

## **ANALISIS PEMANFAATAN TESLA COIL DALAM MENGHASILKAN TRANSMISI DAYA TANPA KABEL**

**Al Farizi Ade Karlin Kusuma\***

Universitas Negeri Jakarta, Indonesia  
alfarizikusuma@yahoo.com

**Siti Awaliyah Saripah**

Universitas Negeri Jakarta, Indonesia

**Amelia Rahma**

Universitas Negeri Jakarta, Indonesia

### **ABSTRACT**

*Tesla coil or tesla coil is a high frequency and high voltage transformer developed by Nikola Tesla. Tesla coil is used to produce wireless power transmission by inserting metal rods into the ground. Then, the earth will become a conductor that supplies power throughout the world. The purpose of this paper is to analyze the use of the Tesla coil in producing wireless power transmission. The method used in this paper is descriptive analysis of several journals and research results in utilizing the Tesla coil to produce wireless power transmission. Some of the conclusions obtained are that the more coils it will increase the transmission of electric power without wires. In addition, the number of turns affects the amount of flux produced by the tesla coil. The use of tesla coils has proven to be effective and efficient in transmitting power without wires and has the potential for future technological advances.*

**Keywords :** *Tesla coil, Electric Power, Wireless Transmission.*

### **ABSTRAK**

Tesla coil atau kumparan tesla adalah transformator frekuensi tinggi dan tegangan tinggi yang dikembangkan oleh Nikola Tesla. Tesla coil digunakan untuk menghasilkan transmisi daya nirkabel yaitu dengan cara memasukkan batang logam ke dalam tanah. Lalu, bumi akan menjadi konduktor yang memasok daya ke seluruh dunia. Tujuan penulisan ini adalah untuk menganalisis pemanfaatan tesla coil dalam menghasilkan transmisi daya tanpa kabel. Metode yang digunakan dalam penulisan ini adalah analisis deskriptif dari beberapa jurnal dan hasil penelitian dalam memanfaatkan tesla coil untuk menghasilkan transmisi daya nirkabel. Beberapa kesimpulan yang diperoleh yaitu semakin banyak kumparan maka akan meningkatkan transmisi daya listrik tanpa kabel. Selain itu, jumlah lilitan mempengaruhi jumlah fluks yang dihasilkan oleh tesla coil. Penggunaan tesla coil terbukti efektif dan efisien dalam mentransmisikan daya tanpa kabel serta berpotensi dalam kemajuan teknologi di masa depan.

**Kata Kunci :** Tesla coil, Daya Listrik, Transmisi Nirkabel.

## **PENDAHULUAN**

Tesla menciptakan era modern. Dia tidak diragukan lagi salah satu jenius terbesar di dunia, tetapi dia tidak meninggalkan keturunan dan tidak ada pewaris pikirannya yang cemerlang, yang mungkin membantu dalam perkembangan dunia. Dia menciptakan kekayaan untuk banyak orang lain tetapi dirinya sendiri mati tanpa uang sepeser pun karena menolak kekayaan yang mungkin diperoleh dari penemuannya. Bahkan ketika dia berjalan di antara jutaan penduduk New York yang padat, dia menjadi seorang individu dongeng yang tampaknya berasal dari masa depan yang jauh atau datang kepada kita dari alam mistik para dewa, karena dia tampaknya seperti campuran dari jupiter atau thor yang melontarkan sambaran petir; seorang Ajax yang menentang baut Jovian, prometheus yang mengubah energi menjadi listrik untuk menyebar ke seluruh bumi. Aurora yang akan menerangi langit sebagai lampu listrik terestrial, seorang Mazda yang menciptakan matahari dalam tabung, hercules yang mengguncang bumi dengan vibrator mekanisnya, merkurius yang menjembatani alam sekitar ruang dengan gelombang nirkabelnya dan hermes yang melahirkan jiwa listrik di bumi yang membuatnya berdenyut dari kutub ke kutub (O'Niell, 1994). Sungguh mengejutkan betapa sedikit informasi yang dapat ditemukan dalam literatur tentang karya eksperimenter terkenal Serbia nikola tesla. Sebaliknya antagonisnya thomas edison, yang terutama mempromosikan sistem arus searah, disebutkan di mana pun orang melihat. Tetapi nikola tesla yang menemukan sistem daya polifase yang digunakan saat ini di semua bagian pembangkitan, transmisi, dan konsumsinya. Tesla, bukan edison, yang membuat penggunaan listrik di seluruh dunia menjadi mungkin. Dan hari ini hampir semua publikasi tentang pekerjaan tesla melihat transformator frekuensi tinggi dan tegangan tinggi, yang dikenal dengan istilah ringkasan "Tesla Coil" (Waser, 2015).

Nikola Tesla mengembangkan kumparan Tesla sekitar tahun 1890. Maksud aslinya adalah transmisi daya nirkabel. Bayangkan sebuah dunia tanpa kabel transmisi daya, tetapi kumparan Tesla besar di pusat setiap kota. Untuk mengakses daya, cukup menumbuk batang logam ke tanah. Bumi akan menjadi konduktor yang memasok daya tak terbatas di mana pun di dunia ( Radetic, 2011). Pada tahun 1891 dia juga melakukan pekerjaan di bidang tenaga dan komunikasi di sana penemuan telah sangat mengubah kehidupan manusia. Bangunan kumparan tesla juga dikenal sebagai tesla coil. Kumparan Tesla atau transformator resonansi frekuensi tinggi dan potensial tinggi telah digunakan dalam banyak

