

**ANALISA PERBEDAAN UKURAN DIAMETER KUMPARAN
PADA TX DAN RX TERHADAP JARAK DAN BESAR TRANSFER DAYA
*WIRELESS POWER TRANSFER***

TUGAS AKHIR

**Dibuat Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia**



Disusun Oleh :

Nama : Rizki Raka Zaldy

No. Mahasiswa : 13 524 023

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

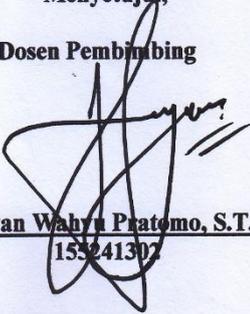
2018

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISA PERBEDAAN UKURAN DIAMETER KUMPARAN
PADA TX DAN RX TERHADAP JARAK DAN BESAR TRANSFER DAYA
WIRELESS POWER TRANSFER



Yogyakarta, 07 Febuari 2018

Menyetujui,
Dosen Pembimbing


Setyawan Wahyu Pratomo, S.T.,M.T.
153241307

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

ANALISA PERBEDAAN UKURAN DIAMETER KUMPARAN

PADA TX DAN RX TERHADAP JARAK DAN BESAR TRANSFER DAYA

WIRELESS POWER TRANSFER

TUGAS AKHIR

Disusun oleh:

Rizki Raka Zaldy

13524023

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat

untuk Memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 7 Maret 2018

Tim penguji,

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

Ketua

Firmansyah Nur Budiman, S.T.,M.Sc.

Anggota I

Husein Mubarak, S.T.,M.Eng.

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



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

PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.

Yogyakarta, 5 Febuari 2018



Rizki Raka Zaldy

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah rabbil'alam, segala puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayat dan karunia-Nya sehingga tugas akhir yang berjudul "Rancang Bangun Inverter *Push Pull* dengan Kendali Sinusoidal PWM" ini dapat terselesaikan dengan baik. Tidak lupa pula shalawat dan salam selalu tercurah kepada nabi besar kita, Nabi Muhammad SAW beserta para keluarga, sahabat dan pengikut nya hingga akhir zaman. Semoga kita menjadi umat-umat nya yang dapat meneladani budi pekerti beliau.

Selama mengerjakan tugas akhir ini, penulis telah banyak mendapatkan bantuan, bimbingan dukungan, fasilitas dan kemudahan dari berbagai pihak. Maka pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, yang selalu memberikan rahmat, karunia dan ridho-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
2. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang selalu memberikan semangat dan motivasi hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
3. Bapak Setyawan Wahyu Pratomo, S.T. ,M.T. Sselaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu dan membagi pengetahuan untuk memberikan bimbingan sampai terselesaikan tugas akhir ini. Semoga Bapak selalu dalam rahmat dan lindungan-Nya.
4. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia, terima kasih atas bimbingan selama menempuh kuliah dari semester pertama hingga akhir di kampus tercinta Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
5. Saudari Renita Karina Dewi S.Kom selaku teman dekat yang selalu mendukung serta membantu proses penyelesaian tugas akhir ini.
6. Teman-teman kos santoso, Ridho Harma M, M Arif Maula, Lucky Arief W, Feriawan Dharma P dan lainnya yang sudah memberi dukungan serta semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teman-teman bimbingan skripsi Sigit Julianto, Prisma Sanjaya, Muhammad Akbar P dan yang lain yang selalu memberikan masukan serta saran dalam penyelesaian tugas akhir ini.
8. Saudara seperjuangan di Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia angkatan 2013, terima kasih banyak atas kenangan, bantuan, dan kebersamaannya.
9. Dan banyak pihak yang tidak dapat penulis sebutkan seluruhnya yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharap saran dan kritik yang bersifat konstruktif dan solutif dari semua pembaca untuk kebaikan dan kesempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang membutuhkan. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kita pemahaman ilmu yang bermanfaat.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 5 Febuari 2018

Rizki Raka Zaldy

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Arti Lambang

F = Fekkuensi (Hz)

π = phi (3,14)

L = Induktor (H)

C = Kapasitor (F)

R = Resistor (Ω)

Q = Faktor Q

ω = omega

XL = nilai reaktansi induktif

XC = nilai reaktansi kapasitif

Arti Singkatan

DC = *Direct Current* (arus searah)

TX = *Transmitter* ke X

RX = *Receiver* ke X

AC = *Alternate Current* (arus bolak balik)

RFID = *Radio Frequency Identification*

GGL = Gaya Gerak Listrik

PCB = *Printed Circuit Board*

ABSTRAK

Wireless Power Transfer merupakan salah satu terobosan teknologi sistem kelistrikan. Penelitian ini akan membahas pengaruh dari ukuran diameter kumparan TX dan RX terhadap jarak transfer daya dan besar tegangan output sistem. Perancangan sistem menggunakan osilator colpitts sebagai sisi transmitter dan LC tank colpitts yang dipadukan dengan penyearah sebagai sisi receiver. Hasil penelitian ini menunjukkan ketika kedua kumparan berada pada jarak terdekat yaitu 0cm tegangan output receiver sebesar 2,2 V sedangkan untuk jarak terjauh antar kedua kumparan yaitu 10cm nilai tegangan output receiver yaitu 0,01 V untuk kondisi tanpa beban dengan nilai frekuensi resonansi sebesar 4 MHz. Hal ini membuktikan bahwa sistem sudah mampu bekerja sesuai keinginan namun masih belum maksimal dikarenakan dari input DC 12 V sistem ini hanya mampu menerima transfer tegangan sebesar 2,2 V. Hal ini disebabkan oleh faktor Q pada kumparan yang masih belum baik serta terjadi penurunan rating kerja sistem yang disebabkan oleh resistansi yang terdapat pada sistem.

Kata kunci : Frekuensi, wireless power transfer, factor Q , resonansi, kumparan, transmitter, receiver, osilator colpitts

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	vii
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	3
2.1 Tinjauan pustaka.....	3
2.2 Landasan teori	4
2.2.1 <i>Wireless power transfer</i>.....	4
2.2.2 Induksi elektromagnetik.....	5
2.2.3 Osilator <i>colpitts</i>	6
2.2.4 Rangkaian LC <i>tank</i>	6
2.2.5 Faktor Q.....	7
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	8
3.1 Alur Penelitian	8
3.2 Alat dan bahan.....	9
3.3 Blok diagram.....	9
3.4 Perancangan sistem <i>wireless power transfer</i>	10
3.2.1 Power supply DC.....	10
3.2.2 Osiloskop	10
3.2.3 Multimeter	10
3.2.4 RLC meter	10

3.2.5	Solder dan timah	11
3.2.6	Osilator <i>colpitts</i>	11
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
4.1	Pengujian pada saat simulasi rangkaian melalui <i>software proteus 8.5</i>	18
4.2	Pengujian tanpa beban.....	18
4.2.1	Pengujian rangkaian <i>transmitter</i> tanpa menggunakan beban	18
4.2.2	Pengujian rangkaian <i>receiver</i> tanpa menggunakan beban	22
BAB 5	KESIMPULAN	28
5.1	Kesimpulan.....	28
5.2	Saran.....	28
DAFTAR PUSTAKA	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perambatan Gelombang Elektromagnetik.....	5
Gambar 2.2 Rangkaian osilator <i>colpitts</i>	6
Gambar 2.3 Prinsip Kerja Rangkaian LC.....	7
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> penelitian.....	8
Gambar 3.2 Diagram blok penelitian.....	9
Gambar 3.3 Rangkaian simulasi osilator.....	14
Gambar 3.4 Kumparan tembaga berbahan pejal.....	15
Gambar 3.5 Kumparan tembaga berbahan berongga.....	16
Gambar 3.6 Kumparan tembaga berongga dengan 5 kali lilitan.....	17
Gambar 3.7 Desain rangkain <i>receiver</i>	17
Gambar 4.1 Hasil pengujian simulasi.....	18
Gambar 4.2 Gelombang sinus dan hasil pengukuran frekuensi.....	19
Gambar 4.3 Gelombang sinus dan hasil pengukuran frekuensi.....	20
Gambar 4.4 Gelombang sinus Hasil pengukuran nilai frekuensi.....	21
Gambar 4.5 Gelombang sinus <i>receiver</i> sebelum di searahkan.....	26
Gambar 4.6 Gelombang sinus <i>receiver</i> setelah di searahkan.....	27

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	hasil nilai tegangan di <i>receiver</i>	22
Tabel 4.2	hasil nilai tegangan output <i>receiver</i>	23
Tabel 4.3	hasil nilai tegangan di <i>receiver</i>	24
Tabel 4.4	hasil nilai tegangan output <i>receiver</i>	24
Tabel 4.5	hasil nilai tegangan di <i>receiver</i>	25
Tabel 4.6	hasil nilai tegangan output <i>receiver</i>	26

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini sudah mulai dikembangkan teknologi sistem listrik, salah satunya yaitu *wireless power transfer*. *Wireless power transfer* ini memungkinkan suatu sumber energi listrik untuk mengalirkan energi listrik tanpa harus memakai kabel listrik. Hal ini tentunya merupakan suatu kemajuan yang signifikan karena dapat mengurangi pemakaian kabel pada sistem transmisi listrik, mengingat banyak permasalahan yang terdapat pada kabel pada proses transmisi listrik

Namun pada kenyataannya, teknologi ini belum digunakan untuk sistem kelistrikan pada umumnya, perkembangannya masih dalam skala kecil. Hal ini dikarenakan masih terdapat banyak permasalahan yang belum terselesaikan dalam proses perkembangan teknologi *wireless power transfer*. Salah satu permasalahan yang masih belum dapat diselesaikan yaitu jarak transfer dan besar tegangan yang mampu ditransfer pada teknologi *wireless power transfer*. Para *engineer* yang telah melakukan penelitian tentang teknologi ini juga masih belum menemukan solusi yang signifikan terkait masalah jarak dan besar transfer tegangan yang mampu dilakukan. Sebagai contoh berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan, jarak yang dapat ditempuh dari proses osilasi pada proses *wireless power transfer* masih belum dikatakan baik. Seperti yang dilakukan oleh [1] M Sarwoko tentang pengisian daya baterai *handphone* secara *wireless*.

