

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN TRANSFER ENERGI LISTRIK MENGUNAKAN METODE PUSH PULL PARABOLA

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh :

TAUFIK ILHAM NASUTION

NPM : 1407220075



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN TRANSFER ENERGI LISTRIK TANPA KABEL
MENGUNAKAN METODE PUSH PULL PARABOLA

*Diajukan Guna Melengkapi Tugas-tugas dan Sebagai Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T) Program Studi Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Telah Diuji dan Disidangkan Pada Tanggal :
(15 Oktober 2018)

Oleh :

Taufik Ilham Nasution

1407220075

Pembimbing I

(Dr. Muhammad Fitra Zambak M.Sc)

Pembimbing II

(Elvy Sahnur Nasution ST.M.Pd)

Penguji I

(Dr. Surya Hardi M.Sc)

Penguji II

(Partaonan Harahap ST.MT)

Diketahui dan Disahkan
Ketua Jurusan Teknik Elektro

(Faisal Idris Pasaribu ST.MT)

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Taufik Ilham Nasution
NPM : 1407220075
Tempat / Tgl Lahir : Binjai / 30 Mei 1996
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro



Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas akhir (skripsi) saya ini yang berjudul :

“ PERANCANGAN TRANSFER ENERGI LISTRIK TANPA KABEL MENGGUNAKAN METODE PUSH PULL PARABOLA ”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena berhubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan lain yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia di proses oleh tim fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas Akademik di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Oktober 2018

Saya yang menyatakan



TAUFIK ILHAM NASUTION

1407220075

ABSTRAK

Energi listrik merupakan energi utama yang dibutuhkan untuk mengoperasikan suatu perangkat elektronik, saat ini pengirim energi listrik masih banyak yang menggunakan kabel listrik. Transfer energi listrik merupakan suatu transfer energi yang terus dikembangkan agar dapat mengoperasikan suatu perangkat elektronik. Transfer energi listrik tanpa kabel memiliki kelebihan yang lebih efisien dibandingkan dengan menggunakan kabel yaitu penggunaan kabel yang berlebih tidak rapi dan lebih meningkatkan kenyamanan dalam menggunakan perangkat elektronik. Maka dari itu diciptakan konsep energi listrik tanpa kabel dengan menggunakan metode Push Pull Parabola, memiliki prinsip dasar dari perancangan ini menggunakan teknik induksi medan elektromagnetik, yang mana terdapat 2 buah kumparan tembaga dengan bentuk solenoid. Rangkaian transfer energi listrik tanpa kabel ini terdiri dua rangkaian yaitu rangkaian pengirim dan penerima. Rangkaian pengirim terdiri dari rangkaian LC osilasi dengan menggunakan transistor sebagai penguat dan rangkaian penerima terdiri dari kumparan yang dihubungkan langsung ke Lampu LED dan penutup panci kaca yang diaplikasikan sebagai parabola. Pada pengujian tegangan masukan pada pengirim adalah 11,92 DC volt dan arus 1,5 ampere. Pada penelitian ini, alat telah diuji coba dengan cara memvariasikan beban dan jarak yang digunakan pada sisi penerima. Dengan hasil pengujian alat yang telah dilakukan, didapat beberapa efisiensi transfer daya. Efisiensi terbaik adalah sebesar 0,019% pada perhitungan berbeban tanpa parabola pada jarak 1 cm. Dari hasil pengujian tersebut, disimpulkan bahwa semakin dekat jarak lilitan maka semakin tinggi daya dan efisiensi yang dihasilkan, dan semakin jauh jarak lilitan maka semakin rendah daya dan efisiensi yang dihasilkan.

Kata kunci : transfer listrik tanpa kabel, push pull parabola, medan elektromagnetik

KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran ALLAH SWT atas rahmat dan karunianya yang telah menjadikan kita sebagai manusia yang beriman dan Insya ALLAH berguna bagi alam semesta. Shalawat berangkaikan salam kita muliakan kepada Nabi besar kita Baginda Nabi Muhammad SAW yang mana beliau adalah suri tauladan bagi kita semua yang telah membawa kita dari zaman kebodohan menuju zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan.

Tulisan ini saya dibuat sebagai tugas akhir untuk memenuhi tugas dan syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Adapun judul tugas akhir ini adalah **“Perancangan Transfer Energi Listrik Tanpa Kabel Menggunakan Metode *Push Pull Parabola*”**.

Selesainya penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT, karena atas berkah dan izin-Mu saya dapat menyelesaikan tugas akhir dan studi saya di Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Ayahanda (Syamsul Bahri Nasution) dan Ibunda(Roslina Lubis) tercinta, yang dengan cinta kasih & sayang setulus jiwa mengasuh, mendidik, dan membimbing dengan segenap ketulusan hati tanpa mengenal kata lelah sehingga penulis bisa seperti saat ini.

3. Adik saya (Jihan Hasanah Nasution) tersayang, yang telah memberikan semangat dan tak lupa kiranya selalu mendo'akan saya dalam penulisan ini.
4. Bapak Dr. Agussani, MAP, selaku Rektor kampus tercinta Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Pertaonan Harahap, ST, MT, selaku Wakil Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
8. Bapak Dr. Muhammad Fitra Zambak M.sc, selaku Dosen Pembimbing I dikampus yang telah memberi ide-ide dan masukkan dalam menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir ini.
9. Ibu Elvy Sahnur Nasution S.T, M.Pdselaku Dosen Pembimbing II dikampus yang selalu sabar membimbing dan memberikan pengarahan penulis dalam penelitianserta penulisan laporan tugas akhir ini.
10. Yoga Kurniawan, Muhammad Reza Fahlevi, Muhammad Ghazi Al Mufarid yang ikut andil dalam membantu pengerjaan skripsi dan teman yang tidak bisa disebutkan satu persatu satu.
11. Bapak & Ibu dosen di Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
12. Teman seperjuangan Fakultas Teknik terutama kelas A1 Pagi dan A2 Siang Teknik Elektro Stambuk 2014 yang tidak bisa penulis

sebutkan satu per satu serta Keluarga Besar Teknik Elektro 2014 yang selalu memberikan semangat dan suasana kekeluargaan yang luar biasa.

Salam Kompak.

13. Serta semua pihak yang telah mendukung dan tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini disebabkan keterbatasan kemampuan penulis, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik & saran yang membangun dari segenap pihak.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tulisan ini dapat menambah dan memperkaya lembar khazanah pengetahuan bagi para pembaca sekalian dan khususnya bagi penulis sendiri. Sebelum dan sesudahnya penulis mengucapkan terima kasih.

Medan, Oktober 2018

Penulis

Taufik Ilham Nasution

1407220075

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Kajian Pustaka Relevan.....	4
2.2. Medan Elektromagnetik	8
2.2.1 Fluks Listrik.....	10
2.2.2 Induksi Elektromagnetik.....	12
2.2.3 Resonansi Elektromagnetik	15
2.3. Pengertian <i>Push Pull</i>	17
2.4. Prinsip Kerja <i>Push Pull</i>	18
2.4.1 <i>Half-Bridge</i>	19
2.5. Daya.....	21
2.6. Komponen-Komponen Sistem	22

2.6.1	<i>Resistor</i>	22
2.6.2	Kapasitor	23
2.6.3	<i>MOSFET</i>	25
2.6.4	Timah	27
2.6.5	Kabel Listrik	30
2.6.6	Kaca Akrilik.....	34
2.6.7	Kawat Email Tembaga.....	35
2.6.8	Dioda.....	36
2.6.9	<i>Printed Circuit Board (PCB)</i>	38
2.6.10	Saklar	39
2.6.11	<i>LED Indikator</i>	41
2.6.12	Push button switch	43
2.6.13	Parabola.....	45
2.6.14	<i>Software Diptrace</i>	46
BAB III METODE PENELITIAN		47
3.1	Tempat dan Jadwal Penelitian	47
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	47
3.2.1	Alat Penelitian.....	47
3.2.2	Bahan Penelitian	48
3.3	Prosedur Penelitian.....	49
3.3.1	Studi Literatur	49
3.3.2	Perencanaan Blok Diagram.....	50
3.3.3	Perancangan Rangkaian Transfer Energi Listrik Tanpa Kabel Menggunakan Metode Push Full Parabola.....	52

3.3.4	Pengujian Alat.....	52
3.4	Diagram Alir Penelitian.....	53
3.5	Perancangan Transmisi Energi Listrik.....	55
3.5.1	Rangkaian Pengirim.....	55
3.5.2	Rangkaian Penerima	56
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		58
4.1	Prinsip Kerja Perancangan	58
4.2	Perhitungan daya dan efisiensi.....	58
4.2.1	Pengujian Tanpa Beban	59
4.2.2	Pengujian Berbeban Tanpa Parabola	61
4.2.3	Pengujian Berbeban dengan Parabola	65
BAB V PENUTUP.....		70
5.1	Kesimpulan.....	70
5.2	Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA		73
LAMPIRAN.....		76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Medan <i>Elektromagnetik</i>	9
Gambar 2. 2 Fluks Listrik	11
Gambar 2. 3 Percobaan Pertama Faraday	12
Gambar 2. 4 Percobaan Kedua Faraday	13
Gambar 2. 5 Ilustrasi Arah Magnet Yang Memasuki Kumparan	14
Gambar 2. 6 Gelombang Elektomagnetik.....	15
Gambar 2.7 Rangkaian <i>Push Pull</i>	17
Gambar 2.8 Penguat <i>Push Pull</i>	19
Gambar 2.9 <i>Inverter Half-Bridge</i>	20
Gambar 2.10 Resistor.....	22
Gambar 2.11 Kapasitor	25
Gambar 2.12 <i>MOSFET</i>	27
Gambar 2.13 Timah	30
Gambar 2.14 Kabel Listrik.....	31
Gambar 2.15 Kaca Akilirik	34
Gambar 2.16 Kawat Email Tembaga	35
Gambar 2.17 <i>Dioda</i>	37
Gambar 2.18 <i>Printed Circuit Board (PCB)</i>	38
Gambar 2.19 Saklar.....	40
Gambar 2.20 Cara Kerja Saklar	40
Gambar 2.21 <i>LED Indikator</i>	42
Gambar 2. 22 Push Button Switch	43

Gambar 2. 23 Prinsip Kerja Push Button Switch.....	44
Gambar 2. 24 Parabola.....	45
Gambar 2. 25 Software Diptrace.....	46
Gambar 3.1 Blok Diagram Pengirim	50
Gambar 3. 2 Blok Diagram Penerima.....	51
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian	53
Gambar 3.4 Rangkaian Pengirim	55
Gambar 3.5 Rangkaian Penerima.....	56
Gambar 4.1 Grafik Pengujian Tanpa Beban	60
Gambar 4.2 Grafik Pengujian Berbeban Tanpa Parabola	64
Gambar 4.3 Grafik Pengujian Berbeban Menggunakan Parabola	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Warna dan Ukuran Resistor	23
Tabel 2.2 Ukuran Kawat Tembaga	36
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Tanpa Beban	60
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Berbeban	64
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Berbeban dengan Parabola	67

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan energi utama yang dibutuhkan untuk mengoperasikan suatu perangkat elektronik, saat ini pengirim energi listrik masih banyak yang menggunakan kabel listrik. Transfer energi listrik merupakan suatu transfer energi yang terus dikembangkan agar dapat mengoperasikan suatu perangkat elektronik.

Di dalam sesuatu yang dipahami pada penyaluran energi listrik yang masih dalam tahap penelitian yaitu transfer energi tanpa (*wireless*) memiliki kelebihan dibandingkan dengan menggunakan kabel yaitu penggunaan kabel yang berlebih tidak rapi dan lebih meningkatkan kenyamanan dalam menggunakan perangkat elektronik. Teknologi energi listrik ini biasanya digunakan untuk menghidupkan bola lampu atau lampu *LED* bahkan bisa mengisi daya baterai.

Meskipun transfer energi listrik tanpa kabel merupakan cara efisien dibandingkan dengan menggunakan kabel, tetapi kendala pada saat ini sering terjadi, yaitu rendahnya pada perbandingan *output* keluaran efisiensi frekuensi daya yang dihasilkan sehingga dibutuhkan penyempurnaan agar efisiensi terus meningkat maka akan diperlukan adanya cara atau jalan yang ditempuh yang dapat menunjang penyempurnaan pada penelitian transfer energi tanpa kabel.

Dengan adanya kebutuhan energi listrik yang akan terus meningkat, maka diperlukan sebuah alat terobosan baru yaitu dengan menggunakan metode *Push Pull* Parabola. Prinsip dasar dari perancangan ini menggunakan teknik induksi elektromagnetik, yang mana terdapat 2 buah kumparan tembaga dengan bentuk *solenoid*. Rangkaian transfer energi listrik tanpa kabel ini terdiri dua rangkaian yaitu rangkaian pengirim dan penerima. Rangkaian pengirim terdiri dari rangkaian LC osilasi dengan menggunakan transistor sebagai penguat dan rangkaian penerima terdiri dari kumparan yang dihubungkan langsung ke Lampu *LED*. Jarak antara dua kumparan sangat mempengaruhi nilai energi listrik yang mampu ditransfer, semakin panjang jarak antara dua kumparan maka semakin kecil nilai energi listrik yang dihasilkan dan sebaliknya semakin pendek jarak antara dua kumparan maka semakin besar nilai energi listrik dan penutup panci kaca yang diaplikasikan sebagai parabola.

Berdasarkan uraian diatas, maka judul pada penelitian ini akan membahas tentang “**Perancangan Transfer Energi Listrik Tanpa Kabel Menggunakan Metode *Push Pull* Parabola**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, penulis mengidentifikasi beberapa hal yang berhubungan dengan masalah antara lain :

1. Bagaimana perancangan transfer energi listrik tanpa kabel menggunakan metode *push pull* parabola?
2. Seberapa besarkah perbandingan efisiensi daya yang dihasilkan pada pengujian berbeban tanpa parabola dan berbeban dengan menggunakan parabola.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penulisan skripsi adalah sebagai berikut :

1. Hanya membahas perancangan alat dengan rangkaian *push pull*.
2. Hanya membandingkan penggunaan efisiensi berbeban tanpa parabola dan berbeban menggunakan parabola pada transfer energi listrik dengan metode *push pull*.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk merancang transfer energi listrik tanpa kabel menggunakan metode *push pull* parabola.
2. Mengetahui perbandingan efisiensi daya yang dihasilkan pada pengujian berbeban tanpa parabola dan berbeban dengan menggunakan parabola.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memperdalam pemahaman tentang perancangan transfer energi listrik tanpa kabel menggunakan metode *push pull* parabola.
2. Menginspirasi generasi selanjutnya agar tertatik meneliti lebih lanjut tentang perkembangan teknologi listrik tanpa kabel.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Pustaka Relevan

Berikut ini beberapa penelitian yang dilakukan dari peneliti terdahulu untuk mendukung penelitian tugas akhir dalam Perencanaan Transfer Energi Listrik Tanpa Kabel Menggunakan Metode *Push Pull* Parabola, antara lain:

Sistem transfer daya listrik nirkabel diartikan sebagai cara mengirimkan energi listrik dari satu titik ke titik yang lain melalui ruang vakum tanpa menggunakan kabel. Metode yang dapat digunakan dalam sistem ini yaitu resonansi magnetik, dimana frekuensi disisi pengirim harus sama dengan frekuensi di sisi penerima. Penelitian ini menggunakan frekuensi rendah sebesar 1 kHz, 3 kHz dan 5 kHz dengan sumber dari rangkaian oscillator dan function generator. Pengukuran dengan rangkaian *oscillator*, nilai efisiensi daya listrik untuk jarak transfer 4 cm pada frekuensi 1 kHz sebesar 2,79 %, frekuensi 3 kHz sebesar 18,05 % dan frekuensi 5 kHz sebesar 6,41 % dengan jarak transfer maksimum untuk tiap-tiap frekuensi yaitu 1 kHz sejauh 10 cm, 3 kHz sejauh 20 cm dan 5 kHz sejauh 10 cm. Pengukuran dengan *function* generator, nilai efisiensi daya listrik maksimum pada frekuensi 1 kHz = 14,65 % di rata-rata frekuensi 1 kHz, frekuensi 3 kHz = 13,62 % di rata-rata frekuensi 3 kHz dan frekuensi 5 kHz = 28,61 % di rata-rata frekuensi 5,5 kHz. Nilai rata-rata medan magnet maksimum yang terukur pada level frekuensi 1 kHz = 33,91 μT , level frekuensi 3 kHz 12,97 μT dan level frekuensi 5 kHz = 5,21 μT . Nilai rata-rata nilai medan magnet yang

terukur berada dibawah 0,2 mT sehingga aman bagi tubuh manusia menurut PER.13/MEN/X/2011 [1].

Imagine that one day in the future every aspect of life conducted wirelessly including electricity distribution. Wireless electricity transfer experiment has been conducted at Lab Teknik Tenaga Listrik Akademi Teknik Industri Makassar. Focus of this paper is to find the possibility of using wireless power transfer system to light energy saving bulb wirelessly. Research methodology consists of literature studies, circuits design, construction and testing. The transmitter oscillator frequency was set to 1.645 MHz. The result showed that the received power inversely proportional with the distance between transmitter and receiver. Instead of transferring electricity from transmitter to receiver, the transmitter able to light 10 watt energy saving bulb wirelessly [2].

Dalam *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* jenis *Quadcopter*, sumber tenaga berupa baterai yang hanya mampu bekerja 10-15 menit di udara merupakan permasalahan tersendiri bagi performa *Quadcopter*. Sedangkan performansi dari *Quadcopter* pada ketinggian yang susah dijangkau, diharapkan peran operator yang selama ini harus mengkoneksikan secara manual kabel charging ke baterai bisa digantikan oleh sistem secara otomatis ketika baterai akan habis. Untuk itu dalam paper ini membahas suatu perancangan sistem transfer daya nirkabel untuk *Quadcopter* mengisi ulang baterai tanpa bantuan operator dan tidak harus dilakukan pendaratan di atas tanah. Proses isi ulang (*charging*) baterai bisa dilakukan di atas gedung maupun di landasan yang telah terpasang transfer daya nirkabel. Tujuannya adalah meningkatkan performansi kerja *Quadcopter* di udara sesuai dengan kegunaannya. Dari perancangan sistem transfer daya nirkabel untuk

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) jenis Quadcopter mengisi ulang (*charging*) baterai, diperoleh hasil efisiensi transfer daya terbaik sebesar 62,24% dengan jarak efektif 10 cm. Frekuensi sistem transfer daya nirkabel diperoleh dari rangkaian Colpitss Oscillator sebesar 333,1 KHz dengan menerapkan prinsip induksi elektromagnetik [3].

Inverter merupakan perangkat elektronika daya yang berfungsi mengonversi sumber searah menjadi bolak-balik. *Push Pull inverter* adalah satu jenisnya yang mampu menghasilkan tegangan tiga tingkat jika menggunakan teknik modulasi unipolar. Penambahan sirkuit dual buck converter pada full bridge inverter mampu menghasilkan tegangan dalam lima tingkat. Dua saklar pada rangkaian *dual buck converter switching* pada frekuensi tinggi 20 kHz, sedangkan empat saklar pada *push pull inverter switching* pada frekuensi rendah 50 Hz. Teknik *modulasi in phase disposition* PWM (PDPWM) digunakan untuk mengatur penyalaan saklar *dual buck converter*. Keluaran *inverter* lima tingkat dibandingkan dengan tiga tingkat. Total *harmonic distortion* tegangan (THDV) dan arus (THDi) inverter lima tingkat bernilai 23.2281 % dan 23.0975 %, sedangkan inverter tiga tingkat sebesar 51.9302 % dan 52.2458 %. Ketika daya 1004.08 watt disumbangkan ke jala-jala, inverter lima tingkat menghasilkan power factor senilai 0.99 dan THDi 4.1 %. Pada sumbangan daya yang sama, inverter tiga tingkat menghasilkan power factor sebesar 0.919 dan THDi 45.64 % [4].