aplikasi komersial tesla coil lebih dari seratus tahun yang lalu. (Surwade,2017). Tenaga listrik sangat penting untuk sistem modern saat ini. Dari komponen minimal seperti sensor, pengontrol hingga satelit, penting untuk menyalurkan daya dengan cara lain selain saluran transmisi dan kabel. Di era modernisasi ini, listrik sudah menjadi bagian kehidupan yang tak terhindarkan. Sumber utama bentuk listrik konvensional adalah melalui kabel. Salah satu masalah utama dalam sistem tenaga listrik adalah kerugian yang terjadi selama transmisi dan distribusi tenaga listrik. Oleh karena itu untuk mengatasi masalah ini Tesla telah mengusulkan metode transmisi listrik menggunakan induksi elektromagnetik. Konsep dasar di balik transfer daya nirkabel elektromagnetik ini adalah induksi magnetik antara koil pengirim dan penerima. Kumparan primer adalah pemancar dan penerima adalah kumparan sekunder, medan magnet dihasilkan oleh arus di kumparan primer medan ini menginduksi arus pada penerima. Arus yang diterima ini digunakan untuk menghasilkan daya (Shetty, 2018). Nikola tesla berencana untuk mengirimkan energi listrik tanpa kabel dia berpikir bahwa dengan membangun kumparan tesla yang cukup besar, dengan tegangan yang cukup tinggi, dia dapat mengionisasi seluruh atmosfer bumi, memungkinkannya untuk menghantarkan listrik (Surwade,2017). salah satu penemuan besar nikola tesla adalah menara wardencllyffe, juga dikenal sebagai Menara Tesla. Itu adalah stasiun transmisi nirkabel eksperimental awal yang menggunakan prinsip dasar induksi timbal balik dan sirkuit kumparan tesla untuk mentransmisikan daya secara nirkabel di area radial yang ditentukan. Namun, itu bisa dicapai karena dunia menganggapnya tidak praktis waktu dan karena meningkatnya hutang pada Nikola Tesla. Menara Tesla tetap menjadi tidak lebih dari fantasi yang tidak praktis bagi dunia (Kapuria, 2021), Maka dari itu, dari latar belakang diatas penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemanfaatan tesla coil dalam menghasilkan transmisi daya tanpa kabel.

Dengan demikian, artikel ini membahas tentang pemanfaatan tesla coil dalam transmisi daya tanpa kabel.

mbah ilmu pengetahuan tentang tesla coil dapat menghasilkan transmisi daya tanpa kabel.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

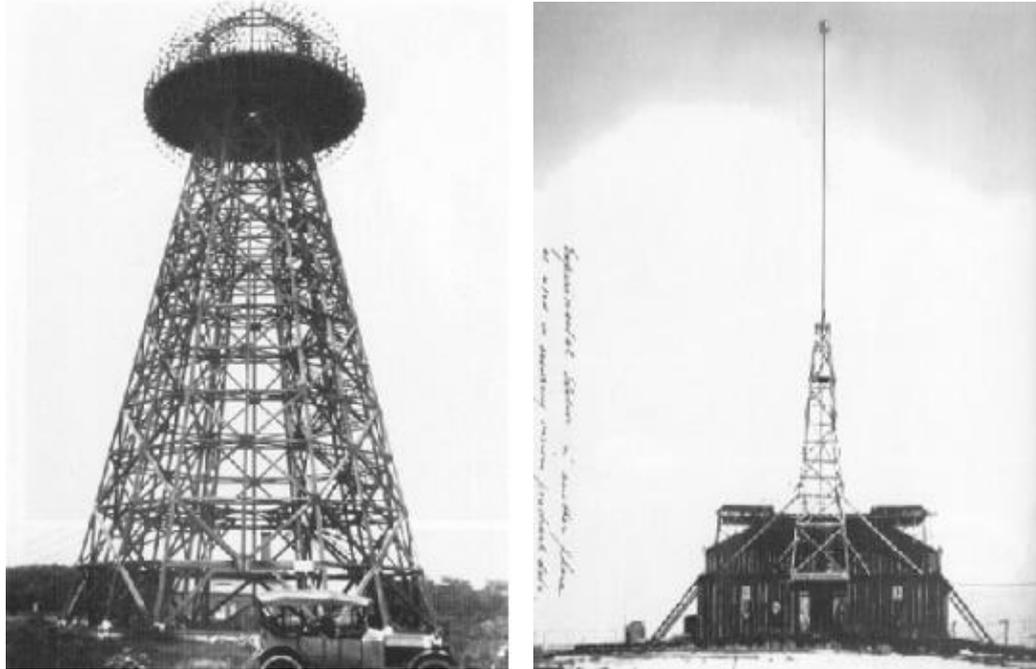
### **Tesla Coil**

Tesla coil adalah salah satu perangkat yang telah membuat orang terpesona selama bertahun-tahun. Fungsinya berkisar dari menghasilkan sambaran petir yang spektakuler hingga mentransmisikan tenaga listrik secara nirkabel. Tesla Coil menggunakan hubungan erat antara listrik dan

magnet (elektromagnetisme), yang dianggap sebagai fenomena terpisah hingga abad ke-19. Pemahaman tentang elektromagnetisme telah memberikan kontribusi besar bagi kemajuan banyak teknologi elektronik modern. Sebuah kumparan Tesla juga dapat memberikan manfaat pendidikan yang besar dalam pendidikan fisika dan teknik listrik. Dalam kursus pengantar fisika, listrik umumnya diperkenalkan terlebih dahulu dan kemudian magnet diperkenalkan. Dengan menunjukkan bahwa arus sepanjang kawat panjang menginduksi medan magnet di sekitar kawat, hukum Ampere, kami memperkenalkan gagasan bahwa magnet berhubungan erat dengan listrik (Kang, 2020).

Eksperimen Faraday lebih lanjut menunjukkan bahwa fluks magnet yang berubah menginduksi tegangan. Kumparan Tesla modern dapat dirancang untuk menggabungkan konsep hukum Ampere, hukum Faraday, sirkuit RLC, dan transistor. Kumparan Tesla adalah transformator inti udara resonansi yang menginduksi tegangan tinggi pada frekuensi yang sangat tinggi. Ini memiliki kumparan primer dan kumparan sekunder yang terletak di dalam kumparan primer. Kumparan sekunder memiliki jumlah lilitan kawat yang jauh lebih banyak daripada kumparan primer. Oleh karena itu, tegangan yang jauh lebih besar diinduksi pada kumparan sekunder (Kang, 2020).

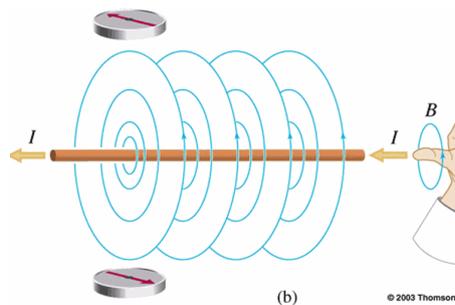
Konsep utama kumparan Tesla adalah sebagai berikut. Pertama, arus bersilasi disediakan di kumparan primer. Arus bersilasi dalam kumparan primer ini memberikan fluks magnet yang bersilasi pada kumparan sekunder. Menurut hukum Faraday, fluks magnet yang bersilasi ini menginduksi tegangan bersilasi pada kumparan sekunder. Untuk menyediakan arus bersilasi di kumparan primer, kumparan Tesla klasik menggunakan celah percikan untuk menghidupkan dan mematikan arus yang mengalir melalui kumparan primer. Celah percikan ini diganti dengan transistor di banyak desain kumparan Tesla modern. Transistor menghidupkan dan mematikan arus di kumparan primer dengan sangat efektif dengan menghidupkan dan mematikan dengan sangat cepat. Penggunaan transistor dalam kumparan Tesla modern juga merupakan kesempatan bagus untuk memperkenalkan cara kerja transistor sebagai sakelar yang bekerja lebih cepat dalam rangkaian elektronik (Kang, 2020)



Gambar 1. Tesla Tower (Waser. 2015)

### Prinsip Induksi Elektromagnetik

Hukum Biot-savart menyatakan bahwa medan magnet konstan dapat ditimbulkan oleh sumber-sumber berupa sebuah magnet permanen, sebuah medan listrik yang berubah secara linear seiring waktu atau sebuah arus searah (Hayt, 2006).



