangkan arus dari beban. *Push-pull* memiliki keunggulan dari penguat *single-ended* (satu transistor pada *output* untuk mengendalikan beban) dalam hal distorsi dan kinerja [2]. Cara kerja dari rangkaian penguat *push-pull* yaitu sinyal yang akan dikuatkan pada bagian pertama dibagi menjadi dua sinyal identik 180° saat keluar dari fase.

Gambar 2.2 keuntungan dari penguat *push-pull* memiliki distorsi yang rendah, tidak ada saturasi magnetik dalam inti kopling trafo, dan pembatalan riak catu daya yang dapat menghapuskan *noise*. Penguatan ini menggunakan trafo yang di *coupling* untuk input transistor. Kerugiannya adalah saat rangkaian penguat membutuhkan dua transistor atau lebih dapat menyebabkan kopling yang besar pada trafo.



Gambar 2.2 Rangkaian *push-pull amplifier*[2]

Gambar 2.3 kumparan yang digunakan sebagai *transmitter* dan *receiver* menggunakan model kumparan *Flat Pancake Wheeler*. Kumparan pada dua sisinya ini memiliki nilai induktansi yang sama. Pada kumparan *transmitter* dipasang pada *output* osilator bersama kapasitor resonansi secara paralel, sedangkan pada kumparan *receiver* akan dipasang dengan kapasitor resonansi secara seri.



Gambar 2.3 Rancangan kumparan model *Flat Pancake Wheeler*[2]

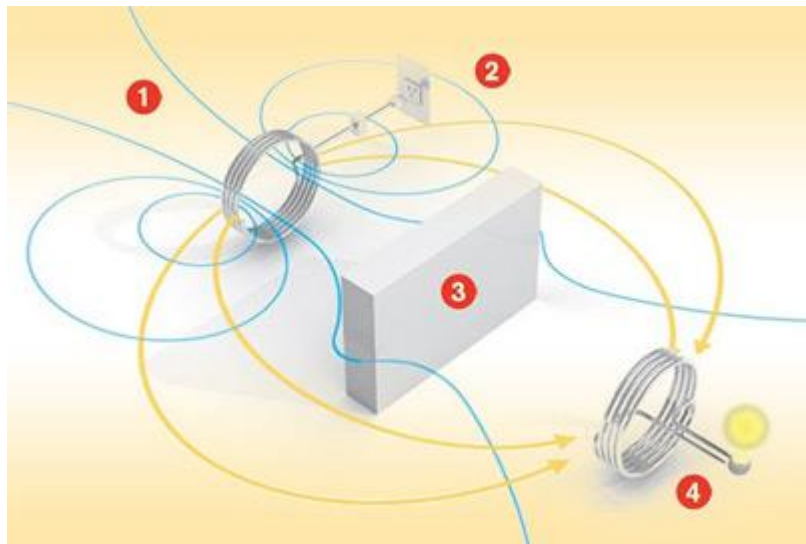
Uji coba alat dipengaruhi berdasarkan parameter yang ditentukan dari jarak, tegangan, arus, daya, dan efisiensi dari alat tersebut. Dapat disimpulkan bahwa efisiensi yang diperoleh pada pengisian baterai charger dengan transfer daya nirkabel juga dapat dipengaruhi jarak antara *transmitter* dan *receiver*. Jarak hantar ideal saat transfer energi listrik dengan jarak 2 cm, nilai efisiensi yang didapatkan maksimum. Sehingga semakin jauh jarak antara *transmitter* dan *receiver* maka semakin kecil daya yang dihasilkan.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Induksi Elektromagnetik pada Transfer Daya Listrik Nirkabel

Transfer daya listrik nirkabel adalah sebuah proses terjadinya energi listrik yang ditransmisikan dari sumber listrik baik tegangan AC maupun DC menuju ke beban listrik tanpa menggunakan kabel. Metode utama dalam penggunaan transfer daya listrik nirkabel ini adalah induksi elektromagnetik.

Induksi elektromagnetik adalah timbulnya gaya gerak listrik (GGL) di dalam suatu kumparan/konduktor, terdapat perubahan fluks magnetik pada kumparan jika kumparan tersebut bergerak relatif pada medan magnetik[4]. Gaya gerak listrik induksi adalah timbulnya gaya gerak listrik di dalam kumparan yang mencakup sejumlah fluks magnetik. Apabila banyaknya fluks magnetik garis gaya tersebut di variasi, maka akan menimbulkan gaya gerak listrik di dalam kumparan. Sehingga kumparan berada di dalam medan magnet yang kuat medannya berubah-ubah terhadap waktu.



Gambar 2.4 Ilustrasi kumparan yang beresonansi[5]

Gambar 2.4 merupakan cara kerja transfer energi listrik terjadi pada masing-masing kumparan sisi pengirim yang terhubung dengan *power supply* sebagai sumber energi listrik, induksi elektromagnetik yang dihasilkan akan beresonansi dengan kumparan sisi penerima sehingga terjadi aliran energi listrik[5]. Sehingga listrik yang terdapat di kumparan sisi penerima terjadi GGL (Gaya Gerak Listrik) induksi yang dapat digunakan untuk beban listrik. Transfer daya listrik nirkabel ini memiliki banyak fungsi dalam kehidupannya sehari-hari, yaitu:

- Memberikan sumber listrik tanpa kabel secara langsung, yaitu ketika beban listrik tanpa baterai membutuhkan daya listrik, akan tetapi tidak ada kabel sebagai transfer energi listrik disekitarnya, maka alat pengirim daya listrik tanpa kabel akan berfungsi selama berada dalam area jangkauan.

- *Charger* baterai secara otomatis tanpa kabel, yaitu ketika alat elektronik sebagai beban energi listrik yang menggunakan baterai dan dapat diisi ulang baterai. Dengan menggunakan prinsip induksi elektromagnetik seperti halnya pada prinsip trafo yang menggunakan kumparan primer dapat mentransmisikan daya ke kumparan sekunder dengan jarak yang sangat dekat.

Hukum Faraday[4] yang menemukan beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya gaya gerak listrik induksi, yaitu induksi yang bergantung pada waktu sehingga pada saat semakin cepat terjadinya perubahan medan magnetik, maka gaya gerak listrik yang di induksi semakin besar. Sehingga gaya gerak listrik tidak sebanding dengan laju perubahan medan magnet, tetapi sebanding dengan laju perubahan fluks magnetik (Φ_B) persamaan (2.1) yang bergerak melintasi luas penampang pada kumparan medan magnet,

$$\Phi_B = \mathbf{B} \cdot \mathbf{A} \cdot \cos\theta \quad (2.1)$$

Dengan \mathbf{B} adalah rapat fluks magnetik, yaitu banyaknya fluks garis gaya magnetik per satuan luas penampang \mathbf{A} dengan garis gaya fluks magnetik tegak lurus, dan θ adalah sudut antara \mathbf{B} dengan garis yang tegak lurus permukaan kumparan. Pada saat kumparan tegak lurus \mathbf{B} , maka $\theta = 90^\circ$ dan $\Phi_B = 0$, tetapi jika \mathbf{B} sejajar terhadap kumparan sehingga nilai $\theta = 0$ akan menghasikan persamaan (2.2):

$$\Phi = \mathbf{B} \cdot \mathbf{A} \quad (2.2)$$

Hukum Faraday yang berbunyi “Gaya gerak listrik induksi yang timbul antara ujung kumparan penghantar berbanding lurus dengan laju perubahan fluks magnetik oleh kumparan penghantar tersebut”. Persamaan (2.3) akan menjelaskan hukum faraday:

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} \quad (2.3)$$

Keterangan :

ε = GGL induksi (Volt)

N = Banyaknya lilitan kumparan

$\Delta\Phi_B$ = Perubahan Fluks Magnetik (Webber)

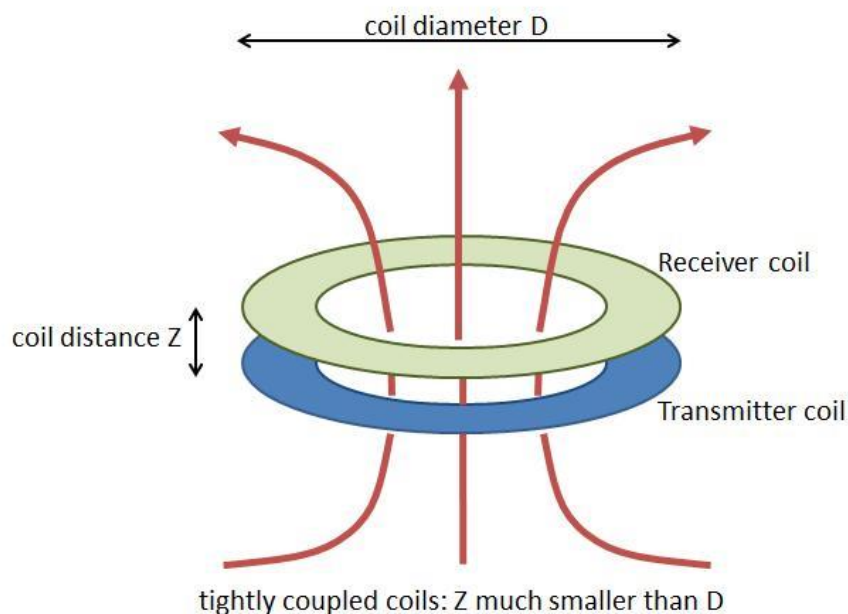
Δt = Selang Waktu (s)

2.2.2 Kopling Magnetik

Induksi elektromagnetik yang terjadi pada proses transfer daya listrik nirkabel, mempengaruhi jarak antara kedua kumparan pengirim dan kumparan penerima. Besar jarak antara kedua kumparan pengirim dan penerima dipengaruhi oleh besarnya nilai fluks magnetik pada kedua kumparan tersebut. Pada proses terjadi induksi elektromagnetik, jumlah fluks magnetik yang dihasilkan hanya sebagian kecil oleh kumparan pengirim dan diterima pada kumparan penerima untuk terjadinya proses transfer daya listrik nirkabel. Sehingga semakin

banyak fluks magnetik yang diterima oleh kumparan penerima, nilai kopling magnetik yang dihasilkan akan semakin baik[3].

Besarnya nilai dari kopling magnetik memiliki besaran koefisien kopling magnetik yaitu k . Apabila besar nilai kopling magnetik yang dihasilkan oleh kumparan pengirim bernilai 1, dapat menunjukkan fluks magnetik yang dihasilkan oleh kumparan pengirim dapat diterima dengan baik oleh kumparan penerima. Sehingga proses induksi elektromagnetik yang terjadi jika nilai kopling magnetik bernilai 1 dapat dikatakan ideal. Sebaliknya pada saat nilai koefisien kopling magnetik yang didapatkan bernilai mendekati 0, kumparan pengirim yang menghasilkan induksi elektromagnetik tidak dapat diterima dengan baik oleh kumparan penerima. Maka koefisien kopling magnetik dapat dikatakan tidak terjadi induksi dan tidak ideal untuk terjadi proses induksi elektromagnetik. Gambar 2.5 adalah contoh dari proses kopling magnetik:



Gambar 2.5 Ilustrasi proses induksi antar kumparan[3]

Nilai kopling magnetik (k) dipengaruhi oleh jarak antara kumparan pengirim dan kumparan penerima juga dari bentuk dan ukuran antar kumparan tersebut. Sehingga apabila terjadi perpindahan jarak posisi antar kumparan dapat mempengaruhi nilai kopling magnetik. Persamaan nilai kopling magnetik (2.4) adalah sebagai berikut:

$$k = \frac{L_{12}}{\sqrt{L_{11}L_{22}}} \quad (2.4)$$

Pada nilai L_{12} adalah nilai dari induktansi bersama, untuk nilai L_{11} dan L_{22} merupakan nilai induktansi sendiri. Sehingga persamaan (2.4) dihasilkan dari persamaan (2.5) induktansi bersama untuk kopling magnetik berikut:

$$\frac{V_1}{j\omega} = L_{11} \cdot I_1 + L_{12} \cdot I_2 \quad (2.5)$$

$$\frac{V_2}{j\omega} = L_{12} \cdot I_1 + L_{22} \cdot I_2$$

Dimana nilai V_1 dan V_2 adalah tegangan yang terdapat pada kedua kumparan, I_1 dan I_2 merupakan arus yang mengalir pada kumparan, L_1 dan L_2 adalah induktansi sendiri, sehingga L_{12} merupakan nilai induktansi bersama dan $\omega = 2\pi f$ adalah proses *loop* dari frekuensi.

2.2.3 Rangkaian Osilator

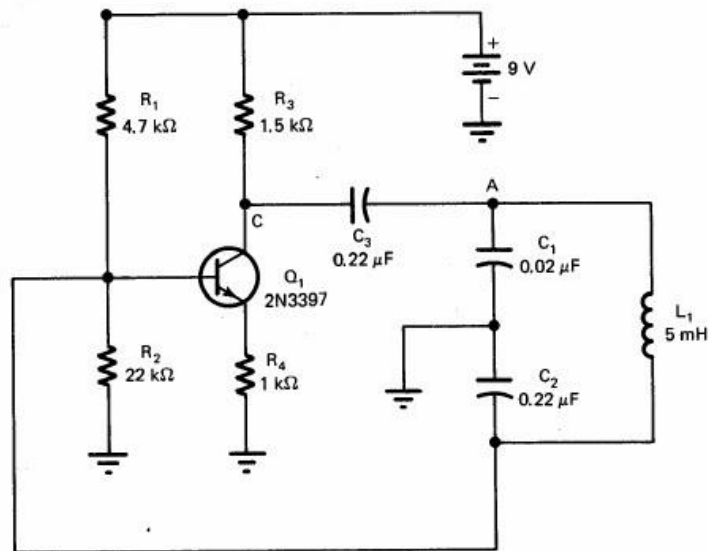
Osilator adalah sebuah perangkat yang memiliki fungsi untuk membangkitkan sinyal osilasi (sinyal sinusoidal). Untuk menghasilkan sinyal osilasi dibutuhkan tegangan DC yang diberikan ke rangkaian osilator oleh beberapa komponen-komponen osilasi. Contoh rangkaian osilasi yang umum digunakan adalah resistor, induktor, kapasitor, dan elektronika sebagai penguat sinyal seperti transistor, *op-amp*, dan *mosfet*.

