

# **RANCANG BANGUN PENGISI DAYA SMARTPHONE TANPA KABEL**



## **TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Guna Menyelesaikan Studi Diploma III pada  
Program Studi Teknik Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri

Ujung Pandang

Oleh:

**Muhammad Naufal Ikbar R**

**322 15 074**

**Susan Tasya Haibah Jannah**

**322 15 075**

**PROGRAM STUDI TEKNIK TELEKOMUNIKASI**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

**2019**



**TUGAS AKHIR**

**MUHAMMAD NAUFAL IKBAR R 32215074**

**SUSAN TASYA HAIBAH JANNAH 32215075**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK TELEKOMUNIKASI**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

**MAKASSAR**

**2019**

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul **Rancang Bangun Pengisi Daya Smartphone Tanpa Kabel** oleh Muhammad Naufal Ikbar R NIM 322 15 074 dan Susan Tasya Haibah Jannah NIM 322 15 075, dinyatakan layak untuk diujikan.

Makassar, 2 September 2019

Pembimbing I



Misnawati, ST, MT

NIP : 197704072000101 2001

Pembimbing II



Ir. Ichsan Mahjud, MT

NIP : 19640213199103 1003

Mengetahui

Ketua Program Studi D3 Teknik Telekomunikasi



Sura Umar, S.T, M.T

NIP: 19620912198803 2 004

**PENERIMAAN TIM PENGUJI**  
**UJIAN SIDANG LAPORAN TUGAS AKHIR**

Pada hari ini, hari Jumat tanggal 06 September 2019, Panitia Ujian Sidang Laporan Tugas Akhir telah menerima dengan baik Laporan Tugas Akhir oleh mahasiswa: Muhammad Naufal Ikbar R NIM 322 15 074 dan Susan Tasya Haibah Jannah NIM 322 15 075 dengan judul **Rancang Bangun Pengisi Daya Smartphone Tanpa Kabel.**

Makassar, 06 September 2019

Tim Penguji Ujian Laporan Tugas Akhir:

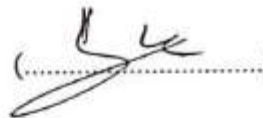
1. Ibrahim Abduh, S.ST, M.T

Ketua

(..........)

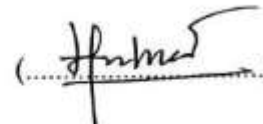
2. Usman Bauna, S.ST

Sekretaris

(..........)

3. Sulwan Dase, S.T, M.T

Anggota

(..........)

4. Sahabuddin Abdul Kadir, S.T,M.T

Anggota

(..........)

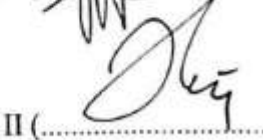
5. Misnawati, ST., M.T

Pembimbing I

(..........)

6. Ir. Ichsan Mahjud, MT

Pembimbing II

(..........)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yangtelah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “**Rancang Bangun Pengisi Daya Smartphone Tanpa Kabel**”.

Penulis sebagai manusia biasa yang tidak luput dari kesalahan menyadari bahwa laporan tugas akhir ini belum mencapai kesempurnaan. Maka dari itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi pengembangan penulis kedepannya.

Banyak hal yang terjadi dalam proses penyelesaian laporan tugas akhir ini, namun berkat dukungan dan kerja sama yang baik dengan berbagai pihak hal-hal tersebut dapat teratasi.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini tidak akan terwujud tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu melalui kesempatan ini, kami menyampaikan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. **Kedua Orang Tua**, dengan seluruh dukungan, nasehat dan doa yang tiada henti-hentinya diberikan dan dipanatkan untuk mengiringi langkah kami dalam menjalani proses perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir.
2. Bapak , selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Ibu **Dr. Ir Hafsah Nirwana M.T**, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Ibu **Nuraeni Umar, S.T., M.T.** selaku Ketua Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Ujung Pandang.

5. Ibu **Misnawati, S.T, M.T** dan bapak **Ir. Ichsan Mahjud,M.T** selaku dosen pembimbing I dan dosen pembimbing II yang telah memberikan ilmu serta bimbingan selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
6. Bapak **Ahmad Zubair,ST** selaku teknisi teknik elektro yang membantu kami dalam proyek akhir ini.
7. Ibu **Rasdiana** dan Staf akademik, yang sangat membantu dalam hal administrasi dan senantiasa membantu kelengkapan berkas guna mengikuti ujian akhir.
8. **Teman-teman 3C Telkom Angkatan 2015** yang selalu memberikan dukungan selama masa perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir, semoga persaudaraan kita tidak pernah luntur di makan zaman.
9. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang turut mendukung dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Akhirnya dengan penuh kerendahan hati, penulis mengucapkan permohonan maaf yang sebesar-besarnya apabila terdapat kesalahan yang dilakukan selama pembuatan tugas akhir ini. Harapan penulis, semoga tugas akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan pada umumnya dan bidang teknik telekomunikasi.

Makassar, 01 September 2019

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR RUMUS .....</b>	<b>xi</b>
<b>SURAT PERNYATAAN .....</b>	<b>xii</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	2
1.5 Ruang Lingkup Kegiatan .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Teori Interferensi .....	5
2.2 Teori Resistansi .....	9
2.3 Teori Induktansi .....	12
2.3.1 Induktansi Diri .....	14