Pada penelitian tersebut dikatakan bahwa jarak yang dapat ditempuh pada proses osilasi yaitu 2 cm. jarak tersebut tergolong masih dekat. Berdasarkan penelitian penelitian yang telah dipelajari sebelumnya maka penulis ingin melakukan penelitian tentang *wireless power transfer*. Pada penelitian ini penulis akan memfokuskan pada cara pemecahan permasalahan jarak transfer dan besar tegangan yang dapat ditempuh dari proses *wireless power transfer*.

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini penulis akan menjelaskan rumusan masalah yang akan diangkat, yaitu :

- a) Berapa jarak transfer terjauh dan besar tegangan yang mampu ditransfer pada proses *wireless power transfer*?
- b) Apa pengaruh perbedaan ukuran diameter kumparan terhadap jarak transfer dan besar tegangan yang mampu ditransfer pada teknologi *wireless power transfer*?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini penulis akan menjelaskan batasan masalah terkait penelitian yang akan dilakukan, yaitu :

- a) Jenis rangkaian osilator yang akan digunakan untuk penelitian ini yaitu osilator *colpitts*.
- b) Parameter yang akan dianalisa yaitu tegangan.
- c) Bentuk kumparan yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu bentuk lingkaran.
- d) Frekuensi yang dipakai pada penelitian ini yaitu sampai dengan 10MHz
- e) Pengujian pada penelitian ini tidak menggunakan beban
- f) Jumlah kumparan yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu 3 jenis, dengan keterangan :
 - (TX) lingkaran – (RX) lingkaran dengan diameter kumparan 11 cm dengan bahan tembaga pejal.
 - (TX) lingkaran – (RX) lingkaran dengan diameter kumparan 15 cm dengan bahan tembaga berongga.
 - (TX) lingkaran – (RX) lingkaran dengan diameter kumparan 10 cm dengan bahan tembaga berongga dengan jumlah lilitan 5.

1.4 Tujuan Penelitian

Pada penelitian ini, penulis akan menjelaskan tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini, yaitu :

- a) Mengetahui berapa jarak terjauh dan besar tegangan yang dapat ditransfer pada proses *wireless power transfer*.
- b) Mengetahui pengaruh yang ditimbulkan dari perbedaan ukuran diameter kumparan sisi TX dan RX terhadap jarak transfer dan besar tegangan yang ditransfer pada proses *wireless power transfer*.

1.5 Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini, penulis akan menjelaskan manfaat yang ingin dicapai pada penelitian, yaitu :

- a) Mendorong semangat pada *engineering* untuk dapat mengkaji kembali terkait teknologi *wireless power transfer* karena ini adalah salah satu dari banyak terobosan terkait listrik di masa depan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan pustaka

Disini penulis akan menjelaskan beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan yang terkait dengan topic penelitian penulis, jurnal tersebut adalah sebagai berikut :

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Mas Sarwoko, telah melakukan perancangan dan menguji sebuah *prototype* sistem *Wireless Power Transfer* yang diaplikasikan untuk pengisian daya handpone. Hal ini dilakukan berdasarkan suatu masalah yaitu besarnya kebutuhan kabel untuk *transfer* daya listrik khususnya pada *charger handpone* yang menjadi tidak efisien karena kabel yang digunakan terkadang kusut. Penelitian ini menggunakan transformator dengan spesifikasi 12 V 25 kHz, *primary* kumparan, *secondary* kumparan, rectifier and filter dan regulator. Dari hasil dan analisa penelitian dapat disimpulkan bahwa alat yang dirancang dapat melakukan pengisian baterai dengan jarak maksimum 2 cm untuk mendapatkan tegangan 5 V pada input terminal baterai handpone. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengisian baterai handpone hingga penuh adalah 1 jam dengan laju konstan. [1]

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Toto Supriyanto, telah dilakukan penelitian tentang perancangan sistem transfer daya nirkabel. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan metode *multi - magnetic resonator coupling*. Penelitian ini menggunakan tembaga dan aluminium sebagai magnetic coupling yang di rancang, pabrikasi dan diukur. Permasalahan utama dari transfer daya nirkabel adalah efisiensi daya rendah. Sebagai *state of the art*, penelitian ini akan membahas pengaruh dari penggunaan tembaga dan aluminium sebagai magnetic coupling. Sebuah tembaga dan aluminium digunakan sebagai pemancar (TX) dan penerima (RX). Analisis daya dilakukan untuk melihat efisiensi sistem. Hasil pengukuran didapatkan bahwa transfer daya nirkabel menggunakan aluminium sebagai pemancar dan penerima mempunyai efisiensi tertinggi. Efisiensi daya yang di transfer sekitar 7,51%-10,8% pada jarak 20 cm. Hal tersebut membuktikan bahwa bahan aluminium layak dipertimbangkan dalam penggunaannya sebagai material penyusun antena dalam alat transfer daya tanpa kabel dengan metode induksi resonansi magnetic.[2]

Terdapat juga penelitian yang telah dilakukan oleh Tyo Fabian Fadel yang telah melakukan penelitian tentang pengisian baterai nirkabel dengan menggunakan metode induksi medan dekat. Proses *wireless power transfer* ini menggunakan sifat induksi magnet yang dihasilkan oleh arus AC dengan frekuensi tinggi pada osilator yang mengalir pada kumparan sisi transmitter. Lalu medan magnet pada kumparan sisi transmitter ditransmisikan ke kumparan sisi receiver menggunakan metode resonansi, lalu akan diubah kembali ke arus DC menggunakan rangkaian

rectifier dan regulator dan ditransmisikan menuju beban. Besar efisiensi pada proses *wireless power transfer* ditentukan oleh jarak antara kumparan pada sisi transmitter dan receiver. Pada penelitian ini didapatkan hasil yaitu efisiensi berada pada kondisi optimal pada beban lampu adalah sebesar 41.06 % dengan jarak 2 cm.[3]

2.2 Landasan teori

2.2.1 *Wireless power transfer*

Wireless power transfer adalah suatu proses transmisi energi listrik yang tidak menggunakan kabel sebagai medium transfer listrik, tetapi menggunakan medan listrik, magnet, atau medan magnet sebagai medium untuk proses transfer energi listrik. Sistem *wireless power transfer* ini sangat berguna untuk menyalakan perangkat listrik dimana kondisi interkoneksi dari kabel tidak nyaman, atau berbahaya, juga lebih sederhana karena tidak adanya kabel sebagai medium.

Sejarah dari awal terciptanya teknologi *wireless power transfer* sendiri yaitu ketika munculnya seorang ilmuwan dan penemu terkenal bernama Nikola Tesla. Selama masa hidupnya, Nikola Tesla telah berhasil menemukan berbagai penemuan penting yang menjadi dasar dari perkembangan berbagai teknologi pada masa sekarang. Contohnya yaitu mulai dari penemuan elektromagnetik, arus listrik bolak balik (AC), radio, sinar-x, motor AC, distribusi daya *polyphase*, *wireless power transfer*, dan lain-lain.

Saat melakukan penelitian tentang *wireless power transfer*, Nikola Tesla telah berhasil membuat alat yang dinamakan Tesla *coil*, dari alat itu telah berhasil mengirimkan tegangan 1MV dengan jarak 26mil untuk menyalakan 200 lampu bohlam dan 1 motor listrik. Namun karena dikhawatirkan penemuannya mampu membahayakan keselamatan dilingkungan sekitarnya maka penelitiannya dihentikan. Kemudian beberapa waktu silam penelitian ini dilanjutkan kembali oleh ilmuwan Jerman bernama Heinrich Hertz yang mampu menyempurnakan percobaan dari Nikola Tesla.[4]

Teknik dari *wireless power transfer* dibagi menjadi 2 jenis, yaitu non-radioaktif dan radioaktif. Pada jenis non-radioaktif (jarak dekat) energi listrik ditransmisikan menggunakan medan magnet yang terdapat pada kopling induktif antara 2 kawat tembaga, atau menggunakan medan listrik yang terdapat pada kopling kapasitif antara elektroda logam. Pada realitanya kopling induktif lebih banyak digunakan untuk melakukan proses *wireless power transfer*, diantaranya yaitu *wireless charging*, RFID, dan lainnya. Pada jenis radioaktif (jarak jauh) energi listrik ditransmisikan menggunakan radiasi elektromagnetik seperti gelombang mikro atau laser. Proses ini mampu menjangkau jarak yang jauh, tetapi harus terdapat tujuan dari transmisinya yaitu *receiver* sebagai penerima transfer daya listrik.

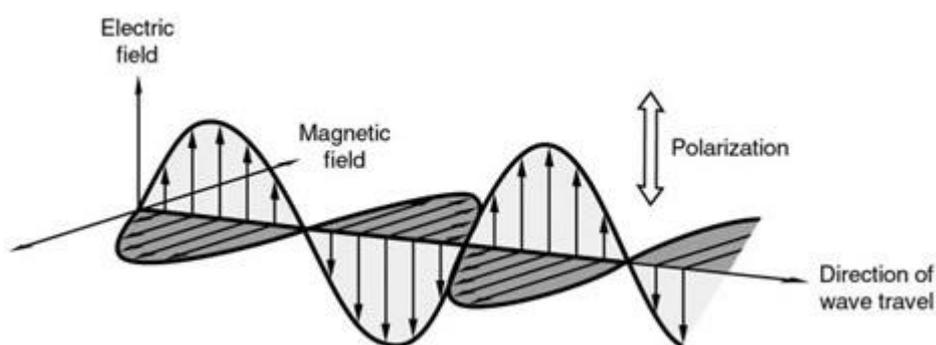
Prinsip kerja dari teknologi *wireless power transfer* adalah dengan menggunakan sumber DC yang diubah menjadi arus AC dengan frekuensi tinggi pada sisi pemancar, lalu merambat melalui suatu kumparan sehingga menimbulkan muatan magnet yang menyebar di sekitar kumparan yang disebut resonansi sendiri. Lalu medan magnet tersebut akan ditangkap oleh kumparan lain yang terhubung ke sisi penerima yang selanjutnya akan di searahkan menggunakan rangkaian penyearah menjadi arus DC kembali dan mengalir menuju keluaran.