Gambar 2. Medan magnet pada kawat berarus

(<https://www.kompas.com/skola/read/2020/10/20/213217669/induksi-magnetik-di-sekitar-kawat-lurus-berarus-listrik?page=all>)

Mari kita perhatikan lingkaran bahan konduktor yang membawa arus listrik. Arus menghasilkan medan magnet  $B$ . Medan magnet menimbulkan fluks magnet. Fluks magnet total yang menghubungkan loop adalah

$$d = \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s}$$

Dengan tidak adanya sumber fluks magnet eksternal (misalnya, kumparan yang berdekatan membawa arus), hukum Biot-Savart memberi

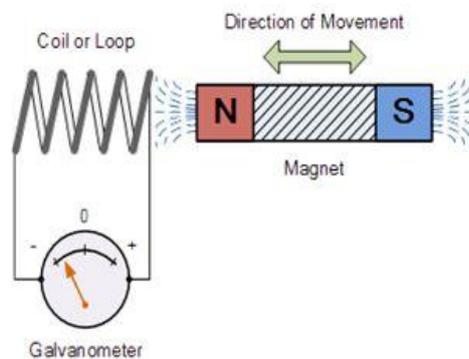
tahu kita bahwa medan magnet dan karenanya fluks akan sebanding dengan arus (I) dalam loop, yaitu;

$$\phi \propto I \text{ or } \phi = LI$$

di mana L disebut induktansi diri kumparan. Elemen rangkaian yang menentang perubahan arus disebut induktor. Ini pada umumnya berbentuk gulungan dengan bentuk dan ukuran yang bervariasi. Simbol untuk induktor adalah . Jika kumparan dililitkan di sekitar inti besi untuk meningkatkan efek magnetnya, itu dilambangkan dengan meletakkan dua garis di atasnya, seperti yang ditunjukkan seperti ini . Induktansi indikator tergantung pada geometrinya (Union, 2020).

Michael Faraday dan Josep Henry melakukan sebuah percobaan untuk mencari tahu atas apa yang dilakukan oleh H.C. Oersted pada tahun 1930 yaitu adanya tegangan listrik yang dihasilkan oleh medan magnet dengan menggunakan eksperimen yang sangat sederhana. Sebuah magnet yang digerakkan masuk dan keluar pada kumparan dapat menghasilkan arus listrik, dengan menggunakan galvanometer dapat diketahui adanya arus listrik yang mengalir (Hayt, 2006).

Terjadinya Induksi Elektromagnetik Ketika kutub utara magnet digerakkan memasuki kumparan, jarum galvanometer menyimpang ke salah satu arah (misalnya ke kanan). Jarum galvanometer segera kembali menunjuk ke nol (tidak menyimpang) ketika magnet tersebut didiamkan sejenak di dalam kumparan. Ketika magnet batang dikeluarkan, maka jarum galvanometer akan menyimpang dengan arah yang berlawanan (misalnya ke kiri). Jarum galvanometer menyimpang disebabkan adanya arus yang mengalir dalam kumparan. Arus listrik timbul karena pada ujung-ujung kumparan timbul beda potensial ketika magnet batang digerakkan masuk atau keluar dari kumparan. Beda potensial yang timbul ini disebut gaya gerak listrik induksi (ggl induksi) (Nugroho, 2014).



Gambar 3. Hukum Induksi Faraday (  
<https://www.toppr.com/guides/physics/electromagnetic-induction/faradays-and-lenzs-law/>)

Jadi, hukum faraday menyatakan bahwa gaya gerak listrik pada rangkaian tertutup dipengaruhi oleh medan magnet yang sebanding

dengan laju perubahan fluks medan magnet yang melewati/ menembus kumparan. Ggl induksi dalam rangkaian akan sama dengan negatif dari turunan fluks medan magnet terhadap waktu ( Sahidinnur, 2014)

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \dots\dots\dots(1)$$

Dengan  $\varepsilon$  adalah ggl induksi dan  $\phi$  adalah fluks magnet yang timbul pada kumparan.

Besarnya ggl induksi pada kumparan diperoleh dengan persamaan

$$Q = \int dq^\infty \int V_t dt \dots\dots\dots(2)$$

Berdasarkan  $dq = idt$  dan dengan memasukan persamaan  $i = \frac{V}{R}$  diperoleh

$$dq = \frac{V}{R} dt \dots\dots\dots(3)$$

Selanjutnya persmaan diatas diintergralkan, maka ditulis

$$q = \frac{1}{R} \int V dt \dots\dots\dots(4)$$

Sehingga

$$Q = \frac{1}{R} \int V(t) dt \dots\dots\dots(5)$$

Dimana  $Q$  adalah induksi muatan total dalam inetrval waktu  $\Delta t$  dan  $V(t)$  ggl induksi (Sahidinnur, 2014).

Sedangkan untuk memperoleh nilai dari laju fluks magnet ( $\phi$ ) dengan persamaan:

$$\phi = B \cdot A \dots\dots\dots(6)$$

Jika persamaan 5 dimasukkan dalam persamaan permasaan 1 , diperoleh

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta(BA)}{\Delta t} \dots\dots\dots(7)$$