2.3.2 Induktansi Diri dan Induktansi Timbal Balik .....	15
2.3.3 Induktansi Diri dan Keterkaitan Fluks .....	16
2.3.4 Faktor yang mempengaruhi Induktansi .....	18
2.4 Teori Induksi .....	19
2.5 Definisi Tegangan, Arus, dan daya Pada Rangkaian .....	20
2.5.1 Tegangan .....	20
2.5.2 Arus Listrik .....	23
2.5.3 Daya Listrik .....	23
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>27</b>
3.1 Tempat dan waktu perancangan .....	27
3.2 Alat dan Bahan .....	27
3.3 Langkah Kerja .....	28
3.4 Flowchart Pengujian Alat Uji Interferensi .....	30
3.5 Blok Diagram .....	32
3.6 Langkah – Langkah Pengujian Alat .....	32
<b>BAB IV HASIL .....</b>	<b>36</b>
4.1 Hasil dan Pembahasan .....	36
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>90</b>
5.1 Kesimpulan.....	90
5.2 Saran.....	91
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hubungan Perubahan Frekuensi Terhadap Sinyal Terinduksi. ....	36
Tabel 4.2 Hubungan Perubahan Tegangan Penginduksi Terhadap Sinyal Terinduksi Pada Frekuensi 0,1 KHz. ....	42
Tabel 4.3 Hubungan Perubahan Tegangan Penginduksi Terhadap Sinyal Terinduksi Pada Frekuensi 1 KHz. ....	49
Tabel 4.4 Hubungan Perubahan Tegangan Penginduksi Terhadap Sinyal Terinduksi Pada Frekuensi 10 KHz. ....	55
Tabel 4.5 Hubungan Perubahan frekuensi terhadap sinyal terinduksi pada kabel 2 Kawat. ....	61
Tabel 4.6 Hubungan Antara Penurunan Tegangan Penginduksi Pada Frekuensi 0,1 KHz Pada Kabel 2 Kawat. ....	64
Tabel 4.7 Hubungan Antara Penurunan Tegangan Penginduksi Pada Frekuensi 1 KHz Pada Kabel 2 Kawat. ....	70
Tabel 4.8 Hubungan Antara Penurunan Tegangan Penginduksi Pada Frekuensi 10 KHz Pada Kabel 2 Kawat. ....	75
Tabel 4.9 Besar tegangan, arus, dan daya pada data tabel 4.1. ....	80
Tabel 4.10 Besar tegangan, arus, dan daya pada tabel 4.5. ....	82
Tabel 4.11 Besar nilai tegangan, arus, dan daya pada variabel yang diturunkan tegangan induksi sebesar 1,5 V per penurunan pada frekuensi 1 KHz. ....	84

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 .....	5
Gambar 2.2 .....	10
Gambar 2.3 .....	15
Gambar 3.1 .....	28
Gambar 3.2 .....	29
Gambar 3.3 .....	30
Gambar 3.4 .....	32
Gambar 3.5 .....	34



## DAFTAR RUMUS

Persamaan 2.1 .....	11
Persamaan 2.2 .....	11
Persamaan 2.3 .....	11
Persamaan 2.4 .....	12
Persamaan 2.5 .....	13
Persamaan 2.6 .....	14
Persamaan 2.7 .....	14
Persamaan 2.8 .....	16
Persamaan 2.9 .....	17
Persamaan 2.10 .....	17
Persamaan 2.11 .....	18
Persamaan 2.12 .....	20
Persamaan 2.13 .....	22
Persamaan 2.14 .....	22
Persamaan 2.15 .....	22
Persamaan 2.16 .....	25
Persamaan 2.17 .....	25
Persamaan 2.18 .....	25
Persamaan 2.19 .....	25
Persamaan 2.20 .....	25

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Naufal Ikbar R / Susan Tasya Haibah Jannah  
NIM : 322 15 074 / 322 15 074

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam Tugas Akhir yang berjudul **Rancang Bangun Pengisi Daya Smartphone Tanpa Kabel** merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam Tugas Akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut diatas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 02 September 2019



Muhammad Naufal Ikbar Romadhan  
NIM. 322 15 74



Susan Tasya Haibah Jannah  
NIM. 322 15 75

## RINGKASAN

Transfer daya listrik merupakan proses mengirimkan daya listrik dari sumber daya menuju pengguna atau beban. Transfer daya listrik umumnya menggunakan media penghantar berupa kawat konduktor tembaga. Kawat konduktor tembaga dapat digantikan dengan menggunakan medium udara. Fluks magnet yang ditransferkan melalui medium udara ini diresonansikan ke coil penerima sehingga pada coil penerima mengalir arus dengan frekuensi yang sama dengan frekuensi pengirimnya.

Pada tugas akhir ini akan dibahas tentang desain dan implementasi *Pengisi Daya Smartphone Tanpa Kabel* dengan tegangan 5 V dan arus 800 mA. Sumber tegangan akan dihubungkan dengan rangkaian elektronika dan Lilitan Koil. Lilitan Koil tersebut difungsikan sebagai antena pengirim dan penerima yang berguna untuk menghantarkan energi listrik dalam melakukan pengisian baterai Smartphone dengan frekuensi 56 KHz. Hasil yang didapatkan pada tugas akhir ini adalah sebuah *Pengisi Daya Smartphone* berbasis induksi magnetik dimana pada jarak lebih dari 80 mm antara *coil* primer dan *coil* sekunder memiliki tegangan 3.37 V, sehingga pada jarak ini baterai tidak dapat terisi karena berada dibawah batas minimal tegangan yang dapat disuplai. Sedangkan pada jarak 1 mm sampai 40 mm mempunyai nilai tegangan keluaran yaitu 5 V sampai 4,9 V sehingga Smartphone dapat terisi. Jadi pada *charger* Smartphone berbasis induksi elektromagnetik, jarak memiliki pengaruh pada nilai tegangan.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kemajuan teknologi tanpa kabel atau wireless dewasa ini semakin meningkat pesat. Peningkatan ini dilandasi dengan berbagai hal, seperti semakin meningkatnya teknologi pada perangkat elektronik, kebutuhan telekomunikasi, sampai pada gaya hidup dari umat manusia. Kebutuhan akan pengiriman daya listrik tanpa kabel ini berawal dari ketergantungan umat manusia terhadap pemakaian kabel untuk mengisi ulang baterai yang dipakai pada perangkat elektronik.

Berkembangnya teknologi, pengiriman informasi populer dilakukan melalui media non kabel, yang disebut wireless. Komunikasi wireless dilakukan dengan cara memanfaatkan gelombang elektromagnetik sebagai media pengiriman informasi. Saat ini tren pengiriman informasi melalui wireless sedang berkembang dari tahun ke tahun.

Seiring dengan kemajuan teknologi dan tuntutan efisiensi dalam segala bidang. Hal ini tentunya menjadi tantangan disetiap belahan dunia untuk menemukan inovasi baru sehingga bisa diterima di dunia industri dan ditengah-tengah masyarakat. Salah satu konsep yang masih jarang dan mempunyai kesempatan besar untuk dikembangkan dan diterima oleh dunia industri dan masyarakat, yaitu transfer daya nirkabel yg menawarkan minimalisasi penggunaan kabel sebagai penyalur utama daya listrik dari sumber ke pengguna, meski tidak sepenuhnya menghilangkan Penggunaan kabel / kawat listrik. Secara

umum, teorinya dapat digambarkan dengan pengiriman tegangan dari suatu alat ke alat yang lain atau bisa disebut juga pengiriman tegangan dari transmitter ke receiver.