Penelitian bertujuan merancang pengendalian parabola bergerak menggunakan *Mikrokontroler*. Aktuator sebagai penggerak untuk menggerakkan parabola kearah timur dan kebarat dan switch sebagai titik tempu pada parabola

sehingga dapat berbalik arah timur dan barat, program merumuskan untuk dapat menggerakkan parabola ke arah barat dan timur hingga mendapatkan sinyal dan mencapai kemiringan dari 70 derajat ke barat hingga 120 derajat ke arah timur. Hasil penelitian ini adalah perancangan dan pembuatan Pengendali Parabola Bergerak. Pengendalian parabola bergerak ini terbuat dari bahan aluminium berbentuk lingkaran. Dengan ukuran Lingkaran 170 cm dan tinggi 150 cm. Desain Pengendalian Parabola Bergerak ini terdiri dari 4 komponen utama, dimana komponen pertama sebagai Tiang penopang payung, komponen kedua digunakan sebagai penerima sinyal, komponen ketiga sebagai penerima yang menerima sinyal dari LNB, komponen yang keempat digunakan sebagai pengontrol dari parabola yang menggerakkan Payung parabola ke titik fokus satelit yang di kendalikan dan control oleh *mikrokontroler* [5].

Listrik tanpa kabel adalah pemancar energi listrik menggunakan resonansi kopling magnetik, dengan menyelaraskan frekuensi pada kumparan penerima. Proses ini memanfaatkan prinsip induksi magnetik dan resonansi sebagai media pengirim dan penerima [6].

Wireless energy transfer akan sangat berguna untuk banyak peralatan. Nantinya diharapkan semua peralatan elektronik menggunakan sistem *wireless* saat melakukan pengisian daya. Apalagi telah diketahui seluruh perangkat elektronik memerlukan daya listrik agar dapat bekerja [7].

Pengiriman daya listrik tanpa melewati suatu kabel akan sangat membantu dalam penggunaan peralatan elektronik karena akan lebih efektif dan efisien, namun dalam sistem pengiriman daya nirkabel perlu juga memperhatikan

pemeran medan elektronik juga berpotensi membahayakan makhluk hidup itu sendiri [8].

Dari hasil kajian pustaka relevan disimpulkan bahwa adanya kesesuaian, yaitu jika dilihat dengan teori hasil penelitian ini, energi listrik merupakan salah satu sumber energi yang sangat dibutuhkan kabel, sedangkan *push pull* adalah salah satu jenis inverter yang mampu menghasilkan tegangan tiga tingkat jika menggunakan teknik modulasi unipolaroleh masyarakat dan *push pull* bisa jadi metode yang baik untuk memboilak balikkan tegangan, contohnya sistem transfer daya listrik tanpa kabel yang digunakan sebagai cara mengirimkan energi listrik dari satu titik ke titik yang lain melalui ruang vakum tanpa menggunakan, serta parabola digunakan sebagai penerima sinyal atau frekuensi daya yang dihasilkan.

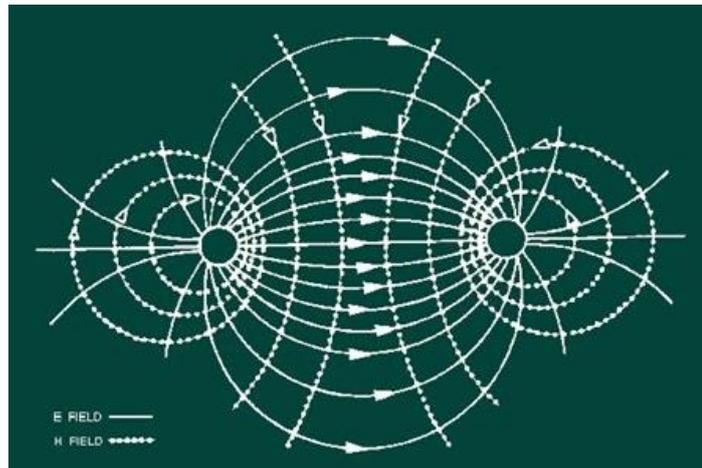
2.2. Medan Elektromagnetik

Dalam ilmu pengetahuan tentang *elektromagnetisme*, bahwa pengertian dari sebuah medan elektromagnetik adalah sebuah medan yang terdiri atas dua medan vektor yang akan saling berhubungan dengan medan listrik dan medan magnet. Ketika disebutkan medan elektromagnetik, maka medan elektromagnetik tersebut akan dibayangkan dengan mencakup seluruh ruang yang ada, biasanya pada medan elektromagnetik hanya akan terbatas di sebuah daerah kecil di sekitar objek dalam sebuah ruang.

Vektor (E dan B) yang merupakan karakter medan masing-masing memiliki sebuah nilai yang didefinisikan pada sebuah setiap titik ruang dan waktu. Bila hanya medan listrik (E) bukan nol, dan konstan dalam waktu, maka

medan ini dikatakan sebagai sebuah medan elektrostatis. E dan B (medan magnet) dihubungkan dengan persamaan *Maxwell*.

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.1 terdapat contoh medan elektromagnetik:



Gambar 2.1 Medan *Elektromagnetik*

Pada gambar 2.1 terdapat gambaran medan elektromagnetik yang merupakan sebuah dasar kuantum oleh elektrodinamika bahwa semua partikel bermuatan listrik dikelilingi oleh medan listrik. Partikel bermuatan bergerak menghasilkan medan magnet. Ketika kecepatan perubahan partikel bermuatan, maka medan elektromagnetik diproduksi.

Medan elektromagnetik biasanya dihasilkan oleh arus (alternating AC) dalam konduktor listrik dari AC dapat berkisar dari satu siklus dalam ribuan tahun (pada ekstrim rendah) ke triliun atau quadrillions siklus per detik (pada suhu yang sangat tinggi).

Unit standar frekuensi elektromagnetik adalah hertz. Sebuah frekuensi 1.000 Hz adalah onekilohertz (kHz); frekuensi 1.000 kHz adalah salah satu

megahertz (MHz); frekuensi 1.000 MHz adalah salah satu giga hertz (GHz).

Panjang gelombang medan elektromagnetik adalah terkait dengan frekuensi. Jika frekuensi f dari gelombang elektromagnetik ditentukan dalam megahertz dan w panjang gelombang ditentukan dalam meter (m), maka dalam ruang bebas, keduanya berhubungan dengan rumus:

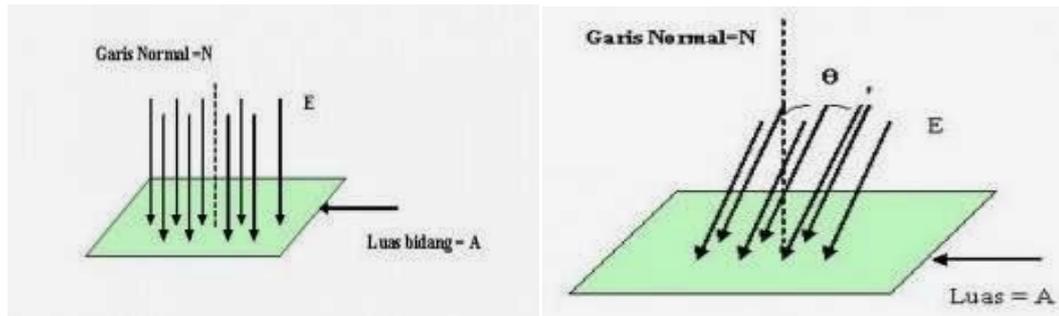
$$w = 300 / f \dots\dots\dots(2.1)$$

Sebagai contoh, sebuah sinyal pada 100 MHz memiliki panjang gelombang 3 m, atau sekitar 10 meter. Rumus yang sama ini akan berlaku jika frekuensi yang ada dalam gigahertz dan panjang gelombang akan ditentukan dalam milimeter (mm). Dengan demikian, sinyal pada 30 GHz akan memiliki panjang gelombang 10 mm, atau paling sedikit kurang dari setengah inci.

2.2.1 Fluks Listrik

Fluks berkaitan dengan besaran medan yang “menembus” dalam arah yang tegak lurus suatu permukaan tertentu. Fluks listrik menyatakan medan listrik yang menembus dalam arah tegak lurus suatu permukaan. Ilustrasinya akan lebih mudah dengan menggunakan deskripsi visual untuk medan listrik (yaitu penggambaran medan listrik sebagai garis-garis). Dengan penggambaran medan seperti itu (garis), maka fluks listrik dapat digambarkan sebagai banyaknya “garis” medan yang menembus suatu permukaan.

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.2 terdapat contoh fluks listrik:



Gambar 2. 2 Fluks Listrik

Pada gambar 2.2 terdapat gambaran fluks listrik yang dijelaskan bahwa fluks listrik akan menembus suatu permukaan karena banyaknya garis medan yang menembus.

Rumus Fluks listrik adalah sebagai berikut :

$$\phi = E \cdot A$$

.....(2.2)

Apabila garis-garis medan listrik yang menembus suatu bidang memiliki sudut maka rumus fluks listriknya adalah sebagai berikut :

$$\phi = E \cdot A \cos \theta$$

.....(2.3)

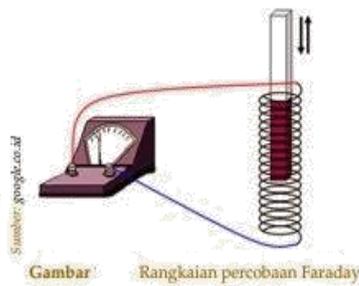
Dimana:

ϕ = Fluks Listrik (Weber)
 E = Kuat Medan Listrik (N/C)
 A = Luas bidang (m²)
 θ = Sudut antara E dengan garis normal

2.2.2 Induksi Elektromagnetik

Pada awal tahun 1830, Michael Faraday melakukan berbagai percobaan yang berhubungan dengan pengaruh medan magnet yang berubah-ubah terhadap waktu terhadap suatu kumparan atau loop tertutup percobaan Faraday.

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.3 terdapat contoh percobaan pertama Faraday:



Gambar 2. 3 Percobaan Pertama Faraday

Pada gambar 2.3 terdapat gambaran percobaan pertama Faraday. Pada hukum Faraday menyatakan bahwa besar ggl (gaya gerak listrik) induksi pada suatu kumparan bergantung pada jumlah lilitan dan kecepatan perubahan fluks magnetik. GGL induksi dinyatakan dengan rumus :

$$\varepsilon = -N \cdot B \cdot i \cdot V \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana:

ε = Besar ggl (V)

N = jumlah lilitan

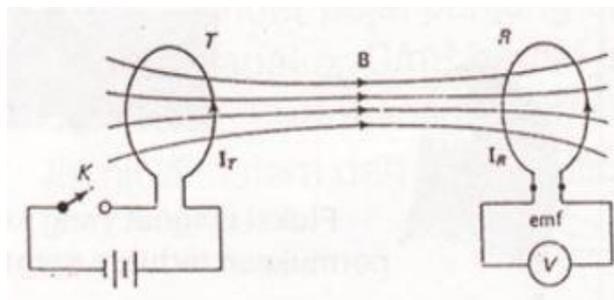
B = Kerapatan medan magnet (tesla)

i = panjang kawat (m)

V = kecepatan gerak kawat (m/s)

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

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.4 terdapat contoh percobaan kedua faraday:

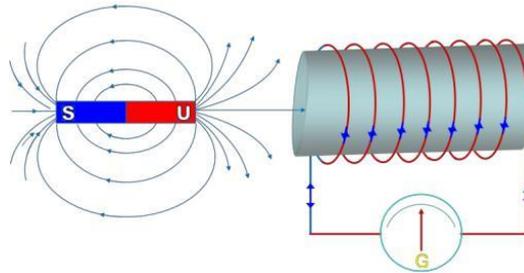


Gambar 2. 4 Percobaan Kedua Faraday

Pada gambar 2.4 terdapat gambaran percobaan kedua faraday dijelaskan apabila saklar ditutup, arus mengalir melalui kumparan pertama sehingga timbul medan magnetik. Karena digunakan sumber DC maka perubahan medan magnet hanya terjadi sesaat dan akan menimbulkan arus sesaat pada kumparan kedua dan kembali ke nol. Hal yang sama juga terjadi bila saklar kembali dibuka dengan

arah arus yang berlawanan. Dari peristiwa ini dapat disimpulkan bahwa arus induksi hanya terjadi bila terjadi perubahan medan magnetik.

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.5 terdapat contoh ilustrasi arah magnet yang memasuki kumparan:



Gambar 2. 5 Ilustrasi Arah Magnet Yang Memasuki Kumparan

Pada gambar 2.5 terdapat gambaran contoh ilustrasi arah magnet memasuki kumparan dijelaskan bahwa bahwa arus induksi hanya terjadi bila terjadi perubahan medan magnetik. Bila medan magnetnya besar berapapun besarnya tetapi medan magnetnya konstan tidak berubah-ubah terhadap waktu seperti arus DC, maka tidak akan menghasilkan arus induksi digunakan dengan persamaan rumus:

$$V_{induksi} = -N \frac{d\phi}{dt} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$\phi = B \cdot A \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana:

$V_{induksi}$ = Tegangan induksi (volt)

N = Jumlah lilitan

B = Medan magnetik (tesla)

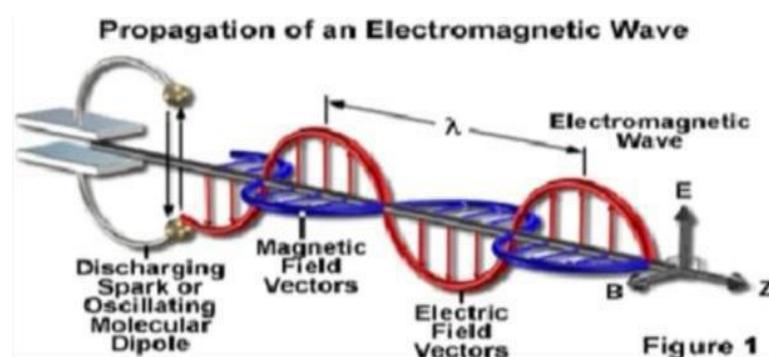
A = luas kumparan (meter persegi)

ϕ = Fluks magnetik (weber)

2.2.3 Resonansi Elektromagnetik

Resonansi elektromagnetik erat hubungannya dengan fenomena medan elektromagnet yang juga erat hubungannya dengan proses terjadinya aliran listrik. Radiasi dari medan elektromagnet pada tingkat tertentu dapat menjadi berbahaya bagi kelangsungan hidup organisme yang berada didalam jangkauannya. Medan elektromagnet dapat digolongkan dalam medan listrik dan medan magnet. Dan karena medan magnet jauh lebih aman bila dibandingkan dengan medan listrik, maka medan magnet menjadi pilihan yang paling tepat untuk digunakan sebagai media pengiriman energi jika dibandingkan dengan medan listrik dalam pemanfaatannya untuk perpindahan energi secara resonansi elektromagnet.

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.6 terdapat contoh gelombang elektromagnetik:



Gambar 2. 6 Gelombang Elektromagnetik

Pada gambar 2.6 terdapat gambaran contoh gelombang elektromagnetik bahwa dalam pembangkitan suatu medan elektromagnet, radiasi gelombang elektromagnet yang dihasilkan akan memuat sejumlah energi yang dipancarkan ke lingkungan. Energi ini akan terus terpancar, tidak bergantung pada ada atau tidaknya yang menangkap gelombang tersebut. Apabila terdapat suatu benda yang mampu menangkap radiasi elektromagnetnya, maka benda tersebut akan

beresonansi dan akan menerima energi tersebut dan terjadilah perpindahan energi secara resonansi elektromagnetik.

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

Secara umum, sistem resonansi elektromagnetik dengan resonansi frekuensi memiliki kesamaan, yaitu sama-sama memiliki nilai efektif dalam radius tertentu. Apabila di dalam radius efektif tersebut terdapat sumber medan elektromagnet atau penangkap gelombang elektromagnet lain yang memiliki frekuensi resonansi yang sama dengan sistem sebelumnya, maka mereka akan dapat bergabung dengan sistem resonansi elektromagnet yang telah ada dan akan membentuk hubungan resonansi elektromagnet yang lebih besar.

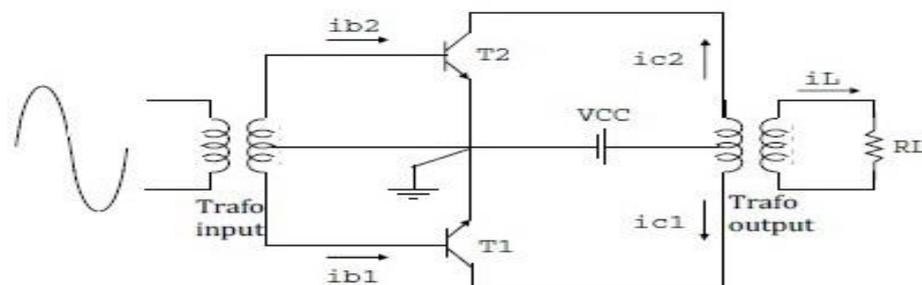
Dengan kata lain sistem ini tidak hanya terbatas pada sebuah sumber energi dan sebuah penangkap energi saja. Namun sistem ini dapat terdiri atas beberapa sumber energi dan beberapa penangkap energi selama mereka terdapat didalam radius efektif dari sistem elektromagnet dan memiliki frekuensi resonansi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

2.3. Pengertian *Push Pull*

Push pull adalah sebuah inverter DC-DC yang menggunakan transformator untuk mengubah level tegangan DC yang dibutuhkan serta menghasilkan isolasi galvanis terhadap beban [9].

Push Pull atau tarik-ulur merupakan sebuah sirkuit elektronik yang dapat menggerakkan baik arus positif ataupun negatif kepada beban. Keluaran *push-pull* adalah standar untuk logika digital TTL dan CMOS serta beberapa jenis penguat, dan biasanya terbuat dari pasangan transistor komplementer, salah satu membenamkan arus dari beban ke catu negatif, sedangkan yang lainnya menyuplai arus dari catu positif ke beban. Karena biasanya skema sirkuit digambar vertikal dengan dua transistor yang ditumpuk, sirkuit ini sering juga dinamai keluaran tiang totem (*totem pole*). Tabung termionik tidak tersedia dalam tipe *komplementer* (seperti transistor PNP dan NPN) sehingga penguat *push-pull* tabung dibuat dengan menggunakan dua tabung identik yang digerakkan dalam antifasa, tabung tersebut menggerakkan arus di antara dua lilitan primer transformator yang berhadapan tengah.

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.7 terdapat contoh rangkaian *Push Pull*:



Gambar 2.7 Rangkaian *Push Pull*

Pada gambar 2.7 terdapat gambaran rangkaian *Push Pull* dijelaskan bahwa masing-masing rangkaian menguatkan setengah gelombang input, sehingga bisa diperoleh sinyal output yang penuh dimana masing-masing penguat bekerja secara bergantian sesuai dengan polaritas ayunan sinyal input.

2.4. Prinsip Kerja *Push Pull*

Prinsip kerja *Push Pull* adalah penguatannya sama seperti cara kerja dari masing-masing transistor pada umumnya yaitu sebagai pembelah suatu fasa. Hanya titik kerja kedua digeser ke dekat titik OFF dari masing-masing transistor sehingga pada NPN hanya bekerja pada saat sinyal input di posisi atas +0.6 volt sedang pada PNP akan bekerja pada saat kebalikannya, yakni pada saat sinyal input di posisi bawah -0.6 volt. Kelebihannya dari konfigurasi pada *push pull* adalah sebagai berikut:

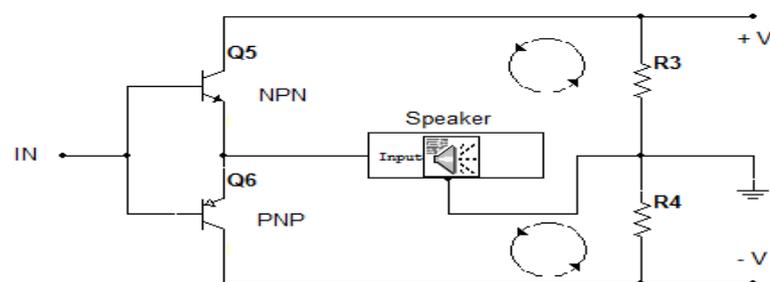
- 1) Efisiensinya yang jauh lebih tinggi ketimbang kita menggunakan 1 transistor.
- 2) *Switch* dari *output*, sinyal yang dikuatkan juga jauh lebih lebar ketimbang kita menggunakan satu transistor atau lebih dari transistor lain yang digunakan.