2.2.2 Induksi elektromagnetik

Saat suatu medan magnet dan medan listrik saling berkaitan maka dapat terjadi Resonansi elektromagnetik. Untuk mengoptimalkan keamanan akan lebih baik jika kita lebih memilih untuk menggunakan medan magnet daripada medan listrik untuk melakukan proses transfer daya listrik. Pada proses terjadinya GGL induksi, gelombang elektromagnetik akan tetap melakukan transmisi walaupun tanpa ada medium. Pada prinsipnya suatu resonansi terjadi ketika nilai frekuensi yang terdapat pada kumparan memiliki nilai yang sama dengan frekuensi yang terdapat pada *power supply*. Jika rangkaian yang dipakai menggunakan sumber DC maka pada *LC tank* menggunakan induktor dan kapasitor agar dapat membangkitkan frekuensi resonansi. Untuk frekuensi yang dibangkitkan dari *LC tank* diatas dapat dicari menggunakan persamaan 2.1 berikut ini.[5]

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (2.1)$$

Sementara gambar 2.1 dibawah ini akan menjelaskan hubungan yang terdapat diantara medan magnet dan medan listrik.



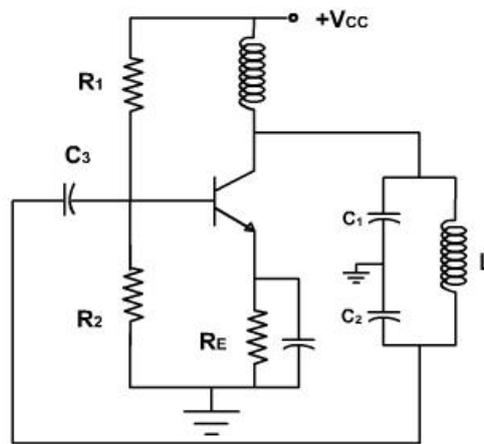
Gambar 2.1 Perambatan Gelombang Elektromagnetik

Pada gambar 2.1 diatas menunjukkan sistem perambatan gelombang elektromagnetik. Arah dari gerak medan listrik menuju ke atas dan bawah sementara arah dari medan magnet menuju ke arah samping kiri dan kanan dari perambatan gelombang. Begitu pula dengan gelombang listrik yang merambat ke atas dan bawah sementara gelombang magnetnta merambat ke samping kiri dan

kanan. Sedangkan arah dari gelombang keduanya adalah tegak lurus dengan arah gelombang listrik. Hal ini sudah sesuai dengan prinsip kerja gaya magnet.

2.2.3 Osilator *colpitts*

Osilator *colpitts* merupakan salah satu jenis osilator yang banyak digunakan oleh *engineering*. Osilator *colpitts* ini hampir sama dengan beberapa jenis osilator lain seperti *hartley*, *rawyer*, dan sebagainya. Salah satu ciri khas yang membedakan osilator *colpitts* dengan yang lain yaitu pada rangkaian LC *tank*, yaitu menggunakan 2 buah kapasitor yang disusun seri dan dipararel oleh 1 buah induktor. Sedangkan pada rangkaian pembangkit sinyalnya sama dengan jenis diatas. Gambar rangkaian osilator *colpitts* ditunjukkan pada gambar 2.2 dibawah ini



Gambar 2.2 Rangkaian osilator *colpitts*

Prinsip kerja dari osilator *colpitts* yaitu saat sebuah sumber DC memberikan suplai arus dan tegangan kepada rangkaian osilator. Pada rangkaian tersebut terdapat komponen RFC yang berfungsi untuk memberikan reaktansi yang besar saat rangkaian osilator beresilasi, dan mempunyai nilai resistansi yang kecil saat arus mengalir di rangkaian. Terdapat juga komponen resistor yang berfungsi sebagai pembagi tegangan yang akan mengalirkan tegangan ke sisi *gate* pada mosfet.

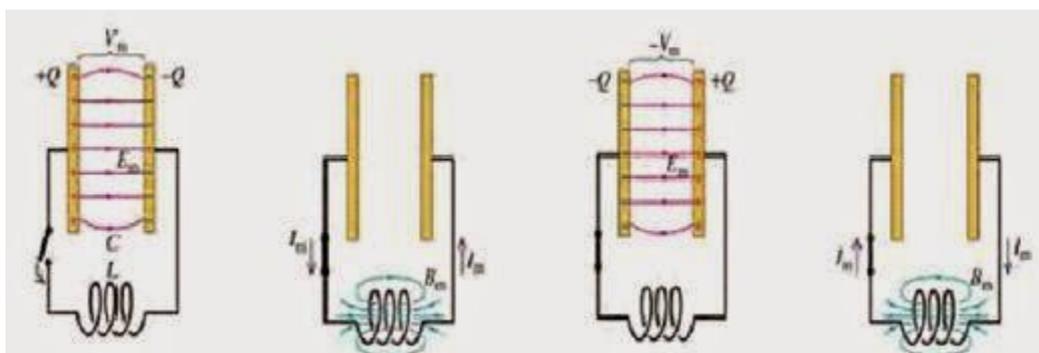
Setelah nilai tegangan pada sisi *gate* mosfet mencapai titik dimana mosfet akan bekerja, maka kapasitor pada sisi LC *tank* akan melakukan pengisian muatan hingga mencapai keadaan jenuh. Kemudian muatan akan mengalir melalui induktor pada sisi LC *tank* sehingga membentuk sebuah sinyal sinusoidal positif. Lalu arus akan mengalir melalui induktor pada sisi LC *tank* menuju ke kapasitor dan melakukan pengisian muatan pada kapasitor sehingga membentuk sebuah sinyal sinusoidal negative.[6]

2.2.4 Rangkaian LC *tank*

LC *tank* adalah suatu rangkaian resonansi yang menggunakan sumber arus DC untuk menghasilkan arus AC atau disebut sebagai rangkaian pembangkit sinyal. LC *tank* memiliki dua

komponen yaitu induktor dan kapasitor dan mampu menyimpan suatu medan energi. Kapasitor memiliki karakteristik menyimpan medan listrik sementara Induktor memiliki karakteristik menyimpan medan magnet. Komposisi nilai induktor dan kapasitor akan sangat berpengaruh terhadap sinyal yang dibangkitkan, dan untuk nilai masing-masing komponen sudah ada dikomponen tersebut.

Prinsip kerja dari LC *tank* yaitu pertama pada *power supply* akan mengalir muatan listrik pada kapasitor, lalu saklar akan berposisi tertutup kemudian terjadi pengosongan muatan pada kapasitor sehingga arus akan berpindah menuju induktor dan mengalirkan muatan ke induktor sehingga membangkitkan medan magnet. Lalu arus yang terdapat di induktor akan mengalir kembali ke kapasitor namun dengan arah yang berlawanan dan terjadi pengisian muatan pada kapasitor dan pengosongan muatan pada induktor. Proses ini akan terjadi berulang-ulang sehingga terjadi resonansi antara medan listrik dan medan magnet. Gambar 2.3 dibawah ini akan menjelaskan lebih detail terkait prinsip kerja dari LC *tank*. [7]



Gambar 2.3 Prinsip Kerja Rangkaian LC

2.2.5 Faktor Q

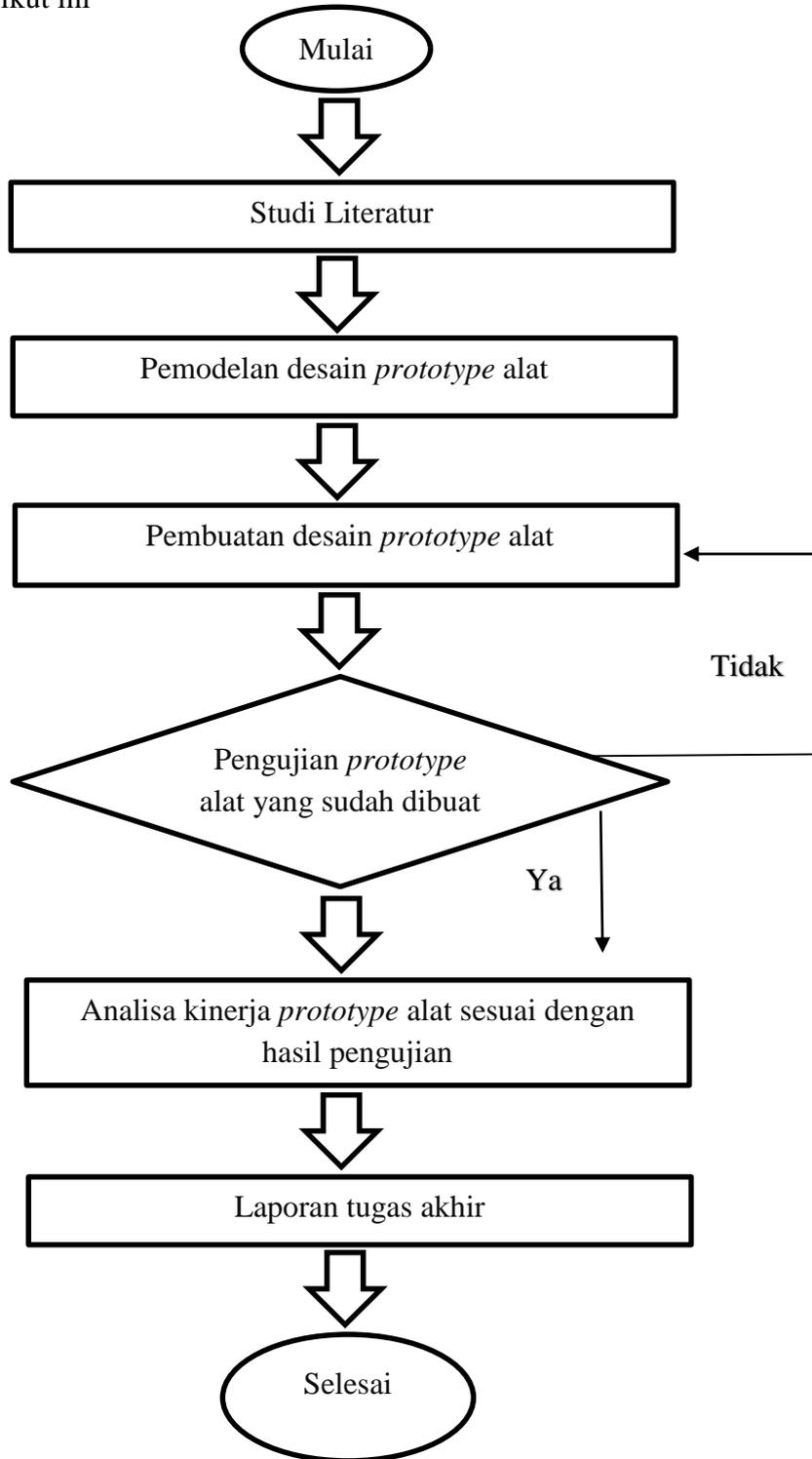
Faktor kualitas induktor atau faktor Q adalah perbandingan antara tegangan induktor dengan tegangan resistansi yang terdapat pada suatu induktor. Faktor Q dapat juga disebut sebagai efisiensi dari sebuah induktor. Induktor dikatakan memiliki kondisi ideal ketika tidak menimbulkan kerugian terhadap arus yang melewati diantara lilitan yang terdapat pada induktor. Tetapi untuk mencapai kondisi ideal pada suatu induktor cukup sulit karena pada umumnya pada sebuah induktor pasti terdapat nilai resistansi yang berasal dari lilitan yang digunakan [9]. Persamaan dari faktor Q dapat dijelaskan melalui persamaan 2.2 dibawah ini