Persamaan 3 dapat ditulis menjadi

$$\varepsilon = -NA \frac{\Delta(B)}{\Delta t} \dots\dots\dots(8)$$

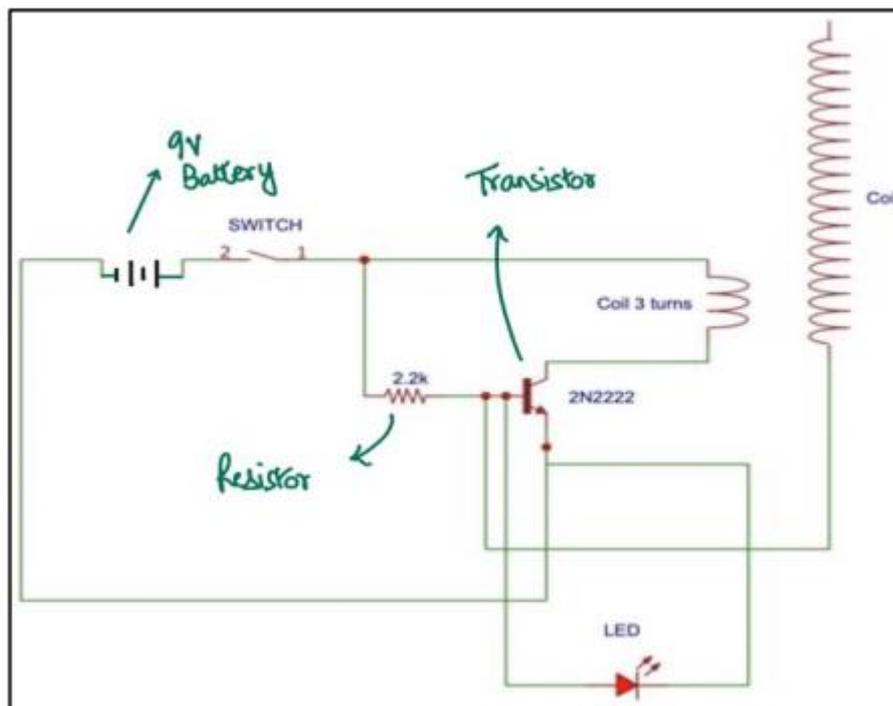
Dimana B adalah rata-rata dari kuat medan magnet, A merupakan luas daerah (cross sectional area) dengan nilai konstan besarnya  $2 \pi$  (Shaw, 2008).

## PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pemanfaatan tesla coil dalam menghasilkan transmisi daya tanpa kabel yang telah dilakukan oleh para peneliti-peneliti sebelumnya dalam mengembangkan teknologi tesla coil ini dari berbagai aspek. Berikut analisis yang telah didapatkan oleh peneliti sebelumnya :

Pembuatan mini tesla coil ini diambil dari penelitian Adhiraj Kapuria (2021);

### Desain digital



Gambar 4. Representasi skematis dari sirkuit (Kapuria, 2021)

Cara kerja rangkaian Transistor frekuensi tinggi arus tinggi (2N2222) memasok arus ke kumparan primer. Baterai 9 Volt memberi daya pada seluruh rangkaian. Ujung positif baterai dihubungkan ke kolektor transistor melalui kumparan primer untuk memastikan bahwa setiap kali arus mengalir melalui transistor, ia juga mengalir melalui kumparan primer. LED dan ujung bawah kumparan sekunder mencapai dasar transistor untuk membuat rangkaian beresilasi. Oleh karena itu, transistor mentransmisikan arus beresilasi ke kumparan primer dan dengan demikian menghasilkan fluks magnet antara kumparan primer dan sekunder.

## **Desain Fisik**

Bahan yang di butuhkan :

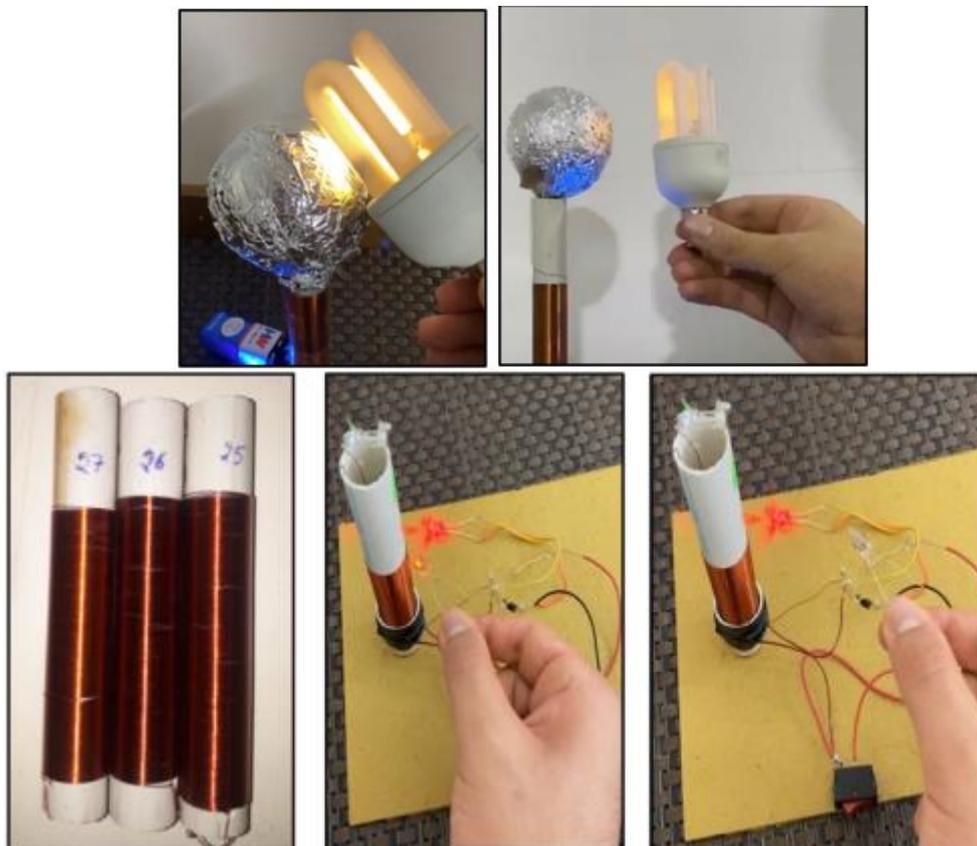
1-inch plastic cylindrical pipe	15-meter copper wire of different thickness (sizes AWG 18 to 32)
A 2N2222 transistor	A switch
A 2.2 K ohm resistor	9V battery
Hot glue gun	Connecting wires
A cardboard plate	Sandpaper
An LED	Aluminium foil
Soldering pen	Plastic ball
A CFL bulb	A small bulb