Prinsip kerja dari rangkaian osilator dimulai dari sinyal *noise* yang berasal dari tegangan sumber DC saat pertama kali rangkaian bekerja [6]. Sinyal *noise* ini kemudian kembali ke input penguat sehingga terjadi proses *looping* (berulang-ulang). Selanjutnya sinyal *noise* yang semakin membesar dan membentuk periode tertentu sesuai dengan jaringan filter yang dipasang. Periode inilah yang menjadi nilai frekuensi sebuah osilator yang sering disebut dengan frekuensi resonansi. Jika sinyal umpan balik melalui komponen resonansi, maka sinyal dilewatkan yang paling dominan adalah sinyal dengan frekuensi resonansi.

Rangkaian Osilator yang digunakan terdapat berbagai macam jenisnya, salah satunya osilator *colpitts*. Rangkaian osilator *colpitts* ini adalah salah satu rangkaian yang paling efektif untuk pembangkit gelombang sinyal sinus dengan nilai rentang frekuensi antara 10 KHz hingga 10 MHz. Rangkaian osilator *colpitts* memiliki kelebihan diantaranya :

- a. Nilai induktansi yang rendah pada *tank circuit* (rangkaian tangki LC).
- b. Menggunakan satu buah mosfet sebagai penguat untuk menghasilkan sinyal sinus.
- c. Pada frekuensi kerja yang tinggi, frekuensi yang dihasilkan stabil dengan rangkaian yang sederhana.

Rangkaian yang menghasilkan frekuensi ini terdapat pada *tank circuit* (rangkaian tangki LC). Pada osilator *colpitts* menggunakan dua kapasitor yang dipasang seri dan induktor.



Gambar 2.6 Contoh Rangkaian Osilator *Colpitts*[9]

Gambar 2.6 adalah rangkaian osilator *colpitts* terdiri dari rangkaian pembagi tegangan dan rangkaian *feedback* yang memiliki 2 buah kapasitor yang terhubung seri dengan induktor sebagai penghasil frekuensi osilasi. Sehingga rangkaian menghasilkan sinyal osilasi yang memiliki frekuensi resonansi. Berikut persamaan untuk frekuensi dari osilator *colpitts*[6]:

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (2.6)$$

Dengan:

f_o = Frekuensi Osilasi (Hz)

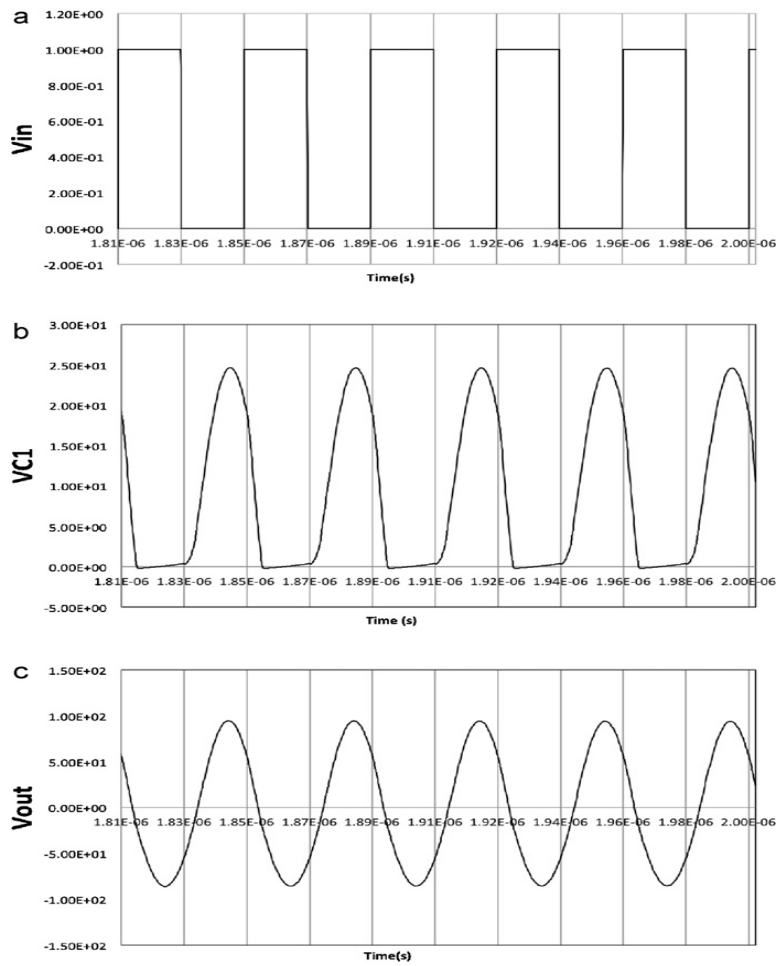
L = Induktor (H)

C = Kapasitor (F)

Dari persamaan 2.6 adalah perhitungan untuk menentukan frekuensi osilasi yang akan digunakan, dengan menggunakan nilai induktor pada rangkaian tangki dan kapasitor yang terhubung seri dengan diperoleh nilainya dari persamaan berikut:

$$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \quad (2.7)$$

Sehingga dari persamaan (2.7) didapatkan sinyal frekuensi yang beresilasi seperti gambar 2.7 berikut ini [7]:

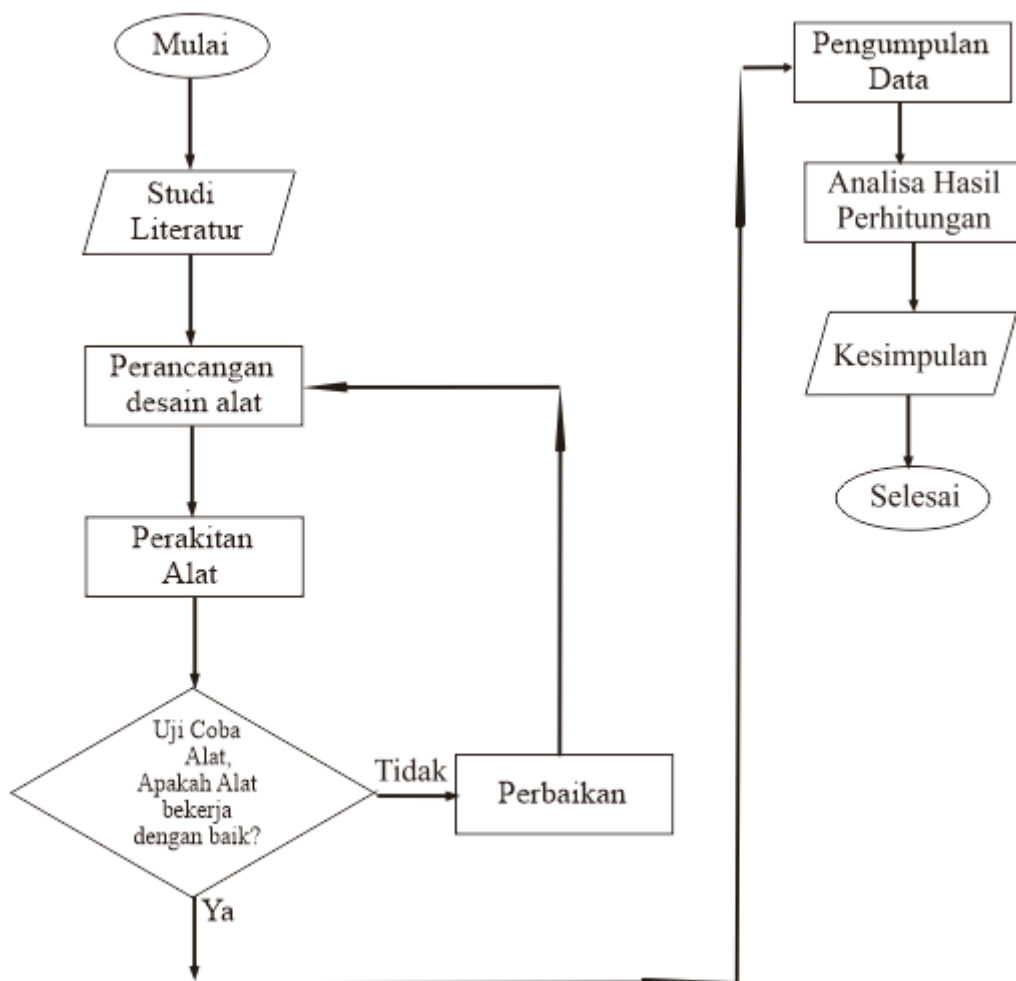


Gambar 2.7 Sinyal Osilasi dari Rangkaian Osilator[6]