Kekurangannya dari konfigurasi pada *push pull* adalah sebagai berikut:

- 1) Daerah mati (*dead zone*) antara -0.6v dan +0.6v, artinya tidak ada satu pun transistor (NPN & PNP) akan "hidup" dengan sinyal input antara -0.6 volt sampai +0.6 volt, akan tetapi jika pada akibat dari ini bisa diminimalkan dengan penambahan *diode*.

2) Kualitas sinyal *output*. Secara aktual, tidak ada transistor NPN dan PNP yang benar-benar sepadan (*complementary*), jadi angka penguatan di area positif (oleh NPN) dan negatif (oleh PNP) akan sedikit berbeda, hal ini akan berpengaruh pada kualitasnya sinyal atau gelombang pada output yang akan dihasilkan.

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.8 terdapat contoh penguat *Push Pull*:



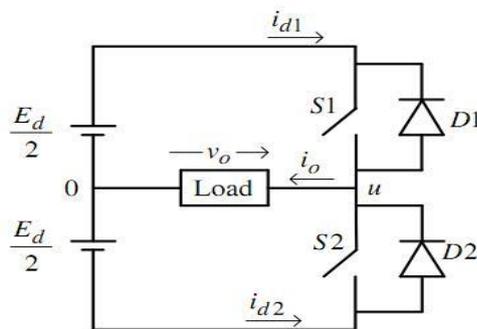
Gambar 2.8 Penguat *Push Pull*

Pada gambar 2.8 terdapat gambaran penguat *Push Pull* dijelaskan mempunyai prinsip bahwa penguatan pada dasarnya berarti membuat menjadi lebih kuat. Dalam bidang elektronika yang dimaksud dengan penguatan yaitu memperkuat *amplitude* dari suatu sinyal.

2.4.1 *Half-Bridge*

Inverter DC/AC dapat direalisasikan dengan menggunakan konfigurasi transistor daya jembatan-setengah (*half-bridge configuration*). Inverter jembatan setengah menghasilkan keluaran AC sinusoidal yang tidak sempurna. Upaya penyempurnaan keluaran juga dapat dilakukan tetapi membutuhkan ukuran nilai induktansi pada filter pasif yang cukup besar [10].

Para peneliti telah melakukan beberapa perancangan untuk mendapatkan hasil terbaik melalui upaya menapis gangguan harmonik di antaranya dengan menggunakan metode *Z-Source* Inverter yaitu menggunakan susunan impedansi yang unik untuk menghubungkan rangkaian utama dan sumber. Selain itu, metode-metode konvensional misalnya *Algoritma Genetika* juga dapat digunakan untuk mengeliminir pada gangguan harmonik. Metode-metode konvensional ini sangat cukup efektif, akan tetapi pada mekanisme pengimplementasiannya cukup kompleks dan berpotensi menghasilkan disipasi daya listrik yang cukup berarti. Metode lain yang dapat digunakan adalah dengan memanfaatkan teknik pensaklaran yaitu dengan menggunakan metode *SPWM* sebagai upaya eliminasi harmonik. Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.9 terdapat contoh rangkaian *Inverter half-bridge*:



Gambar 2.9 Inverter Half-Bridge

Pada gambar 2.9 terdapat gambaran bentuk rangkaian *Inverter half-bridge* yang menghasilkan keluaran AC sinusoidal yang tidak sempurna.

2.5. Daya

Daya didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam rangkaian listrik. Satuan SI daya listrik adalah watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir per satuan waktu (joule/detik). Arus listrik yang mengalir dalam rangkaian dengan hambatan listrik menimbulkan kerja. Berikut persamaan-persamaan yang berkaitan dengan daya masukan, daya keluaran, dan efisiensi sebagai berikut:

Persamaan daya masukan:

$$P_{in} = V_{in} \times I_{in} \dots\dots\dots (2.7)$$

Persamaan daya keluaran:

$$P_{out} = V_{out} \times I_{out} \dots\dots\dots (2.8)$$

Persamaan efisiensi daya:

$$\eta_{Total} = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana :

η = Efisiensi

P_{out} := Daya listrik Keluaran

P_{in} = Daya listrik Masukan

V_{out} = Tegangan Keluaran

V_{in} = Tegangan Masukan

I_{out} = Arus Keluaran

I_{in} = Daya Masukan

2.6. Komponen-Komponen Sistem

Adapun komponen pada sistem yang digunakan pada perancaan transfer energi tanpa kabel menggunakan metode *push pull* akan di uraikan lebih mendetail.

2.6.1 Resistor

Resistor adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menghambat arus listrik dan menghasilkan nilai resistansi tertentu pada parameter-parameter resistor [11].

Resistor sendiri terdiri dari dua bentuk yaitu Komponen *Axial/Radial* dan Komponen Chip. Perbedaannya untuk Komponen *Axial/Radial* nilai resistor terdapat kode warna sehingga kita bisa mengetahui nilainya dari warna tersebut. Sedangkan untuk komponen chip nilainya terdiri dari kode tertentu sehingga lebih mudah mengetahuinya.

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.10 terdapat contoh resistor:



Gambar 2.10 Resistor

Pada gambar 2.10 terdapat gambaran bentuk dapat dijelaskan bahwa nilai Resistor yang Axial bisa dilihat dari kode warna-warna yang terdapat di resistor tersebut dalam bentuk gelang. Biasanya ada 4 gelang di tubuh resistor namun ada

juga yang memiliki 5 gelang. Untuk gelang warna emas dan perak terletak lebih jauh dari warna lain.

Untuk dapat lebih jelasnya pada tabel 2.1 terdapat contoh warna dan ukuran resistor:

Tabel 2.1 Warna dan Ukuran Resistor

KODE WARNA	PITA KE-1	PITA KE-2	PITA KE-3	PITA KE-4
HITAM	0	0	10^0	-
COKLAT	1	1	10^1	-
MERAH	2	2	10^2	-
ORANGE	3	3	10^3	-
KUNING	4	4	10^4	-
HIJAU	5	5	10^5	-
BIRU	6	6	10^6	-
UNGU	7	7	10^7	-
ABU-ABU	8	8	10^8	-
PUTIH	9	9	10^9	-
EMAS	-	-	10^{-1}	5 %
PERAK	-	-	10^{-2}	10 %
Tak Berwarna	-	-	-	20 %

Pada tabel 2.1 terdapat gambaran warna dan ukuran resistor dapat dijelaskan bahwa setiap kode warna dan ukuran resistor berbeda-beda agar mengetahui nilai dan warna tersebut.

2.6.2 Kapasitor

Kapasitor adalah salah satu jenis komponen elektronika yang memiliki kemampuan dapat menyimpan muatan arus listrik di dalam medan listrik selama batas waktu tertentu dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan arus listrik tersebut. Kapasitor juga memiliki sebutan lain, yakni *kondensator*.

Model kapasitor pertama diciptakan di Belanda, tepatnya di kota Leyden pada abad ke-18 oleh para eksperimentalis fisika. Kapasitor adalah alat (komponen) yang mampu menyimpan muatan listrik yang besar untuk sementara waktu. Kapasitor terdiri atas keping-keping logam yang disekat satu sama lain dengan isolator. Isolator penyekat tersebut disebut dengan zat dielektrik [12].

Kapasitor digunakan secara luas dalam rangkaian telepon dan radio. Perusahaan-perusahaan catu daya menggunakannya dalam jumlah yang terus bertambah pada sistem distribusi untuk mengoreksi beberapa pengaruh dari beban indikator. Kapasitor memang peranan penting dalam operasi berbagai macam peralatan elektrik, seperti misalnya sistem penyalan pada mobil, motor fase-tunggal dari reaksi kendali.

Saat kapasitor sudah terisi penuh dengan arus listrik, maka kapasitor tersebut akan mengeluarkan muatannya, dan kembali mengisinya lagi seperti awal. Proses tersebut berlangsung terus-menerus dan begitu seterusnya. Pada umumnya kapasitor terbuat dari bahan dua buah lempengan logam yang dipisahkan oleh bahan dielektrik.

Bahan dielektrik sendiri adalah bahan yang tidak bisa dialiri listrik (isolator) seperti ruang hampa udara, gelas, keramik, dan masih banyak lagi yang lain. Jika kedua ujung plat logam diberikan aliran listrik, maka yang terjadi adalah muatan positif akan berkumpul pada ujung plat logam yang satunya atau sebaliknya.

Karena ada bahan dielektrik atau non konduktor, maka muatan positif tidak akan bisa menuju ke muatan negatif, dan sebaliknya muatan negatif juga

tidak akan bisa menuju ke muatan positif. Muatan elektrik tersebut akan tersimpan selama tidak ada konduksi pada bagian ujung-ujung kaki kapasitor.

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.11 terdapat contoh Kapasitor:



Gambar 2.11 Kapasitor

Pada gambar 2.6 terdapat gambaran dari bentuk kapasitor yang memiliki kegunaan sebagai berikut:

- a) Menyimpan muatan listrik
- b) Memilih gelombang radio (*tuning*)
- c) Perata arus pada *rectifier*
- d) Komponen rangkaian starter kendaraan bermotor
- e) Memadamkan bunga api pada system pengapian model
- f) Sebagai filter dalam catu daya (*power supply*)

2.6.3 MOSFET

Transistor efek medan semi konduktor oksida logam (*Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*) yang biasanya disebut *MOSFET* adalah sebuah perangkat semi konduktor yang secara luas di gunakan sebagai switch dan sebagai penguat sinyal pada perangkat elektronik. Terdapat dua golongan transistor MOS, kedua golongan ini adalah jenis ragam penipisan (*Depletion*

Mode) dan jenis ragam peningkatan (*enhancement – mode*). *MOSFET* adalah inti dari sebuah IC (*integrated Circuit*) yang di desain dan di fabrikasi dengan *single chip* karena ukurannya yang sangat kecil. *MOSFET* memiliki empat gerbang terminal antara lain adalah *Source* (S), *Gate* (G), *Drain* (D) dan *Body* (B).

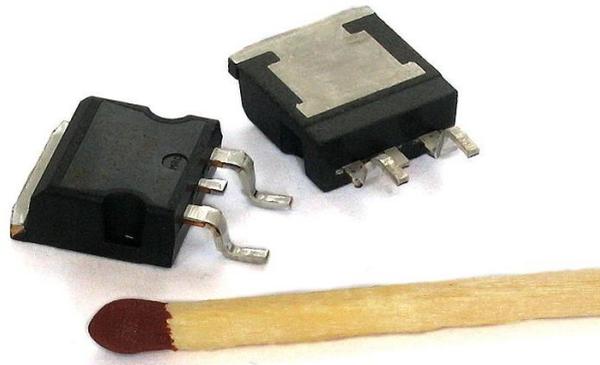
Selanjutnya transistor dibuat sedemikian rupa agar antara substrat dan gerbangnya dibatasi oksida silicon yang akan tipis. Oksida ini diendapkan di atas sisi kiri dari kanal, sehingga transistor *MOSFET* akan mempunyai kelebihan dibandingkan dengan transistor BJT (*Bipolar Junction Transistor*) yaitu menghasilkan disipasi daya yang rendah [13].

Tujuan dari *MOSFET* adalah mengontrol tegangan dan arus melalui antara *Source* dan *Drain*. Komponen ini hampir seluruhnya sebagai switch. Kerja *MOSFET* bergantung pada kapasitor MOS. Kapasitor MOS adalah bagian utama dari *MOSFET*. Permukaan semikonduktor pada lapisan oksida di bawah yang terletak di antara terminal sumber dan saluran pembuangan. Hal ini dapat dibalik yaitu dari tipe-p ke n-type dengan menerapkan tegangan gerbang positif atau negatif masing-masing. Ketika kita menerapkan tegangan gerbang positif, lubang yang ada di bawah lapisan oksida dengan gaya dan beban yang akan didorong ke bawah dengan *substrat*.

Daerah penipisan dihuni oleh muatan negatif terikat yang terkait dengan atom *akseptor*. Elektron mencapai saluran terbentuk tegangan positif juga menarik elektron dari sumber n dan mengalirkan daerah ke saluran. Sekarang, jika *voltase* diterapkan antara saluran pembuangan dan sumber, arus mengalir bebas antara sumber dan saluran pembuangan dan tegangan gerbang mengendalikan elektron di

saluran. Alih-alih tegangan positif jika kita menerapkan tegangan negatif, saluran lubang akan terbentuk di bawah lapisan oksida.

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.12 terdapat contoh *MOSFET*:



Gambar 2.12 MOSFET

Pada gambar 2.12 terdapat gambaran bentuk *MOSFET* yang bertujuan untuk mengontrol tegangan dan arus melalui antara *Source* dan *Drain*.

2.6.4 Timah

Timah dalam bahasa Inggris disebut sebagai “*Tin*” dengan symbol kimia Sn. Nama latin dari timah adalah “*Stannum*” dimana kata ini berhubungan dengan kata “*stagnum*” yang dalam bahasa Inggris bersinonim dengan kata “*dripping*” yang artinya menjadi cair/basah, penggunaan kata ini dihubungkan dengan logam timah yang mudah mencair.

Timah merupakan logam putih keperakan, logam yang mudah ditempa dan bersifat fleksibel, memiliki struktur kristalin, akan tetapi bersifat mudah patah jika didinginkan. Timah ini biasa disebut sebagai timah putih disebabkan warnanya putih mengkilap, dan memiliki struktur kristal tetragonal. Tingkat

resistansi transformasi dari timah putih ke timah hitam dapat ditingkatkan dengan pencampuran logam lain pada timah seperti seng, bismuth, atau gallium.

Timah adalah unsur dengan jumlah isotop stabil yang terbanyak dimana jangkauan isotop ini mulai dari 112 hingga 126. Dari isotop-isotop tersebut yang paling banyak jumlahnya adalah isotop ^{120}Sn dimana komposisinya mencapai 1/3 dari jumlah isotop Sn yang ada, ^{116}Sn , dan ^{118}Sn . Isotop yang paling sedikit jumlahnya adalah ^{115}Sn . Unsur timah yang memiliki jumlah isotop yang banyak ini sering dikaitkan dengan nomor atom Sn yaitu 50 yang merupakan “*magic number*” dalam pita kestabilan fisika nuklir. Beberapa isotop bersifat radioaktif dan beberapa yang lain bersifat metastabil (dengan lambang m).

2.5.4.1 Sifat-Sifat Timah

Timah biasa terbentuk oleh 9 isotop yang stabil. Ada 18 isotop lainnya yang diketahui. Timah merupakan logam perak keputih-putihan, mudah dibentuk dan memiliki struktur kristal yang tinggi. Jika struktur ini dipatahkan, terdengar suara yang sering disebut tangisan timah ketika sebatang unsur ini dibengkokkan.

2.5.4.2 Senyawa Timah

Senyawaan timah yang penting adalah *organotin*, SnO_2 , *Stanat*, timah klorida, timah *hidrida*, dan timah *sulfide*.

2.5.4.3 Cara Pemerolehan

Berbagai macam metode dipakai untuk membuat timah dari biji timah tergantung dari jenis biji dan kandungan impuritas dari biji timah. Biji timah yang

biasa digunakan untuk produksi adalah dengan kandungan 0,8-1% (persen berat) timah atau sedikitnya 0,015% untuk biji timah berupa bongkahan-bongkahan kecil. Biji timah dihancurkan dan kemudian dipisahkan dari material-material yang tidak diperlukan, adakalanya biji yang telah dihancurkan dilewatkan dalam “*floating tank*” dan ditambahkan zat kimia tertentu sehingga biji timahnya bisa terapung sehingga bisa dipisahkan dengan mudah.

Biji timah kemudian dikeringkan dan dilewatkan dalam alat pemisah magnetik sehingga kita dapat memisahkan biji timah dari impuritas yang berupa logam besi. Biji timah yang keluar dari proses ini memiliki konsentrasi timah antara 70-77% dan hampir semuanya berupa mineral *Cassiterite*.

Cassiterite selanjutnya diletakkan dalam *furnace* bersama dengan karbon dalam bentuk *coal* atau minyak bumi. Adakalanya juga ditambahkan *limestone* dan pasir untuk menghilangkan impuritasnya kemudian material dipanaskan pada suhu 1400 C. Karbon bereaksi dengan CO₂ yang ada didalam *furnace* membentuk CO, CO ini kemudian bereaksi dengan *cassiterite* membentuk timah dan karbondioksida. Logam timah yang dihasilkan dipisahkan melalui bagian bawah *furnace* untuk diproses lebih lanjut. Untuk memperoleh timah dengan kemurnian yang tinggi maka dapat dilakukan dengan menggunakan proses elektrolisis. Dengan cara ini kemurnian timah yang diperoleh bisa mencapai 99,8%.

2.5.4.4 Kegunaan Timah

Logam timah banyak dipergunakan untuk solder (52%), *industri plating* (16%), untuk bahan dasar kimia (13%), kuningan & perunggu (5,5%), *industri glass* (2%), dan berbagai macam aplikasi lain (11%).

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.13 terdapat contoh timah:



Gambar 2.13 Timah

Pada gambar 2.13 terdapat gambaran bentuk timah yang digunakan dalam perancangan listrik.

2.6.5 Kabel Listrik

Kabel Listrik yang dalam bahasa Inggris disebut dengan *Electrical Cable* adalah media untuk menghantarkan arus listrik yang terdiri dari Konduktor dan Isolator. Konduktor atau bahan penghantar listrik yang biasanya digunakan oleh Kabel Listrik adalah bahan Tembaga dan juga yang berbahan Aluminium meskipun ada juga yang menggunakan *Silver* (perak) dan emas sebagai bahan konduktornya namun bahan-bahan tersebut jarang digunakan karena harganya yang sangat mahal. Sedangkan Isolator atau bahan yang tidak/sulit menghantarkan arus listrik yang digunakan oleh Kabel Listrik adalah bahan *Thermoplastik* dan *Thermosetting* yaitu *polymer* (plastik dan *rubber*/karet) yang dibentuk dengan satu kali atau beberapa kali pemanasan dan pendinginan.

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.14 terdapat contoh kabel listrik:



Gambar 2.14 Kabel Listrik

Pada gambar 2.14 terdapat gambaran bentuk kabel listrik yang pada dasarnya merupakan sejumlah kawat terisolator yang diikat bersama dan membentuk jalur transmisi multikonduktor. Dalam pemilihan kabel listrik, kita perlu memperhatikan beberapa faktor penting yaitu warna kabel listrik, label informasi dan aplikasinya. Informasi yang tercetak di kabel listrik merupakan informasi-informasi penting tentang kabel listrik yang bersangkutan sehingga kita dapat menyesuaikan kabel listrik tersebut dengan penggunaan kita. Informasi-informasi penting yang tercetak di kabel listrik tersebut diantaranya adalah sebagai berikut :

- 1) Ukuran Kabel (*Cable Size*), yaitu ukuran pada setiap individu wire yang terikat bersama pada kabel yang bersangkutan. Berdasarkan ukuran *American Wire Gauge* (AWG), Ukuran yang tercetak tersebut diantaranya seperti 8, 10, 12, 14, 16 dan lain-lainnya yang masing-masing angka tersebut mewakili diameter kawat pada kabelnya. Makin besar angka tersebut makin kecil ukuran kawat kabelnya. Sedangkan di Indonesia, kita biasanya menggunakan satuan mm^2 seperti 1.5mm^2 , 2.5mm^2 , 4mm^2 , 6mm^2 dan seterusnya.

- 2) Tegangan nominal, yaitu tegangan operasional wire kabel yang bersangkutan seperti 450/750V yang artinya tegangan nominalnya adalah sekitar 450V hingga 750V.
- 3) Kode Bahan dan Jumlah kawat dalam Kabel, beberapa kode kabel yang sering kita jumpai diantaranya seperti NYA, NYAF, NGA, NYM, NYMHY, NYY, NYYHY dan lain-lainnya. Dari kode tersebut kita dapat mengetahui bahan konduktor dan bahan isolator yang digunakan serta jumlah kawat konduktornya tunggal atau serabut (lebih dari satu).

Berdasarkan bentuknya, kabel listrik ini dibagi menjadi beberapa jenis. Berikut ini adalah jenis-jenis kabel listrik yang sering digunakan untuk menghantarkan arus listrik ataupun kabel-kabel listrik yang berfungsi untuk transmisi data.