## **Prosedur pembuatan**

1. Pertama, mengumpulkan semua bahan dan mengaturnya di atas meja yang rata dengan sempurna.
2. Memotong pelat karton menjadi potongan-potongan persegi kecil yang akan bertindak sebagai dasar untuk sirkuit.
3. Pertama-tama, memperbaiki transistor di tengah pelat karton menggunakan lem. Memisahkan 3 terminal agar lebih mudah bagi saya untuk memasang kabel ke sana.
4. Kemudian, mengambil pipa silinder, dan melukainya (searah jarum jam) dengan kawat tembaga sepanjang 15 meter dengan ketebalan 18 AWG yang mengambil tepat 178 putaran.
5. Dengan menggunakan amplas, melepaskan lapisan isolasi dari ujung kumparan tembaga untuk memastikannya menghantarkan listrik dengan sempurna.
6. Pada karton, Memperbaiki pipa melingkar dalam posisi berdiri dekat dengan transistor.
7. Kemudian, Menyolder resistor ke kabel bawah koil dan menghubungkannya ke terminal tengah transistor.
8. Mengambil kawat 20 AWG dan melukainya 3 kali di sekitar kumparan pipa tetap dengan arah yang berlawanan (berlawanan arah jarum jam) yang bertindak sebagai kumparan primer.
9. Kemudian mengambil ujung atas kumparan primer dan menyoldernya ke terminal kanan transistor.
10. Menghubungkan kabel dari salah satu ujung sakelar ke terminal tengah transistor.
11. Kemudian menghubungkan ujung positif baterai ke ujung sakelar yang lain dan ujung negatif baterai ke terminal kiri transistor.

12. Mengambil LED dan menghubungkannya dari terminal tengah ke terminal kiri transistor. (LED digunakan untuk menguji apakah arus mengalir melalui arus – jika LED menyala, itu berarti rangkaian berhasil berfungsi)
13. Kemudian meletakkan CFL dan bola lampu di dekat kumparan sekunder dan mencatat jangkauan maksimum (jarak dari kumparan sekunder) hingga mereka memancarkan cahaya.
14. Mengulangi langkah di atas dengan kumparan lainnya dan masing-masing melakukan 5 percobaan.
15. Setelah mengumpulkan data, saya membungkus aluminium foil di sekitar bola plastik dan meletakkannya di atas gulungan sekunder.
16. Mengambil kabel atas gulungan sekunder dan menempelkannya ke penutup aluminium bola dengan bantuan selotip.
17. Mengulangi langkah-langkah dengan kumparan lain dan melakukan 5 percobaan masing-masing untuk akurasi maksimum.

### **Hasil pembuatan tesla coil**



Gambar 5. Hasil yang telah di buat oleh penelitian Kapuria (Kapuria,2021)

AWG size of wire	Diameter of wire (mm)	Trial 1 distance (cm)	Trial 2 distance (cm)	Trial 3 distance (cm)	Trial 4 distance (cm)	Trial 5 distance (cm)	Average distance (cm)
32	0.20	9.40	9.50	9.00	9.30	9.10	9.26
31	0.23	8.70	8.80	9.00	9.10	9.00	8.92
30	0.25	8.60	8.40	8.50	8.50	8.30	8.46
29	0.29	8.00	8.00	8.10	8.00	8.20	8.06
28	0.32	7.90	7.90	7.70	7.80	7.80	7.82
27	0.36	7.30	7.30	7.60	7.50	7.50	7.44
26	0.40	7.10	7.10	7.30	7.00	7.00	7.10
25	0.45	6.60	6.50	6.60	6.80	6.60	6.62
24	0.51	6.20	6.10	6.00	6.30	6.00	6.12
23	0.57	5.50	5.60	5.70	5.40	5.40	5.52
22	0.64	5.30	5.40	5.00	5.10	5.00	5.16
21	0.72	5.00	4.80	4.70	5.00	5.00	4.90
20	0.81	4.30	4.50	4.50	4.40	4.50	4.44
19	0.91	4.50	4.30	4.30	4.30	4.40	4.36
18	1.02	4.30	4.10	4.00	4.20	4.00	4.12

Tabel 1. Nilai data mentah untuk eksperimen dengan CFL

AWG size of wire	Diameter of wire (mm)	Trial 1 distance (cm)	Trial 2 distance (cm)	Trial 3 distance (cm)	Trial 4 distance (cm)	Trial 5 distance (cm)	Average distance (cm)
32	0.20	10.20	10.30	10.00	10.00	10.00	10.10
31	0.23	9.60	9.90	9.90	9.80	9.90	9.82
30	0.25	9.40	9.50	9.40	9.00	9.30	9.32
29	0.29	8.70	8.80	8.80	9.00	9.10	8.88
28	0.32	8.60	8.40	8.60	8.50	8.80	8.58
27	0.36	8.00	8.00	8.20	8.10	8.00	8.06
26	0.40	7.90	7.80	7.80	7.90	7.70	7.82
25	0.45	7.30	7.50	7.50	7.30	7.50	7.42
24	0.51	7.10	7.00	7.00	7.10	7.00	7.04
23	0.57	6.60	6.60	6.30	6.50	6.30	6.46
22	0.64	6.80	6.60	6.60	6.60	6.70	6.66
21	0.72	6.00	6.10	5.80	6.10	6.10	6.02
20	0.81	5.70	5.40	5.50	5.60	5.70	5.58
19	0.91	5.30	5.10	5.30	5.40	5.00	5.22
18	1.02	4.70	5.00	5.00	4.80	4.70	4.84

Tabel 2. Nilai data mentah untuk eksperimen dengan CFL dengan bola aluminium

AWG size of wire	Diameter of wire (mm)	Trial 1 distance (cm)	Trial 2 distance (cm)	Trial 3 distance (cm)	Trial 4 distance (cm)	Trial 5 distance (cm)	Average distance (cm)
32	0.20	4.90	5.00	5.00	4.90	5.00	4.96
31	0.23	4.30	4.50	4.40	4.40	4.50	4.42
30	0.25	4.10	4.40	4.20	4.20	4.10	4.20
29	0.29	3.70	3.70	3.80	3.70	3.60	3.70
28	0.32	3.40	3.20	3.50	3.40	3.30	3.36
27	0.36	2.90	2.90	3.10	3.00	3.00	2.98
26	0.40	2.70	2.90	2.70	2.80	2.90	2.80
25	0.45	2.70	2.50	2.60	2.60	2.40	2.56
24	0.51	2.10	2.10	2.30	2.40	2.00	2.18
23	0.57	2.30	2.00	2.10	2.00	2.10	2.10
22	0.64	2.00	1.80	1.50	1.60	1.40	1.66
21	0.72	1.60	1.70	1.40	1.30	1.40	1.48
20	0.81	1.70	1.70	1.40	1.60	1.50	1.58
19	0.91	1.30	1.50	1.40	1.40	1.20	1.36
18	1.02	1.00	1.30	1.30	1.10	1.20	1.18