Memandang dari latar belakang di atas maka terpikir untuk membuat suatu perangkat yang mampu digunakan untuk mentransfer daya tanpa menggunakan media kabel secara langsung ke sebuah alat. Pada proyek kali ini akan dibuat suatu perangkat untuk mentransfer daya listrik tanpa hubungan fisik secara langsung dengan kabel untuk mengisi baterai smartphone. Tetapi masih dalam dasar penggunaan teknologi dengan radius yang pendek atau jarak dekat.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang diatas dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang dan membuat Prototype Rangkaian Pengisi Daya Pada Smartphone Secara Nirkabel / Wireless ?
2. Bagaimana hasil pengujian kinerja alat terhadap pengaruh jarak ?

## **1.3 Tujuan Penulisan**

Adapun tujuan yang hendak kami capai :

- 1) Merancang Pengisi Daya Smartphone tanpa kabel.
- 2) Merancang Pengisi Daya Smartphone tanpa kabel dengan Tegangan keluaran sebesar 5 V.



#### **1.4 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

- 1) Uji coba hanya dilakukan pada pengisian daya empat Smartphone (Android) dengan Tegangan 5 V.
- 2) Jarak jangkauan antara coil pengirim dan penerima maksimal kurang dari 80 mm.

#### **1.5 Sistematika Penulisan**

##### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini merupakan pengantar untuk bab-bab selanjutnya. Pada bab ini dijelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, dan sistematika penulisan.

##### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menjelaskan secara umum mengenai teori dasar yang digunakan dalam skripsi ini, dasar teori induksi elektromagnetik dan dasar teori resonansi.

##### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan tentang konsep dan Metodologi Design Pengisi Daya Smartphone Tanpa Kabel dan Perancangan *Transmitter* dan *Receiver*.

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi tentang data hasil pengujian dan analisa data yang didapat.

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang didapat dari penelitian yang dilakukan.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **1.1. Sejarah Penemuan Daya Listrik Secara Nirkabel**

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



Gambar 2.1 Nikola tesla



Gambar 2.2 Menara tesla di shohreham long-island

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

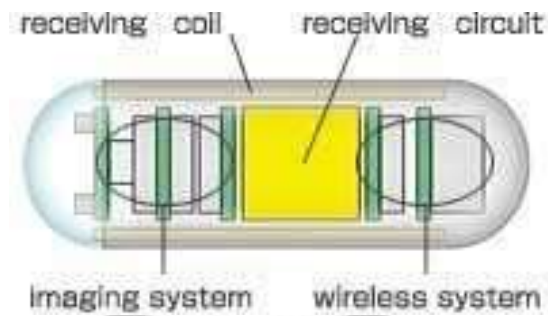
Pada abad 21 tepatnya tahun 2007 sekelompok ilmuwan dari MIT (massachussets institute of technology) melakukan demonstrasi Dengan menggunakan Strong coupled magnetic resonance Percobaan dilakukan dengan sebuah koil yang bertegangan dengan frekuensi yang beresonansi dengan frekuensi pada receiver. Dari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

Contoh lain aplikasi dari wireless power system tersebut adalah aplikaasi kapsul endeskopi dalam dunia kedokteran, charger handphone, dan mobil listrik

dalam dunia otomotif yang sistem pengisian baterai listriknya menggunakan sistem wireless power transfer..

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

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



Gambar 2.3 Kapsul endoskopi dengan teknologi wireless power

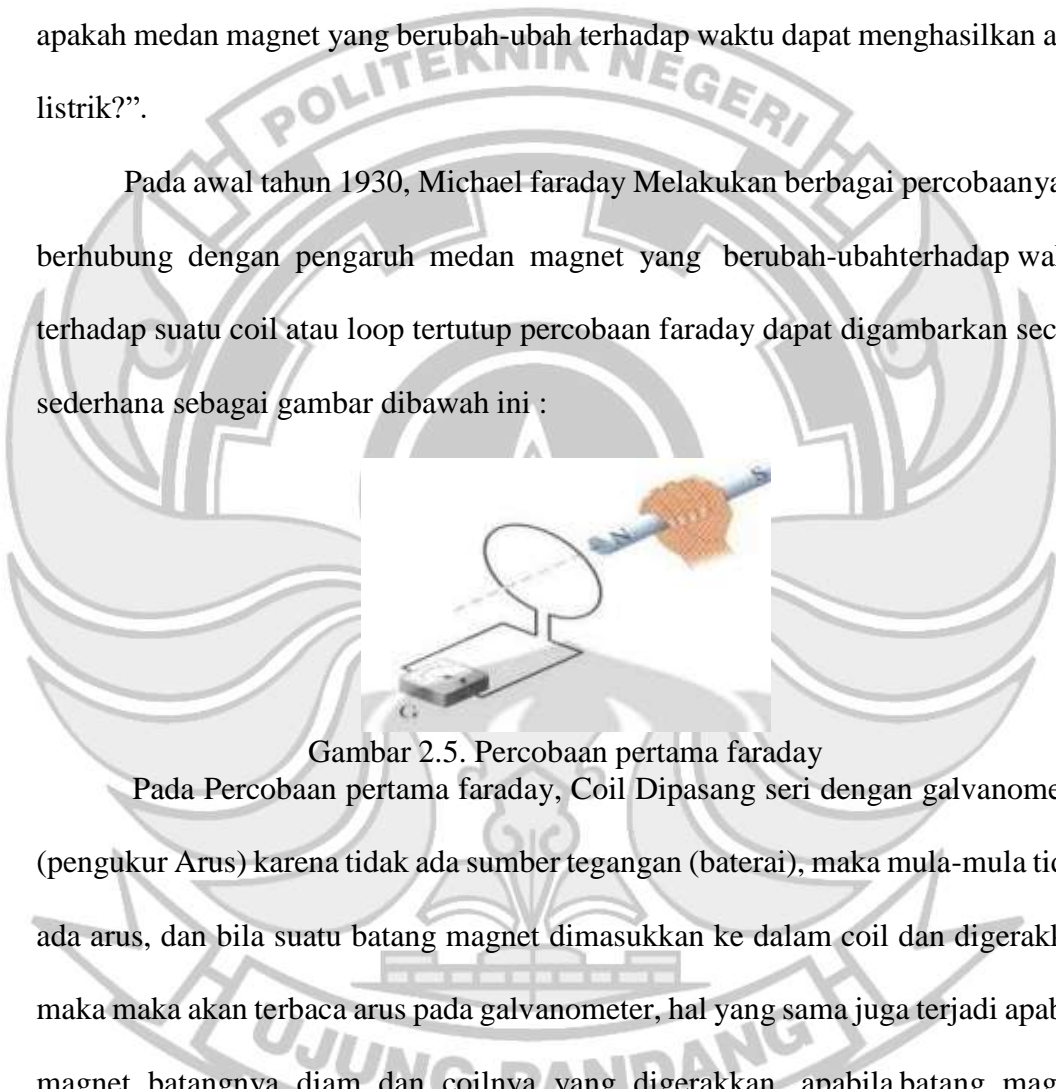
Aplikasi lain dalam dunia otomotif, saat ini peneliti dari jepang telah mengembangkan konsep kendaraan yang pengisian energinya dengan wireless power transfer system dimana baterai pada kendaraan terhubung dengan receiver coil yang diletakkan dibawah kendaraan dan saat hendak mengisi ulang mobil tinggal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