- 1) Kabel Berpasangan (*Paired Cable*), yaitu kabel yang terbuat dari dua konduktor yang diisolasi secara individual. Kabel Berpasangan atau *Paired Cable* ini sering digunakan untuk arus listrik DC dan arus listrik AC yang berfrekuensi rendah.
- 2) Kabel *Twin Lead*, yaitu kabel yang terdiri dari dua konduktor dengan bentuk yang mirip dengan pita. Kabel *Twin Lead* ini biasanya digunakan sebagai media transmisi yang menghubungkan Antena dengan *Receiver* (perangkat penerima sinyal) seperti Radio ataupun Televisi. Kabel *Twin Lead* ini sering disebut juga dengan kabel 300Ω karena impedansinya adalah 300Ω .
- 3) Kabel *Shielded Twin Lead*, kabel jenis ini mirip dengan kabel berpasangan atau *paired cable*, namun pada bagian dalam kabel dikelilingi oleh lapisan logam tipis yang terhubung ke *wire konduktor ground*. Lapisan logam tipis ini

berfungsi untuk melindungi kabel dari medan magnet atau untuk menghindari gangguan lainnya yang berpotensi menyebabkan sinyal *Noise* pada kabel yang bersangkutan.

- 4) Kabel Multi Konduktor (*Multiple Conductor Cable*), yaitu kabel yang terdiri dari sejumlah konduktor dengan bungkus Isolator secara individual yang warna-warni. Kabel jenis ini biasanya digunakan di perangkat listrik rumah tangga ataupun instalasi listrik rumah.
- 5) Kabel Koaksial (*Coaxial Cable*), yaitu kabel yang fungsinya digunakan untuk menghantarkan sinyal frekuensi tinggi. Kabel Koaksial memiliki dua konduktor yang mana satu konduktor berada di rongga luar mengelilingi satu konduktor tunggal yang dipisahkan oleh bahan *Isolator*. Kabel jenis ini memiliki impedansi transmisi yang konstan serta tidak menghasilkan medan magnet sehingga cocok untuk mentransmisikan sinyal frekuensi tinggi.
- 6) Kabel Pita (*Ribbon*), sering disebut juga dengan Kabel pelangi dan biasanya digunakan pada aplikasi atau rangkaian elektronik yang memerlukan banyak kawat konduktor sebagai penghubung. Kabel Pita yang memiliki fleksibilitas tinggi ini umumnya digunakan pada rangkaian yang memerlukan tegangan rendah terutama pada rangkaian sistem digital.
- 7) Kabel Serat optik (*Fiber optic Cable*), yaitu kabel yang terbuat dari serat kaca atau plastik halus yang dapat mentransmisikan sinyal cahaya dari satu tempat ke tempat lainnya. Sumber cahayanya dapat berupa sinar Laser ataupun sinar LED. Diameter kabel serat optik sekitar 120 mikrometer.
- 8) Kabel pasangan berpilin (*Twisted pair cable*), *Twisted pair Cable* pada dasarnya merupakan sepasang kabel tembaga yang diputar bersama-sama

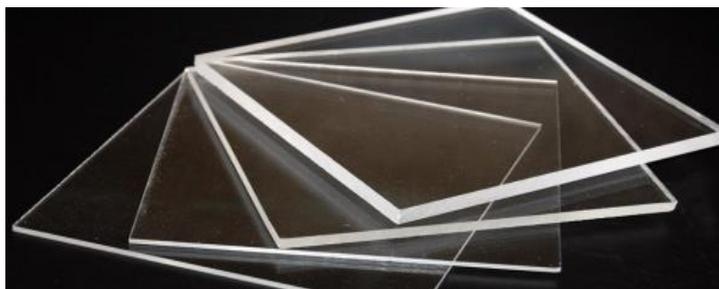
berbentuk spiral dan dibungkus dengan lapisan plastik. *Twisted Pair Cable* ini pada dasarnya dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu Kabel UTP (*Unshielded Twisted Pair*) dan STP (*Shielded Twisted Pair*). Diameter *Twisted Pair* sekitar 0,4mm hingga 0,8mm.

2.6.6 Kaca Akrilik

Kaca Akrilik merupakan plastik yang menyerupai kaca, namun memiliki sifat-sifat yang membuatnya lebih unggul dari pada kaca dalam banyak cara salah satunya dari perbedaan sifatnya yaitu dari kelenturan dari akrilik itu sendiri. Namun dahulu merek kelas tinggi akrilik dinamakan *polycast*, *Lucite* dan *Plexiglas*. Akrilik tidak mudah pecah, bahan ringan dan juga mudah untuk dipotong, dibentuk, dikilapkan dan dicat.

Di butuhkan suhu dari 250 derajat fahrenheit hingga 300 derajat fahrenheit (dari 121 derajat celcius sampai 149 derajat celcius) untuk membengkokkan dan membentuk plastik akrilik.

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.15 terdapat contoh kaca akrilik:



Gambar 2.15 Kaca Aklirik

Pada gambar 2.15 terdapat gambaran dari bentuk kaca akrilik sebagaimana yang biasa dijadikan/digunakan dalam berbagai hal misalnya dijadikan bingkai foto, perabotan, patung, produk display, hiasan dan lain sebagainya.

2.6.7 Kawat Email Tembaga

Komponen *spool* atau yang biasa dikenal dengan kawat email *Spool* ini dapat dibuat sendiri, dan juga bisa didapatkan di *took* elektronika. Selain itu juga ada *spool ferit*, yaitu kumparan yang melilit pada batang *ferit* (besi hitam pada radio). Terdapat juga *spool oskilator*, yaitu *spool* yang ada pada komponen *oskilator*.

Secara umum, kawat tembaga adalah kawat yang digunakan untuk pembangkit listrik, transmisi tenaga, distribusi tenaga, telekomunikasi, sirkuit elektronik, dan berbagai macam peralatan listrik lainnya. Setengah dari jumlah tembaga yang ditambang digunakan untuk membuat kabel listrik dan kabel konduktor.

Email atau *enamel* adalah bahan berwarna mirip kaca yang dilebur diatas benda-benda logam atau keramik melalui proses pembakaran untuk menghasilkan permukaan yang halus dan mengkilap.

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.16 terdapat contoh kawat email tembaga:



Gambar 2.16 Kawat Email Tembaga

Pada gambar 2.16 terdapat gambaran bentuk kawat email tembaga yang memiliki permukaan yang halus dan mengkilap yang berfungsi untuk pembangkit

listrik, transmisi tenaga, distribusi tenaga, telekomunikasi, sirkuit elektronik serta berbagai macam peralatan listrik lainnya.

Untuk dapat lebih jelasnya pada tabel 2.2 terdapat contoh ukuran kawat tembaga:

Tabel 2.2 Ukuran Kawat Tembaga

Diameter Kawat (mm)	Kemampuan dilalui Arus (A)
0,1	0,016 - 0,024
0,15	0,035 - 0,053
0,2	0,063 - 0,094
0,25	0,098 - 0,147
0,3	0,141 - 0,212
0,35	0,19 - 0,289
0,4	0,251 - 0,377
0,45	0,318 - 0,477
0,5	0,39 - 0,588
0,6	0,566 - 0,849
0,7	0,77 - 1,16
0,8	1,01 - 1,51
0,9	1,27 - 1,91
1	1,57 - 2,36
1,5	3,53 - 5,3
2	6,28 - 9,42
2,5	9,82 - 14,73
3	14,14 - 21,2
3,5	19,25 - 28,86
4	25,14 - 37,71

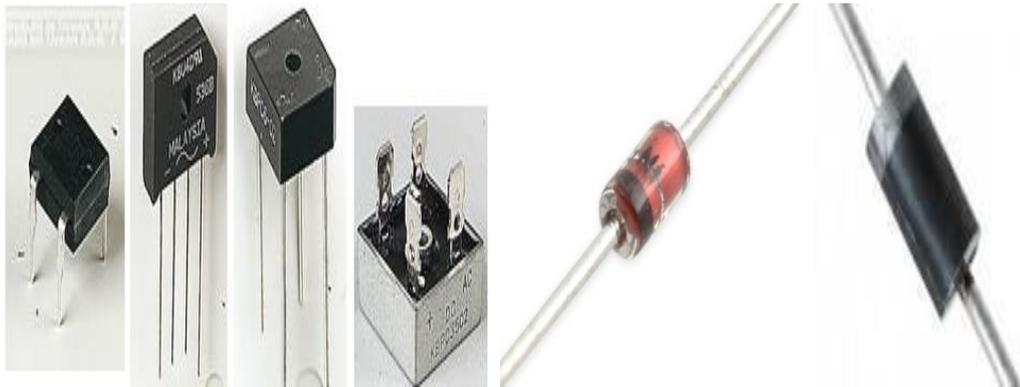
Pada tabel 2.2 terdapat gambaran ukuran kawat tembaga kawat memiliki berbagai ukuran dan kemampuan yang mampu dilalui oleh arusnya.

2.6.8 Dioda

Dalam elektronika, dioda adalah komponen aktif bersaluran dua (*diode termionik* mungkin memiliki saluran ketiga sebagai pemanas). Dioda mempunyai dua *electrode* aktif dimana isyarat listrik yang mengalir, dan kebanyakan *diode* digunakan karena karakteristik suatu arah yang dimilikinya. Dioda *varco* (*Variable Capacitor/kondensator capacitor*) digunakan sebagai kondensator terkendali tegangan [14].

Fungsi dioda sangat penting didalam rangkaian elektronika. Karena dioda adalah komponen semikonduktor yang terdiri dari penyambung P-N. Dioda merupakan gabungan dari dua kata elektroda, yaitu anoda dan katoda. Sifat lain dari dioda adalah menghantarkan arus pada tegangan maju dan menghambat arus pada aliran tegangan balik.

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.17 terdapat contoh dioda:



Gambar 2.17 Dioda

Pada gambar 2.17 terdapat gambaran bentuk jenis-jenis *Dioda* terbagi menjadi beberapa bagian, mulai dari *Light Emitting Diode* (Dioda Emisi Cahaya) yang biasa disingkat *LED*, *Diode Photo* (Dioda Cahaya), *Diode Varactor* (Dioda Kapasitas), *Diode Rectifier* (Dioda Penyearah) dan yang terakhir adalah *Diode Zener* yang biasa disebut juga sebagai *Voltage Regulation Diode*. Semua jenis dioda ini memiliki fungsi yang berbeda-beda yang sesuai dengan nama dioda itu sendiri.

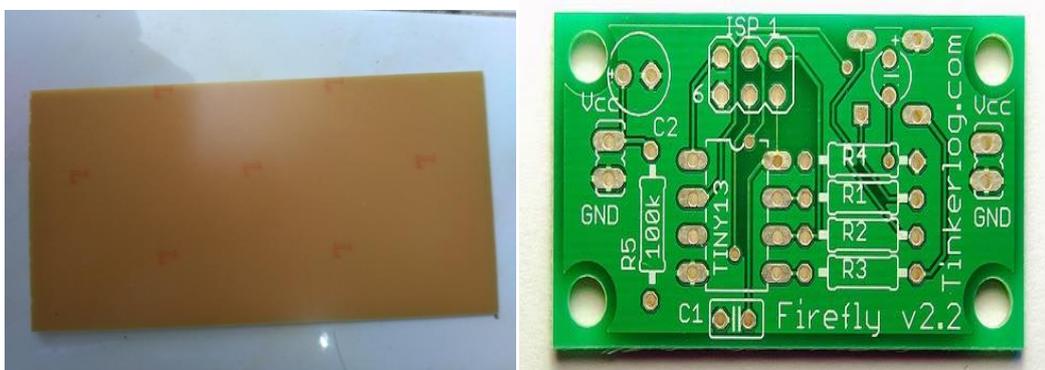
Hampir semua peralatan elektronika memerlukan sumber arus searah. Prinsip kerja dioda digunakan untuk mendapatkan arus searah dari suatu arus bolak-balik. Arus atau tegangan tersebut harus benar-benar rata tidak boleh

berdenyut-denyut agar tidak akan menimbulkan gangguan yang ada bagi peralatan yang dicatu.

2.6.9 Printed Circuit Board (PCB)

Papan rangkaian tercetak atau yang dikenal dengan nama *PCB* adalah suatu jenis papan yang terbuat dari bahan *isolator* padat, bahan yang sangat banyak dan sering digunakan adalah dari bahan pertinak ataupun yang lainnya seperti bahan *fiber-glass*. Pada permukaan papan dilapisi dengan bahan konduktor kuat, seperti tembaga atau bahan lainnya. Dengan *PCB* pengawatan yang rumit untuk hubungan antara komponen dapat diwujudkan, sehingga dapat diperoleh jalur-jalur penghantar yang rapi, tersusun dengan baik, dan aman [15].

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.18 terdapat contoh *Printed Circuit Board (PCB)*:



Gambar 2.18 Printed Circuit Board (PCB)

Pada gambar 2.18 terdapat gambaran bentuk *Printed Circuit Board (PCB)* yang banyak digunakan baik di dalam perangkat komputer maupun peralatan elektronik lainnya.

Printed Circuit Board (PCB) memiliki fungsi-fungsi sebagai berikut :

- 1) Tempat menyusun komponen-komponen elektronik sehingga terpasang lebih rapi dan terorganisir.
- 2) Menghubungkan kaki komponen satu sama lain baik kaki komponen aktif maupun pasif.
- 3) Pengganti kabel berguna untuk menyambung berbagai komponen, sehingga membutuhkan tempat yang lebih efisien.
- 4) Membuat tampilan suatu rangkaian elektronik menjadi lebih rapi dan tertata.

2.6.10 Saklar

Saklar adalah pemutus dan penyambung aliran arus listrik. Komponen listrik ini sengaja dirancang untuk memiliki dua keadaan, yaitu keadaan tertutup (terhubung) dan keadaan terbuka (tidak terhubung). Dua keadaan tersebut dapat diganti-ganti sehingga rangkaian dapat diubah dari terbuka menjadi tertutup, atau sebaliknya, sesuai dengan keinginan kita. Rangkaian listrik dapat diubah menjadi rangkaian terbuka atau tertutup dengan membuka atau menutup saklar. Jika saklar ditutup (terbentuk rangkaian tertutup), arus listrik akan mengalir dalam rangkaian.

Sebaliknya, jika saklar dibuka (terbentuk rangkaian terbuka), arus listrik berhenti akan mengalir. Jadi, fungsi saklar adalah sebagai alat pemutus dan penyambung arus listrik pada rangkaian. Berikut ini beberapa contoh penggunaan saklar di peralatan-peralatan listrik maupun elektronik :

- 1) Tombol *ON/OFF* dan *Volume Up Down* di Ponsel
- 2) Tombol *ON/OFF* di TV, Tombol-tombol di Remote TV
- 3) Saklar dinding untuk menghidupkan dan mematikan lampu listrik

- 4) Tombol *ON/OFF* di Laptop atau Komputer
- 5) Tombol-tombol Keyboard pada Laptop atau Komputer
- 6) Tombol *ON/OFF* dan Tombol pilihan kecepatan di Kipas Angin

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.19 terdapat contoh saklar:

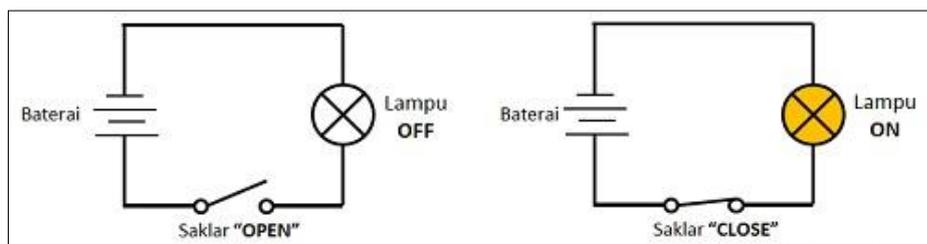


Gambar 2.19 Saklar

Pada gambar 2.19 terdapat gambaran bentuk saklar yang bermacam-macam, yang fungsinya sama, yaitu penyambung dan pemutus aliran listrik.

Pada dasarnya, sebuah Saklar sederhana terdiri dari dua bilah konduktor (biasanya adalah logam) yang terhubung ke rangkaian *eksternal*, Saat kedua bilah konduktor tersebut terhubung maka akan terjadi hubungan arus listrik dalam rangkaian. Sebaliknya, saat kedua konduktor tersebut dipisahkan maka hubungan arus listrik akan ikut terputus. Saklar yang paling sering ditemukan adalah Saklar yang dioperasikan oleh tangan manusia dengan satu atau lebih pasang kontak listrik.

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.20 terdapat contoh cara kerja saklar:



Gambar 2.20 Cara Kerja Saklar

Pada gambar 2.20 terdapat gambaran bentuk cara kerja saklar bahwa setiap pasangan kontak umumnya terdiri dari 2 keadaan atau disebut dengan “*State*”. Kedua keadaan tersebut diantaranya adalah Keadaan “*Close*” atau “Tutup” dan Keadaan “*Open*” atau “Buka”. *Close* artinya akan terjadinya sambungan aliran listrik sedangkan *Open* adalah terjadinya pemutusan aliran listrik.

Berdasarkan dua keadaan tersebut, Saklar pada umumnya menggunakan istilah *Normally Open (NO)* untuk Saklar yang berada pada keadaan terbuka (*Open*) pada kondisi awal. Ketika ditekan, Saklar yang *Normally Open (NO)* tersebut akan berubah menjadi keadaan Tertutup (*Close*) atau “*ON*”. Sedangkan *Normally Close (NC)* adalah saklar yang berada pada keadaan tertutup (*Close*) pada kondisi awal dan akan beralih ke keadaan Terbuka (*Open*) ketika ditekan.

2.6.11 LED Indikator

Light Emitting Diode atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna-warna Cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya. LED juga dapat memancarkan sinar infra merah yang tidak tampak oleh mata seperti yang sering dijumpai pada *Remote Control* TV ataupun *Remote Control* perangkat elektronik lainnya.

LED adalah sejenis dioda semi konduktor istimewa. Seperti sebuah dioda normal, LED terdiri dari sebuah *Chip* bahan semi konduktor yang diisi penuh, atau di-dop, dengan ketidakmurnian untuk menciptakan sebuah struktur yang

disebut p-n *Junction*. Panjang gelombang dari cahaya yang dipancarkan, dan warnanya, tergantung dari selisih pita energi dari bahan yang membentuk p-n *junction* [16].

Sampai saat ini lampu LED banyak sekali difungsikan sebagai lampu *emergency*, indikator, *Vu* meter, lampu hias, lampu senter dan sebagainya. Namun hal yang perlu kita ketahui adalah tentang LED sebagai Indikator. Artinya digunakan sebagai penanda alat sudah aktif, ada pemberitahuan atau penanda panas dan sebagainya.

Banyak sekali peralatan listrik maupun elektronik dilengkapi lampu LED sebagai indikator, sehingga sebagai pengguna kita akan terlebih dahulu mengetahui bahwa peralatan yang kita gunakan aktif atau bekerja. Jika indikator tidak ada tentu kita kesulitan dalam menentukan kondisi atau keadaan peralatan.

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.21 terdapat contoh *LED Indikator*:



Gambar 2.21 LED Indikator

Pada gambar 2.21 terdapat gambaran bentuk *LED Indikator* yang mana memiliki beberapa fungsi sebagai berikut:

- 1) *Indikator LED* sebagai *Standby*, yaitu penanda bahwa peralatan sudah aktif.
- 2) *LED Indikator* sebagai *icon* atau penunjuk aktif pada pilihan tertentu.
- 3) *Indikator LED* sebagai penanda adanya tegangan tinggi.

4) Indikator pada *Handphone / Smartphone / Tablet*.

5) *LED Indikator display*.

2.6.12 Push button switch

Push button switch (saklar tombol tekan) adalah perangkat/saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan *unlock* (tidak mengunci). Sistem kerja *unlock* disini berarti saklar akan bekerja sebagai *device* penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan, dan saat tombol dilepas, maka saklar akan kembali pada kondisi normal.