Tabel 3. Nilai data mentah untuk eksperimen dengan Bulb

AWG size of wire	Diameter of wire (mm)	Trial 1 distance (cm)	Trial 2 distance (cm)	Trial 3 distance (cm)	Trial 4 distance (cm)	Trial 5 distance (cm)	Average distance (cm)
32	0.20	5.80	5.90	5.70	6.00	5.90	5.86
31	0.23	5.40	5.50	5.40	5.60	5.70	5.52
30	0.25	5.40	5.60	5.40	5.50	5.50	5.48
29	0.29	5.00	4.90	5.30	5.10	5.30	5.12
28	0.32	4.70	4.90	5.00	5.10	4.80	4.90
27	0.36	4.30	4.30	4.20	4.30	4.40	4.30
26	0.40	4.10	3.90	4.00	4.20	4.10	4.06
25	0.45	3.70	3.40	3.80	3.70	3.70	3.66
24	0.51	3.10	3.30	2.90	2.80	3.00	3.02
23	0.57	2.80	2.40	2.60	2.50	2.50	2.56
22	0.64	2.90	3.00	2.80	2.80	2.90	2.88
21	0.72	2.60	2.10	2.30	2.40	2.50	2.38
20	0.81	2.00	2.00	2.00	2.10	2.10	2.04
19	0.91	2.00	2.10	2.10	1.80	2.00	2.00
18	1.02	2.00	2.20	1.80	1.80	1.90	1.94

Tabel 4. Nilai data mentah untuk eksperimen dengan Bulb dengan bola aluminium

Nilai kesalahan dari bulb :

$$\text{error in slope } \Delta m = \frac{(-14.374) - (-15.854)}{2} = 0.74$$

Nilai kesalahan blub diberi alumunium :

$$\text{error in slope } \Delta m = \frac{(-14.549) - (-16.799)}{2} = 1.125$$

Nilai kesalahan CFL :

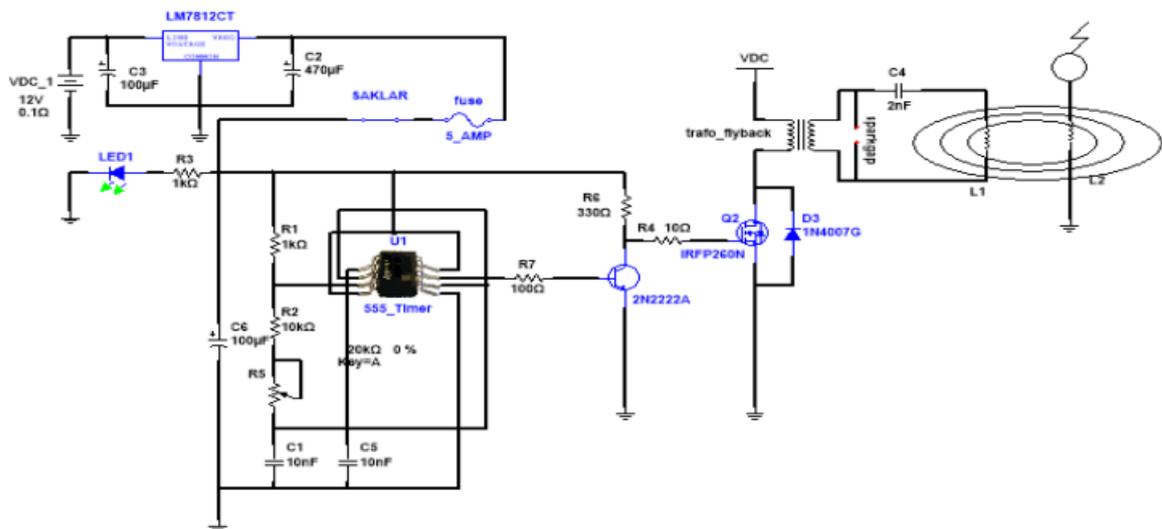
$$\text{error in slope } \Delta m = \frac{(-19.201) - (-21.902)}{2} = 1.3505$$

Nilai kesalahan CFL diberi alumunium :

$$\text{error in slope } \Delta m = \frac{(-19.86) - (-22.203)}{2} = 1.175$$

Pembuatan tesla coil sistem flyback ini diambil dari penelitian Martiningsih (2019):

### Desain digital



Gambar 6. Sirkuit Listrik Desain Transfer Daya Nirkabel

**Hasil penelitian :**



Gambar 7. Uji Transfer Daya Listrik

Electric Power Transfers at 2.2 kHz and Transmitter 10.6 kV, 0.52 mA, 5.512 W

Distance (cm)	Receiver			Efficiency %	Secondary Receiver Coils			Electric Field (V/m)	Magnetic Field ( $\mu$ T)
	Voltage (kV)	Current (mA)	Power (W)		Voltage (V)	Current (A)	Power (W)		
10	9.31	0.298	2.774	50.333	14.37	0.32	4.5984	1172	27.96
20	5	0.154	0.770	13.969	6.96	0.251	1.74696	1016	25.19
30	3.1	0.073	0.226	4.105	4.72	0.14	0.6608	987	23.76
40	1.2	0.046	0.055	1.001	3.66	0.094	0.34404	806	19.17
50	0.7	0.023	0.016	0.292	2.31	0.066	0.15246	765	15.2
60	0.587	0.018	0.010	0.191	1.48	0.054	0.07992	644	13.11
70	0.527	0.015	0.007	0.143	1.12	0.043	0.04816	531	10.67
80	0.519	0.012	0.006	0.112	0.78	0.032	0.02496	298	7.01
90	0.482	0.009	0.004	0.078	0.772	0.022	0.016984	159	5.22
100	0.427	0.007	0.002	0.054	0.61	0.018	0.01098	102	3.46

Electric Power Transfers at 3 kHz and Transmitter 12.6 kV, 0.65 mA, 8.19 W

Distance (cm)	Receiver			Efficiency %	Secondary Receiver Coils			Electric Field (V/m)	Magnetic Field ( $\mu$ T)
	Voltage (kV)	Current (mA)	Power (W)		Voltage (V)	Current (A)	Power (W)		
10	11,53	0,358	4,127	50,339	19,64	0,408	8,01312	1248	25,33
20	7	0,164	1,148	14,017	10,77	0,38	4,0926	1146	19,77
30	4,3	0,094	0,404	4,935	7,23	0,227	1,64121	1012	16,59
40	1,4	0,006	0,084	1,025	5,22	0,146	0,76212	965	14,63
50	0,8	0,055	0,044	0,537	3,81	0,11	0,4191	877	13,52
60	0,687	0,038	0,026	0,318	2,717	0,087	0,236379	765	11,09
70	0,652	0,034	0,022	0,270	1,95	0,067	0,13065	655	9,54
80	0,62	0,03	0,018	0,227	1,331	0,054	0,071874	517	4,12
90	0,571	0,023	0,013	0,160	0,95	0,039	0,03705	401	3,14
100	0,554	0,011	0,006	0,074	0,708	0,026	0,018408	378	2,43