$$Q = \frac{\omega L}{R} \quad (2.2)$$

BAB 3
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Alur penelitian yang digunakan penulis pada penelitian ini dapat dilihat melalui *flow chart* pada gambar 3.1 berikut ini



Gambar 3.1 *flow chart* penelitian

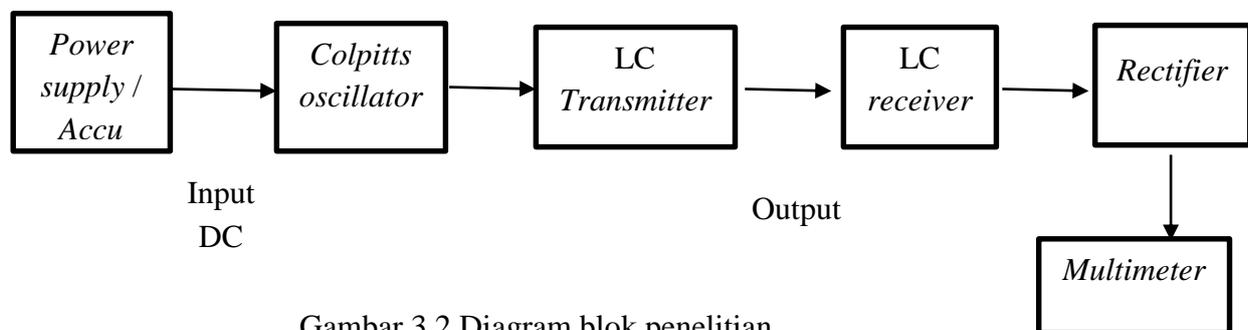
3.2 Alat dan bahan

Berikut ini merupakan alat dan bahan yang digunakan oleh penulis pada penelitian ini

1. *Power Supply* DC
2. Osiloskop
3. Multimeter
4. RLC meter
5. Solder dan timah
6. Laptop dengan software simulasi
7. PCB
8. Resistor, kapasitor, induktor, mosfet, kumparan *transmitter* dan *receiver*, dioda, kabel jumper.
9. Beban

3.3 Blok diagram

Pada penelitian ini penulis akan menjelaskan tentang diagram blok yang digunakan. Objek dari penelitian ini yaitu sebuah rangkaian osilator *colpitts* sebagai *transmitter* yang disuplai dengan *power supply* DC, lalu dipadukan dengan rangkaian penyearah dan LC *tank colpitts* sebagai sisi *receiver* yang outputnya tersambung ke beban. Gambar 3.2 berikut ini adalah gambar diagram blok nya



Gambar 3.2 Diagram blok penelitian

Pada gambar 3.2 diatas merupakan diagram blok proses *wireless power transfer* dengan menggunakan metode induksi magnetik. Disini, *power supply* DC berfungsi sebagai sumber dimana ia akan memberikan suplai tegangan dan arus rangkaian osilator *colpitts*. Lalu agar tegangan bias ditransmisikan melalui udara maka osilator *colpitts* akan mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC dengan frekuensi tinggi yang akan merambat di LC *transmitter*, lalu ketika LC *transmitter* dan LC *receiver* saling beresonansi maka tegangan dari sisi *transmitter* akan diterima oleh LC *receiver*. Kemudian disinilah peran dari *rectifier* yang berfungsi sebagai penyearah gelombang dan megubah kembali tegangan AC frekuensi tinggi menjadi tegangan DC dan menyesuaikan dengan beban yang terpasang pada sisi output *receiver*. Disini poin yang

paling penting adalah LC *transmitter* dan LC *receiver* harus mempunyai nilai frekuensi yang sama agar bisa saling beresonansi dan bisa melakukan proses *wireless power transfer*.

3.4 Perancangan sistem *wireless power transfer*

Pada perancangan sistem *wireless power transfer*, terdapat beberapa komponen pendukung yang digunakan untuk membuat sistem tersebut, berikut akan dijelaskan secara detail

3.2.1 Power supply DC

Power supply DC digunakan sebagai sumber tegangan dan arus DC yang akan memberikan suplai tegangan dan arus kepada suatu rangkaian. Pada *Power supply* DC terdapat 2 polaritas yang nantinya akan dihubungkan ke rangkaian, yaitu polaritas positif (+) dan polaritas negatif (-). Disini *Power supply* DC dapat diatur nilai input tegangan dan arusnya sehingga bisa menyesuaikan kebutuhan yang diinginkan.

Power supply DC yang digunakan juga bisa mengatur nilai tegangan dan arus pada saat terhubung ke rangkaian dalam keadaan *on*. Jadi penulis bisa melakukan uji coba terhadap kemampuan rangkaian dengan mengubah nilai inputnya sesuai dengan keinginan. Selain menggunakan *Power supply* DC, sumber tegangan dan arus bisa juga didapatkan dengan memakai *accu*. Untuk spesifikasinya dapat menyesuaikan dengan kebutuhan yang diinginkan.

3.2.2 Osiloskop

Osiloskop merupakan peralatan elektronika yang digunakan untuk memproyeksikan bentuk sinyal yang terdapat pada aliran listrik yang mampu ditampilkan pada tampilan layar agar dapat dilihat dan dipelajari bentuk sinyalnya. Biasanya hal yang dapat dilihat dan dipelajari dari tampilan sinyal listrik di osiloskop yaitu bentuk sinyal, amplitudo, frekuensi, nilai tegangan, dan lain lain. Untuk menghubungkan rangkaian listrik ke osiloskop cukup dengan menghubungkan output rangkaian sisi positif ke sisi positif probe osiloskop dan sisi negative ke sisi negatif.

3.2.3 Multimeter

Multimeter merupakan alat ukur dasar yang banyak digunakan di dunia kelistrikan. Multimeter digunakan untuk mengukur nilai tegangan DC/AC, arus DC/AC, resistansi, dan lain lain. Untuk menggunakannya cukup dengan menghubungkan sisi positif rangkaian ke sisi positif multimeter dan sisi negatif ke sisi negatif multimeter.

3.2.4 RLC meter

RLC meter pada umumnya hampir sama dengan multimeter, namun disini RLC meter lebih dikhususkan untuk mengukur nilai komponen resistor (resistansi), induktor (induktansi), dan kapasitor (kapasitansi). Untuk menggunakannya cukup dengan menghubungkan kedua sisi komponen ke kedua sisi kabel pada RLC meter.

3.2.5 Solder dan timah

Solder merupakan alat yang bantu yang biasa digunakan untuk melakukan proses perakitan atau pembongkaran suatu rangkaian elektronika pada PCB. Pada prinsipnya solder mengubah energi listrik menjadi energi panas sehingga ketika timah ditempelkan ke solder maka timah tersebut akan meleleh dan kemudian ditempelkan diantara 2 komponen agar saling terhubung. Sedangkan timah merupakan bahan yang biasa digunakan untuk menghubungkan 1 komponen dengan komponen lain pada suatu PCB.

3.2.6 Osilator *colpitts*

Osilator *colpitts* merupakan salah satu jenis osilator yang banyak digunakan di dunia elektro. Osilator *colpitts* terdiri dari 2 rangkaian, yaitu rangkaian penguat sinyal dan rangkaian LC. Komponen yang digunakan pada rangkaian ini yaitu mosfet, resistor, induktor, kapasitor, dan sebuah kumparan. Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing komponen

3.4.6.1 Mosfet

Mosfet merupakan salah satu jenis dari transistor, biasanya mosfet banyak digunakan sebagai saklar elektronik, namun pada penelitian ini mosfet berfungsi sebagai penguat sinyal. Terdapat 2 jenis mosfet menurut jenis bahan semikonduktor pembuatnya, yaitu mosfet tipe N dan tipe P. silikon adalah bahan inti yang digunakan sebagai bahan pembuat semikonduktor pada mosfet, namun terdapat beberapa jenis mosfet yang bahan semikonduktornya dibuat dengan campuran antara silikon dengan germanium.