BAB III PERANCANGAN SISTEM

3.1 Perancangan Sistem Transfer Daya Listrik Nirkabel

Perancangan sistem untuk penelitian ini dimulai dari perancangan rangkaian pengirim osilator *colpitts* sebagai pembangkit sinyal sinus. Selanjutnya melakukan perancangan rangkaian *transmitter* menggunakan rangkaian LC terdiri dari dua kapasitor seri dan kumparan *receiver*, juga menggunakan rangkaian *rectifier* untuk penyearah gelombang penuh. Beban yang akan digunakan untuk penelitian ini adalah berdaya rendah untuk tegangan DC. Gambar 3.1 adalah diagram alir dari perancangan penelitian ini:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah penjelasan mengenai metodologi penelitian yang akan dilakukan sesuai diagram alir tersebut, diantaranya sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi Literatur yang dilakukan pada penelitian ini adalah untuk:

- a. Mengetahui konsep dasar dari sistem Pembangkit Listrik tenaga Surya (PLTS) beserta komponen yang digunakan termasuk *converter* sebagai penyesuai tegangan DC.
 - b. Mempelajari konsep transfer daya listrik secara nirkabel.
 - c. Mempelajari konsep dasar transfer daya listrik nirkabel menggunakan *transmitter* dan *receiver* dengan menggunakan lilitan.
 - d. Mempelajari prinsip kerja transfer listrik nirkabel dengan induksi elektromagnetik dan rangkaian osilator sebagai penghasil gelombang sinus tegangan DC.
2. Perancangan Desain Alat
Perancangan rangkaian osilator menggunakan software *Proteus* untuk uji coba rangkaian osilator sebagai penghasil tegangan sinus. Rangkaian osilator yang digunakan adalah osilator *colpitts*.
 3. Perakitan Alat
Rangkaian akan dirakit setelah perancangan yang dilakukan pada software berhasil dengan uji coba rangkaian hingga berfungsi sesuai keinginan.
 4. Uji Coba Alat
Uji coba alat setelah rangkaian selesai dirakit dan bekerja dengan baik. Untuk ke tahap selanjutnya alat akan dilakukan pengukuran untuk memperoleh data menggunakan multimeter, osiloskop, dan alat uji lainnya. Apabila alat belum bekerja dengan baik maka akan dilakukan perbaikan untuk perancangan desain alat dan dirakit kembali untuk di uji coba.
 5. Pengumpulan data
Setelah pengujian alat akan dilakukan pengumpulan data dari uji coba dengan parameter yang ditentukan, seperti tegangan yang dihasilkan, arus yang didapatkan, jarak antar kumparan, frekuensi yang dihasilkan pada rangkaian osilator, dan efisiensi alat yang diteliti.
 6. Analisa Percobaan
Analisa percobaan dilakukan setelah pengumpulan data, yang nantinya akan dianalisa pada rangkaian osilator yang digunakan, jarak antar kumparan, tegangan yang dihasilkan, bentuk kumparan, dan efisiensi alat. Analisa dilakukan sesuai parameter yang ditentukan.
 7. Penulisan Laporan
Pembuatan laporan hasil penelitian berdasarkan hasil analisa dan data yang didapatkan dari uji coba.

3.2 Diagram Blok Sistem



Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem

Gambar 3.2 diagram blok sistem akan menjelaskan alur kerja dari sistem penelitian ini, dari *Power Supply* (DC) adalah sebagai sumber energi listrik yang bertegangan DC. Selanjutnya tegangan yang dihasilkan *power supply* akan digunakan untuk mengaktifkan rangkaian osilator *colpitts*. Sumber tegangan dc 12 volt digunakan untuk rangkaian osilator *collpits* yang memiliki fungsi sebagai pembangkit sinyal dc menjadi sinyal sinus.

Gelombang sinus dihasilkan dari rangkaian osilator *colpitts* memiliki frekuensi gelombang sinyal sinus, frekuensi osilasi tersebut adalah frekuensi gaya induksi elektromagnetik yang terjadi rangkaian LC pada kumparan *transmitter*. Kumparan *transmitter* yang mengalami induksi elektromagnetik, sehingga akan beresonansi dengan kumparan *receiver* dan akan terjadi transfer energi listrik nirkabel. Proses terjadinya transfer daya nirkabel ini kumparan *transmitter* menghantarkan gaya gerak listrik seperti medan magnet dengan frekuensi osilasi dan diterima kumparan *receiver* yang meresonansi gelombang osilasi dari kumparan *transmitter*. Sehingga di rangkaian *receiver* tegangan yang diterima akan disearahkan gelombang sinus untuk menghasilkan tegangan keluaran yang digunakan ke beban dc.

3.3 Penjelasan Alat

3.3.1 Perancangan Osilator

Rangkaian osilator berfungsi untuk mengubah sinyal DC menjadi sinyal yang berosilasi. Osilator ini terdiri dari rangkaian pembagi tegangan pada nilai R1 dan R2, Resistor R3 memiliki kegunaan untuk menjaga kestabilan suhu, Kapasitor C3 merupakan *input* DC kapasitor dan C5 *output* kapasitor yang menuju ke rangkaian LC *Tank* pada C1, C2, dan L2 sebagai frekuensi osilasi. Osilator *colpitts* ini memiliki kelebihan yaitu :

- Peningkatan performa saat frekuensi tinggi yang dipengaruhi oleh kapasitor menghasilkan nilai reaktansi yang kecil, sehingga sinyal output sinus pada frekuensi tinggi akan lebih halus.
- Dengan sistem yang sederhana dapat menghasilkan kestabilan saat frekuensi tinggi.
- Menggunakan satu buah *mosfet* atau transistor untuk menghasilkan sinyal sinus.

Perancangan osilator *colpitts* yang menggunakan penguat *IRFZ44N* memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Tegangan input yang digunakan 12 Volt DC.
- Frekuensi osilasi yang diinginkan sebesar 503 KHz.