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.22 terdapat contoh *push button switch*:



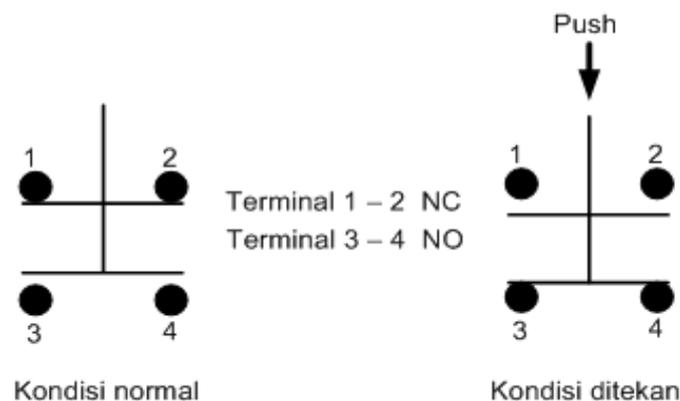
Gambar 2. 22 Push Button Switch

Pada gambar 2.22 terdapat gambaran bentuk *push button switch* yang digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan arus listrik dengan sistem kerja ditekan.

Sebagai *device* penghubung atau pemutus, *push button switch* hanya memiliki 2 kondisi, yaitu *On* dan *Off* (1 dan 0). Istilah *On* dan *Off* ini menjadi sangat penting karena semua perangkat listrik yang memerlukan sumber energi listrik pasti membutuhkan kondisi *On* dan *Off*.

Karena sistem kerjanya yang *unlock* dan langsung berhubungan dengan operator, push button switch menjadi device paling utama yang biasa digunakan untuk memulai dan mengakhiri kerja mesin di industri. Secanggih apapun sebuah mesin bisa dipastikan sistem kerjanya tidak terlepas dari keberadaan sebuah saklar seperti *push button switch* atau perangkat lain yang sejenis yang bekerja mengatur pengkondisian *On* dan *Off*.

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.23 terdapat contoh prinsip kerja *push button switch*:



Gambar 2. 23 Prinsip Kerja Push Button Switch

Pada gambar 2.23 terdapat gambaran bentuk prinsip kerja *push button switch* yang fungsi kerjanya yang menghubungkan dan memutuskan, *push button switch* mempunyai 2 tipe kontak yaitu NC (*Normally Close*) dan NO (*Normally Open*).

1) *NO (Normally Open)*, merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya terbuka (aliran arus listrik tidak mengalir). Dan ketika tombol saklar ditekan, kontak yang NO ini akan menjadi menutup (*Close*) dan mengalirkan atau menghubungkan arus listrik. Kontak NO digunakan sebagai penghubung atau menyalakan sistem circuit (*Push Button ON*).

2) *NC (Normally Close)*, merupakan kontak terminal dimana kondisinya normalnya tertutup (mengalirkan arus listrik). Dan ketika tombol saklar push button ditekan, kontak NC ini akan menjadi membuka (*Open*), sehingga memutus aliran arus listrik. Kontak NC digunakan sebagai pemutus atau mematikan sistem circuit (*Push Button Off*).

2.6.13 Parabola

Antena parabola merupakan antena yang berbentuk parabola, pancaran sinyal yang akan dikonsentrasikan pada titik tengah antena, Antena parabola biasanya didesain untuk Frekuensi Ultra Tinggi (*UHF*), penerima siaran TV Satelit, dan transmisi gelombang mikro [17].

Fungsi antena parabola yang umum diketahui oleh masyarakat kita di Indonesia yaitu sebagai alat untuk menerima siaran televisi satelit. Padahal selain antena parabola sebagai alat untuk menerima siaran televisi satelit juga digunakan untuk mentransmisikan berbagai data, seperti sinyal telepon, sinyal radio dan sinyal televisi, serta beragam data lain yang dapat ditransmisikan melalui gelombang.

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.24 terdapat contoh parabola:



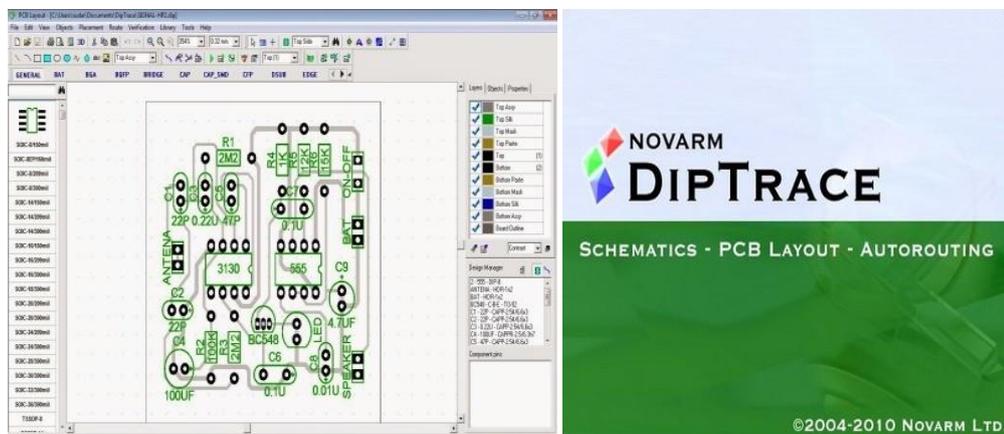
Gambar 2. 24 Parabola

Pada gambar 2.24 terdapat gambaran bentuk tutup panci kaca yang diaplikasikan sebagai media parabola didalam perancangan alat. Pengaplikasian parabola ini bertujuan untuk mengukur perbedaan perhitungan daya masukan, daya keluaran, serta efisiensi yang diuji coba.

2.6.14 Software Diptrace

Diptrace merupakan salah satu perangkat lunak yang berfungsi untuk mendisign layout dan skematik pada rangkaian elektronika, software *diptrace* merupakan salah satu perkembangan dari zaman multimedia yang sangat berfungsi sebagai cara memudahkan perancang elektronik dalam mereleasikan rancangannya.

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.25 terdapat contoh *software diptrace*:



Gambar 2. 25 Software Diptrace

Pada gambar 2.25 terdapat gambaran *software diptrace*. Pada *software diptrace* ini sangat bermanfaat dalam pengujian perancangan sebelum diaplikasikan dalam perancangan langsung. Tingkat keakuratan *software diptrace* sangat tinggi karena mempertimbangkan nilai-nilai yang dihasilkan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Jadwal Penelitian

Perencanaan dan pembuatan alat Transfer Enrergi Listrik Tanpa Kabel Menggunakan Metode *Push Pull* Parabola dilakukan di Laboratorium Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan, Sumatera Utara 20238. Waktu Penelitian berlangsung selama kurang lebih 6 bulan, dimulai dari perencanaan alat, pembuatan alat, dan pengujian alat, pengambilan data, hingga pengolahan data.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan-bahan yang digunakan dalam perancangan sistem pembangkit listrik ini adalah sebagai berikut :

3.2.1 Alat Peneitian

1. Voltmeter
2. Ammeter
3. Ohmmeter
4. Kapasitansi Meter
5. Henry Meter
6. Frekuensi Meter

7. Penggaris
8. Solder
9. *Attacktor*
10. Bor
11. Gergaji
12. Tang Kupas Kabel
13. *Software Diptrace*
14. Adaptor

3.2.2 Bahan Penelitian

1. Resistor
2. Kapasitor
3. Mosfet
4. Timah
5. Kabel listrik
6. Kaca akrilik
7. Kawat tembaga
8. Dioda
9. PCB
10. Saklar
11. LED
12. Larutan feriklorida
13. Baut
14. *Push buton switch*

15. Soket IC
16. Konektor
17. Parabola
18. Alumunium Foil

3.3 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan pada perancangan model sistem secara keseluruhan adalah sebagai berikut:

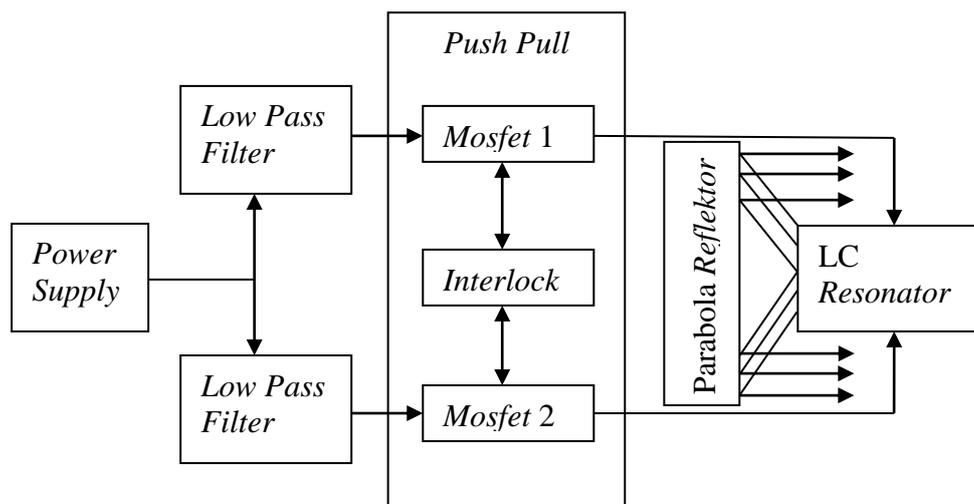
3.3.1 Studi Literatur

Tahapan ini merupakan tahap pengumpulan dan pencarian literatur dari berbagai sumber baik skripsi, buku, jurnal, dan makalah ilmiah yang berkaitan dengan Perancangan Transfer Energi Listrik Tanpa Kabel Menggunakan Metode *Push Pull* Parabola.

Khususnya penulis mempelajari sistem kerja dari sebuah Perancangan Transfer Energi Listrik Tanpa Kabel Menggunakan Metode *Push Pull* Parabola beserta karakteristik dan bagian-bagiannya.

3.3.2 Perencanaan Blok Diagram

Perancangan blok diagram sistem bertujuan untuk mempermudah realisasi Perancangan Transfer Energi Listrik Tanpa Kabel Menggunakan Metode *Push Pull* Parabola. Adapun bagian-bagian alat ini dapat dilihat pada gambar 3.1 diagram pengirim :



Gambar 3.1 Blok Diagram Pengirim

Pada gambar 3.1 merupakan blok diagram pengirim yang terdapat beberapa blok diagram yang masing-masing berfungsi membentuk suatu koordinasi agar tercapai tujuan yang diinginkan.

Pada bagian awal pengirim, terdapat *Power Supply* yang berfungsi memberikan masukan daya tegangan ke rangkaian pengirim. Setelah itu, menuju ke dua buah *Low Pass Filter* yang saling umpan balik, dimana rangkaian ini berfungsi membentuk kembali atau menolak semua frekuensi tinggi yang tidak diinginkan dari sinyal listrik dan menerima atau hanya melewatkan sinyal yang diinginkan. Setelah itu, dua *Low Pass Filter* menuju ke dua *mosfet* dimana

memiliki fungsi sebagai penguat sinyal pada perangkat elektronik. Pada kedua *mosfet* saling *interlock* atau berpaut satu sama lain. Pada keadaan ini, dikatakan sebagai metode *push pull* dimana *mosfet* saling tarik ulur yang dimana dapat menggerakkan arus positif atau negatif ke beban. Setelah itu, kedua *mosfet* lalu menuju ke *LC Resonator*, dimana *LC resonator* sebagai penghasil frekuensi resonansi magnetik yang akan mengirimkan daya listrik ke penerima. Jika menggunakan *Parabola Reflektor* akan memantulkan cahaya yang ditransmisikan melalui gelombang elektromagnetik ke *LC resonator*.

Untuk lebih jelas, dapat dilihat pada gambar 3.2 blok diagram penerima :



Gambar 3. 2 Blok Diagram Penerima

Pada gambar 3.2 merupakan blok diagram penerima yang masing-masing berfungsi membentuk suatu koordinasi agar tercapai tujuan yang diinginkan.

Pada bagian awal penerima, terdapat *LC resonator* yang digunakan sebagai penghasil frekuensi resonansi magnetik yang akan mengirimkan daya listrik ke penerima. Setelah itu, menuju ke *Full Bridge Rectifier* yang mampu menghasilkan tegangan tiga tingkat jika menggunakan teknik modulasi unipolar pada penerima. Lalu, setelah dari *Full Bridge Rectifier* ke filter riak gelombang, dimana gelombang ini merupakan bentuk gelombang DC yang menyaring tegangan yang tersisa dari proses penyearahan yang membuat rangkaian akan bekerja.

3.3.3 Perancangan Rangkaian Transfer Energi Listrik Tanpa Kabel Menggunakan Metode Push Full Parabola

Perancangan dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

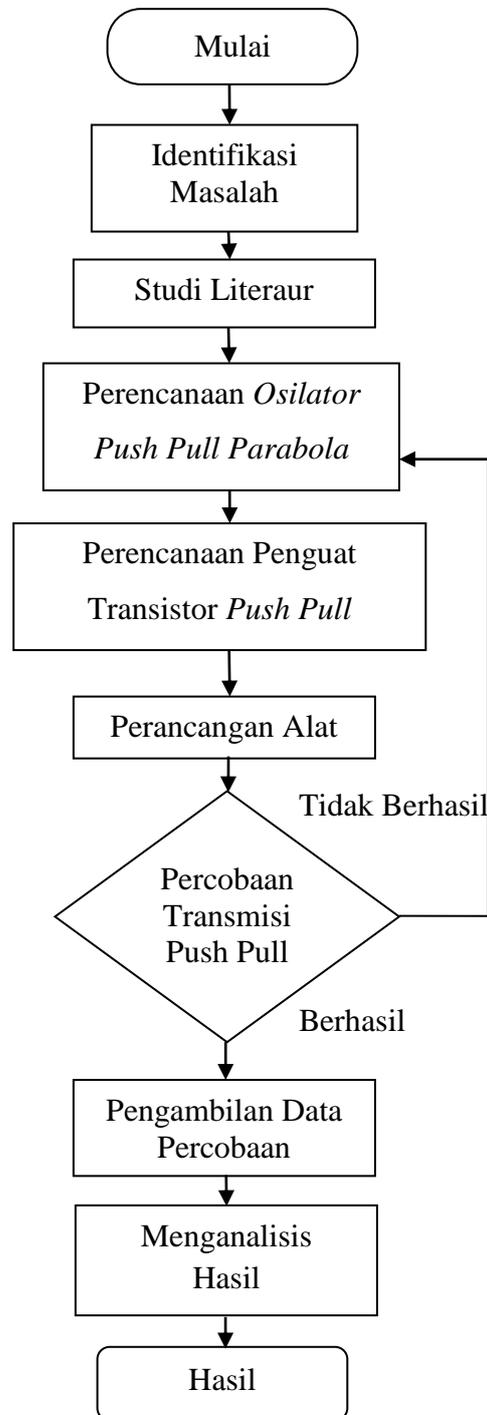
- a. Merancang pembuatan rangkaian dan menentukan komponen yang digunakan.
- b. Melakukan pengujian rangkaian dari setiap blok diagram di *project board*.
- c. Menggabungkan setiap rangkaian blok diagram dengan diuji dan melakukan berulang- ulang.

3.3.4 Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan alat yang dirancang dan dapat dilakukan dengan cara pengambilan data terhadap parameter referensi yang telah ditentukan.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir (*flowchart diagram*) untuk mempermudah memahami perancangan alat ini dan juga mempermudah dalam pembuatan program adalah sebagai berikut :



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian

Pada gambar 3.3 terdapat blok diagram alir penelitian yang masing-masing berfungsi membentuk suatu koordinasi agar tercapai tujuan yang diinginkan. Untuk mulai menentukan pada perancangan alat yang akan dirancang, terlebih dahulu menentukan identifikasi masalah agar mengetahui masalah yang akan dibahas. Setelah itu menentukan studi literatur, yang maksudnya pada tahapan ini merupakan awalan pengumpulan dan pencarian literatur dari berbagai sumber baik skripsi, buku, jurnal, dan makalah ilmiah yang saling berkaitan.

Setelah didapatkan study literatur, lalu membahas dalam menentukan perencanaan pemilihan *osilator* agar didapat hasil pembahasan tentang perencanaan penguat transistor *push pull* yang kegunaannya agar dapat menentukan tegangan sumber terhadap reaktansi induktif, lalu setelah itu mengerjakan pembuatan alat.

Dalam perancangan alat ini sangat diperhatikan dua hal yaitu nilai induktansinya dan frekuensi pensaklaran. Contohnya jika jarak alat yang diuji coba pada pengirim dan penerima maka tegangan akan semakin besar. Setelah dalam pembuatan alat rampung, lalu dilakukan percobaan transmisi. Percobaan transmisi sangat penting untuk mendapatkan reaktansi induktif yang diinginkan, jika terdapat salah atau kesalahan maka akan dikaji ulang pada perencanaan perencanaan osilator *push pull* parabola.

Setelah pada percobaan transmisi sudah dilakukan, maka dilakukan pengambilan data percobaan sesuai sistematika penulisan yang telah ditentukan. Setelah dilakukan pengambilan data percobaan lalu menuju menganalisis hasil. Didalam menganalisis hasil ini akan membahas data-data atau

temuan-temuan disatukan untuk dirangkum sehingga menjadi data yang terjamin akurasi.

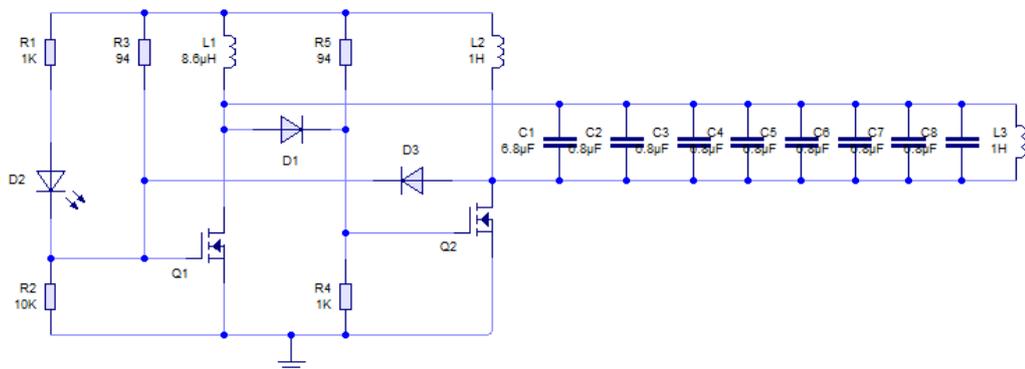
Setelah menganalisis hasil laporan, lalu terakhir mendapatkan hasil yang didapatkan dalam penelitian.

3.5 Perancangan Transmisi Energi Listrik

3.5.1 Rangkaian Pengirim

Rangkaian pengirim adalah rangkaian yang terdiri dari suatu rangkaian pembangkit tegangan arus bolak balik dengan frekuensi tinggi dan rangkaian LC sebagai penghasil frekuensi resonansi magnetik yang akan mengirimkan daya listrik ke rangkaian penerima.

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 3.4 terdapat bentuk rangkaian pengirim:



Gambar 3.4 Rangkaian Pengirim

Pada gambar 3.4 terdapat gambaran bentuk rangkaian pengirim dimana pada tahap awal, Q1 dan Q2 berada pada keadaan aktif karena *Gate mosfet* terpacu ON melalui R3 dan R5. Pada saat Q1 dan Q2 aktif maka D2 akan mengalirkan arus ke *Drain* Q1 karena tegangan pada *Drain* Q1 mendekati nol,

maka tegangan pada *Gate* Q2 akan mendekati nol. Keadaan ini juga terjadi pada Q1.

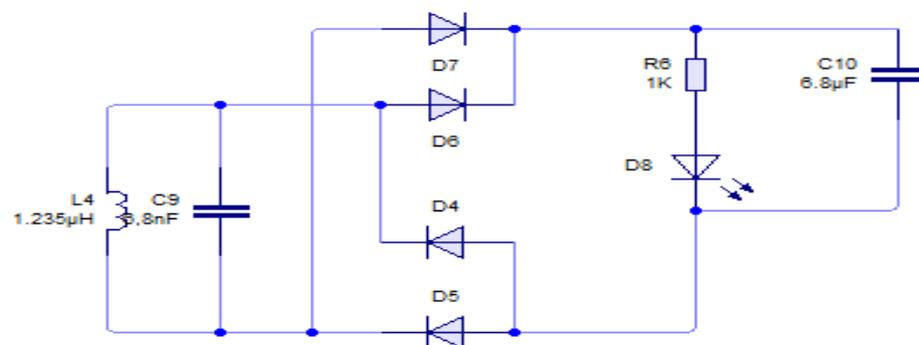
Pada saat yang bersamaan D3 akan mengalirkan arus ke *Drain* Q2 karena tegangan pada *Drain* Q2 mendekati nol maka tegangan pada *Gate* Q1 akan mendekati nol sehingga kedua mosfet tidak aktif.