Pada penelitian ini, mosfet merupakan salah satu komponen inti karena diperlukan sebagai penguat sinyal listrik. Penulis menggunakan mosfet dengan kode IRFZ44N, mosfet jenis ini dianggap adalah yang paling ideal untuk sistem *wireless power transfer* karena spesifikasinya dan keuntungannya yang baik, berikut merupakan keuntungan dari mosfet IRFZ44N

- a. Teknologi prosesnya yang baik
- b. Nilai resistansi saat kondisi aktif sangat rendah (17,5m Ω)
- c. Memiliki rating yang dinamis
- d. Memiliki suhu operasi hingga 175°C
- e. Proses *switching* cepat

3.4.6.2 Resistor

Resistor merupakan komponen elektronika yang mempunyai 2 kaki dan didesain untuk mengatur nilai tegangan dan arus yang mengalir di suatu rangkaian. Nilai resistansi yang terdapat pada resistor dapat menghasilkan tegangan diantara kedua kaki resistor. Resistor memiliki satuan yaitu ohm (Ω). Nilai tegangan terhadap nilai resistansi berbanding lurus dengan nilai arus. Hal ini sesuai dengan apa yang terdapat pada dasar hukum ohm.

Pada penelitian ini penulis akan menggunakan resistor dengan jenis *carbon film* dengan spesifikasi daya 0,5W. penulis akan menggunakan 2 buah resistor sebagai resistor pembagi tegangan yang akan membagi tegangan yang berasal dari *power supply* DC, dan 1 buah resistor yang akan terhubung ke titik ground rangkaian.

3.4.6.3 Kapasitor

Kapasitor merupakan suatu komponen elektronika yang mempunyai 2 kaki yang mampu menyimpan energi pada suatu medan listrik dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan energi yang terdapat pada medan listrik, kemudian ketika energi pada kapasitor sudah terisi penuh maka kapasitor akan melepaskan energi tersebut ke rangkaian dan akan melakukan pengisian energi kembali. Kapasitor mempunyai satuan yaitu farad (F) yang diambil dari penemunya, yaitu Faraday.

Pada penelitian ini penulis akan menggunakan beberapa jenis kapasitor, yaitu kapasitor jenis keramik dan elektrolit. Kapasitor disini akan digunakan di beberapa titik, yang pertama yaitu pada rangkaian penguat sinyal. Pada bagian ini penulis akan menggunakan kapasitor jenis elektrolit, sedangkan pada bagian LC *tank* akan menggunakan kapasitor jenis keramik dengan nilai yang sudah ditentukan.

3.4.6.4 Induktor

Induktor merupakan suatu komponen elektronika yang mempunyai 2 kaki yang mampu menyimpan energi pada suatu medan magnet yang ditimbulkan oleh aliran arus listrik yang mengalir pada suatu rangkaian. Nilai induktansi pada suatu induktor akan dapat mempengaruhi kemampuannya dalam menyimpan energi yang ada.

Pada penelitian ini penulis menggunakan 2 jenis induktor, yaitu induktor untuk LC *tank* menggunakan kawat tembaga berongga dan pejal. Disini penulis menggunakan induktor berinti udara dengan diameter kumparan untuk bahan pejal yaitu 10 cm pada sisi *transmitter* dan sisi *receiver*. Sedangkan diameter kumparan untuk bahan berongga yaitu 15 cm pada sisi *transmitter* dan sisi *receiver*, dan satu kumparan berbahan berongga dengan 5 kali lilitan dengan diameter 15 cm pada sisi *transmitter* dan *receiver*.

Jumlah 5 lilitan ini diperoleh dari rumus mencari induktor dengan inti udara, yaitu

$$L = \frac{[d^2 n^2]}{18d + 40l} \quad (3.1)$$

$$2 = \frac{[3,93701^2 \times n^2]}{18 \times 3,93701 + 40 \times 3,93701}$$

$$2 = \frac{[15,5 \times n^2]}{70,87 + 157,48}$$

$$n = 5,4 \text{ lilitan}$$

Maka jika dibulatkan ke bawah didapat nilai 5 kali lilitan

3.4.6.5 LC tank

Pada penelitian ini, LC tank yang digunakan adalah LC tank dari osilator *colpitts*. Ciri khas LC tanknya yaitu kombinasi dari 2 kapasitor dan 1 induktor yang berupa kumparan tembaga. Rangkaian ini berfungsi sebagai pembangkit frekuensi pada osilator. Karena jenis kumparan yang digunakan pada penelitian ini bervariasi, maka nilai frekuensinya pun juga akan bervariasi bergantung dari nilai induktansi yang terdapat pada kumparan tembaga. Untuk menentukan frekuensi dari osilator dapat menggunakan rumus 3.1 berikut ini

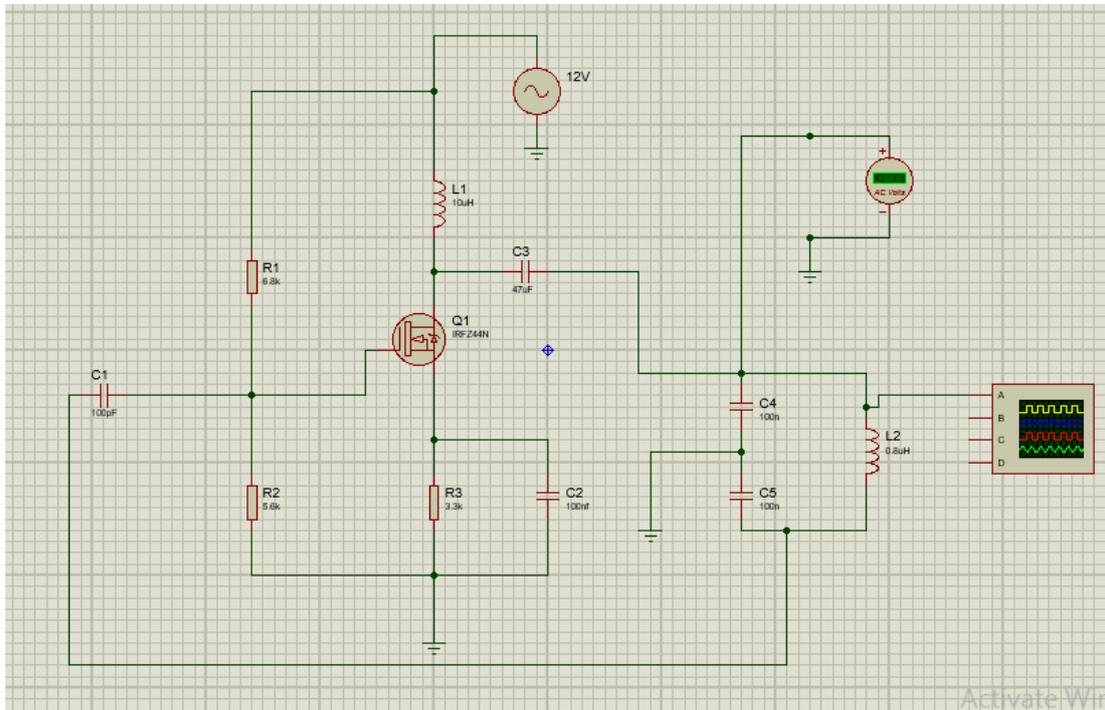
$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (3.2)$$

Salah satu syarat terjadinya resonansi antar kumparan di sisi *transmitter* dan *receiver* yaitu nilai reaktansi induktif dan reaktansi kapasitif sama. Karena jenis kumparan yang digunakan pada penelitian ini bervariasi berarti nilai reaktansi induktinya juga bervariasi. Untuk menentukan nilainya dapat menggunakan rumus 3.2 dan rumus 3.3 berikut ini

$$X_L = 2 \times \pi \times f \times L \quad (3.3)$$

$$X_C = \frac{1}{2 \times \pi \times f \times C} \quad (3.4)$$

Sebelum melakukan perancangan sistem secara real, terlebih dahulu penulis melakukan pengujian melalui simulasi dengan menggunakan software Proteus. Disini dalam pengujian penulis melakukan pengujian berdasarkan rangkaian yang telah didesain di awal. Gambar 3.3 dibawah ini merupakan gambar rangkaian simulasi pengujian yang telah dilakukan



Gambar 3.3 Rangkaian simulasi osilator

Pada penelitian ini, penulis memfokuskan pada pengaruh dari perbedaan ukuran diameter kumparan tembaga, namun pada rangkaian penguat sinyalnya tetap sama. Maka terdapat 3 nilai frekuensi yang berbeda karena dengan perbedaan nilai induktansi pada kumparan yang digunakan maka nantinya jika dihitung nilai frekuensinya juga akan berbeda. Berikut adalah penjabaran nilai frekuensi masing-masing rangkaian osilator *colpitts* berdasarkan nilai induktansi pada kumparan yang divariasikan

- a. Kumparan tembaga pejal *single* dengan diameter 10 cm

$$f = \frac{1}{2 \times 3,14 \times \sqrt{0,7 \times 1 \times 10^{-9}}}$$

$$f = 6018542,564 \text{ Hz}$$

$$X_L = 2 \times 3,14 \times 6018542,564 \times 0,7 \times 10^{-6}$$

$$X_L = 26,45 \text{ ohm}$$

$$X_C = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 8503766.7881 \times 1 \times 10^{-9}}$$

$$X_C = 26,45 \text{ ohm}$$

Gambar 3.4 dibawah ini adalah gambar *kumparan* berbahan pejal dengan diameter 10 cm



Gambar 3.4 kumparan tembaga berbahan pejal

b. Kumparan tembaga berongga *single* dengan diameter 15,5 cm

$$f = \frac{1}{2 \times 3,14 \times \sqrt{0,8 \times 10^{-6}} \times 1 \times 10^{-9}}$$

$$= 5629831.06 \text{ Hz}$$

$$X_L = 2 \times 3,14 \times 5629831.06 \times 0,8 \times 10^{-6}$$

$$X_L = 28,28 \text{ ohm}$$

$$X_C = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 5629831.06 \times 1 \times 10^{-9}}$$

$$X_C = 28,28 \text{ ohm}$$

Gambar 3.5 dibawah ini adalah gambar kumparan berbahan berongga dengan diameter 15 cm.