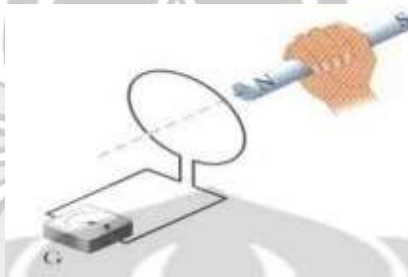
Gambar 2.4 Mobil Listrik dengan wireless power charging



## 1.2. Prinsip Induksi Elektromagnetik

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


Pada awal tahun 1830, Michael Faraday melakukan berbagai percobaan yang berhubungan dengan pengaruh medan magnet yang berubah-ubah terhadap waktu terhadap suatu coil atau loop tertutup. Percobaan Faraday dapat digambarkan secara sederhana sebagai gambar dibawah ini :

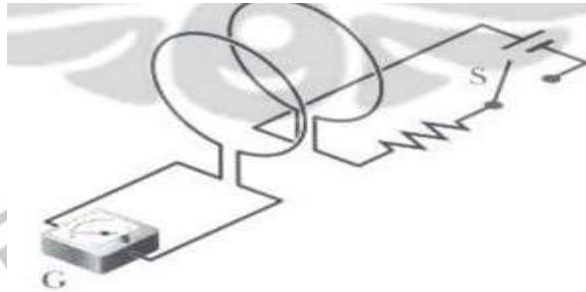


Gambar 2.5. Percobaan pertama Faraday

Pada Percobaan pertama Faraday, Coil 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 coil dan digerakkan maka akan terbaca arus pada galvanometer, hal yang sama juga terjadi apabila magnet batangnya diam dan coilnya yang digerakkan. Apabila batang magnet dimasukkan ke dalam coil lalu tidak digerakkan atau dalam kondisi diam begitu juga dengan coil maka tidak akan ada arus yang timbul pada coil tersebut. Hal ini membuktikan bahwa arus dalam suatu coil atau Loop circuit



dapat ditimbulkan dari medan magnet yang berubah terhadap waktu yang menginduksi coil tersebut, Arus yang mengalir disebut arus induksi.



Gambar 2.6. Percobaan Kedua faraday

Pada percobaan kedua seperti gambar 2.5 apabila saklar ditutup, arus mengalir melalui coil pertama sehingga timbul medan magnetik. Karena digunakan sumber DC maka perubahan medan magnet hanya terjadi sesaat dan akan menimbulkan arus sesaat pada coil kedua dan kembali ke nol. Hal yang samajuga terjadi bila saklar kembali dibuka dengan arah arus yang berlawanan. Dari peristiwa ini dapat disimpulkan bahwa arus induksi hanya terjadi bila terjadi perubahan medan magnetik. Bila medan magnetnya besar berapapun besarnya tetapi medan magnetnya konstan tidak berubah-ubah terhadap waktu seperti arus DC, maka tidak akan menghasilkan arus induksi.

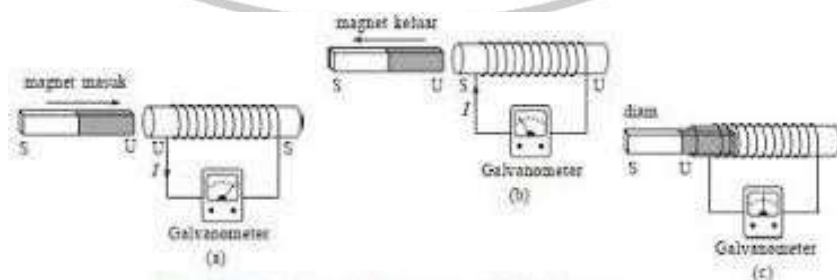
Percobaan Faraday untuk menentukan arus listrik dengan menggunakan medan magnet, dilakukan antara lain seperti kegiatan di atas. Ketika kutub utara magnet batang digerakkan masuk ke dalam coil, jumlah garis gaya-gaya magnet yang terdapat di dalam coil bertambah banyak. Bertambahnya jumlah garis gaya ini menimbulkan GGL induksi pada ujung-ujung coil. GGL induksi yang ditimbulkan menyebabkan arus listrik mengalir menggerakkan jarum galvanometer. Arah arus induksi dapat ditentukan dengan cara memerhatikan arah medan magnet yang ditimbulkannya. Pada saat magnet masuk, garis gaya magnet

listrik dalam coil bertambah. Akibat medan magnet, hasil arus induksi bersifat mengurangi garis gaya magnet itu.