Electric Power Transfers at 4 kHz and Transmitter 17.2 kV, 0.79 mA, 13.54 W

Distance (cm)	Receiver			Efficiency %	Secondary Receiver Coils			Electric Field (V/m)	Magnetic Field ( $\mu$ T)
	Voltage (kV)	Current (mA)	Power (W)		Voltage (V)	Current (A)	Power (W)		
10	14,9	0,46	4,127	50,440	25,47	0,547	13,9320	1320	15,71
20	10,4	0,236	1,148	18,062	14,53	0,51	7,4103	1279	12,15
30	8	0,115	0,404	6,770	11,21	0,36	4,0356	1136	11,2
40	1,6	0,092	0,084	1,083	7,25	0,241	1,7472	1076	8,72
50	1	0,078	0,044	0,574	5,13	0,18	0,9234	980	6,98
60	0,973	0,065	0,026	0,465	3,72	0,145	0,5394	877	5,33
70	0,79	0,040	0,022	0,232	2,66	0,112	0,2979	701	2,89
80	0,745	0,037	0,018	0,202	1,973	0,091	0,1795	593	1,84
90	0,715	0,033	0,013	0,173	1,43	0,062	0,0886	470	1,08
100	0,675	0,015	0,006	0,074	1,082	0,042	0,0454	386	0,57

Electricity Power Transfers at 6.8 kHz and Transmitter 27.9 kV, 1.12 mA, 31.24 W

Distance (cm)	Receiver			Efficiency %	Secondary Receiver Coils			Electric Field (V/m)	Magnetic Field ( $\mu$ T)
	Voltage (kV)	Current (mA)	Power (W)		Voltage (V)	Current (A)	Power (W)		
10	24,3	0,730	17,739	56,768	46,82	0,967	45,27494	1735	9,21
20	19,14	0,633	12,115	38,772	23,01	0,759	17,46459	1631	7,91
30	15,3	0,367	5,615	17,969	18,31	0,593	10,85783	1526	6,54
40	9,7	0,203	1,969	6,301	13,28	0,439	5,82992	1425	4,11
50	5,1	0,186	0,948	3,035	9,81	0,333	3,26673	1322	3,28
60	2	0,163	0,326	1,043	7,72	0,284	2,19248	1217	1,79
70	1,27	0,144	0,183	0,586	5,382	0,201	1,081782	1109	1,01
80	1,11	0,122	0,136	0,435	3,78	0,187	0,70686	992	0,43
90	1,07	0,088	0,094	0,302	2,87	0,134	0,38458	920	0,17
100	0,92	0,066	0,060	0,194	1,952	0,097	0,189344	848	0,09

Dalam penelitian ini, transfer daya nirkabel menggunakan flyback dan kumparan tesla berhasil dirancang dan diuji. Pengujian dilakukan dengan variasi frekuensi switching, jarak dan tegangan pada transmitter.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa daya terbesar yang dihasilkan adalah sebesar 31,24 W pada switching 6,8 kHz frekuensi, tegangan 46,2749 V dan jarak 10 cm. Efisiensi terbesar (56,79%) juga diperoleh pada frekuensi switching 6,8 kHz dan jarak 10 cm. Kenapa menggunakan flyback karena ada kumparan dan komponen tambahan yang biasanya memberikan sinyal umpan balik ke sirkuit yang memberi daya pada transformator, untuk membantu sirkuit penggerak mempertahankan jumlah output tegangan tinggi yang tepat, dan menghasilkan jumlah yang stabil.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Aziz,dkk (2016) mendapatkan saya mendapatkan analisis dari percobaan tesla coil menggunakan lima ukuran kumparan sekunder digunakan untuk membandingkan tingkat kecerahan lampu neon. Selain itu, tesla koil pembesar berhasil menangkap fluks yang dihasilkan dari pemancar Tesla Coil dan mentransfer energi ke beban melalui jarak 5 meter. Jelas bahwa tingkat kecerahan lebih terang ketika jumlah kumparan bertambah. Dengan demikian tercapai tujuan untuk menggambarkan kemampuan konstruksi kumparan belitan dalam menyediakan listrik untuk mensuplai beban tanpa kabel dalam jarak jauh. Selain itu, ini membuktikan bahwa jumlah kumparan adalah parameter paling signifikan yang harus dipertimbangkan untuk memastikan peralatan transfer daya nirkabel berfungsi secara efisien. Jumlah lilitan mempengaruhi jumlah fluks yang dihasilkan sehingga akan mempengaruhi jumlah garis fluks yang dihasilkan oleh Tesla Coil.

Pada penelitian Shetty, dkk (2018) mendapatkan analisis proyek ini memperluas pengetahuan elektronik dan menjelaskan sifat artistik tesla coil. Kumparan yang dibuat mampu menghasilkan listrik yang mampu memancarkan cahaya tabung. Meskipun ada banyak pengembangan yang dapat dilakukan, proyek kami terutama bertujuan untuk menghasilkan listrik secara nirkabel. Tesla coil adalah cara murah untuk menghasilkan tegangan tinggi pada frekuensi tinggi tanpa sirkuit yang rumit. Sebuah kumparan tesla digunakan di beberapa pemancar celah percikan untuk menghasilkan frekuensi radio dan membantu menembakkan petir.

Pada penelitian Bhardwaj (2018) mendapatkan analisis gagasan transmisi daya jarak jauh menawarkan hasil potensial yang lebih penting untuk mentransmisikan daya . Dalam jangka panjang, ini dapat mengurangi ketergantungan masyarakat umum kita pada baterai. Karena inovasi jarak jauh semakin populer sekarang, permintaan baterai juga berkurang. Untuk kontrol jarak jauh, daya transmisi dapat dikirim dari sumber ke kolektor dengan cepat tanpa kabel, sehingga mengurangi biaya. Baterai harus dihidupkan kembali atau diubah dalam jangka panjang.

Pada penelitian Ramsaroop (2021) mendapatkan analisis dengan menggunakan konsep tesla coil maka transfer daya nirkabel adalah inovasi yang aplikasi transfer daya nirkabel seperti;

1. Target bergerak, misalnya, pesawat bebas bahan bakar, kendaraan listrik bebas bahan bakar, robot bergerak, dan raket bebas bahan bakar.
2. Pengisian jarak jauh otomatis untuk robot portabel, aparatus dan instrumen tanpa kabel yang menghapus komponen kompleks, dan meningkatkan pekerjaan pemberian energi manual dan penggantian baterai.
3. Penggunaan lain dari transfer daya nirkabel adalah satelit listrik berbasis matahari, vitalitas ke daerah terpencil, vitalitas komunikasi semua inklusif.
4. Transfer daya nirkabel digunakan untuk sumber daya di mana-mana.