Pada tahap selanjutnya karena q1 dan q2 tidak aktif maka tegangan pada drain q1 dan q2 akan mendekati tegangan supply melalui r3 dan r5 sehingga *gate* transistor akan bernilai mendekati tegangan supply yang menyebabkan keadaan q1 dan q2 aktif sehingga proses awal akan berulang. Frekuensi dan proses osilasi ini tidak terhingga sehingga pada kolektor q1 dan q2 yang terhubung ke kumparan pengirim diberi kapasitor paralel.

3.5.2 Rangkaian Penerima

Rangkaian Penerima/*Receiver*, terdiri dari suatu rangkaian LC dengan frekuensi resonansi yang sama atau mendekati dengan rangkaian pemancar, sebagai penangkap induksi resonansi magnetic dari rangkaian pemancar untuk menertima daya listrik yang akan disalurkan menuju beban.

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 3.5 terdapat bentuk rangkaian penerima:



Gambar 3.5 Rangkaian Penerima

Pada gambar 3.5 terdapat gambaran bentuk rangkaian penerima dimana sisi penerima kumparan terinduksi dan menghasilkan tegangan induksi, pada dasarnya prinsip kerja kumparan penerima ini sama dengan kumparan skunder pada trafo yang menyerap *fluks* magnet yang di induksikan oleh kumparan primer. Perbedaan yang sangat mencolok yaitu pada media dimana *fluks* magnet di induksikan yaitu udara dimana kita ketahui permeabilitas udara yang sangat rendah hal inilah yang menjadikan penelitian ini dibutuhkan pengembangan yang lebih jauh lagi.

Tegangan yang diterima oleh kumparan penerima di searahkan menggunakan *diode* yang berjenis *Ultra Fast Rectifier*. Kemudian *indikator LED* akan menjadi tanda bahwa kumparan penerima menghasilkan tegangan minimum untuk menyalakan *LED* kemudian filter kapasitor digunakan untuk mengurangi riak gelombang DC.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Prinsip Kerja Perancangan

Prinsip kerja perancangan transfer energi listrik menggunakan metode *push pull* parabola yaitu:

1. Sumber tegangan DC yang akan menyuplai tegangan ke Rangkaian.
2. Rangkaian Pemancar/*Transmitter*, yaitu terdiri dari suatu rangkaian pembangkit tegangan arus bolak balik dengan frekuensi tinggi dan rangkaian LC sebagai penghasil frekuensi resonansi magnetik yang akan mengirimkan daya listrik ke rangkaian penerima.
3. Rangkaian Penerima/*Receiver*, terdiri dari suatu rangkaian LC dengan frekuensi resonansi yang sama atau mendekati dengan rangkaian pemancar, sebagai penangkap induksi resonansi magnetik dari rangkaian pemancar untuk menertima daya listrik yang akan disalurkan menuju beban.

4.2 Perhitungan daya dan efisiensi

Pada pengujian analisa keluaran *push pull parabola* yang dianalisa adalah:

1. Pengujian Tanpa Beban
2. Pengujian Berbeban tanpa Parabola
3. Pengujian Berbeban dengan Parabola

4.2.1 Pengujian Tanpa Beban

Perhitungan daya masukan dengan menggunakan persamaan (2.7) jarak 1 cm:

$$V_{in} = 11,92$$

$$I_{in} = 1,5$$

$$\begin{aligned} P_{in} &= V_{in} \times I_{in} \\ &= 11,92 \times 1,5 \\ &= 17,8 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Selanjutnya daya masukan dengan menggunakan persamaan (2.7):

$$\text{Jarak 3 cm} = 17,8 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 5 cm} = 17,8 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 7 cm} = 17,8 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 9 cm} = 17,8 \text{ Watt}$$

Tegangan keluaran tanpa beban:

$$\text{Jarak 1 cm} = 42,5 \text{ Volt}$$

$$\text{Jarak 3 cm} = 36,9 \text{ Volt}$$

$$\text{Jarak 5 cm} = 32,7 \text{ Volt}$$

$$\text{Jarak 7 cm} = 29,9 \text{ Volt}$$

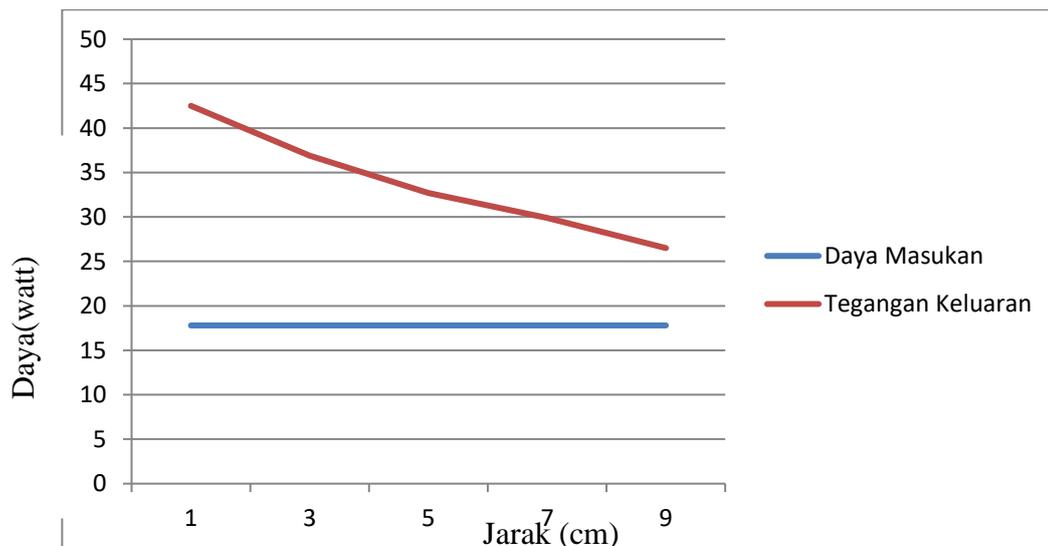
$$\text{Jarak 9 cm} = 26,5 \text{ Volt}$$

Adapun hasil pengujian tanpa beban akan dijelaskan rinci oleh tabel,antara lain:

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Tanpa Beban

Jarak (cm)	Pengirim		Penerima
	Tegangan (Vin)	Arus (Iin)	Tegangan (Volt)
1	11,92	1,5	42,5
3	11,92	1,5	36,9
5	11,92	1,5	32,7
7	11,92	1,5	29,9
9	11,92	1,5	26,5

Berikut adalah garfik dari hasil pengujian tanpa beban :



Gambar 4.1 Grafik Pengujian Tanpa Beban

Grafik 4.1 Dari hasil pengujian daya masukan dan daya keluaran tanpa beban mempunyai daya masukan sebesar 17,8 watt pada jarak 1 cm, 3 cm, 5 cm, 7 cm, dan 9 cm. Lalu tegangan keluaran tanpa beban sebesar 42 volt pada jarak 1 cm, kemudian pada jarak 3 cm sebesar 36,9 volt, pada jarak 5 cm sebesar 32,7

volt, sedangkan pada jarak 7 cm sebesar 29,9 volt, dan jarak 9 cm sebesar sebesar 26,5 volt.

4.2.2 Pengujian Berbeban Tanpa Parabola

Perhitungan daya masukan dengan menggunakan persamaan (2.7) jarak 1 cm:

$$V_{in} = 11,92$$

$$I_{in} = 1,84$$

$$\begin{aligned} P_{in} &= V_{in} \times I_{in} \\ &= 11,92 \times 1,84 \\ &= 21,932 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Selanjutnya daya masukan dengan menggunakan persamaan (2.7):

$$\text{Jarak 3 cm} = 19,548 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 5 cm} = 18,356 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 7 cm} = 17,99 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 9 cm} = 17,760 \text{ Watt}$$

Perhitungan daya keluaran dengan menggunakan persamaan (2.8) jarak 1 cm:

$$V_{in} = 9,6$$

$$V_{in} = 0,0455$$

$$\begin{aligned} P_{out} &= V_{out} \times I_{out} \\ &= 9,6 \times 0,0455 \\ &= 0,436 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Selanjutnya daya keluaran dengan menggunakan persamaan (2.8):

$$\text{Jarak 3 cm} = 0,3 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 5 cm} = 0,158 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 7 cm} = 0,0756 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 9 cm} = 0,0176 \text{ Watt}$$

Perhitungan efisiensi dengan menggunakan persamaan (2.9) jarak 1 cm:

$$P_{out} = 0,436$$

$$P_{in} = 21,932$$

$$\begin{aligned} \eta_{Total} &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \\ &= \frac{P_{out \ 1cm/5}}{P_{in \ 1cm/5}} \times 100\% \\ &= \frac{0,436/5}{21,932/5} \times 100\% \\ &= \frac{0,0872}{4,3864} \times 100\% \\ &= 0,019\% \end{aligned}$$

Selanjutnya efisiensi dengan menggunakan persamaan (2.9):

$$\text{Jarak 3 cm} = 0,015\%$$

$$\text{Jarak 5 cm} = 0,008\%$$

$$\text{Jarak 7 cm} = 0,004\%$$

$$\text{Jarak 9 cm} = 0,009\%$$

Perhitungan efisiensi total dengan menggunakan persamaan (2.9):

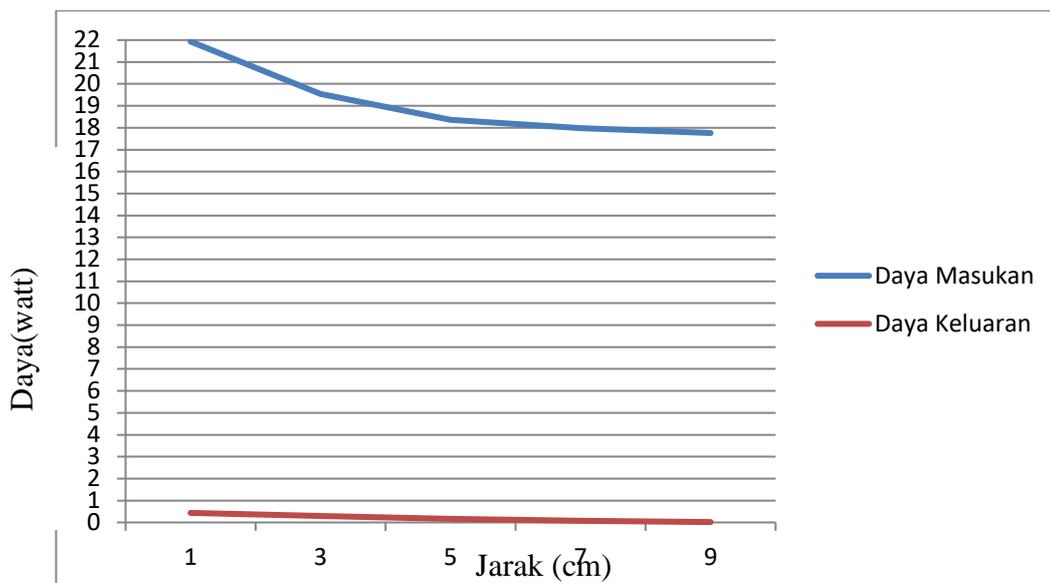
$$\begin{aligned}
 \eta_{Total} &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \\
 &= \frac{P_{out\ 1cm} + P_{out\ 3cm} + P_{out\ 5cm} + P_{out\ 7cm} + P_{out\ 9cm}/5}{P_{in\ 1cm} + P_{in\ 3cm} + P_{in\ 5cm} + P_{in\ 7cm} + P_{in\ 9cm}/5} \times 100\% \\
 &= \frac{0,436 + 0,3 + 0,158 + 0,0756 + 0,0176/5}{21,932 + 19,548 + 18,356 + 17,99 + 17,760/5} \times 100\% \\
 &= \frac{0,9872/5}{190,624/5} \times 100\% \\
 &= \frac{0,1974}{38,1248} \times 100\% \\
 &= 0,518\%
 \end{aligned}$$

Adapun hasil pengujian berbeban tanpa parabola akan dijelaskan secara rinci melalui tabel, antara lain:

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Berbeban

Jarak (cm)	Pengirim		Penerima		Efisiensi	Efisiensi Total
	Tegangan (Vin)	Arus (Iin)	Tegangan (Vout)	Arus (Iout)		
1	11,92	1,84	9,6	0,0020	0,019%	0,518%
3	11,92	1,64	9,4	0,0084	0,015%	
5	11,92	1,54	9,2	0,0172	0,008%	
7	11,92	1,51	9	0,0324	0,004%	
9	11,92	1,49	8,8	0,455	0,0009%	

Berikut adalah gambar grafik pengujian berbeban tanpa parabola :

**Gambar 4.2 Grafik Pengujian Berbeban Tanpa Parabola**

Grafik 4.2 merupakan grafik perbandingan daya masukan dan daya keluaran berbeban tanpa parabola.

Daya masukan pada jarak 1 cm sebesar 21,932 watt. Kemudian daya masukan pada jarak 3 cm sebesar 19,548 watt. Pada daya masukan pada jarak 5

cm sebesar 18,356 watt. Sedangkan daya masukan pada jarak 7 cm sebesar 17,99 watt. Dan daya masukan pada jarak 9 cm sebesar 17,760 watt.

Daya keluaran pada jarak 1 cm sebesar 0,436 watt. Kemudian daya keluaran pada jarak 3 cm sebesar 0,3 watt. Pada daya keluaran pada jarak 5 cm sebesar 0,158 watt. Sedangkan daya keluaran pada jarak 7 cm sebesar 0,0756 watt. Dan daya masukan pada jarak 9 cm sebesar 0,0176 watt.

Dari hasil pengujian, didapatkan kesimpulan bahwa semakin dekat jarak lilitan maka semakin tinggi daya yang dihasilkan, dan semakin jauh jarak lilitan maka semakin rendah daya keluaran.

4.2.3 Pengujian Berbeban dengan Parabola

Perhitungan daya masukan dengan menggunakan persamaan (2.7) jarak 1 cm:

$$V_{in} = 11,92$$

$$I_{in} = 1,84$$

$$\begin{aligned} P_{in} &= V_{in} \times I_{in} \\ &= 11,92 \times 1,84 \\ &= 21,932 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Selanjutnya daya masukan dengan menggunakan persamaan (2.7):

$$\text{Jarak 3 cm} = 19,548 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 5 cm} = 18,356 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 7 cm} = 17,99 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 9 cm} = 17,760 \text{ Watt}$$

Perhitungan daya keluaran menggunakan persamaan (2.8) jarak 1 cm:

$$V_{in} = 9,58$$

$$I_{in} = 0,0403$$

$$\begin{aligned} P_{out} &= V_{out} \times I_{out} \\ &= 9,58 \times 0,0403 \\ &= 0,386 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Selanjutnya daya keluaran dengan menggunakan persamaan (2.8):

$$\text{Jarak 3 cm} = 0,251 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 5 cm} = 0,191 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 7 cm} = 0,118 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 9 cm} = 0,024 \text{ Watt}$$

Perhitungan efisiensi dengan menggunakan persamaan (2.9) jarak 1 cm:

$$\begin{aligned} \eta_{Total} &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \\ &= \frac{P_{out\ 1cm/5}}{P_{in\ 1cm/5}} \times 100\% \\ &= \frac{0,386/5}{21,932/5} \times 100\% \\ &= \frac{0,0772}{4,3864} \times 100\% \\ &= 0,017\% \end{aligned}$$

Selanjutnya efisiensi dengan menggunakan persamaan (2.9) jarak 1 cm:

$$\text{Jarak 3 cm} = 0,012\%$$

Jarak 5 cm = 0,010%

Jarak 7 cm = 0,06%

Jarak 9 cm = 0,013%

Perhitungan efisiensi total dengan menggunakan persamaan (2.9):

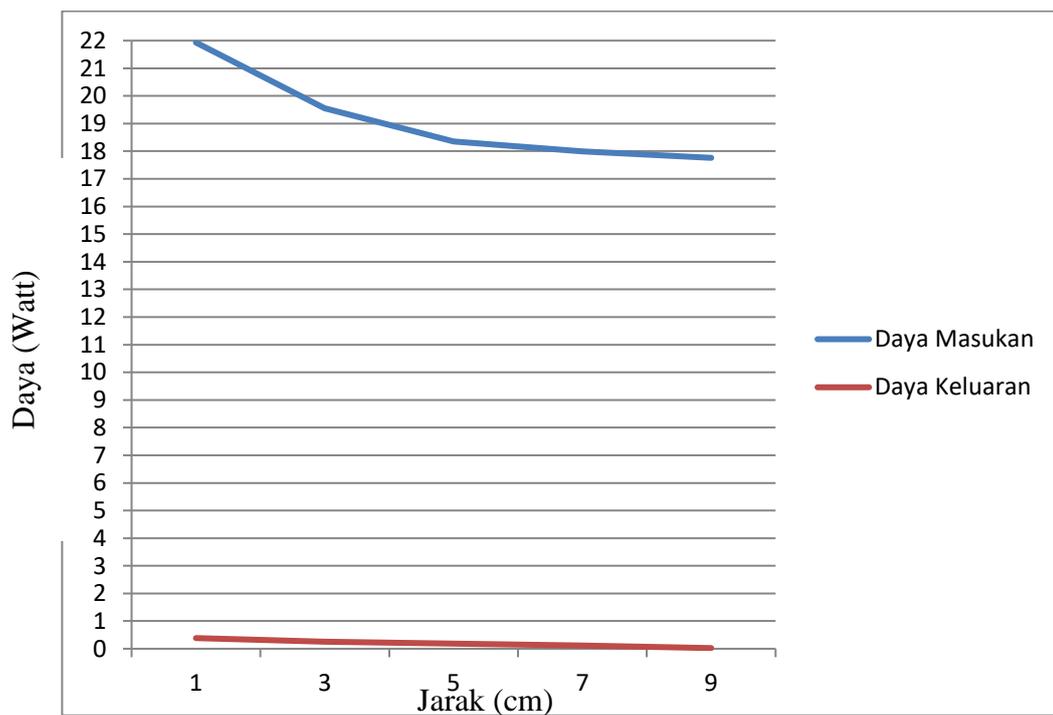
$$\begin{aligned}
 \eta_{Total} &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \\
 &= \frac{P_{out\ 1cm} + P_{out\ 3cm} + P_{out\ 5cm} + P_{out\ 7cm} + P_{out\ 9cm}/5}{P_{in\ 1cm} + P_{in\ 3cm} + P_{in\ 5cm} + P_{in\ 7cm} + P_{in\ 9cm}/5} \times 100\% \\
 &= \frac{0,386 + 0,251 + 0,191 + 0,118 + 0,024/5}{21,932 + 19,548 + 18,356 + 17,99 + 17,760/5} \times 100\% \\
 &= \frac{1,186/5}{190,624/5} \times 100\% \\
 &= \frac{0,2372}{38,1248} \times 100\% \\
 &= 0,622\%
 \end{aligned}$$

Adapun hasil pengujian berbeban menggunakan parabola akan dijelaskan rinci oleh tabel, antara lain:

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Berbeban dengan Parabola

Jarak (cm)	Pengirim		Penerima		Efisiensi	Efisiensi Total
	Tegangan (Vin)	Arus (Iin)	Tegangan (Vout)	Arus (Iout)		
1	11,92	1,84	9,58	0,0029	0,017%	0,622%
3	11,92	1,64	9,36	0,0131	0,012%	
5	11,92	1,54	9,22	0,0208	0,010%	
7	11,92	1,51	9,03	0,0269	0,06%	
9	11,92	1,,49	8,29	0,0403	0,0013%	

Berikut adalah gambar grafik pengujian berbeban menggunakan parabola :



Gambar 4.3 Grafik Pengujian Berbeban Menggunakan Parabola

Grafik 4.3 merupakan grafik perbandingan daya masukan dan daya keluaran berbeban menggunakan parabola.