Gambar 3.5 kumparan tembaga berbahan berongga

- c. Kumparan tembaga berongga yang dililit sebanyak 5 kali dengan diameter 11 cm pada masing-masing lilitan

$$f = \frac{1}{2 \times 3,14 \times \sqrt{2 \times 10^{-6}} \times 1 \times 10^{-9}}$$
$$= 3560617.799 \text{ Hz}$$

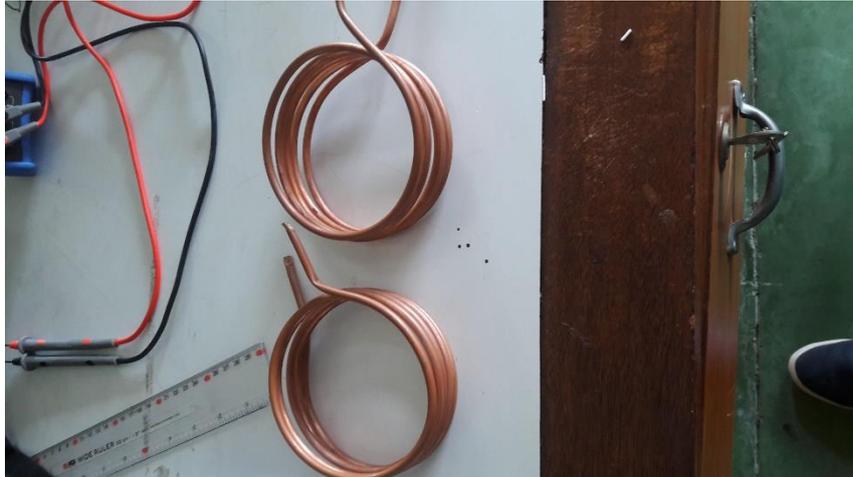
$$X_L = 2 \times 3,14 \times 3560617.799 \times 2 \times 10^{-6}$$

$$X_L = 44,72 \text{ ohm}$$

$$X_C = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 3560617.799 \times 1 \times 10^{-9}}$$

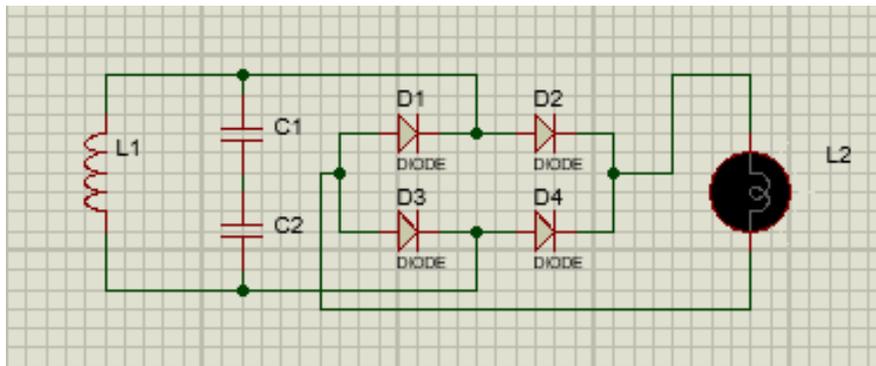
$$X_C = 44,72 \text{ ohm}$$

Gambar 3.6 dibawah ini adalah gambar kumparan berbahan berongga dengan 5 kali lilitan dan diameter 11 cm



Gambar 3.6 kumparan tembaga berongga dengan 5 kali lilitan

Selanjutnya untuk desain pada rangkaian *receiver* akan menggunakan LC *tank* yang sama pada rangkaian *transmitter* dan rangkaian penyearah gelombang penuh menggunakan dioda. Disini nantinya rangkaian ini berfungsi untuk menerima tegangan yang dikirimkan dari *transmitter* melalui proses resonansi bersama yang terjadi diantara kedua kumparan tembaga pada jarak tertentu. Lalu dioda akan bekerja menyearahkan sinyal yang diterima dan mengalirkan tegangan ke output rangkaian yang nantinya akan terhubung ke alat ukur dan beban. Pada penelitian ini penulis menggunakan dioda dengan spesifikasi arus maksimal 3A sebanyak 4 buah. Gambar 3.7 berikut ini merupakan desain rangkaian *receiver*nya

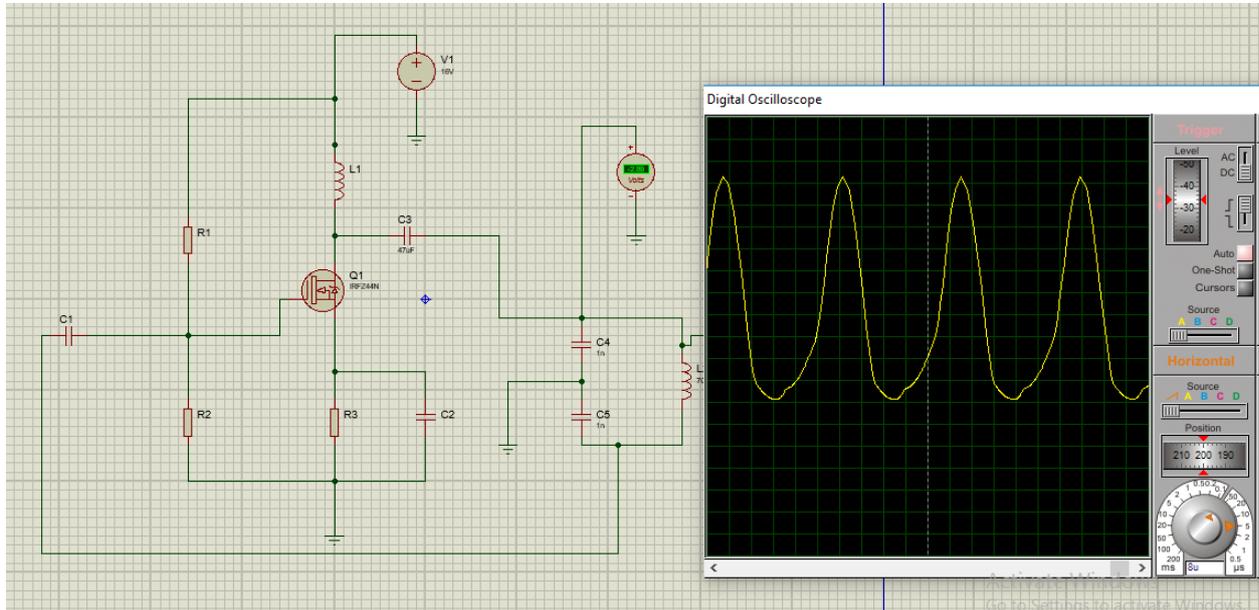


Gambar 3.7 Desain rangkain *receiver*

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian pada saat simulasi rangkaian melalui *software* proteus 8.5



Gambar 4.1 Hasil pengujian simulasi

Pada gambar 4.1 diatas dapat membuktikan bahwa simulasi yang dilakukan melalui *software* proteus 8.5 berhasil dengan dapat dilihatnya sinyal output pada kumparan (pada simulasi ini digunakan induktor sebagai pengganti kumparan tembaga). Pada simulasi ini penulis menggunakan nilai kapasitor dan induktor yang terdapat pad LC *tank* yaitu 1 nanoFarad dan 0,8uH. Sehingga jika dihitung melalui rumus yang telah dijelaskan sebelumnya, nilai frekuensi keluarannya yaitu 5629831,06 Hz. Pada gambar tersebut terlihat bahwa sinyal keluaran berbentuk sinusoidal dengan nilai yang konstan.

4.2 Pengujian tanpa beban

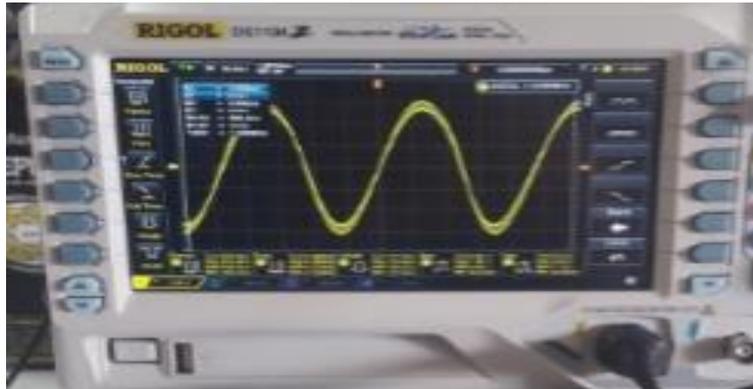
Pada tahap ini bedasarkan rangkaian yang telah dibuat selanjutnya akan dilakukan tahapan pengujian untuk mengetahui apakah rangkaian yang dibuat dapat bekerja dengan baik. Pengujian pertama yang dilakukan yaitu pengujian tanpa menggunakan beban. Pada tahap ini pengujian akan dilakukan dengan 2 kali pengujian, yaitu pengujian pada rangkaian *transmitter* dan pengujian pada rangkaian *receiver*.

4.2.1 Pengujian rangkaian *transmitter* tanpa menggunakan beban

Pada tahap ini penulis telah melakukan pengujian rangkaian *transmitter* tanpa beban dengan menggunakan variasi kumparan tembaga yang telah dibuat sebelumnya, berikut adalah penjabarannya :

4.2.1.1 Pengujian *transmitter* dengan menggunakan kumparan tembaga pejal *single*

Pengujian pertama dilakukan dengan menggunakan 1 kumparan tembaga pejal *single*. Kumparan tersebut akan disambungkan dengan output rangkaian menggunakan kabel jumper dan untuk mengetahui besar frekuensi dan tegangannya maka pada output rangkaian juga akan dihubungkan ke *probe* osiloskop. Gambar 4.2 dibawah ini adalah gambar hasil pengujiannya



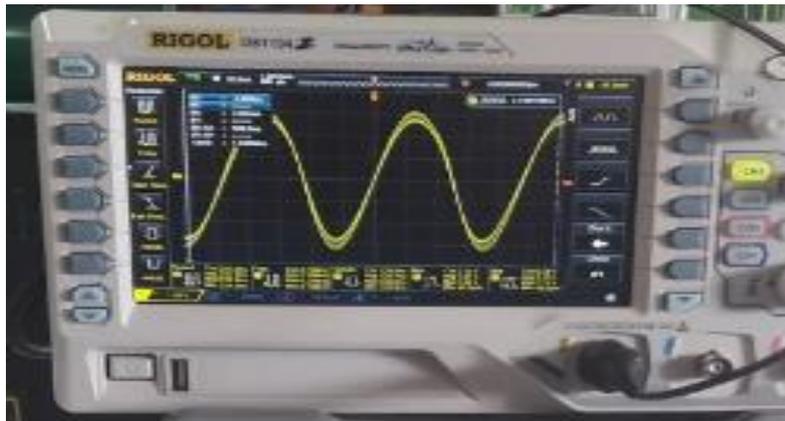
Gambar 4.2 gelombang sinus dan hasil pengukuran frekuensi