Pada penelitian Dharani (2021) mendapatkan analisis teknologi transfer daya nirkabel mendapatkan lebih banyak perhatian di antara para peneliti karena keamanannya dan catu daya tanpa kabel untuk banyak aplikasi industri dan elektronik. Ini adalah teknologi yang menjanjikan dalam dekade terakhir. Tinjauan literatur sistematis ini, sejarah perkembangan teknologi transmisi daya, jenis teknik Transfer daya nirkabel "radiatif dan non-radiatif" gelombang mikro, dan tabel evaluasinya disajikan. Akhirnya, beberapa kesulitan dan pekerjaan masa depan telah dibahas.

Pada penelitian Agrawal (2020) mendapatkan analisis konsep transmisi daya nirkabel disajikan. Ada aplikasi teknologi terbaru yang membuat kehidupan manusia lebih bermanfaat di dunia saat ini telah dibahas. Tiga standar baru teknologi tenaga nirkabel yang sudah bersaing satu sama lain juga disebutkan di sini. Tetapi setelah diskusi di Transfer daya nirkabel kami mendapatkan bahwa ada masalah besar, sejumlah besar daya yang terbuang karena daya ditransmisikan terus menerus dari sumber pemancar dan kemudian kami menemukan ide untuk menghemat daya ini dari pemborosan dengan bantuan Sensor IR dan RELAY dan juga beberapa komponen elektronik. Dan akhirnya kami sampai pada tahap bahwa sekarang kami dapat menghemat daya ini dan dapat digunakan untuk tugas lain yang bermanfaat.

Pada penelitian mitra (2020) mendapatkan analisis tenaga listrik sangat penting untuk sistem modern. Dari sensor terkecil hingga satelit, pesawat terbang yang dikendalikan dari jarak jauh, mobil, dan robot, penting untuk dapat menyalurkan daya melalui alat selain kabel atau saluran transmisi. Penggunaan transmisi daya nirkabel akan memungkinkan sistem untuk beroperasi dari jarak jauh tanpa

memerlukan perangkat penyimpanan energi yang relatif besar atau perawatan rutin. Ini juga harus digunakan dalam kasus di mana kabel interkoneksi tidak nyaman, berbahaya atau tidak mungkin seperti di lingkungan basah, sambungan yang berputar atau bergerak serta menyalakan peralatan telekomunikasi jarak jauh. Dengan listrik nirkabel, sistem kelistrikan akan lebih aman karena akan mencegah pengguna dari arus listrik dan kegagalan daya karena korsleting dan gangguan atau kehilangan daya pada kabel tidak akan pernah ada.

## **KESIMPULAN**

Dari berbagai jurnal serta artikel peneliti sebelumnya, saya menyimpulkan bahwa tesla coil memiliki potensi yang besar dalam kemajuan teknologi di masa depan. Bayangkan segala sesuatu teknologi yang membutuhkan daya ditransmisikan secara nirkabel akan menjadi efisien dan efektif bagi kemajuan teknologi dunia. Dalam beberapa penelitian yang telah saya analisis, saya melihat kesamaan seperti semakin banyak kumparan maka meningkatkan daya yang lebih besar kemampuan konstruksi kumparan belitan dalam menyediakan listrik untuk mensuplai beban tanpa kabel dalam jarak jauh, serta jumlah lilitan mempengaruhi jumlah fluks yang dihasilkan sehingga akan mempengaruhi jumlah garis fluks yang dihasilkan oleh Tesla Coil. Dalam beberapa penelitian juga yang saya analisis, saya menemukan satu penelitian percobaan tesla coil dengan daya terbesar menggunakan sistem flyback dengan 31.2 W jarak 10 cm.

## **Saran**

Apabila tesla coil dipadukan dengan pembangkit tenaga listrik dengan energi matahari, generator magnet permanen, pembangkit listrik tenaga air, pembangkit listrik tenaga udara, dsb. Manusia dapat memanfaatkan daya secara tanpa nirkabel. Otomatis transportasi listrik akan menjadi kendaraan mayoritas umat manusia yang membuat polusi udara berkurang.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Agrawal (2020). Saving of Power in Wireless Power Transmission System using IR Sensor and Relay. 7-14.
- Aziz.P.D,dkk (2016). A Study on Wireless Power Transfer Using Tesla Coil Technique. 34-40.
- Bhardwaj. M, dkk (2018). Wireless Power Transmission with Short and Long Range Using Inductive Coil. 1-9.
- Dharani (2021). Systematic literature review on wireless power transmission. 4400-4406.

- Hayt WH, Buck JA. Elektromagnetika, Edisi Ketujuh. Harmain I, penerjemah; Hardani HW, editor. Jakarta (ID): Penerbit Erlangga. Terjemahan dari: Engineering Electromagnetics, Seventh Edition.
- Kapuria, A. (2021). Wireless Electricity and the Tesla Coil. Page 1-12.
- Kang, H. J (2020). Modern Tesla Coil as a Multidisciplinary Example in STEM Teaching. Vol. 8, No. 6, 383-390.
- Martiningsih (2019) Design of wireless power transfer using flyback converter and tesla coils. Page 1-8.
- Mitra. A (2020) Simulation of Wireless Power Transfer.1-5
- O'Neill. J. (1944). Prodigal Genius Biography Of Nikola Tesla. Page 1-280
- Shetty, A.G,dkk. (2018). Analysis And Implementation Of Wireless Power Transfer Using Tesla Coil. Page 606-610.
- Radetic, R. (2011). Tesla Coil With Continuous Output Voltage Regulation. Page 1-4.
- Ramsaroop (2021). Wireless Power Transfer Using Harvested Radio Frequency Energy with Magnetic Resonance Coupling to Charge Mobile Device Batteries.1-10.
- Surwade, R,dkk (2017). Design Of Tesla Coil. Page 1543-1545.
- Shaw,D.E.2008.ElectromagneticInduction.illanova University.1-8.
- Sahidinnur, R., dkk (2014). Eksperimen Hukum Faraday Untuk Memahami Ggl Induksi Dan Laju Fluksmagnet Dengan Metode Benda Jatuh Bebas. 291-294.
- Waser, A. (2015). Nikola TESLA's Wireless Systems. Page 1-15