Ketika kutub utara magnet batang digerakkan keluar dari coil, jumlah garis-garis gaya magnet yang terdapat didalam coil berkurang. Berkurangnya jumlah garis-garis gaya ini juga menimbulkan GGL induksi pada ujung-ujung coil berkurang. Berkurangnya jumlah garis-garis gaya ini juga menimbulkan GGL induksi pada ujung-ujung coil

Ketika kutub utara magnet batang diam didalam coil, jumlah garis gaya magnet didalam coil tidak terjadi perubahan (tetap). Karena jumlah garis-garis gaya tetap, maka pada ujung-ujung coil tidak terjadi GGL induksi. Akibatnya tidak terjadi arus listrik dari jarum galvanometer tidak bergerak. Dari hasil percobaan di atas maka dapat diambil kesimpulan bahwa arus induksi yang timbul dalam coil arahnya bolak-balik seperti yang ditunjukkan oleh penyimpangan jarum galvanometer yaitu kekanan dan ke kiri.

Karena arus induksi secara bolak-balik, maka disebut arus bolak-balik (AC = Alternating Current). Faraday menggunakan konsep garis gaya magnet untuk menjelaskan peristiwa diatas. Kesimpulan dari percobaan Faraday yaitu timbulnya gaya garis listrik (GGL) pada coil hanya apabila terjadi perubahan jumlah garis gaya magnet.



Gambar 2.7 Pengaruh magnet terhadap coil saat dijauhkan dan didekatkan

Gaya gerak listrik yang timbul akibat adanya perubahan jumlah garis-garis gaya magnet disebut GGL induksi, sedangkan arus yang mengalir dinamakan arus induksi dan peristiwanya disebut induksi elektromagnetik.

### **2.2.1 Hal-hal yang Mempengaruhi Besarnya GGL**

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi besar GGL induksi yaitu:

- a. Kecepatan perubahan medan magnet. Semakin cepat perubahan medan magnet, maka GGL induksi yang timbul semakin besar.
- b. Banyaknya jumlah lilitannya. Semakin banyak lilitannya, maka GGL induksi yang timbul semakin besar.
- c. Kekuatan magnet. Semakin kuat gejala kemagnetannya, maka GGL induksi yang timbul semakin besar.

Untuk memperkuat gejala kemagnetannya pada coil dapat dengan jalan memasukkan inti besi lunak. GGL induksi dapat ditimbulkan dengan cara lain yaitu:

- a. Memutar magnet dekat coil atau memutar coil di dekat magnet. Maka kedua ujung coil akan timbul GGL induksi.
- b. Memutus-mutus atau mengubah-ubah arah arus searah pada coil primer yang didekatnya terletak coil sekunder maka kedua ujung coil sekunder dapat timbul GGL induksi.

Mengalirkan arus AC pada coil primer, maka coil sekunder didekatkan dapat timbul GGL induksi. Arus induksi yang timbul adalah arus AC dan gaya gerak listrik induksi adalah GGL AC

### 1.3. Kopling Magnetik

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

Sehingga semakin banyak fluks magnetik yang diterima oleh coil penerima, nilai kopling magnetik yang dihasilkan akan semakin baik. Besarnya nilai dari kopling magnetik memiliki besaran koefisien kopling magnetik yaitu  $k$ . Apabila besar nilai kopling magnetik yang dihasilkan oleh coil pengirim bernilai 1, dapat menunjukkan fluks magnetik yang dihasilkan oleh coil pengirim dapat diterima dengan baik oleh coil penerima.

Sehingga proses induksi elektromagnetik yang terjadi jika nilai kopling magnetik bernilai 1 dapat dikatakan ideal. Sebaliknya pada saat nilai koefisien kopling magnetik yang didapatkan bernilai mendekati 0, coil pengirim yang menghasilkan induksi elektromagnetik tidak dapat diterima dengan baik oleh coil penerima. Maka koefisien kopling magnetik dapat dikatakan tidak terjadi induksi dan tidak ideal untuk terjadi proses induksi elektromagnetik.

### 2.3.1 Induktasi Sendiri

Induktansi merupakan sifat sebuah rangkaian listrik atau komponen yang menyebabkan timbulnya GGL di dalam rangkaian sebagai akibat perubahan arus yang melewati rangkaian (*Self Inductance*) atau akibat perubahan arus yang melewati rangkaian tetangga yang dihubungkan secara magnetis (induktansi bersama atau mutual inductance). Pada kedua keadaan tersebut, perubahan arus berarti ada perubahan medan magnetik, yang kemudian menghasilkan GGL. Apabila sebuah coil dialiri arus, di dalam coil tersebut akan timbul medan magnetik. Selanjutnya, apabila arus yang mengalir besarnya berubah-ubah terhadap waktu akan menghasilkan Fluks Magnetik yang berubah terhadap waktu. Perubahan Fluks Magnetik ini dapat menginduksi rangkaian itu sendiri, sehingga di dalamnya timbul GGL Induksi. GGL Induksi yang diakibatkan oleh perubahan Fluks Magnetik sendiri dinamakan GGL induksi diri.

### 2.3.2 Induktansi Bersama

Apabila arus berubah melewati suatu Solenoida, terjadi perubahan Fluks Magnetik di dalam coil yang akan menginduksi GGL pada arah yang berlawanan.

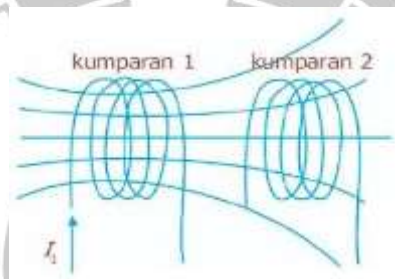


Gambar 2.8. Macam-macam coil



GGL terinduksi ini berlawanan arah dengan perubahan fluks. Jika arus yang melalui coil meningkat, kenaikan fluks magnet akan menginduksi GGL dengan arah arus yang berlawanan dan cenderung untuk memperlambat kenaikan arus tersebut.

Apabila dua coil saling berdekatan, seperti pada Gambar 2.3, maka sebuah arus tetap  $I$  di dalam sebuah coil akan menghasilkan sebuah *Fluks* magnetik  $\Phi$  yang mengitari coil lainnya, dan menginduksi GGL pada coil tersebut.



Gambar 2.9 Perubahan arus di salah satu coil akan menginduksi arus pada coil yang lain.

Menurut Hukum Faraday, besar GGL pada coil yang diinduksi ke coil tersebut berbanding lurus dengan laju perubahan *Fluks* yang melewatinya. Karena *Fluks* berbanding lurus dengan coil 1, maka GGL coil 2 harus sebanding dengan laju perubahan arus pada coil 1.