- Nilai kumparan induktor sebesar 2 μH .
 - Kumparan induktor *transmitter* dan *receiver* menggunakan kawat tembaga berongga.
- Nilai frekuensi osilasi sebesar 503 KHz didapatkan dari perhitungan nilai LC Tank

rangkaian osilator *colpitts*, dengan persamaan (3.1) berikut:

$$C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} \quad (3.1)$$

$$C = \frac{100 \cdot 10^{-9} \times 100 \cdot 10^{-9}}{100 \cdot 10^{-9} + 100 \cdot 10^{-9}}$$

$$C = 5 \cdot 10^{-8} \text{ F}$$

Nilai C total dari C1 dan C2 didapatkan sebesar $5 \cdot 10^{-8} \text{ F}$, sehingga nilai frekuensinya dengan persamaan (3.2) berikut[6]:

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (3.2)$$

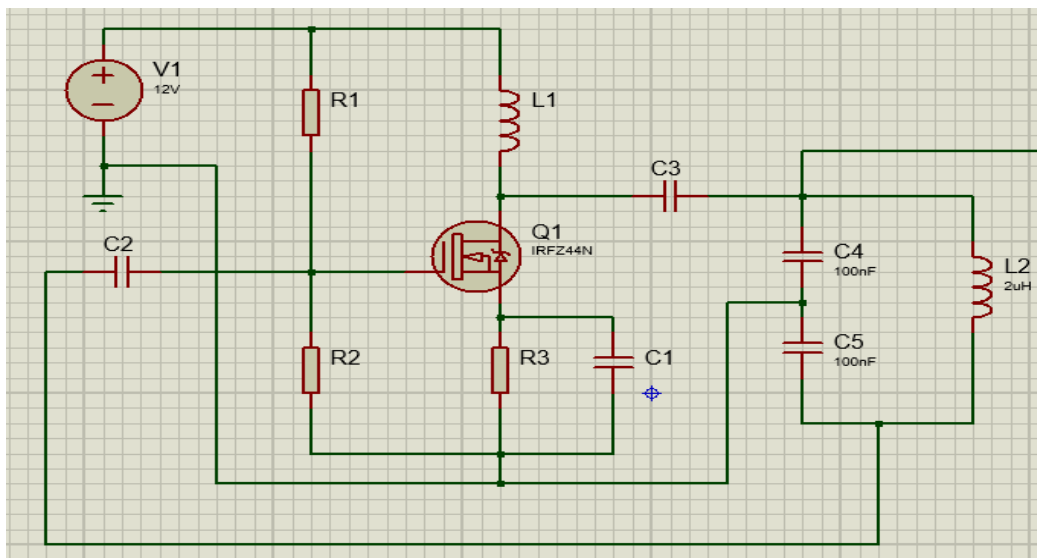
$$f_o = \frac{1}{2.3,14\sqrt{2 \cdot 10^{-6} \times 5 \cdot 10^{-8}}}$$

$$f_o = \frac{1}{1,985 \times 10^{-6}}$$

$$f_o = 503,54 \text{ KHz}$$

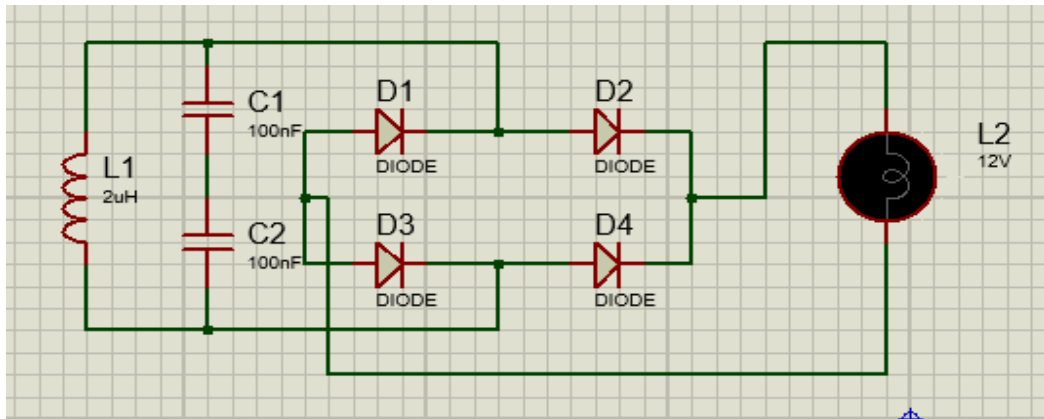
Nilai frekuensi yang didapatkan adalah 503,54 KHz sesuai perhitungan persamaan (3.2), nilai kapasitor dan induktor tersebut digunakan untuk rangkaian LC di osilator *colpitts*.

Gambar 3.3 skema rangkaian dari osilator *colpitts* dengan menggunakan *software proteus*:



Gambar 3.3 Rangkaian Osilator *Colpitts*

3.3.2 Perancangan Receiver



Gambar 3.4 Rangkaian Receiver

Rangkaian receiver pada gambar 3.4 ini memiliki fungsi untuk menerima gaya gerak listrik yang dihasilkan dari rangkaian osilator *colpitts*, sinyal sinusoidal yang dihasilkan rangkaian osilator akan diterima rangkaian LC pada receiver. Untuk bisa beresonansi antar kumparan yang optimal pada LC receiver nilai komponennya dibuat sama dengan LC transmitter dengan menggunakan dua kapasitor 100nF dan induktor 5 lilitan nilai 2 µH. Frekuensi osilasi yang dihasilkan dari rangkaian osilator pada kumparan transmitter sebesar 503,54 KHz dapat beresonansi dengan kumparan receiver. Setelah beresonansi antar kumparan, tegangan 12 volt yang beresonansi akan masuk ke dua buah kapasitor untuk selanjutnya disearahkan dengan dioda untuk digunakan beban DC.

3.3.3 Power Supply

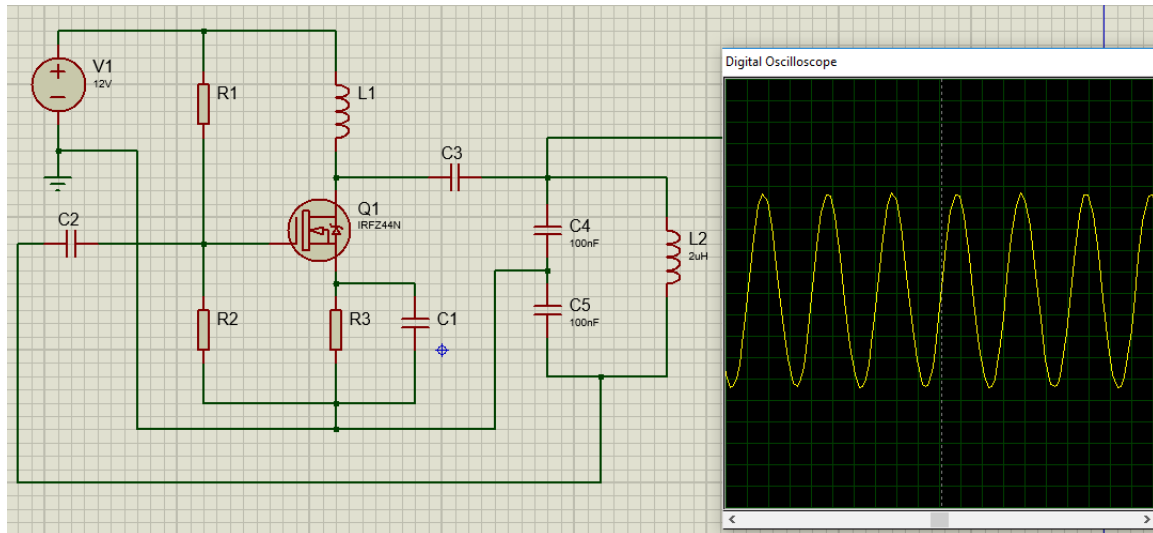
Power Supply DC adalah perangkat keras untuk mengalirkan sumber tegangan dan arus listrik untuk komponen elektronika dengan arus searah DC. Pada power supply sendiri berbentuk kotak yang didalamnya memiliki fungsi mengubah tegangan AC menjadi output tegangan DC seperti inverter. Penelitian ini sumber dari rangkaian elektronika osilator *colpitts* menggunakan sumber DC 12 volt dan arus 3 A untuk mengaktifkan rangkaian osilator tersebut. Karena batasan spesifikasi dari power supply yang digunakan batas tegangan maksimal 30 Volt dan arus maksimal 3 Ampere.

