



# PROTOTIPE SISTEM TRANSFER ENERGI LISTRIK DC NIRKABEL MENGGUNAKAN TESLA COIL UNTUK BEBAN LAMPU LED

Oka Arrizal Mustaqim<sup>1</sup>, Muhammad Daud<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh  
Jl. Batam, Kampus UNIMAL Bukit Indah, Blang Pulo, Lhokseumawe  
Email: mdaud@unimal.ac.id

## ABSTRAK

Penyaluran energi listrik mulai dari saluran bertegangan tinggi sampai dengan saluran bertegangan rendah masih menggunakan kabel tembaga sebagai media perantaranya. Namun seiring dengan perkembangan zaman, mulailah dikembangkan teknologi transfer energi secara nirkabel yang dapat meningkatkan kepraktisan serta menghemat penggunaan kabel sebagai media penyalur energi listrik konvensional. Penelitian ini menggunakan tesla coil untuk menguji transmisi energi listrik secara nirkabel. Prototipe alat ini dirancang dan dibangun menjadi suatu rangkaian yang disebut tesla coil. Tesla coil menggunakan komponen elektronika sebagai media pendukung untuk membangun rangkaian pengirim dan penerima energi listrik. Rangkaian ini menggunakan sumber tegangan DC 12 volt. Pengujian dilakukan di antaranya untuk memastikan apakah rangkaian bekerja dengan baik, seberapa jauh jarak yang dapat dihasilkan dan juga ketika rangkaian ditutup. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa Tesla coil pada penerima dapat menghasilkan tegangan tertinggi 8,03 V dan arus 5,29 A pada jarak 15 cm. Sedangkan tegangan terendah yang dapat diukur sebesar 5,53 V dan arus 5,25 A pada jarak 1 cm. Bekerja atau tidak rangkaian juga dapat kita lihat pada hidup atau tidaknya lampu LED yang dipasang sebagai beban listrik. Selanjutnya, semakin banyak dan besar lilitan pada rangkaian tesla coil mempengaruhi seberapa jauh jarak tesla coil dapat memancarkan tegangan listrik.

*Kata kunci: Transfer energi listrik, sistem nirkabel, tesla coil, lampu LED.*

## I. Pendahuluan

Salah satu kebutuhan terbesar dan terpenting manusia yang tidak dapat dilepaskan dalam kehidupan sehari-hari adalah kebutuhan akan energi listrik. Semua pekerjaan yang dilakukan oleh manusia hampir semuanya menggunakan sumber energi listrik. Listrik menjadi kebutuhan primer bagi seluruh umat manusia.. Dalam penyaluran energi listrik mulai dari saluran bertegangan tinggi sampai dengan saluran bertegangan rendah masih menggunakan kabel tembaga sebagai media perantaranya. Namun dengan perkembangan teknologi, sistem transmisi daya telah dikembangkan untuk dapat meningkatkan aplikasi praktis dan menghemat bahan yang digunakan untuk pembuatan kabel sebagai media transmisi daya [1].

Konsep transmisi energi listrik yang masih dalam tahap penelitian merupakan transmisi tenaga tanpa kabel. Transmisi nirkabel adalah konsep pengiriman dan penerimaan energi tanpa menggunakan kabel. Nikola Tesla salah satu ilmuwan abad ke-19 Pelajari dan pelajari tentang pemancar dan penerima energi tanpa dengan penggunaan kabel [1]. Dalam proses untuk mengimplementasikan dari wireless charging mempunyai kendala yaitu jarak transmisi daya yang pendek, Banyak faktor yang mempengaruhi jarak transmisi daya dalam wireless power transfer system atau WPT diantaranya adalah pada rangkaian dan desain coil sebagai media untuk melakukan transmisi daya. Penelitian pada bidang ini adalah studi yang sangat menarik untuk kedepannya [2]. Selanjutnya, prototipe ini harus digunakan sebagai titik awal, terutama perkembangan riset wireless power di Indonesia. teori Sistem ini didasarkan pada penggunaan resonansi induksi magnetik medan dekat.