Pada gambar 4.2 diatas dapat dilihat bahwa nilai frekuensi yang terbaca pada osiloskop yang terhubung pada kumparan dan output rangkaian *transmitter* sebesar 5,85MHz. jika hasil data pembacaan pada osiloskop ini dibandingkan dengan data hasil perhitungan yang telah dihitung sebelumnya yaitu sebesar 6,01MHz dapat disimpulkan bahwa nilai hasil pengukuran dengan nilai hasil perhitungan hampir sama. Hal yang mempengaruhi perbedaan nilai pada frekuensinya yaitu nilai factor Q yang dimiliki oleh kumparan tergolong rendah. Karena ketika suatu induktor memiliki nilai Q yang tinggi, maka induktor tersebut dapat dikatakan sempurna. Tetapi pada kenyataannya terdapat nilai resistansi pada kumparan yang digunakan. Juga nilai kapasitor dan induktor saat dalam posisi aktif mengalami penurunan nilai yang disebabkan oleh resistansi yang terdapat pada rangkaian Sedangkan nilai tegangan output yang terukur melalui *multimeter* yaitu 11,95V. Ketika nilai frekuensi pada osilator cukup besar maka banyaknya muatan magnet yang beresilasi di sekitar kumparan juga akan semakin banyak. Maka ketika kumparan sisi *receiver* mampu menangkap medan magnet pada sisi *transmitter* dengan baik dapat menyebabkan proses transfer secara nirkabel menjadi semakin maksimal.

4.2.1.2 Pengujian *transmitter* dengan menggunakan kumparan tembaga berongga *single*

Pengujian pertama dilakukan dengan menggunakan 1 kumparan tembaga berongga *single*. Kumparan tersebut akan disambungkan dengan output rangkaian menggunakan kabel

jumper dan untuk mengetahui besar frekuensi dan tegangannya maka pada output rangkaian juga akan dihubungkan ke *probe* osiloskop. Gambar 4.3 dibawah ini adalah gambar hasil pengujiannya



Gambar 4.3 gelombang sinus dan hasil pengukuran frekuensi

Pada gambar 4.3 diatas dapat dilihat bahwa nilai frekuensi yang terbaca pada osiloskop yang terhubung pada kumparan dan output rangkaian *transmitter* sebesar 5,68MHz. jika hasil data pembacaan pada osiloskop ini dibandingkan dengan data hasil perhitungan yang telah dihitung sebelumnya yaitu sebesar 5,6MHz dapat disimpulkan bahwa nilai hasil pengukuran dengan nilai hasil perhitungan hampir sama. Hal yang mempengaruhi perbedaan nilai pada frekuensinya yaitu nilai factor Q yang dimiliki oleh kumparan tergolong rendah. Karena ketika suatu induktor memiliki nilai Q yang tinggi, maka induktor tersebut dapat dikatakan sempurna. Tetapi pada kenyataannya terdapat nilai resistansi pada kumparan yang digunakan. Juga nilai kapasitor dan induktor saat dalam posisi aktif mengalami penurunan nilai yang disebabkan oleh resistansi yang terdapat pada rangkaian Sedangkan nilai tegangan output yang terukur melalui *multimeter* yaitu 11,97V. Ketika nilai frekuensi pada osilator cukup besar maka banyaknya muatan magnet yang beresilasi di sekitar kumparan juga akan semakin banyak. Maka ketika kumparan sisi *receiver* mampu menangkap medan magnet pada sisi *transmitter* dengan baik dapat menyebabkan proses transfer secara nirkabel menjadi semakin maksimal.

4.2.1.3 Pengujian *transmitter* dengan menggunakan kumparan tembaga berongga dengan 5 kali lilitan

Pengujian pertama dilakukan dengan menggunakan kumparan tembaga berongga dengan 5 kali lilitan. Kumparan tersebut akan disambungkan dengan output rangkaian menggunakan kabel jumper dan untuk mengetahui besar frekuensi dan tegangannya maka pada output rangkaian juga akan dihubungkan ke *probe* osiloskop. Gambar 4.4 dibawah ini adalah gambar hasil pengujiannya



Gambar 4.4 Gelombang sinus Hasil pengukuran nilai frekuensi

Pada gambar 4.4 diatas dapat dilihat bahwa nilai frekuensi yang terbaca pada osiloskop yang terhubung pada kumparan dan output rangkaian *transmitter* sebesar 4,12MHz. jika hasil data pembacaan pada osiloskop ini dibandingkan dengan data hasil perhitungan yang telah dihitung sebelumnya yaitu sebesar 3,56MHz dapat disimpulkan bahwa nilai hasil pengukuran dengan nilai hasil perhitungan memiliki perbedaan nilai yang cukup signifikan. Hal yang mempengaruhi perbedaan nilai pada frekuensinya yaitu nilai factor Q yang dimiliki oleh kumparan tergolong rendah. Karena ketika suatu induktor memiliki nilai Q yang tinggi, maka induktor tersebut dapat dikatakan sempurna. Tetapi pada kenyataannya terdapat nilai resistansi pada kumparan yang digunakan. Juga nilai kapasitor dan induktor saat dalam posisi aktif mengalami penurunan nilai yang disebabkan oleh resistansi yang terdapat pada rangkaian dan faktor dari nilai resistor pembagi tegangan pada rangkaian transmitter. Sedangkan nilai tegangan output yang terukur melalui *multimeter* yaitu 11,89V. Ketika nilai frekuensi pada osilator cukup besar maka banyaknya muatan magnet yang beresilasi di sekitar kumparan juga akan semakin banyak. Maka ketika kumparan sisi *receiver* mampu menangkap medan magnet pada sisi *transmitter* dengan baik dapat menyebabkan proses transfer secara nirkabel menjadi semakin maksimal.

4.2.2 Pengujian rangkaian *receiver* tanpa menggunakan beban

Pada tahap ini penulis telah melakukan pengujian terhadap rangkaian *receiver* dengan menggunakan variasi kumparan tembaga yang telah dibuat sebelumnya, berikut adalah penjabarannya :

4.2.2.1 Pengujian *receiver* dengan menggunakan kumparan tembaga pejal *single*

Pengujian pertama dilakukan dengan menggunakan 2 kumparan tembaga pejal *single*. Kumparan pertama akan disambungkan ke output rangkaian *transmitter* dan kumparan kedua akan diletakkan menempel dengan kumparan pertama lalu disambungkan ke input rangkaian *receiver*, kemudian output dari rangkaian *receiver* ini akan disambungkan ke *multimeter* untuk mengetahui nilai tegangan hasil proses *wireless power transfer*.

Tabel 4.1 dibawah ini merupakan data hasil pengukuran nilai tegangan pada sisi *receiver* sebelum masuk ke rangkaian penyearah dengan jarak antar kumparan yang divariasikan mulai dari 0 cm hingga 10 cm dengan nilai input pada *power supply* DC yaitu 12V dan 1A untuk tegangan dan arus inputnya

Tabel 4.1 Hasil nilai tegangan output *receiver*

Jarak (cm)	Tegangan (V)
0	11,94
1	5,44
2	4,21
3	3,02
4	2,51
5	2,03
6	1,71
7	1,01
8	0,96
9	0,67
10	0,53

Tabel 4.2 dibawah ini merupakan data hasil pengukuran nilai tegangan pada output *receiver* dengan jarak antar kumparan yang divariasikan mulai dari 0 cm hingga 10 cm dengan nilai input pada *power supply* DC yaitu 12V dan 1A untuk tegangan dan arus inputnya

Tabel 4.2 Hasil nilai tegangan output *receiver*

Jarak (cm)	Tegangan (V)
0	1,9
1	0,03
2	0,025
3	0,024
4	0,019
5	0,017
6	0,017
7	0,015
8	0,016
9	0,014
10	0,01

Bedasarkan data yang diperoleh diatas dapat dikatakan bahwa pada rangkaian *receiver* telah berhasil menerima tegangan melalui proses resonansi bersama. Namun disini nilai tegangan yang diterima oleh output rangkaian *receiver* sangat kecil. Hal ini disebabkan karena pada saat terjadinya proses resonansi bersama diantara kedua kumparan terjadi induksi elektromagnetik yang menyebabkan adanya drop tegangan pada sisi *transmitter* sehingga nilai tegangan yang ditransfer menjadi tidak sesuai dengan nilai input.

Saat kedua kumparan saling menempel tegangan yang terbaca oleh *multimeter* yaitu 1,9V. ketika jarak diantara kedua kumparan semakin jauh nilai tegangan yang terbaca pun semakin kecil hingga pada jarak terjauh yaitu 10cm nilai tegangannya 0,01V. Berdasarkan data diatas dapat dikatakan bahwa ketika jarak antara 2 kumparan semakin jauh maka akan semakin sulit untuk melakukan proses resonansi bersama sehingga proses *wireless power transfer* semakin sulit dilakukan.

4.2.2.2 Pengujian *receiver* dengan menggunakan kumparan tembaga berongga *single*

Pengujian kedua dilakukan dengan menggunakan 2 kumparan tembaga berongga *single*. Kumparan pertama akan disambungkan ke output rangkaian *transmitter* dan kumparan kedua akan diletakkan menempel dengan kumparan pertama lalu disambungkan ke input rangkaian *receiver*, kemudian output dari rangkaian *receiver* ini akan disambungkan ke *multimeter* untuk mengetahui nilai tegangan hasil proses *wireless power transfer*.