BAB IV

ANALISA PEMBAHASAN

4.1 Hasil Simulasi Rangkaian

Hasil Simulasi pada gambar 4.1 dari desain rangkaian osilator *colpitts* sebagai rangkaian *transmitter* menggunakan *software Proteus 8*. Gambar 4.1 simulasi rangkaian pengirim:



Gambar 4.1 Simulasi Rangkaian Osilator

Simulasi dari rangkaian osilator *colpitts* pada gambar 4.1 menggunakan *software Proteus* didapatkan sinyal yang beresilasi dengan baik. Frekuensi osilasi yang didapatkan sebesar 503,54 KHz, hal ini membuktikan secara virtual rangkaian osilator *collpitts* ini dapat mengubah sinyal dc menjadi sinyal yang beresilasi dengan menghasilkan frekuensi yang stabil dan amplitudo yang konstan.

4.2 Pengujian Alat

Setelah mendesain rangkaian dan melakukan simulasi selanjutnya rangkaian osilator diaplikasikan seperti gambar 4.2 adalah hardware rangkaian osilator, masing-masing rangkaian osilator *colpitts* dan rangkaian *receiver* dengan menggunakan kumparan induktor kawat tembaga berongga 5 lilit untuk resonansi antar kumparan yang menghasilkan induksi elektromagnetik. Selanjutnya melakukan pengujian alat untuk mendapatkan data saat alat bekerja untuk analisa. Parameter yang diukur adalah jarak, tegangan, arus, daya, dan efisiensi alat. Berikut persamaan 4.1 untuk menghitung daya dan 4.2 efisiensi dari alat yang diuji coba :

$$P = V \times I \quad (4.1)$$

Dimana :

P = Daya (watt)

V = Tegangan (volt)

I = Arus (ampere)

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (4.2)$$

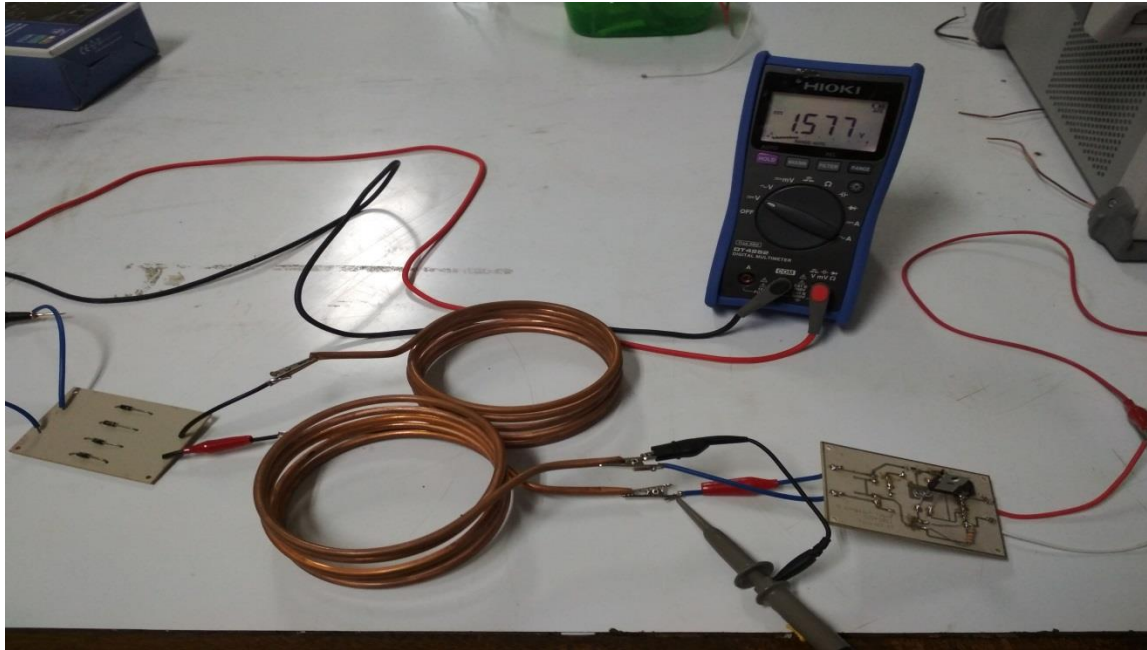
Dimana :

η = Efisiensi Daya (%)

P_{out} = Daya *output* (watt)

P_{in} = Daya *input* (watt)

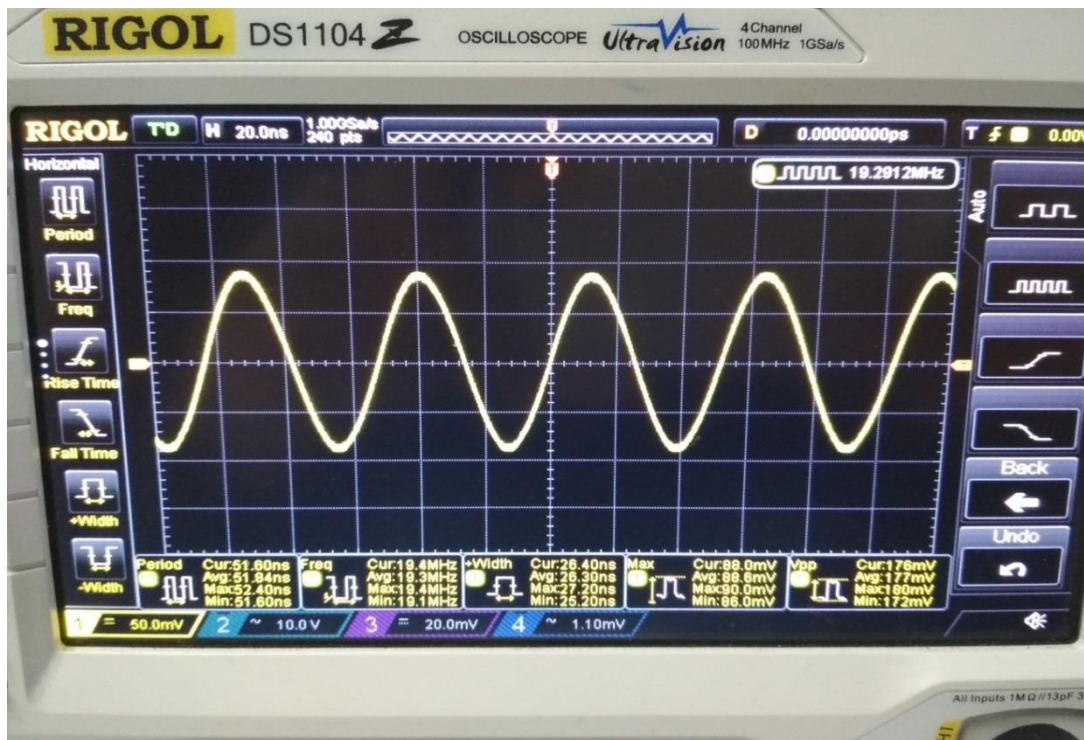
Berikut gambar 4.2 *hardware* dari sistem transfer daya listrik nirkabel:



Gambar 4.2 Hardware Rangkaian Pengirim dan Penerima

4.2.1 Pengujian Transmitter

Pengujian rangkaian *transmitter* pada gambar 4.2 adalah rangkaian osilator *colpitts* yang disuplai oleh tegangan dc 12 volt, pengujian pada rangkaian *transmitter* ini dilakukan untuk mengetahui gelombang osilasi yang dihasilkan dengan menggunakan *probe* dari osiloskop yang dihubungkan dengan kumparan induktor 5 lilitan tersebut. Hasil dari rangkaian osilator *colpitts* yang didapatkan seperti gambar 4.3 berikut :



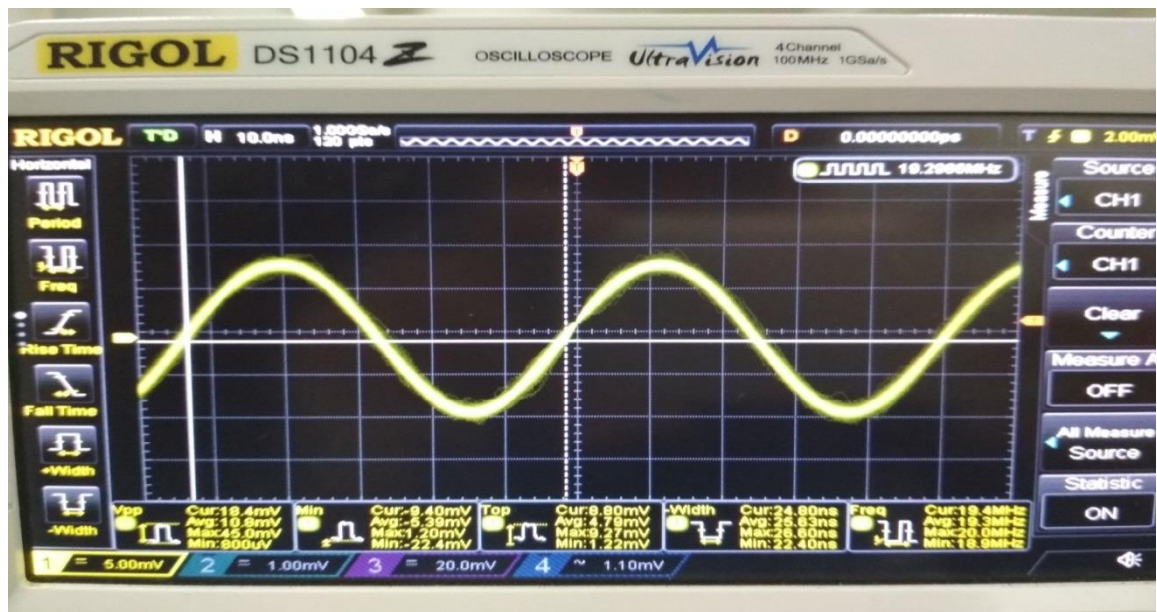
Gambar 4.3 Gelombang Sinyal dari Rangkaian Osilator

Gelombang sinyal yang didapatkan pada rangkaian osilator *colpitts* dapat beresilasi dan menghasilkan frekuensi yang stabil, nilai frekuensi osilasi yang didapatkan sebesar 19,4 MHz. Sesuai perhitungan rumus pada persamaan (3.2) seharusnya nilai frekuensi yang dihasilkan 503,54 KHz dengan menggunakan 2 kapasitor 100 nF dan nilai induktor 2 μ H, tetapi setelah pengujian didapatkan nilai frekuensi yang jauh lebih besar dari perhitungan. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa hal dari rangkaian osilator *colpitts*, seperti:

- Rangkaian pembagi tegangan nilai resistansinya tidak sesuai, sehingga menyebabkan mosfet tidak dapat bekerja sesuai nilai rating kerjanya.
- Nilai LC pada rangkaian pengirim mempengaruhi nilai dari frekuensi yang dihasilkan.
- Induktor pada kumparan yang digunakan memiliki nilai faktor Q yaitu faktor kualitas induktor, sehingga apabila nilai faktor Q semakin tinggi maka nilai induktor semakin ideal tanpa rugi-rugi.

4.2.1 Pengujian Receiver

Pengujian pada rangkaian *receiver* dilakukan pada transmisi antar kumparan, pada saat rangkaian osilator *colpitts* aktif maka pada kumparan *transmitter* menimbulkan induksi elektromagnetik. Kumparan yang menghasilkan gelombang osilasi diterima oleh kumparan *receiver*, dengan syarat nilai frekuensi yang diterima sama dengan rangkaian osilator. Pada gambar 4.4 adalah hasil gelombang yang diterima kumparan *receiver* dari kumparan *transmitter*:



Gambar 4.4 Gelombang Osilasi pada Kumparan Receiver

Hasil gelombang osilasi yang diterima kumparan receiver pada gambar 4.4 didapatkan gelombang yang beresonansi pada jarak antar kumparan 0 cm. Nilai frekuensi gelombang yang beresonansi antar kumparan didapatkan sebesar 19,4 MHz. Hal ini menunjukkan bahwa kedua kumparan dapat beresonansi dengan baik dengan frekuensi yang sama antar kumparan baik dari sisi transmitter hingga ke receiver. Setelah beresonansi antar kumparan, gelombang osilasi tersebut disearahkan dengan menggunakan dioda bridge untuk digunakan beban dc daya rendah. Tabel 4.1 Hasil uji coba tanpa beban rangkaian receiver:

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Rangkaian receiver Tanpa Beban

Frekuensi 19,4 MHz	
Jarak (cm)	Tegangan DC (v)
0	2,5
1	0,9
2	0,32
3	0,22
4	0,2
5	0,165
6	0,14
7	0,122
8	0,1
9	0
10	0

Dari hasil yang didapatkan pengujian tanpa beban pada tabel 4.1 nilai tegangan yang optimal saat beresonansi antar kumparan didapatkan pada jarak 0 cm sebesar 2,5 volt. Tabel 4.1

menunjukkan bahwa kumparan untuk beresonansi jarak jauh belum optimal, saat setelah beda jarak antar kumparan menjadi 1 cm tegangan keluaran *receiver* yang didapatkan 0,9 volt. Hal ini menunjukkan resonansi antar kumparan yang optimal pada jarak 0 cm dengan tegangan 2,5 volt, namun setelah jarak 1 cm resonansi kumparan tidak optimal.

Selanjutnya pengujian alat menggunakan beban lampu dc tegangan 12 Volt pada keluaran tegangan rangkaian *receiver*, berikut tabel 4.2 hasil uji rangkaian dengan menggunakan beban lampu dc:

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Rangkaian *receiver* menggunakan Beban Lampu

Frekuensi 19,4 MHz	
Jarak (cm)	Tegangan DC (v)
0	2,12
1	0,8
2	0,17
3	0,162
4	0,15
5	0,13
6	0,124
7	0,11
8	0,09
9	0
10	0

Berdasarkan tabel 4.2 hasil dari pengujian resonansi antar kumparan di rangkaian *receiver* dengan menggunakan beban lampu dc. Nilai yang paling optimal pada jarak 0 cm tegangan yang dihasilkan pada beban sebesar 2,12 volt dan beban lampu dc tidak menyala. Hal ini disebabkan tegangan yang beresonansi di kumparan kecil sehingga tidak dapat menghidupkan lampu dc, karena lampu beban lampu dc akan menyala dengan tegangan dc 12 volt. Setelah jarak yang semakin bertambah antar kumparan, tegangan yang didapatkan pada beban semakin mengecil. Komponen yang digunakan pada rangkaian *receiver* dapat digunakan beban dengan batas maksimum tegangan 12 volt DC dan arus 1 ampere.