Transfer energi listrik secara nirkabel merupakan suatu terobosan baru dalam dunia kelistrikan. Di satu sisi, pengisian daya secara nirkabel lebih aman digunakan karena tidak memerlukan sambungan logam langsung dan kehilangan daya dapat dikurangi dengan efisiensi tinggi. Penelitian ini menghasilkan banyak manfaat

dan kontribusi positif untuk keselamatan dengan membandingkan pengisian baterai nirkabel dan pengisian baterai konvensional [3].

## II. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Teori Tesla dan Tesla Coil

Menara Wardenclyffe (*Tesla tower*) dirancang dan diproduksi untuk transmisi daya nirkabel. Nikola Tesla mulai merencanakan fasilitas Wardenclyffe Tower 1898, dan pada tahun 1901. Ini adalah langkah pertama menuju sistem nirkabel. Dampak transfer energi nirkabel mengakibatkan penciptaan medan listrik antara dua logam. Sekali lagi, dalam pelepasan gas tabung digunakan sebagai alat untuk mendeteksi keberadaan energi yang ditransmisikan [4].

*Tesla coil* (kumparan Tesla) adalah sejenis sirkuit transformator resonansi yang diciptakan oleh Nikola Tesla sekitar tahun 1891. Alat ini digunakan untuk menghasilkan tegangan tinggi (*high voltage*), arus pendek (*low current*), dan juga frekuensi tinggi dari arus listrik bolak-balik (*high-frequency alternating current electricity*). Tesla Coil menghasilkan arus yang lebih besar dari pada sumber pengeluaran listrik tegangan tinggi yang lainnya, seperti mesin elektrostatik (*electrostatic machine*) [5].

### 2.2 Gaya Gerak Listrik

Gaya gerak listrik (ggl) ialah perubahan dari suatu bentuk energi menjadi bentuk energi listrik. Besar gaya gerak listrik dari suatu sumber secara kuantitatif dapat diartikan sebagai energi setiap satuan muatan listrik yang melalui sumber itu. Secara singkat, gaya gerak listrik adalah energi persatuan muatan.

### 2.3 Medan Listrik

Setiap titik dalam ruang di sekitar benda bermuatan, seperti logam bermuatan, memiliki vektor (nilai dan arah) dalam sebuah medan listrik, yang merupakan medan vektor yang merupakan distribusi vektor. Newton per coulomb (N/C) adalah satuan SI untuk medan listrik. Pada abad ke-19, Michael Faraday pertama kali mengamati garis-garis dari medan listrik dalam sebuah medan listrik.

## 2.4 Gelombang Elektromagnetik

Michael Faraday datang dengan ide medan listrik dan medan magnet sebagai cara untuk melihat fenomena elektromagnetik. Hingga Maxwell memaparkan bahwa semua hukum dasar listrik dan magnet bisa dijelaskan dengan empat persamaan yang mencakup medan listrik dan magnet. Ini adalah dasar untuk semua diskusi terkini tentang elektromagnetisme, juga dikenal sebagai persamaan Maxwell.

## 2.5 Gaya Gerak Magnet

Gejala kemagnetan adalah hal biasa dalam kehidupan kita. Kutub utara magnet bumi berada dekat dengan kutub selatan bumi, sehingga menjadi magnet yang besar. Kutub selatan magnet bumi dekat dengan kutub utara bumi. Dua kutub, kutub utara (U) dan kutub selatan (S), dapat membentuk magnet. Dapat dibayangkan jika semua logam dari dalam bumi bergerak ke satu kutub planet atau jika arah rotasi bumi berubah. Magnet itu disebut dipol (dwikutub) magnet. Tidak pernah dijumpai magnet yang berkutub tunggal (monopole) [5].

## 2.6 Medan Magnet pada Selenoid

Medan magnet yang berwujud Solenoid ialah medan magnet yang dihasilkan oleh arus pada sebuah kumparan kawat berbentuk heliks yang panjang, tergulung rapat. Medan magnet pada solenoid adalah penjumlahan vektor dari medan yang dihasilkan oleh masing-masing individu putaran kawat (lilitan) yang membentuk solenoid [6].

## 2.7 Induktansi

Induktor bisa digunakan untuk menghasilkan medan magnet yang dibutuhkan. Jika mengalirkan arus dalam kumparan dari solenoida yang digunakan sebagai induktor, arus akan menghasilkan fluks magnet  $\Phi_B$  yang melalui wilayah inductor. Satuan internasional dari fluks magnet ialah tesla-meter persegi, satuan SI induktansi adalah tesla-meter persegi per ampere ( $T \cdot m^2 / A$ ), biasa disebut dengan henry (H) [7].