Tabel 4.3 dibawah ini merupakan data hasil pengukuran nilai tegangan pada sisi *receiver* sebelum masuk ke rangkaian penyearah dengan jarak antar kumparan yang divariasikan mulai dari

0 cm hingga 10 cm dengan nilai input pada *power supply* DC yaitu 12V dan 1A untuk tegangan dan arus inputnya

Tabel 4.3 Hasil nilai tegangan output *receiver*

Jarak (cm)	Tegangan (V)
0	10,91
1	5,41
2	4,18
3	3,04
4	2,33
5	2
6	1,56
7	1,1
8	0,91
9	0,77
10	0,4

Tabel 4.4 dibawah ini merupakan data hasil pengukuran nilai tegangan pada output *receiver* dengan jarak antar kumparan yang divariasikan mulai dari 0 cm hingga 10 cm dengan nilai input pada *power supply* DC yaitu 12V dan 1A untuk tegangan dan arus inputnya

Tabel 4.4 Hasil nilai tegangan output *receiver*

Jarak (cm)	Tegangan (V)
0	2,02
1	0,08
2	0,041
3	0,037
4	0,031
5	0,031
6	0,025
7	0,021
8	0,02
9	0,02
10	0,019

Bedasarkan data yang diperoleh diatas dapat dikatakan bahwa pada rangkaian *receiver* telah berhasil menerima tegangan melalui proses resonansi bersama. Namun disini nilai tegangan yang diterima oleh output rangkaian *receiver* sangat kecil. Hal ini disebabkan karena pada saat terjadinya proses resonansi bersama diantara kedua kumparan terjadi induksi elektromagnetik yang menyebabkan adanya drop tegangan pada sisi *transmitter* sehingga nilai tegangan yang ditransfer menjadi tidak sesuai dengan nilai input.

Saat kedua kumparan saling menempel tegangan yang terbaca oleh *multimeter* yaitu 2,02V. ketika jarak diantara kedua kumparan semakin jauh nilai tegangan yang terbaca pun semakin kecil hingga pada jarak terjauh yaitu 10cm nilai tegangannya 0,019V. Berdasarkan data diatas dapat dikatakan bahwa ketika jarak antara 2 kumparan semakin jauh maka akan semakin sulit untuk melakukan proses resonansi bersama sehingga proses *wireless power transfer* semakin sulit dilakukan.

4.2.2.3 Pengujian *receiver* dengan menggunakan kumparan tembaga berongga dengan 5 kali lilitan

Pengujian kedua dilakukan dengan menggunakan 2 kumparan tembaga berongga dengan jumlah lilitan 5 pada masing-masing kumparan. Kumparan pertama akan disambungkan ke output rangkaian *transmitter* dan kumparan kedua akan diletakkan menempel dengan kumparan pertama lalu disambungkan ke input rangkaian *receiver*, kemudian output dari rangkaian *receiver* ini akan disambungkan ke *multimeter* untuk mengetahui nilai tegangan hasil proses *wireless power transfer*.

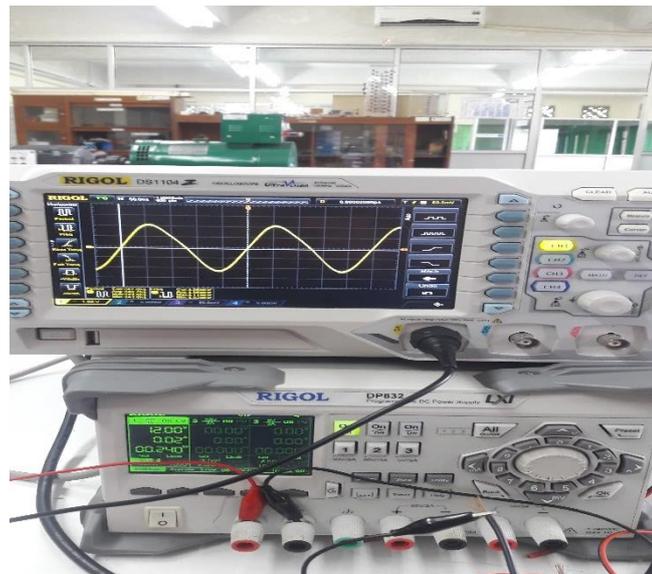
Tabel 4.5 dibawah ini merupakan data hasil pengukuran nilai tegangan pada sisi *receiver* sebelum masuk ke rangkaian penyearah dengan jarak antar kumparan yang divariasikan mulai dari 0 cm hingga 10 cm dengan nilai input pada *power supply* DC yaitu 12V dan 1A untuk tegangan dan arus inputnya

Tabel 4.5 Hasil nilai tegangan output *receiver*

Jarak (cm)	Tegangan (V)
0	11,85
1	4,67
2	4,07
3	3,5
4	2,02
5	1,77
6	1,25

7	0,98
8	0,64
9	0,3
10	0,14

Gambar 4.5 dibawah ini adalah gambar sinyal rangkaian *receiver* sebelum disearahkan yang dilihat melalui osiloskop



Gambar 4.5 Sinyal pada rangkaian *receiver* sebelum disearahkan

Tabel 4.6 dibawah ini merupakan data hasil pengukuran nilai tegangan pada output *receiver* dengan jarak antar kumparan yang divariasikan mulai dari 0 cm hingga 10 cm dengan nilai input pada *power supply* DC yaitu 12V dan 1A untuk tegangan dan arus inputnya

Tabel 4.6 Hasil nilai tegangan output *receiver*

Jarak (cm)	Tegangan (V)
0	2,5
1	2,2
2	0,75
3	0,63
4	0,47
5	0,5
6	0,1
7	0,003
8	0

9	0
10	0

Gambar 4.6 dibawah ini adalah gambar sinyal rangkaian *receiver* setelah disearahkan yang dilihat melalui osiloskop



Gambar 4.6 Sinyal rangkaian *receiver* setelah disearahkan

Bedasarkan data yang diperoleh diatas dapat dikatakan bahwa pada rangkaian *receiver* telah berhasil menerima tegangan melalui proses resonansi bersama. Namun disini nilai tegangan yang diterima oleh output rangkaian *receiver* sangat kecil. Hal ini disebabkan karena pada saat terjadinya proses resonansi bersama diantara kedua kumparan terjadi induksi elektromagnetik yang menyebabkan adanya drop tegangan pada sisi *transmitter* sehingga nilai tegangan yang ditransfer menjadi tidak sesuai dengan nilai input.

Saat kedua kumparan saling menempel tegangan yang terbaca oleh *multimeter* yaitu 2,5V. ketika jarak diantara kedua kumparan semakin jauh nilai tegangan yang terbaca pun semakin kecil hingga pada jarak terjauh yaitu 10cm nilai tegangannya 0V. Berdasarkan data diatas dapat dikatakan bahwa ketika jarak antara 2 kumparan semakin jauh maka akan semakin sulit untuk melakukan proses resonansi bersama sehingga proses *wireless power transfer* semakin sulit dilakukan.

BAB 5

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Bedasarkan penelitian tentang analisa pengaruh ukuran diameter kumparan TX dan RX terhadap jarak transfer daya *wireless power transfer* dapat diambil kesimpulan bahwa :

- a. Sistem *wireless power transfer* dengan menggunakan osilator *colpitts* dengan kumparan yang divariasikan bentuk dan ukurannya sudah berhasil melakukan transfer daya tanpa beban.
- b. Jarak terjauh yang dapat ditempuh oleh sistem *wireless power transfer* pada penelitian ini yaitu 10 cm.
- c. Tegangan sudah mampu ditransfer pada sistem *wireless power transfer* dengan nilai terbesar yaitu 2,2 V dan nilai terkecil yaitu 0,001 V.
- d. Kumparan dengan jumlah lilitan yang lebih banyak menyebabkan nilai tegangan yang mampu ditransfer pada sistem lebih besar.

5.2 Saran

Bedasarkan kesimpulan yang telah ada diatas penulis dapat menambahkan saran untuk kedepannya, yaitu :

- a. Kumparan yang dibuat sebaiknya menggunakan mesin karena hasilnya akan lebih rapat dan baik antar lilitan sehingga mampu memiliki factor Q yang lebih baik dan dapat bekerja secara maksimal.
- b. Kedepannya jenis bahan kumparan yang digunakan lebih banyak agar mampu menentukan bahan mana yang mampu melakukan proses *wireless power transfer* dengan baik.
- c. Teknik penyolderan pada rangkaian harus benar benar diperhatikan karena ketika solderan tidak sempurna maka akan dapat membuat rangkaian tidak bekerja secara maksimal.
- d. Memperhatikan lebih tentang sisi *grounding* pada rangkaian sehingga rangkaian mampu bekerja lebih maksimal dan mampu melakukan transfer daya menggunakan beban.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. P. Rahman and M. Sarwoko, "Perancangan Dan Realisasi Prototype Sistem Transfer Handphone," no. 2, 2013.
- [2] T. Supriyanto, "Rancang Bangun Wireless Power Transfer (Wpt) Menggunakan Metode Multi - Magnetic Resonator," vol. 14, no. 2, 2015.
- [3] P. Studi, T. Elektro, F. T. Industri, U. Islam, and I. Jalan, "MENGGUNAKAN METODE INDUKSI MEDAN-DEKAT Tugas Akhir Oleh : Tyo Fabian Fadel Abstrak Pendahuluan Tinjauan Pustaka," 2007.
- [4] I. J. Kartasasmita, F. Teknik, and P. S. Ekstensi, "UNIVERSITAS INDONESIA RANCANG BANGUN ALAT PENGATUR FREKUENSI WIRELESS POWER TRANSFER UNIVERSITAS INDONESIA WIRELESS POWER TRANSFER," 2012.
- [5] P. Ilmiah, "RANCANG BANGUN DAN ANALISA RANGKAIAN PROTOTYPE Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan," 2016.
- [6] P. W. Setyawan, "Perancangan Sistem Transfer Daya Nirkabel Untuk Beban Arus Searah (Dc) Daya Rendah Perancangan Sistem Transfer Daya Nirkabel Untuk Beban Arus Searah (Dc) Daya Rendah," 2013.
- [7] M. B. Hulaimi, M. Ir.Herry Setyawan, and S. M. M.Aan Auliq, "Perancangan Transfer Daya Listrik Tanpa Kabel Menggunakan Osilator Sebagai Pembangkit Frekwensi," 2015.