Dari hasil yang didapatkan pada tabel 4.1 dan 4.2 untuk pengujian rangkaian *receiver*, didapatkan resonansi yang dihasilkan antar kumparan tidak optimal, ini disebabkan oleh tegangan yang tersimpan di kapasitor rangkaian *receiver* saat beresonansi tidak maksimal sehingga tegangan yang dihasilkan kecil dan juga akibat pengaruh dari *grounding* pada rangkaian *receiver* yang belum optimal yang mempengaruhi tegangan dc di rangkaian.

Selanjutnya pengukuran tegangan dan arus *input* pada rangkaian pengirim dan tegangan dan arus *output* pada rangkaian penerima. Untuk mengetahui nilai efisiensi yang dihasilkan pada pengujian ini, berikut tabel 4.3 adalah hasil pengukuran daya *input* dan *output* dengan menggunakan beban lampu dc 12 volt/5 watt:

Tabel 4.3 Hasil pengukuran daya *input* dan *output* menggunakan beban lampu DC

Jarak (cm)	Vin (v)	Iin (mA)	Pin (watt)	Vout (v)	Iout (mA)	Pout (watt)	Efisiensi (%)
0	12	13,2	0,1584	2,12	0,01	0,0212	13,38
1	12	13	0,156	0,8	0,009	0,0072	4,61
2	12	12,9	0,1548	0,17	0	0	0
3	12	12,9	0,1548	0,162	0	0	0
4	12	12,9	0,1548	0,15	0	0	0
5	12	12,9	0,1548	0,13	0	0	0
6	12	12,9	0,1548	0,124	0	0	0
7	12	12,9	0,1548	0,11	0	0	0
8	12	12,9	0,1548	0,09	0	0	0
9	12	12,9	0,1548	0	0	0	0
10	12	12,9	0,1548	0	0	0	0

Dari tabel 4.3 hasil perhitungan daya *input* dan *output* yang dihasilkan dalam perancangan sistem transfer daya listrik nirkabel ini, efisiensi yang paling besar didapatkan pada percobaan dengan jarak antar kumparan 0 cm dengan efisiensi 13,38%. dan setelah jarak berubah sebesar 1 cm didapatkan efisiensi yang semakin menurun sebesar 4,61%. Dari data yang diperoleh menunjukkan semakin besar jarak antar kumparan efisiensi yang dihasilkan semakin kecil. Namun dalam penelitian ini, hasil data yang diperoleh masih belum optimal yang disebabkan rangkaian osilator belum dapat aktif penguatnya untuk menghasilkan sinyal osilasi yang dihasilkan pada kumparan *transmitter* sehingga pengaruh ke rangkaian *receiver* untuk digunakan ke beban tidak maksimal.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dari pengujian alat dan analisa rancang bangun transfer daya nirkabel, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Frekuensi osilator dengan menggunakan rangkaian osilator *colpitts* yang didapatkan sebesar 19,4 MHz. Frekuensi yang didapatkan belum sesuai dengan perhitungan, ini disebabkan beberapa hal, yaitu :
 - a. Rangkaian pembagi tegangan nilai resistansinya tidak sesuai, sehingga menyebabkan mosfet sebagai penguat sinyal belum aktif dan tidak dapat bekerja optimal.
 - b. Induktor yang digunakan untuk kumparan *transmitter* dan *receiver* ini memiliki nilai faktor Q, yaitu faktor nilai kualitas induktor. Sehingga jika nilai faktor Q semakin tinggi maka kualitas induktor akan ideal tanpa rugi-rugi.
2. Tegangan yang didapat pada rangkaian *receiver* dari resonansi antar kumparan yang optimal nilai tegangan sebesar 2,5 volt dc saat tanpa beban dengan jarak kumparan 0 cm.
3. Saat pengujian dengan beban lampu dc tegangan yang didapatkan sebesar 2,12 volt dengan jarak antar kumparan 0 cm. Pada pengujian ini didapatkan hasil yang tidak optimal saat resonansi kumparan, yang disebabkan dari tegangan yang tersimpan di kapasitor saat beresonansi tidak maksimal sehingga tegangan yang didapatkan *output* dari rangkaian *receiver* kecil. *Grounding* pada rangkaian *receiver* yang belum optimal sangat berpengaruh pada tegangan yang dihasilkan.
4. Pengukuran efisiensi yang didapatkan paling besar pada percobaan dengan jarak antar kumparan 0 cm dengan efisiensi 13,38%. dan setelah jarak berubah sebesar 1 cm didapatkan efisiensi yang semakin menurun sebesar 4,61%. Hal ini disebabkan pengaruh dari rangkaian *transmitter* pada proses induksi yang belum optimal sehingga efisiensi yang dihasilkan nilainya kecil.

5.2 Saran

Dari kesimpulan penelitian ini terdapat beberapa saran untuk menyempurnakan penelitian ini antara lain:

1. Memperbaiki nilai dari pembagi tegangan untuk mengaktifkan mosfet agar bekerja optimal.

2. Menggunakan osilator *royer* sebagai pembangkit gelombang osilator agar gelombang sinyal osilasi yang dihasilkan optimal.
3. Memperbaiki nilai faktor Q menggunakan kualitas kawat tembaga yang ideal untuk menghasilkan frekuensi osilasi yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. M. Panggabean, H. Halomoan, and N. Purwasih, “Perancangan Sistem Transfer Energi Secara Wireless Dengan Menggunakan Teknik Resonansi Induktif Medan Elektromagnetik.”
- [2] P. Studi, T. Elektro, F. T. Industri, U. Islam, and I. Jalan, “MENGUNAKAN METODE INDUKSI MEDAN-DEKAT Tugas Akhir Oleh : Tyo Fabian Fadel Abstrak Pendahuluan Tinjauan Pustaka,” 2007.
- [3] Eberhard Waffenschmidt, Phillips research. *Qi Coupling Factor*, November 2013 <http://www.wirelesspowerconsortium.com/technology/coupling-factor.html>
- [4] robert schuylenbergh,koeranad van ; puers, *inductive powering: Basic Theory and Application to biomedical system*, no. 1. 2014.
- [5] T. Supriyanto, “RANCANG BANGUN WIRELESS POWER TRANSFER (WPT) MENGGUNAKAN METODE MULTI - MAGNETIC RESONATOR,” vol. 14, no. 2, 2015.
- [6] V. B. Kitovski, “Electronic devices and circuit theory, 6th edition, R. Boylestad and L. Nashelsky, Prentice Hall International Inc., 1996, 950 pp. A4 (paperback),” *Microelectronics J.*, vol. 29, no. 8, p. 574, 1998.
- [7] A. N. Laskovski and M. R. Yuce, “Class-E self-oscillation for the transmission of wireless power to implants,” *Sensors Actuators, A Phys.*, vol. 171, no. 2, pp. 391–397, 2011.
- [8] M. K. Kazimierczuk, *Pulse-width Modulated DC – DC Power Converters*. 2008.
- [9] <http://elektronika-dasar.web.id/oscilator-colpitts/>.2016.