Daya masukan pada jarak 1 cm sebesar 21,932 watt. Kemudian daya masukan pada jarak 3 cm sebesar 19,548 watt. Pada daya masukan pada jarak 5

cm sebesar 18,356 watt. Sedangkan daya masukan pada jarak 7 cm sebesar 17,99 watt. Dan daya masukan pada jarak 9 cm sebesar 17,760 watt.

Daya keluaran pada jarak 1 cm sebesar 0,386 watt. Kemudian daya keluaran pada jarak 3 cm sebesar 0,251 watt. Pada daya keluaran pada jarak 5 cm sebesar 0,191 watt. Sedangkan daya keluaran pada jarak 7 cm sebesar 0,118 watt. Dan daya masukan pada jarak 9 cm sebesar 0,0024 watt.

Dari hasil pengujian, didapatkan kesimpulan bahwa semakin dekat jarak lilitan maka semakin tinggi daya yang dihasilkan, dan semakin jauh jarak lilitan maka semakin rendah daya keluaran.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Dalam merancang transfer energi listrik tanpa kabel menggunakan metode *push pull* parabola terdapat beberapa pengujian analisa daya dan efisiensi, antara lain pengujian tanpa beban, pengujian berbeban berbeban tanpa parabola, dan pengujian berbeban dengan menggunakan parabola.
2. Dari hasil pengujian daya masukan dan daya keluaran tanpa beban mempunyai daya masukan sebesar 17,8 watt pada jarak 1 cm, 3 cm, 5 cm, 7 cm, dan 9 cm. Lalu tegangan keluaran tanpa beban sebesar 42 volt pada jarak 1 cm, kemudian pada jarak 3 cm sebesar 36,9 volt, pada jarak 5 cm sebesar 32,7 volt, sedangkan pada jarak 7 cm sebesar 29,9 volt, dan jarak 9 cm sebesar 9 cm sebesar 26,5 volt. Selanjutnya pada hasil pengujian daya masukan dan daya keluaran berbeban tanpa parabola mempunyai daya masukan pada jarak 1 cm sebesar 21,932 watt. Kemudian daya masukan pada jarak 3 cm sebesar 19,548 watt. Pada daya masukan pada jarak 5 cm sebesar 18,356 watt. Sedangkan daya masukan pada jarak 7 cm sebesar 17,99 watt. Dan daya masukan pada jarak 9 cm sebesar 17,760 watt. Lalu daya keluaran berbeban tanpa parabola pada jarak 1 cm sebesar 0,436 watt. Kemudian daya keluaran pada jarak 3 cm sebesar 0,3 watt. Pada daya keluaran pada jarak 5 cm sebesar 0,158 watt. Sedangkan daya keluaran pada jarak 7 cm sebesar 0,0756 watt. Dan daya masukan pada jarak 9 cm sebesar 0,0176 watt. Setelah didapatkan dayanya maka didapatkan efisiensi sebesar 0,019% pada jarak 1 cm, kemudian pada jarak 3 cm didapatkan efisiensi sebesar 0,015%, pada jarak 5 cm didapatkan efisiensi

sebesar 0,008%, sedangkan pada jarak 7 cm didapatkan efisiensi sebesar 0,004%, dan pada jarak 9 cm didapatkan efisiensi sebesar 0,0009%. Jadi, maka diperoleh efisiensi total sebesar 0,518%. Selanjutnya pada hasil pengujian daya masukan dan daya keluaran berbeban dengan menggunakan parabola mempunyai daya masukan pada jarak 1 cm sebesar 21,932 watt. Kemudian daya masukan pada jarak 3 cm sebesar 19,548 watt. Pada daya masukan pada jarak 5 cm sebesar 18,356 watt. Sedangkan daya masukan pada jarak 7 cm sebesar 17,99 watt. Dan daya masukan pada jarak 9 cm sebesar 17,760 watt. Lalu daya keluaran pada pengujian berbeban menggunakan parabola pada jarak 1 cm sebesar 0,386 watt. Kemudian daya keluaran pada jarak 3 cm sebesar 0,251 watt. Pada daya keluaran pada jarak 5 cm sebesar 0,191 watt. Sedangkan daya keluaran pada jarak 7 cm sebesar 0,118 watt. Dan daya masukan pada jarak 9 cm sebesar 0,0024 watt. Setelah didapatkan dayanya maka didapatkan efisiensi sebesar 0,017% pada jarak 1 cm, kemudian pada jarak 3 cm didapatkan efisiensi sebesar 0,012%, pada jarak 5 cm didapatkan efisiensi sebesar 0,010%, sedangkan pada jarak 7 cm didapatkan efisiensi sebesar 0,006%, dan pada jarak 9 cm didapatkan efisiensi sebesar 0,0013%. Jadi, maka diperoleh efisiensi total sebesar 0,622%. Dari hasil pengujian, didapatkan kesimpulan bahwa semakin dekat jarak lilitan maka semakin tinggi daya yang dihasilkan, dan semakin jauh jarak lilitan maka semakin rendah daya yang dihasilkan.

5.2 Saran

1. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran secara umum bahwa transfer energi listrik tanpa kabel dapat diwujudkan. Untuk mewujudkan alat yang mampu mentransfer energi listrik tanpa kabel dengan efisiensi tinggi dibutuhkan penelitian yang terukur.
2. Hal yang perlu diperhatikan adalah bagaimana kita dapat menghasilkan nilai resonansi antara *transmitter* dan *receiver* yang tinggi. Tentunya diharapkan dibutuhkan jam terbang yang tinggi, agar mampu membuat kombinasi konstruksi *transmitter* dan *receiver* yang baik. Semoga dengan ini, mendorong para mahasiswa agar menekuni lebih lanjut tentang transfer energi listrik tanpa kabel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I Wayan Suwika Adnyana, T. Zubaidah “Perancangan Dan Analisis Sistem Transfer Daya Listrik, Design And Analysis Of Wireless Power Transfer By Multilayer Coils In Low Frequencies .,” Vol. 3, No. 2, Pp. 161–172, 2016.
- [2] M. Muchtar, “Terobosan Baru Transmisi Energi Listrik Tanpa Kabel,” No. 8, Pp. 14–15, 2013.
- [3] S. W. Pratomo, “Perancangan Sistem Transfer Daya Nirkabel Untuk Unmanned Aerial Vehicle (Uav) Micro Jenis Quadcopter,” No. 3, 2016.
- [4] Z. Fuadi, M. Ashari, “Perancangan Dan Simulasi Full Bridge Inverter Lima Tingkat Dengan Dual Buck Converter Terhubung Jaringan Satu Fasa,” Vol. 3, No. 1, 2014.
- [5] Matalangi, “Pengendalian Parabola Bergerak,” Vol. 9, No. 1, Pp. 78–85, 2017.
- [6] E. Rakhman, A. Rahman, And N. C. Basjaruddin, “Transfer Daya Nirkabel Dengan Kopling Induksi,” Vol. 2, No. 2, Pp. 2502-8782, 2017.
- [7] A. Ngurah Tegar Mahardika "Analisis Perangkat Transmisi Untuk Wireless Energi Transfer” Vol. 3, No. 1, Pp. 112–119, 2014.

- [8] Vicky Salamena, "Simulasi Karakteristik Arus Dan Kecepatan Motor Dc Terhadap Masukan Penyearah Gelombang Penuh Di Simulink-Matlab", 2013
- [9] Hizrian Alnubli, B. Anto "Design Dan Analisis Sollar Battery Charger Berbasis Push Pull Converter," Vol. 4, No. 1, 2017.
- [10] F. A. Samman, R. Ahmad, And M. Mustafa, "Perancangan , Simulasi Dan Analisis Harmonisa Rangkaian Inverter Satu Fasa," Vol. 4, No. 1, Pp. 62–70, 2015.
- [11] D. Prasti, V. Bin Djusmin, "Aplikasi Menghitung Nilai Hambatan Resistor" Vol. 2, 2012.
- [12] M. Chanif, I. S. Sarwito, "Analisa Pengaruh Penambahan Kapasitor Terhadap Proses Pengisian Baterai Wahana Bawah Laut," Vol. 3, No. 1, Pp. 1–6, 2014.
- [13] Enny, "Optimalisasi Penggunaan Alat Praktikum Power Supply Switching Dengan Menggunakan Topologi Half Bridge Konverter Sebagai Alat Bantu Praktikum Elektronika Analog," Vol. 12, No. 1, Pp. 1–8, 2016.
- [14] R. H. Zain, A. R. Yatra, "Aplikasi Pagar Elektrik Pada Keamanan Fasilitas Lembaga Perumahan Dilengkapi Alarm Deteksi Pemutusan Arus Listrik Dan Sensor Menggunakan Jaringan Komputer Vol . 13 No. 2 ,2012.

- [15] M. Munir Elektronika, “Model Pembelajaran Problem Based Introduction (Pbi) Dalam Desain Printed Circuit Board (Pcb) Bagi Mahasiswa,” Vol. 21, Pp. 60–66, 2012.
- [16] J. H. Saputro And T. Sukmadi, “Analisa Penggunaan Lampu Led Pada Penerangan Dalam Rumah Metode,” *Teknik Elektro*, 2013.
- [17] Miswardi, P. Sedianingsih, “Rancang Bangun Motor Penggerak Aktuator Pada Antena Parabola,” 2014.

LAMPIRAN

Rangkaian Keseluruhan Alat



Adaptor



Pengujian Tanpa Beban



Pengujian Dengan Beban



Pengujian Pada Parabola



JURNAL

PERANCANGAN TRANSFER ENERGI LISTRIK MENGUNAKAN METODE PUSH PULL PARABOLA

¹ Taufik Ilham Nasution

² Dr. Muhammad Fitra Zambak, M.Sc.

³ Elvy Sahnur Nasution, ST, M.Pd.

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera
Utara

Email : Taufikilham831@gmail.com

ABSTRAK

Energi listrik merupakan energi utama yang dibutuhkan untuk mengoperasikan suatu perangkat elektronik, saat ini pengirim energi listrik masih banyak yang menggunakan kabel listrik. Transfer energi listrik merupakan suatu transfer energi yang terus dikembangkan agar dapat mengoperasikan suatu perangkat elektronik. Transfer energi listrik tanpa kabel memiliki kelebihan yang lebih efisien dibandingkan dengan menggunakan kabel yaitu penggunaan kabel yang berlebih tidak rapi dan lebih meningkatkan kenyamanan dalam menggunakan perangkat elektronik. Maka dari itu diciptakan konsep energi listrik tanpa kabel dengan menggunakan metode Push Pull Parabola, memiliki prinsip dasar dari perancangan ini menggunakan teknik induksi medan elektromagnetik, yang mana terdapat 2 buah kumparan tembaga dengan bentuk solenoid. Rangkaian transfer energi listrik tanpa kabel ini terdiri dua rangkaian yaitu rangkaian pengirim dan penerima. Rangkaian pengirim terdiri dari rangkaian LC osilasi dengan menggunakan transistor sebagai penguat dan rangkaian penerima terdiri dari kumparan yang dihubungkan langsung ke Lampu LED dan penutup panci kaca yang diaplikasikan sebagai parabola. Pada pengujian tegangan masukan pada pengirim adalah 11,92 DC volt dan arus 1,5 ampere. Pada penelitian ini, alat telah diuji coba dengan cara memvariasikan beban dan jarak yang digunakan pada sisi penerima. Dengan hasil pengujian alat yang telah dilakukan, didapat beberapa efisiensi transfer daya. Efisiensi terbaik adalah sebesar 0,019% pada perhitungan berbeban tanpa parabola pada jarak 1 cm. Dari hasil pengujian tersebut, disimpulkan bahwa semakin dekat jarak lilitan maka semakin tinggi daya dan efisiensi yang dihasilkan, dan semakin jauh jarak lilitan maka semakin rendah daya dan efisiensi yang dihasilkan.

Kata kunci : transfer energi listrik tanpa kabel, push pull parabola, medan elektromagnetik

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan energi utama yang dibutuhkan untuk mengoperasikan suatu perangkat elektronik, saat ini pengirim energi

listrik masih banyak yang menggunakan kabel listrik. Transfer energi listrik merupakan suatu transfer energi yang terus dikembangkan agar dapat

mengoperasikan suatu perangkat elektronik.

Di dalam sesuatu yang dipahami pada penyaluran energi listrik yang masih dalam tahap penelitian yaitu transfer energi tanpa (*wireless*) memiliki kelebihan dibandingkan dengan menggunakan kabel yaitu penggunaan kabel yang berlebih tidak rapi dan lebih meningkatkan kenyamanan dalam menggunakan perangkat elektronik. Teknologi energi listrik ini biasanya digunakan untuk menghidupkan bola lampu atau lampu *LED* bahkan bisa mengisi daya baterai.

Meskipun transfer energi listrik tanpa kabel merupakan cara efisien dibandingkan dengan menggunakan kabel, tetapi kendala pada saat ini sering terjadi, yaitu rendahnya pada perbandingan *output* keluaran efisiensi frekuensi daya yang dihasilkan sehingga dibutuhkan penyempurnaan agar efisiensi terus meningkat maka akan diperlukan adanya cara atau jalan yang ditempuh yang dapat menunjang penyempurnaan pada penelitian transfer energi tanpa kabel.

Dengan adanya kebutuhan energi listrik yang akan terus meningkat, maka diperlukan sebuah alat terobosan baru yaitu dengan menggunakan metode *Push Pull* Parabola. Prinsip dasar dari perancangan ini menggunakan teknik induksi elektromagnetik, yang mana terdapat 2 buah kumparan tembaga dengan bentuk *solenoid*. Rangkaian transfer energi listrik tanpa kabel ini

terdiri dua rangkaian yaitu rangkaian pengirim dan penerima. Rangkaian pengirim terdiri dari rangkaian LC osilasi dengan menggunakan transistor sebagai penguat dan rangkaian penerima terdiri dari kumparan yang dihubungkan langsung ke Lampu *LED*. Jarak antara dua kumparan sangat mempengaruhi nilai energi listrik yang mampu ditransfer, semakin panjang jarak antara dua kumparan maka semakin kecil nilai energi listrik yang dihasilkan dan sebaliknya semakin pendek jarak antara dua kumparan maka semakin besar nilai energi listrik dan penutup panci kaca yang diaplikasikan sebagai parabola.

Berdasarkan uraian diatas, maka judul pada penelitian ini akan membahas tentang **“Perancangan Transfer Energi Listrik Tanpa Kabel Menggunakan Metode *Push Pull* Parabola”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, penulis mengidentifikasi beberapa hal yang berhubungan dengan masalah antara lain :

3. Bagaimana perancangan transfer energi listrik tanpa kabel dengan metode *push pull* parabola?
4. Seberapa besar perbandingan efisiensi daya yang dihasilkan pada pengujian berbeban tanpa parabola dan berbeban dengan menggunakan parabola.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penulisan skripsi adalah sebagai berikut :

3. Hanya membahas perancangan alat dengan rangkaian *push pull*.
4. Hanya membandingkan penggunaan efisiensi berbeban tanpa parabola dan berbeban menggunakan parabola pada transfer energi listrik dengan metode *push pull*.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

3. Untuk merancang transfer energi listrik tanpa kabel menggunakan metode *push pull* parabola.
4. Mengetahui perbandingan efisiensi daya yang dihasilkan pada pengujian berbeban tanpa parabola dan berbeban dengan menggunakan parabola.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

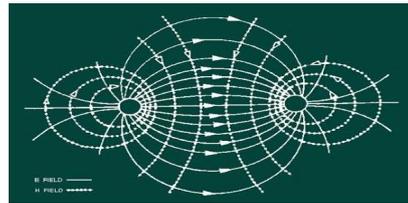
3. Memperdalam pemahaman tentang perancangan transfer energi listrik tanpa kabel menggunakan metode *push pull* parabola.
4. Menginspirasi generasi selanjutnya agar tertatik meneliti lebih lanjut tentang perkembangan teknologi listrik tanpa kabel.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Medan Elektromagnetik

Medan elektromagnetik adalah sebuah medan yang terdiri atas dua medan vektor yang akan saling berhubungan dengan medan listrik dan medan magnet.

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.1 terdapat contoh medan elektromagnetik:

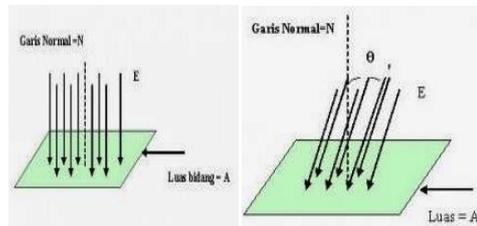


Gambar 2.26 Medan Elektromagnetik

(Sumber : <http://abi-blog.com/pengertian-medan-elektromagnetik/>)

2.1.1 Fluks Listrik

Fluks listrik menyatakan medan listrik yang menembus dalam arah tegak lurus suatu permukaan. Ilustrasinya akan lebih mudah dengan menggunakan deskripsi visual untuk medan listrik (yaitu penggambaran medan listrik sebagai garis-garis). Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.2 terdapat contoh fluks listrik:



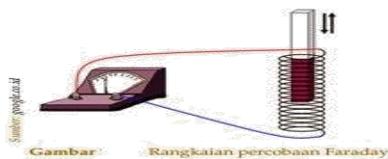
Gambar 2. 27 Fluks Listrik

(Sumber : <https://pratamie.blogspot.com/2014/03/fluks-listrik-fluks-berkaitan-dengan.html>)

2.1.2 Induksi Elektromagnetik

Pada awal tahun 1930, Michael Faraday melakukan berbagai percobaan yang berhubungan dengan pengaruh medan magnet yang berubah-ubah terhadap waktu terhadap suatu kumparan atau loop tertutup percobaan Faraday.

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.3 terdapat contoh percobaan pertama Faraday:

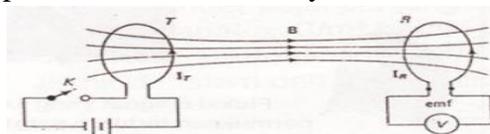


Gambar 2. 28 Percobaan Pertama Faraday

(Sumber : <https://maribelajaripaterpadu.blogspot.com/2017/01/induksi-elektromagnetik.html>)

Pada gambar 2.3 terdapat gambaran percobaan pertama Faraday yang menyatakan bahwa besar ggl (gaya gerak listrik) induksi pada suatu kumparan bergantung pada jumlah lilitan dan kecepatan perubahan fluks magnetik.

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.4 terdapat contoh percobaan kedua Faraday:

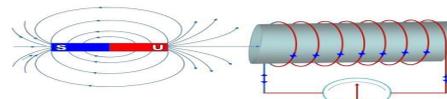


Gambar 2. 29 Percobaan Kedua Faraday

(Sumber : <https://sufihandnan.wordpress.com/2011/10/01/gelombang-elektromagnet-persamaan-maxwell>)

Pada gambar 2.4 terdapat gambaran percobaan kedua Faraday dijelaskan apabila saklar ditutup, arus mengalir melalui kumparan pertama sehingga timbul medan magnetik.

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.5 terdapat contoh ilustrasi arah magnet yang memasuki kumparan:



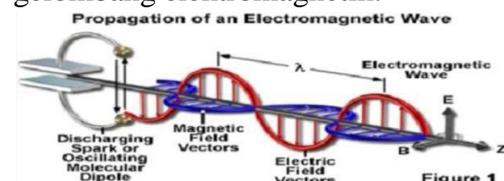
Gambar 2. 30 Ilustrasi Arah Magnet Yang Memasuki Kumparan

(Sumber : <http://wekasyah88.blogspot.com/2014/02/induksi-elektromagnetik.html>)

2.1.3 Resonansi Elektromagnetik

Resonansi elektromagnetik erat hubungannya dengan proses terjadinya aliran listrik.

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.6 terdapat contoh gelombang elektromagnetik:



Gambar 2. 31 Gelombang Elektromagnetik

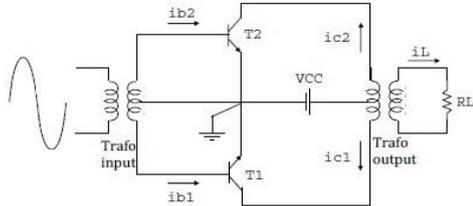
(Sumber : <http://narusasu-uzumaki.blogspot.com/>)

2.2 Pengertian Push Pull

Push pull adalah inverter DC-DC yang menggunakan transformator untuk mengubah level tegangan DC yang dibutuhkan serta

menghasilkan isolasi galvanis terhadap beban [9].

Untuk dapat lebih jelasnya pada gambar 2.7 terdapat contoh rangkaian *Push Pull*:



Gambar 2.32 Rangkaian Push Pull
(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/amplifier-push-pull-kelas-b>)

2.3 Daya

Daya didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam rangkaian listrik. Berikut persamaan yang berkaitan dengan daya masukan, daya keluaran, dan efisiensi sebagai berikut:

Persamaan daya masukan:

$$P_{in} = V_{in} \times I_{in} \dots \dots \dots (2.7)$$

Persamaan daya keluaran:

$$P_{out} = V_{out} \times I_{out} \dots \dots \dots (2.8)$$

Persamaan efisiensi daya:

$$\eta_{Total} = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana :

- η = Efisiensi
- P_{out} := Daya listrik Keluaran
- P_{in} = Daya listrik Masukan
- V_{out} = Tegangan Keluaran
- V_{in} = Tegangan Masukan
- I_{out} = Arus Keluaran
- I_{in} = Daya Masukan

III. METODE PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian

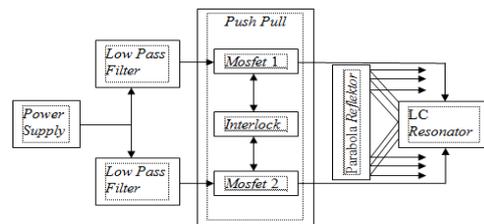
Langkah yang dilakukan pada perancangan model sistem secara keseluruhan adalah sebagai berikut:

3.1.1 Studi Literatur

Tahapan ini merupakan tahap pengumpulan dan pencarian literatur dari berbagai sumber baik skripsi, buku, jurnal, dan makalah ilmiah tentang Perancangan Transfer Energi Listrik Tanpa Kabel Menggunakan Metode *Push Pull* Parabola.

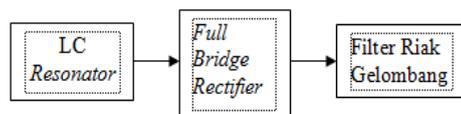
3.1.2 Perencanaan Blok Diagram

Perancangan blok diagram sistem bertujuan untuk mempermudah realisasi Perancangan Transfer Energi Listrik Tanpa Kabel Menggunakan Metode *Push Pull* Parabola. Adapun bagian-bagian alat ini dapat dilihat pada gambar 3.1 diagram pengirim :



Gambar 3.6 Blok Diagram Pengirim

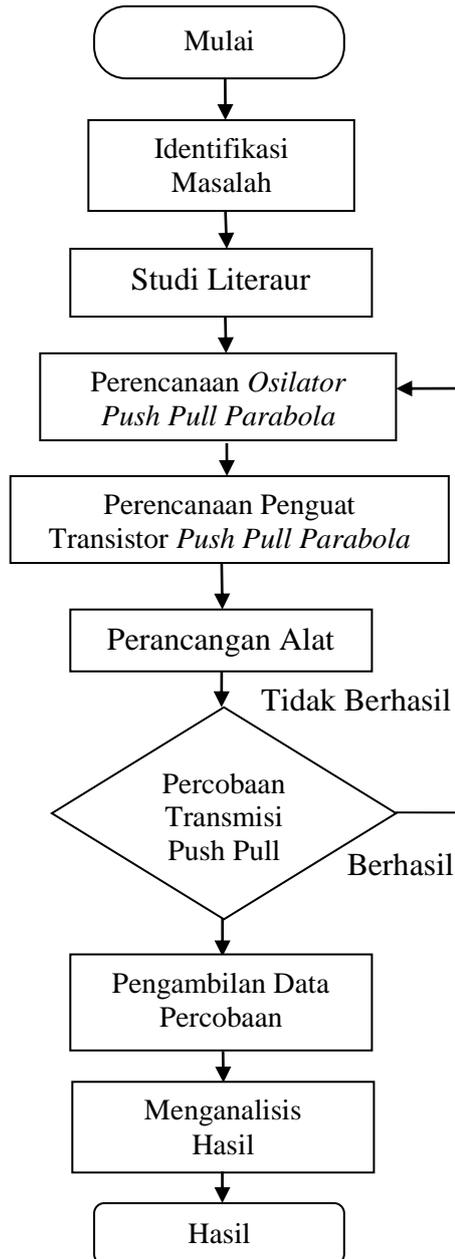
Untuk lebih jelas, dapat dilihat pada gambar 3.2 blok diagram penerima :



Gambar 3.7 Blok Diagram Penerima

3.2 Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir (*flowchart diagram*) ini berfungsi untuk mempermudah memahami perancangan alat adalah sebagai berikut :



Gambar 3.8 Diagram Alir Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Tanpa Beban

Perhitungan daya masukan dengan menggunakan persamaan (2.7) jarak 1 cm:

$$V_{in} = 11,92$$

$$I_{in} = 1,5$$

$$P_{in} = V_{in} \times I_{in} \\ = 11,92 \times 1,5 \\ = 17,8 \text{ Watt}$$

Selanjutnya daya masukan dengan menggunakan persamaan (2.7):

$$\text{Jarak 3 cm} = 17,8 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 5 cm} = 17,8 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 7 cm} = 17,8 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 9 cm} = 17,8 \text{ Watt}$$

Tegangan keluaran tanpa beban:

$$\text{Jarak 1 cm} = 42,5 \text{ Volt}$$

$$\text{Jarak 3 cm} = 36,9 \text{ Volt}$$

$$\text{Jarak 5 cm} = 32,7 \text{ Volt}$$

$$\text{Jarak 7 cm} = 29,9 \text{ Volt}$$

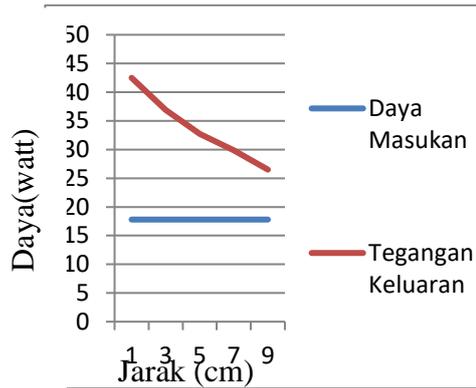
$$\text{Jarak 9 cm} = 26,5 \text{ Volt}$$

Adapun hasil pengujian tanpa beban akan dijelaskan rinci oleh tabel, antara lain:

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Tanpa Beban

Jarak (cm)	Pengirim		Penerima
	Tegangan (V_{in})	Arus (I_{in})	Tegangan (Volt)
1	11,92	1,5	42,5
3	11,92	1,5	36,9
5	11,92	1,5	32,7
7	11,92	1,5	29,9
9	11,92	1,5	26,5

Berikut adalah grafik dari hasil pengujian tanpa beban :



Gambar 4.4 Grafik Pengujian Tanpa Beban

4.2 Pengujian Berbeban Tanpa Parabola

Perhitungan daya masukan dengan menggunakan persamaan (2.7) jarak 1 cm:

$$V_{in} = 11,92$$

$$I_{in} = 1,84$$

$$P_{in} = V_{in} \times I_{in}$$

$$= 11,92 \times 1,84$$

$$= 21,932 \text{ Watt}$$

Selanjutnya daya masukan dengan menggunakan persamaan (2.7):

$$\text{Jarak 3 cm} = 19,548 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 5 cm} = 18,356 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 7 cm} = 17,99 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 9 cm} = 17,760 \text{ Watt}$$

Perhitungan daya keluaran dengan menggunakan persamaan (2.8)

jarak 1 cm:

$$V_{in} = 9,6$$

$$V_{in} = 0,0455$$

$$P_{out} = V_{out} \times I_{out}$$

$$= 9,6 \times 0,0455$$

$$= 0,436 \text{ Watt}$$

Selanjutnya daya keluaran dengan menggunakan persamaan (2.8):

$$\text{Jarak 3 cm} = 0,3 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 5 cm} = 0,158 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 7 cm} = 0,0756 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 9 cm} = 0,0176 \text{ Watt}$$

Perhitungan efisiensi dengan menggunakan persamaan (2.9) jarak 1 cm:

$$P_{out} = 0,436$$

$$P_{in} = 21,932$$

$$\eta_{Total} = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$= \frac{P_{out \ 1cm/5}}{P_{in \ 1cm/5}} \times 100\%$$

$$= \frac{0,436/5}{21,932/5} \times 100\%$$

$$= \frac{0,0872}{4,3864} \times 100\%$$

$$= 0,019\%$$

Selanjutnya efisiensi dengan menggunakan persamaan (2.9):

$$\text{Jarak 3 cm} = 0,015\%$$

$$\text{Jarak 5 cm} = 0,008\%$$

$$\text{Jarak 7 cm} = 0,004\%$$

$$\text{Jarak 9 cm} = 0,009\%$$

Perhitungan efisiensi total dengan menggunakan persamaan (2.9):

$$\eta_{Total} = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$= \frac{P_{out \ 1cm} + P_{out \ 3cm} + P_{out \ 5cm} + P_{out \ 7cm} + P_{out \ 9cm}}{P_{in \ 1cm} + P_{in \ 3cm} + P_{in \ 5cm} + P_{in \ 7cm} + P_{in \ 9cm}} \times 100\%$$

$$= \frac{0,436 + 0,3 + 0,158 + 0,0756 + 0,0176}{21,932 + 19,548 + 18,356 + 17,99 + 17,760} \times 100\%$$

$$= \frac{0,9872}{190,624} \times 100\%$$

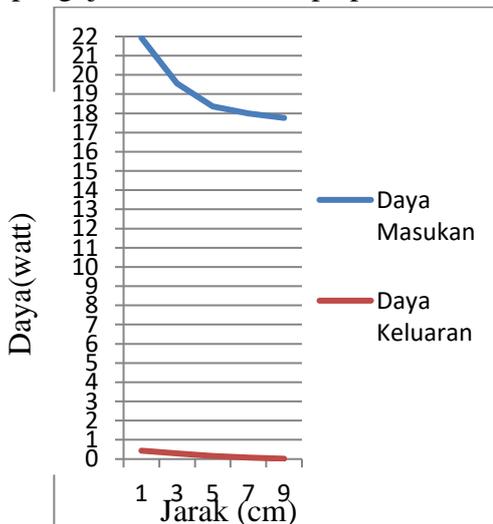
$$= \frac{0,1974}{38,1248} \times 100\%$$

Adapun hasil pengujian berbeban tanpa parabola akan dijelaskan secara rinci melalui tabel, antara lain:

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Berbeban

Jarak (cm)	Pengirim		Penerima		Efisiensi	Efisiensi Total
	Tegangan (Vin)	Arus (Iin)	Tegangan (Vout)	Arus (Iout)		
1	11,92	1,84	9,6	0,0020	0,019%	0,518%
3	11,92	1,64	9,4	0,0084	0,015%	
5	11,92	1,54	9,2	0,0172	0,008%	
7	11,92	1,51	9	0,0324	0,004%	
9	11,92	1,49	8,8	0,455	0,0009%	

Berikut adalah gambar grafik pengujian berbeban tanpa parabola :



Gambar 4.5 Grafik Pengujian Berbeban Tanpa Parabola

4.3 Pengujian Berbeban dengan Parabola

Perhitungan daya masukan dengan menggunakan persamaan (2.7) jarak 1 cm:

$$V_{in} = 11,92$$

$$I_{in} = 1,84$$

$$\begin{aligned} P_{in} &= V_{in} \times I_{in} \\ &= 11,92 \times 1,84 \\ &= 21,932 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Selanjutnya daya masukan dengan menggunakan persamaan (2.7):

$$\text{Jarak 3 cm} = 19,548 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 5 cm} = 18,356 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 7 cm} = 17,99 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 9 cm} = 17,760 \text{ Watt}$$

Perhitungan daya keluaran dengan persamaan (2.8) jarak 1 cm:

$$V_{in} = 9,58$$

$$I_{in} = 0,0403$$

$$\begin{aligned} P_{out} &= V_{out} \times I_{out} \\ &= 9,58 \times 0,0403 \\ &= 0,386 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Selanjutnya daya keluaran dengan menggunakan persamaan (2.8):

$$\text{Jarak 3 cm} = 0,251 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 5 cm} = 0,191 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 7 cm} = 0,118 \text{ Watt}$$

$$\text{Jarak 9 cm} = 0,024 \text{ Watt}$$

Perhitungan efisiensi dengan persamaan (2.9) jarak 1 cm:

$$\begin{aligned} \eta_{Total} &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \\ &= \frac{P_{out \ 1cm/5}}{P_{in \ 1cm/5}} \times 100\% \\ &= \frac{0,386/5}{21,932/5} \times 100\% \\ &= \frac{0,0772}{4,3864} \times 100\% \\ &= 0,017\% \end{aligned}$$

Selanjutnya efisiensi dengan menggunakan persamaan (2.9) jarak 1 cm:

$$\text{Jarak 3 cm} = 0,012\%$$

$$\text{Jarak 5 cm} = 0,010\%$$

$$\text{Jarak 7 cm} = 0,06\%$$

$$\text{Jarak 9 cm} = 0,013\%$$

Perhitungan efisiensi total dengan menggunakan persamaan (2.9):

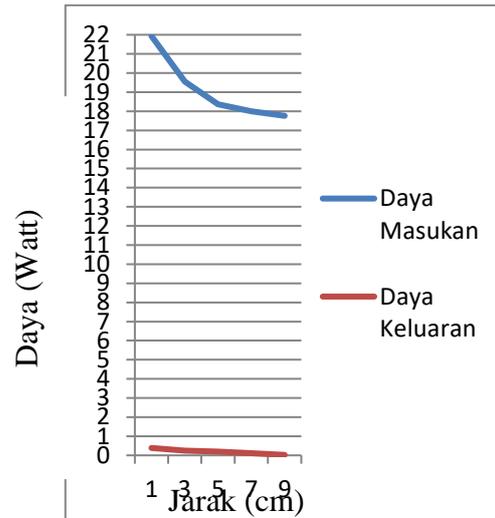
$$\begin{aligned} \eta_{Total} &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \\ &= \frac{P_{out1cm} + P_{out3cm} + P_{out5cm} + P_{out7cm} + P_{out9cm}/5}{P_{in1cm} + P_{in3cm} + P_{in5cm} + P_{in7cm} + P_{in9cm}/5} \times 100\% \\ &= \frac{0,386 + 0,251 + 0,191 + 0,118 + 0,024/5}{21,932 + 19,548 + 18,356 + 17,99 + 17,760/5} \times 100\% \\ &= \frac{1,186/5}{190,624/5} \times 100\% \\ &= \frac{0,2372}{38,1248} \times 100\% \\ &= 0,622\% \end{aligned}$$

Adapun hasil pengujian berbeban menggunakan parabola akan dijelaskan rinci oleh tabel, antara lain:

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Berbeban dengan Parabola

Jarak (cm)	Pengirim		Penerima		Efisiensi	Total
	Tegangan (Vin)	Arus (Iin)	Tegangan (Vout)	Arus (Iout)		
1	11,92	1,84	9,58	0,0029	0,017%	0,622%
3	11,92	1,64	9,36	0,0131	0,012%	
5	11,92	1,54	9,22	0,0208	0,010%	
7	11,92	1,51	9,03	0,0269	0,06%	
9	11,92	1,49	8,29	0,0403	0,0013%	

Berikut adalah gambar grafik pengujian berbeban menggunakan parabola :



Gambar 4.6 Grafik Pengujian Berbeban Menggunakan Parabola.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Dalam merancang transfer energi listrik tanpa kabel menggunakan metode *push pull* parabola terdapat beberapa pengujian analisa daya dan efisiensi, antara lain pengujian tanpa beban, pengujian berbeban berbeban tanpa parabola, dan pengujian berbeban dengan menggunakan parabola.
2. Dari hasil didapatkan kesimpulan bahwa semakin dekat jarak lilitan maka semakin tinggi daya yang dihasilkan, dan semakin jauh jarak lilitan maka semakin rendah daya yang dihasilkan.

5.2 Saran

1. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran secara umum bahwa transfer energi listrik tanpa kabel dapat diwujudkan.

2. Hal yang perlu diperhatikan adalah bagaimana kita dapat menghasilkan nilai resonansi antara *transmitter* dan *receiver* yang tinggi. Tentunya diharapkan dibutuhkan jam terbang yang tinggi, agar mampu membuat kombinasi konstruksi *transmitter* dan *receiver* yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I Wayan Suwika Adnyana, T. Zubaidah “Perancangan Dan Analisis Sistem Transfer Daya Listrik, Design And Analysis Of Wireless Power Transfer By Multilayer Coils In Low Frequencies .,” Vol. 3, No. 2, Pp. 161–172, 2016.
- [2] M. Muchtar, , “Terobosan Baru Transmisi Energi Listrik Tanpa Kabel,” no. 8, pp. 14–15, 2013.
- [3] S. W. Pratomo, “Perancangan Sistem Transfer Daya Nirkabel Untuk Unmanned Aerial Vehicle (Uav) Micro Jenis Quadcopter,” No. 3, 2016.
- [4] Z. Fuadi, M. Ashari, “Perancangan dan Simulasi Full Bridge Inverter Lima Tingkat dengan Dual Buck Converter Terhubung Jaringan Satu Fasa,” vol. 3, no. 1, 2014.
- [5] Matalangi, “Pengendalian Parabola Bergerak,” Vol. 9, No. 1, Pp. 78–85, 2017.
- [6] E. Rakhman, A. Rahman, and N. C. Basjaruddin, “Transfer Daya Nirkabel dengan Kopling Induksi,” vol. 2, no. 2, pp. 2502-8782, 2017.
- [7] A. Ngurah Tegar Mahardika “Analisis Perangkat Transmisi untuk Wireless Energi Transfer” vol. 3, no. 1, pp. 112–119, 2014.
- [8] Vicky Salamena, “Simulasi Karakteristik Arus Dan Kecepatan Motor Dc Terhadap Masukan Penyearah Gelombang Penuh Di Simulink-Matlab’’, 2013
- [9] Hizrian Alnubli, B. Anto “Design dan Analisis Sollar Battery Charger Berbasis Push Pull Converter,” vol. 4, no. 1, 2017.
- [10] F. A. Samman, R. Ahmad, and M. Mustafa, “Perancangan , Simulasi dan Analisis Harmonisa Rangkaian Inverter Satu Fasa,” vol. 4, no. 1, pp. 62–70, 2015.
- [11] D. Prasti, V. Bin Djusmin, "Aplikasi Menghitung Nilai Hambatan Resistor" vol. 2, 2012.
- [12] M. Chanif, I. S. Sarwito, “Analisa Pengaruh Penambahan Kapasitor Terhadap Proses Pengisian Baterai Wahana Bawah Laut,” vol. 3, no. 1, pp. 1–6, 2014.

- [13] Enny, “Optimalisasi Penggunaan Alat Praktikum Power Supply Switching dengan Menggunakan Topologi Half Bridge Konverter sebagai Alat Bantu Praktikum Elektronika Analog,” vol. 12, no. 1, pp. 1–8, 2016.
- [14] R. H. Zain, A. R. Yatra, “Aplikasi Pagar Elektrik Pada Keamanan Fasilitas Lembaga Perumahan Dilengkapi Alarm Deteksi Pemutusan Arus Listrik Dan Sensor Menggunakan Jaringan Komputer Vol . 13 No. 2 ,2012.
- [15] M. Munir Elektronika, “Model Pembelajaran Problem Based Introduction (Pbi) Dalam Desain Printed Circuit Board (Pcb) Bagi Mahasiswa,” Vol. 21, Pp. 60–66, 2012.
- [16] J. H. Saputro And T. Sukmadi, “Analisa Penggunaan Lampu Led Pada Penerangan Dalam Rumah Metode,” *Teknik Elektro*, 2013.
- [17] Miswardi, P. Sedianingsih, “Rancang Bangun Motor Penggerak Aktuator Pada Antena Parabola,” 2014.