## 2.8 Induksi Elektromagnetik

Induksi Elektromagnetik merupakan fenomena timbulnya arus listrik pada sebuah penghantar listrik karena adanya perubahan medan magnet pada sekeliling penghantar Konsep ini didasarkan oleh penemuan Michael Faraday dan Joseph Henry pada tahun 1831. Perubahan dari medan magnet menciptakan beda potensial yang biasa disebut gaya gerak listrik induksi dan arus listrik yang dihasilkan adalah arus listrik induksi [6].

## 2.9 Hukum Faraday

Menurut Faraday bahwa jika fluks magnet yang melalui permukaan S tidak konstan maka  $\frac{d\phi}{dt} \neq 0$ , akibatnya pada rangkaian dihasilkan arus. Arus ini adalah induksi karena perubahan fluks magnet yang dinamai arus induksi. Selenoida yang ujungnya berada pada medan magnet yang tak stabil maka akan terjadi perubahan fluks magnet. Perubahan fluks magnet ini akan mengakibatkan pada munculnya arus induksi. Besar fluks magnet akan menghasilkan besar arus yang sama besarnya atau arus bolak-balik [8].

## 2.10 Prinsip Pemanasan Induksi

Pemanasan induksi ditemukan oleh Michael Faraday pada tahun 1831, fenomena ini terjadi ketika suatu logam yang memiliki sifat kemagnetan terkena gelombang elektromagnetik dan akan menimbulkan induksi panas. Seiring perkembangan zaman, penemuan ini semakin berkembang dan dapat dimanfaatkan sebagai dasar dari pembuatan pemanas induksi menggunakan energi listrik yang hasilnya memiliki efisiensi cukup baik dan lebih ramah lingkungan. Penemuan ini sering digunakan di industri peleburan logam, industri yang berkaitan dengan proses perlakuan panas pada logam dan kompor untuk rumah tangga.

## 2.11 Resonansi

Resonansi ialah kejadian yang banyak terjadi pada sistem fisika. Resonansi akan terjadi karena pengaruh frekuensi alami, namun untuk mendapatkan sebuah proses resonansi dengan efisiensi energi

yang baik sebaiknya ditambahkan sebuah sistem osilasi sebagai pendukungnya.

### **2.11 Penelitian Terdahulu**

Penelitian tentang tesla coil memang sangat menarik untuk diperbincangkan. Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Reza Fahlevi yaitu merancang tesla coil untuk menghidupkan lampu dengan jarak yang ditentukan [1]. Pada penelitian tersebut, jarak dari receiver yang diteliti untuk menghitung arus dan tegangan yang diperoleh dari rangkaian pemancar. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh N. Harpawi yang merancang tesla coil dengan menambahkan teknik resonant coupling untuk menambahkan jarak dari rangkaian pemancar agar bisa diterima oleh receiver [2].

## **III. Metode Penelitian**

### **3.1 Tahap-Tahap Penelitian**

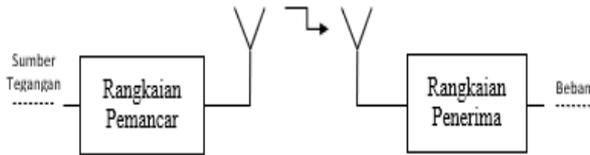
Penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahapan, dimana pada setiap tahap sangat bergantung satu sama lainnya. Tahap-tahap penelitian tersebut adalah studi literatur, identifikasi kebutuhan sistem, perancangan sistem tesla coil, pembangunan prototipe sistem, uji coba prototipe, pengujian jarak receiver, peroleh hasil dan analisis, dan penarikan kesimpulan.

### **3.2 Identifikasi Kebutuhan**

Kebutuhan sistem yang digunakan pada penelitian ini ialah kebutuhan untuk bahan rangkaian dan alat untuk merancang. Bahan untuk merancang terdiri dari PCB, kawat tembaga, diode, resistor, kapasitor, dan transistor sedangkan alat untuk merancang terdiri dari solder, timah, lakban, lem tembak dan power supply.