Induktansi bersama mempunyai satuan Henry (H), untuk mengenang fisikawan asal AS, Joseph Henry (1797 - 1878). Pada situasi yang berbeda, jika perubahan arus coil 2 menginduksi GGL pada coil 1, maka konstanta pembandingan akan bernilai sama.

Induktansi bersama diterapkan dalam transformator, dengan memaksimalkan hubungan antara coil primer dan sekunder sehingga hampir seluruh garis *Fluks* melewati kedua coil tersebut.

## **1.4 Prinsip Pengiriman Energi Dengan Induksi Resonansi Magnet**

### **2.4.1 Resonansi**

Peristiwa resonansi adalah peristiwa bergetarnya suatu sistem fisis dengan nilai frekuensi tertentu akibat dipengaruhi oleh sistem fisis lain (sumber) yang bergetar dengan frekuensi tertentu pula dimana nilai kedua frekuensi ini adalah sama. Peristiwa ini dapat kita amati dengan menggunakan kolom udara. Kolom udara dapat dibuat dengan menggunakan tabung yang sebagian diisi dengan air, sehingga kita dapat mengatur panjang kolom udara dengan menaik-turunkan permukaan air pada tabung.

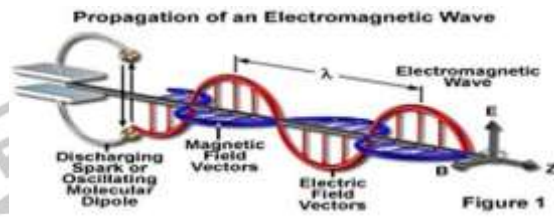
Sistem fisis sumber adalah generator yang dapat menghasilkan gelombang bunyi dengan nilai frekuensi bervariasi, sedangkan fisis yang ikut bergetar adalah molekul-molekul udara yang berada dalam kolom udara yang bergetar karena variasi tekanan. Gelombang yang terbentuk dalam kolom udara merupakan gelombang bunyi berdiri. Peristiwa resonansi terjadi saat frekuensi sumber nilainya sama dengan frekuensi gelombang bunyi pada kolom udara yang dicirikan dengan terdengarnya bunyi yang paling nyaring (amplitudo maksimum).

### **2.4.2. Resonansi Elektromagnetik**

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



medan magnet jauh lebih aman bila dibandingkan dengan medan listrik, maka medan magnet menjadi pilihan yang paling tepat untuk digunakan sebagai media pengirim energi.



Gambar 2.4. Gelombang Elektromagnet

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 tidak adanya yang menangkap radiasi elektromagnetnya, maka benda tersebut akan beresonansi dan akan menerima energi tersebut dan terjadilah perpindahan energy secara resonansi elektromagnetik.

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

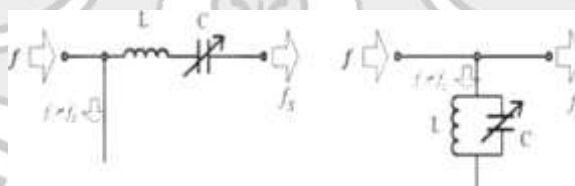
Secara umum sistem resonansi elektromagnetik dengan resonansi frekuensi memiliki kesamaan, yaitu sama-sama memiliki nilai efektif dalam radius tertentu.

Apabila didalam radius efektif tersebut terdapat sumber medan elektromagnet atau penangkap gelombang elektromagnet lain yang memiliki frekuensi resonansi yang sama dengan system resonansi electromagnet yang telah ada maka akan membentuk hubungan resonansi electromagnet yang lebih besar.

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

### 2.4.3 Rangkain Resonansi

Rangkaian resonansi pada dasarnya disusun dari sebuah kapasitor dan sebuah inductor, yang dapat terhubung seri maupun parallel tetapi pada umumnya rangkaian penala yang digunakan bentuk paralel. Dalam keadaan resonansi, impedansi ataupun admintansinya mempunyai bagian amajiner dengan nol.



Gambar 2.5. Rangkaian Resonansi (a) Seri ; (b)Paralel

Karena suatu indicator semisal kapasitor, inductor dan sebagainya mempunyai komponen resistansi yang disebabkan oleh bahan logamnya (semisal tembaga), maka indicator tersebut mempunyai rangkian ekivalen serta akan mempunyai nilai admitansi.

Dalam pembahasan disini akan diuraikan adalah rangkaian resonansi bentuk paralelnya. Tapi akan terbukti nanti, bahwa besar frekuensinya akan sama dengan frekuensi resonansi bentuk serinya.

Nilai frekuensi resonansi parallel sebagai berikut:

$$\omega_{po} = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{r^2}{L^2}} \quad (2.1)$$

Dengan :

$\omega_{po}$  = Nilai frekuensi parallel (rad/sec)

$L$  = Induktansi (H)

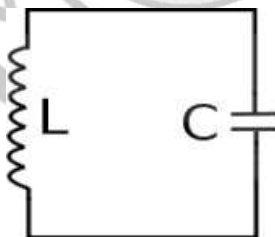
$R$  = Resistansi (Ohm)

$C$  = Kapasitansi (F)

Bila konduktor  $L$  mempunyai sifat resistif yang sangat kecil sehingga dapat diabaikan,  $r \ll$ , maka persamaan menjadi:

$$\omega_{po} \approx \sqrt{\frac{1}{LC}} \quad (2.2)$$

Sedangkan bila rangkaian memiliki bentuk seperti dibawah ini maka:



Gambar 2.6 Rangkaian resonansi parallel tanpa komponen resistif

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

$$X_l = X_c \quad (2.3)$$

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

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

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

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

Dapat disederhanakan menjadi :

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (2.4)$$

Dengan :

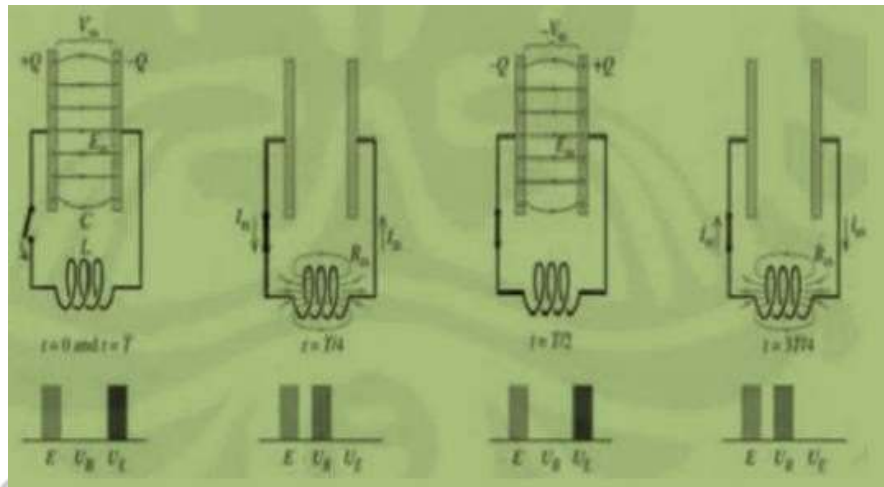
$f$  = Frekuensi Resonansi(Hz)

$L$  = Induktansi (H)

$C$  = Kapasitansi (F)

### 2.5.3 Prinsip Kerja Rangkaian Pembangkit Resonansi

Prinsip kerja Rangkaian pembangkit resonansi adalah menghasilkan sinyal bolak-balik atau berisitasi dengan menggunakan coil Induksi (L) dan Kapasitor (C). Kapasitor menyimpan energy didalam medan listrik, sedangkan inductor menyimpan energy dalam bentuk medan magnet berdasarkan besarnya arus yang melalui inductor tersebut. Gambar 2.7 menjelaskan tentang prinsip kerja rangkain pembangkit resonansi.



Gambar 2.7 Prinsip kerja rangkaian pembangkit resonansi

Pada gambar 2.10, posisi paling kiri menunjukkan awal  $t = 0$  atau  $t = T$ , dimana nilai kapasitor maximum, dan tidak ada arus yang mengalir. Pada saat saklar mulai ditutup yaitu  $t = 0$  sampai  $t = T/4$ , Terjadi rangkaian tertutup, kapasitor mulai *discharge*, dan arus mengalir berlawanan arah jarum jam dan menuju inductor dan terus meningkat.

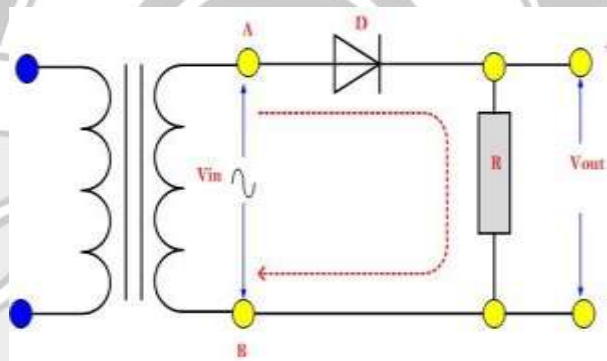
Pada saat  $t = T/2$ , tidak ada lagi arus yang mengalir dirangkaian, dan kapasitor maksimum. Dari  $t = T/2$  sampai  $t = 3T/4$ , kapasitor mulai *discharge*, dan arus mengalir searah jarum jam dan terus meningkat.

Pada saat  $t = 3T/4$ , kapasitor sudah kosong, arus mengalir maksimum melewati inductor searah jarum jam. Dari  $t = 3T/4$  sampai  $t = T$ , kapasitor mulai mengisi kembali, arus berjalan menuju kapasitor dengan sisi yang sama dengan sisi awal searah jarum jam dan terus menurun sampai kapasitor penuh. Hal ini terus berulang ke awal, sehingga didapat sinyal bolak balik.

## 2.6 Penyearah Gelombang

### 2.6.1 Rangkaian Penyearah Setengah Gelombang

Penyearah (*diode rectifier*) dioda berfungsi menyearahkan/merubah tegang input yang ac (bolak-balik) menjadi dc (searah). Tegangan AC merupakan gelombang sinus bolak-balik, yang akan berganti dari gelombang positif ke negative terus menerus. Seperti terlihat pada gambar di bawah ini merupakan rangkaian penyearah setengah gelombang dengan menggunakan satu buah diode. Resistor dipasang sebagai tahan beban rangkaian.



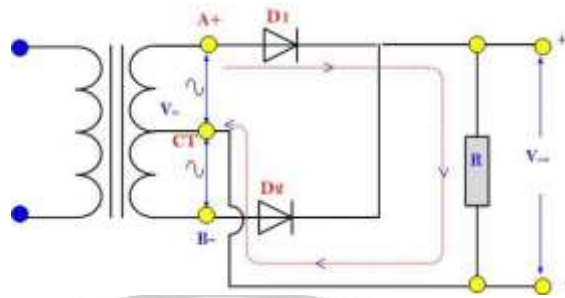
Gambar 2.8 Rangkaian Penyearah Setengah Gelombang

### 2.6.2 Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh ( *Full Wave* )

#### 2.6.2.1 Dengan 2 diode

Penyearah tegangan dengan menggunakan 2 buah dioda memerlukan transformator/trafo yang mempunyai terminal CT (center tap/titik tengah). Dioda akan bekerja secara bergantian. Sehingga tegangan pada output akan selalu ada.

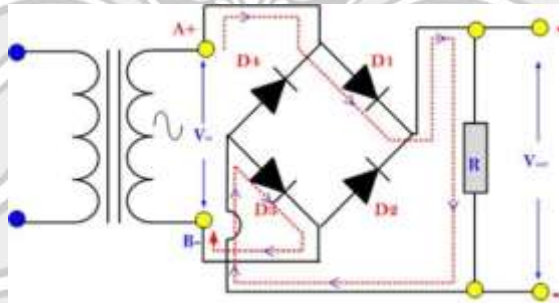




Gambar 2.9 Rangkaian penyearah gelombang penuh 2 dioda

#### 2.6.2.2 Dengan 4 Buah diode ( Bridge/jembatan)

Prinsip kerja penyearah dengan 4 buah diode sama dengan penyearah gelombang penuh menggunakan 2 buah dioda, hanya pada penyearah *systembridge* ini transformator yang digunakan tidak harus CT. Dioda akan bekerja secara berpasangan, jika D1 & D3 On, D2 & D3 off, begitu juga sebaliknya.