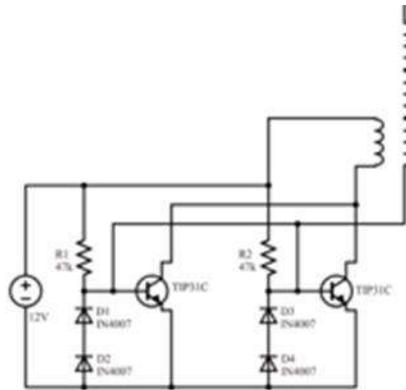
### **3.3 Perancangan Sistem**

Sistem yang dirancang ditunjukkan oleh diagram blok pada Gambar 1. Pada diagram blok tersebut dapat melihat alat-alat apa yang kita rancang dan gunakan. Pada perancangan ini terbagi menjadi dua bagian yaitu, rangkaian pemancar dan rangkaian penerima dimana mereka saling terhubung melalui antenna pada kedua bagiannya.



Gambar 1. Diagram blok sistem

Selanjutnya, rancangan sistem tersebut diwujudkan dalam rangkaian tesla coil yang disajikan pada Gambar 2. Pada rangkaian pemancara terdiri dari beberapa komponen elektronika yang dirancang menjadi satu kesatuan yaitu tesla coil. Pada rangkaian ini terdiri dari dua kumparan yang akan menginduksi satu sama lain. Gambar 2 tersebut adalah rangkaian tesla coil yang dibuat dalam penelitian ini.



Gambar 2. Diagram blok sistem

### 3.4 Metode Pembangunan Prototipe

Pada metode pembangunan sistem dari tesla coil terbagi menjadi 6 bagian dimana pada setiap bagian terikat satu sama lainnya. Bagian-bagian pada metode pembangunan sistem dapat kita lihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Metode pembangunan prototipe sistem

### 3.4 Metode Pengujian

Tahapan pengujian bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dalam penelitian. Tahap pengujian dibagi menjadi pengujian tesla coil dan pengujian jarak tesla coil. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkatan dari sistem yang dibangun. Pengujian jarak tesla coil untuk menganalisa seberapa jauh tesla coil dapat memancarkan tenaga listrik yang akan diterima oleh receiver.

## IV. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Prototipe Sistem

Prototipe sistem yang direalisasikan berupa Tesla coil yang terdiri dari rangkaian pemancar dan rangkaian penerima. Penerapan yang dilakukan agar tercapainya penelitian ini terdiri dari rangkaian pemancar seperti yang terlihat pada Gambar 4.



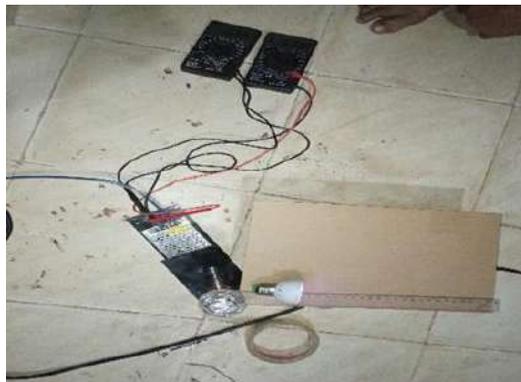
Gambar 4. Rangkaian pemancar yang direalisasikan

#### 4.2 Jarak Rangkaian Tesla Coil

Pengujian dilakukan dengan beberapa skenario yaitu pengujian dengan sumber tegangan 12 volt, pengujian pada saat tesla coil ditutup, dan analisi pemakaian beban listrik.

##### a) *Pengujian dengan Sumber Tegangan 12 Volt*

Hasil pengujian dari tesla coil yang dilakukan dengan sumber tegangan 12 volt menghasilkan sesuai dengan apa yang akan dianalisis seperti yang terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengujian dengan tegangan 12 V

b) *Pengujian pada Saat Tesla Coil Ditutup*

Hasil pengujian dari tesla coil yang dilakukan dengan menutup rangkaian yang bekerja menghasilkan sesuai dengan apa yang akan dianalisis seperti yang terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengujian pada saat tesla coil ditutup

c) *Analisis Pemakaian Beban*

Perhitungan pemakaian beban yang berupa lampu LED tanpa menggunakan tesla coil. Tegangan kerja lampu LED adalah 1.8 - 2.0 volt dengan arus rata-rata 30 mA, sehingga dayanya dapat dihitung sebagai berikut:

$$P = VI = 2 \text{ V} \times 0.03 \text{ A} = 0.06 \text{ watt}$$

Sedangkan dari pengujian yang dilakukan, didapat tegangan yang paling tinggi pada 8,03 volt dengan arus 5,29 A. Dari data yang diperoleh dapat dilakukan perhitungan daya sebagai berikut:

$$P = VI = 8,03 \text{ V} \times 5,29 \text{ A} = 42,4 \text{ watt}$$

Dari hasil perhitungan antara pemakaian daya untuk menghidupkan lampu LED berwarna merah dengan menggunakan rangkaian tesla coil dan tanpa menggunakan tesla Coil. Tanpa menggunakan tesla coil daya yang dipakai hanya 0.06 watt sedangkan

dengan menggunakan tesla coil daya yang dipakai samapai dengan 42,4 watt. Sehingga terjadi pemborosan energi sebesar 42,34 watt pada rangkaian tesla coil.

Rangkaian tesla coil memerlukan energi yang besar untuk dapat dialirkan tanpa menggunakan kabel untuk menghidupkan lampu LED. Pada pengujian yang dilakukan terlihat pemborosan energi yang sangat signifikan dalam menghidupkan lampu LED.

## V. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang bisa ditarik pada penelitian ini adalah sebagai berikut. Dari hasil pengujian rangkaian diperoleh bahwa Tesla coil dapat bekerja pada lampu LED dengan tegangan tinggi 14 volt dengan arus 0,5 A pada jarak 1 cm. Dari hasil percobaan tegangan terendah yang dapat diukur sebesar 6 volt dengan arus 0,1 ampere dengan jarak 20 cm. Semakin banyak dan panjang lilitan pada rangkaian pemancar dapat mempengaruhi seberapa jauh jarak rangkaian pemancar dapat memancarkan tegangan. Rangkaian penerima dapat menerima tegangan yang sempurna ketika jaraknya dengan rangkaian pemancar semakin dekat. Bekerja atau tidaknya rangkaian penerima dapat kita lihat dari menyala atau tidaknya lampu LED.

## Daftar Pustaka

- [1] M. R. Fahlevi, "Perancangan Wireless Electric Tesla Coil Menggunakan Metode Capacitive Transmisi," *Tugas Akhir Progr. Stud. Tek. Elektro Univ. Muhammadiyah Sumatera Utara*, 2018.
- [2] N. Harpawi and C. Widiyari, "Teknik Resonant Coupling Untuk Penambahan Jarak Pada Wireless Charging," *J. Elektro dan Mesin Terap.*, vol. 4, no. 1, pp. 17–26, 2018, doi: 10.35143/elementer.v4i1.1430.
- [3] Y. Guo, G. Wei, C. Zhu, R. Lu, and K. Song, "Resonant enhanced parallel-T topology for weak coupling wireless power transfer pickup applications," *J. Eng.*, no. 7, 2015.

- 
- [4] B. M. Makaa, "Wireless Power Transmission Using Solid State Tesla Coils," in *Proceedings of the 2015 Sustainable Research and Innovation (SRI) Conference*, 2015, pp. 23–29.
- [5] A. Habibi, "Pembangkitan Tegangan Tinggi Bolak-Balik Frekuensi Tinggi Menggunakan Kumparan Tesla," *Tugas Akhir Jur. Tek. Elektro Fak. Tek. Univ. Diponegoro*, 2007.
- [6] V. Bhavya Keerthi, V. Swetha, and E. Annadevi, "Wireless Power Transmission," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 590, no. 1, pp. 1506–1510, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/590/1/012031.
- [7] A. B. Sulistyono, "Rancang Bangun dan Analisa Rangkaian Prototype Transfer Daya Listrik Tanpa Kabel," *Tugas Akhir Progr. Stud. Tek. Elektro Univ. Muhammadiyah Surakarta*, 2016.
- [8] A. P. Pynanjung, B. P. Lapanoro, and D. F. Irfana, "Optimasi Rangkaian dan Material Kumparan pada Rangkaian Transfer Listrik Tanpa Kabel Terhadap Jarak Jangkauan Pengiriman Energi Listrik," *Prism. Fis.*, vol. II, no. 2, pp. 35–39, 2014.