Gambar 2.10 Rangkaian peyearah gelombang penuh dengan 4 dioda



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

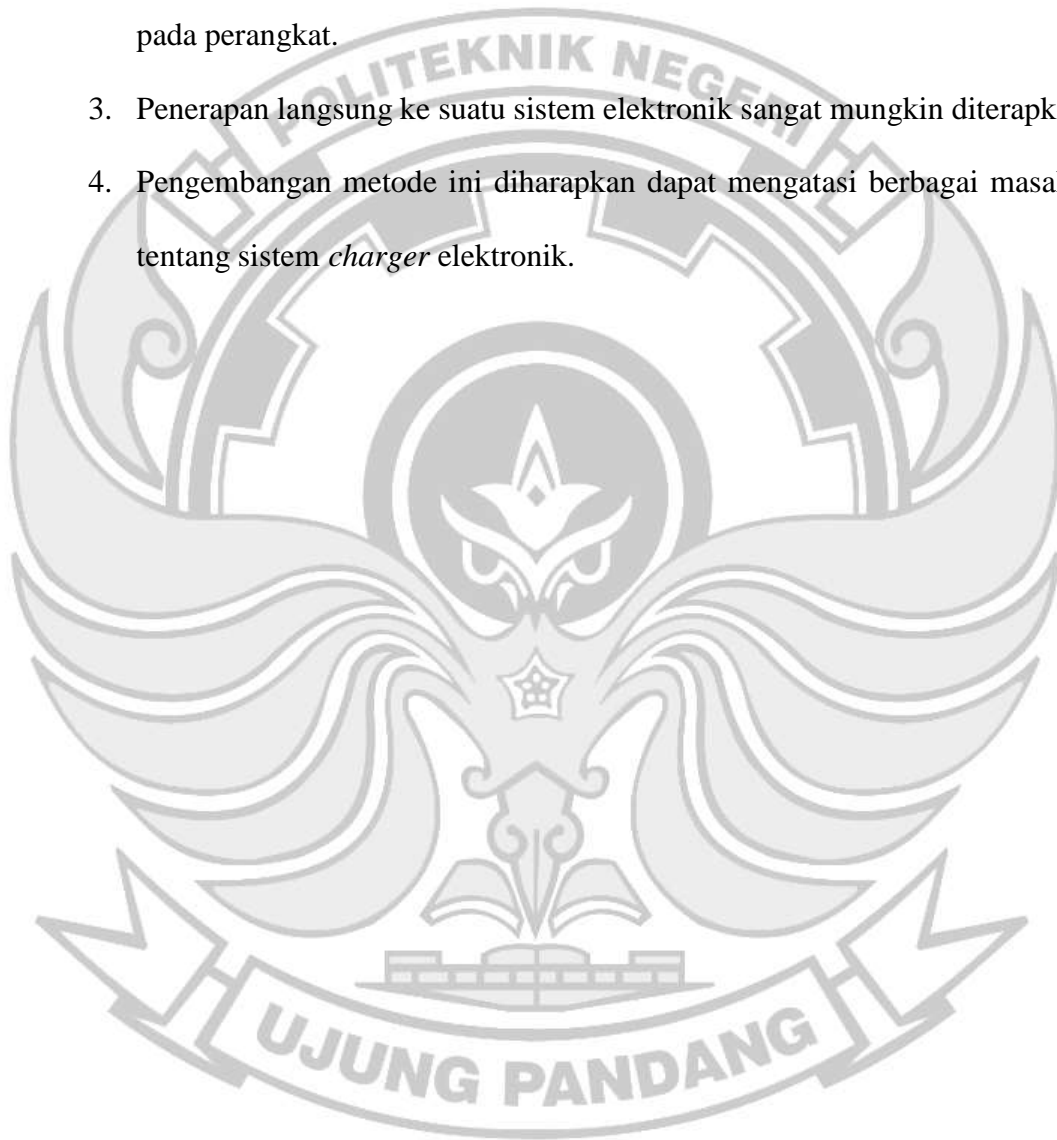
#### 5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan, maka penulis dapat menyimpulkan sebagai berikut :

1. *Transmitter* dan *receiver* yang dapat mencharge Hp yang memiliki frekuensi resonansi yang sama sehingga dapat menginduksi medan magnet sampai jarak kurang dari 40 mm dengan keluaran 4-5 V.
2. Charger Hp berbasis induksi elektromagnetik dengan tegangan input 5.12 V dan output ke beban sebesar 14,9 V sehingga mampu melakukan pengisian Hp yang memiliki tegangan input minimal 3.7 V dan arus input 800 mA.
3. Sistem ini merupakan solusi dalam pengembangan riset *wireless power* untuk saat ini.
4. Karena bersifat resonansi magnetik maka sistem tidak akan mempengaruhi benda yang tidak beresonansi dengan sistem, sehingga manusia yang berada di dekat sistem tidak akan dialiri listrik.

## 1.2 SARAN

1. Perlu pengembangan lebih lanjut agar jarak yang bisa dicapai menjadi lebih jauh.
2. Pengujian secara kesehatan sangat dibutuhkan saat sistem akan diterapkan pada perangkat.
3. Penerapan langsung ke suatu sistem elektronik sangat mungkin diterapkan.
4. Pengembangan metode ini diharapkan dapat mengatasi berbagai masalah tentang sistem *charger* elektronik.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rinanto, Refnal. 2014 Mengenal Teknologi Wireless Untuk Charging Bateray Samrtphone, 2014, <http://www.goofstupid.com/2014/11/mengenalteknologi-wireless-charging.html>
- [2] Kautsar, Helmi. 2010. Analisa Perancangan Transmitter Pada Penghantar Listrik Tanpa Kabel. Depok : Universitas Indonesia
- [3] Puspita Rahman, Sherly. 2013. *Perancangan Dan Realisasi Prototype Sistem Transfer Daya Listrik Nirkabel Untuk Mengisi Baterai Handphone*. Bandung : Institut Teknologi Telkom
- [4] Atar, Muhammad. 2012. *Perancangan Penghantar Daya Nirkabel*. Depok : Universitas Indonesia
- [5] Ganda, Tirta. 2010. *Rancang Bangun Sistem Transfer Energi Listrik Tanpa Kabel*. Bandung : Universitas Telkom
- [6] Budi Sulstyo, Aan. 2016. *Analisa Rangkaian Prototype Transfer Daya Listirk Tanpa Kabel*. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta

