

# PENGEMBANGAN PROTOTYPE PENGISIAN DAYA NIRKABEL DENGAN MENGGUNAKAN METODE *DYNAMIC WIRELESS CHARGING STATION (DWCS)* UNTUK MENGOPTIMALKAN KINERJA KENDARAAN LISTRIK

Nadia Dinda Pratama Putri<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Nadia Dinda Pratama Putri; e-mail: [nadiadinda@student.ittelkom-sby.ac.id](mailto:nadiadinda@student.ittelkom-sby.ac.id)

**Abstrak:** Menurut studi yang dilakukan oleh Frost dan Sullivan di ASEAN yang digagas Nissan mengungkap bahwa beberapa negara di Asia menyatakan bahwa hampir 64% responden di seluruh Asia Tenggara mempertimbangkan kendaraan listrik dibandingkan lima tahun lalu. Dampak positif yang dimiliki oleh kendaraan listrik bagi lingkungan dan teknologi keselamatannya menjadi faktor utama mengapa kendaraan listrik dipertimbangkan. Kendaraan listrik atau biasa disebut *Electric Vehicles (EV)* telah diidentifikasi sebagai teknologi kunci dalam mengurangi emisi masa depan dan konsumsi energi di sektor mobilitas. *Electric Vehicles (EV)* memiliki baterai sebagai pengganti tangki bensin, dan motor listrik sebagai pengganti mesin pembakaran internal sehingga EV tidak menghasilkan emisi knalpot. Mengingat *plug-in charging* memiliki beberapa kekurangan yang kompleks, oleh sebab itu penelitian ini mengembangkan wireless charging untuk kendaraan listrik merupakan pengembangan teknologi terkini bagi pengisian baterai. Pada penelitian ini mengembangkan metode *Dynamic Wireless Charging Station (DWCS)* yang di implementasikan pada mobil remote control yang sudah disesuaikan dengan komposisi dari metode DWSC. Metode ini dapat mengisi daya ketika kendaraan sedang berjalan tanpa harus berhenti terlebih dahulu sehingga pengisian kendaraan listrik lebih aman dan nyaman bagi penggunaannya. Tetapi metode ini memiliki kekurangan EV mengisi daya dengan kondisi berjalan sehingga daya yang ditransmit tidak maksimal dan berakibat pada efisiensi energi yang rendah.

**Kata Kunci:** *Dynamic Wireless Charging Station (DWCS), Electric Vehicles (EV), Wireless charging*

## DEVELOPMENT OF WIRELESS CHARGING PROTOTYPE USING DYNAMIC WIRELESS CHARGING STATION (DWCS) METHOD TO OPTIMIZE ELECTRIC VEHICLE PERFORMANCE

**Abstract:** According to a study conducted by Frost and Sullivan in ASEAN initiated by Nissan, it was revealed that several countries in Asia stated that nearly 64% of respondents across Southeast Asia considered electric vehicles compared to five years ago. The positive impact that electric vehicles have on the environment and their safety technology is the main factor why electric vehicles are considered. Electric vehicles or commonly called *Electric Vehicles (EV)* have been identified as a key technology in reducing future emissions and energy consumption in the mobility sector. *Electric Vehicles (EV)* have a battery instead of a gas tank, and an electric motor instead of an internal combustion engine so that EVs don't produce exhaust emissions. Considering that plug-in charging has several complex deficiencies, therefore this research develops wireless charging for electric vehicles which is the latest technological development for battery charging. This research develops the *Dynamic Wireless Charging Station (DWCS)* method which is implemented on a remote control car that has been adapted to the composition of the DWSC method. This method can charge while the vehicle is running without having to stop first so charging electric vehicles is safer and more convenient for users. However, this method has the drawback that the EV charges under running conditions so that the transmitted power is not optimal and results in low energy efficiency.

**Keywords:** *Dynamic Wireless Charging Station (DWCS), Electric Vehicles (EV), Wireless charging*

## 1. Pendahuluan

Menurut studi yang dilakukan oleh Frost dan Sullivan di ASEAN yang digagas Nissan mengungkapkan bahwa beberapa negara di Asia menyatakan bahwa hampir 64% responden di seluruh Asia Tenggara mempertimbangkan kendaraan listrik dibandingkan lima tahun lalu. Tercatat sebesar 50% pemilik kendaraan berbahan bakar fosil menyatakan bahwa kendaraan listrik akan menjadi pertimbangan dalam pembelian mobil dalam tiga tahun kedepan. Dampak positif yang dimiliki oleh kendaraan listrik bagi lingkungan dan teknologi keselamatannya menjadi faktor utama mengapa kendaraan listrik dipertimbangkan [1]. Teknologi WPT yang diterapkan pada EV dibagi menjadi transmisi daya nirkabel statis. *Static Wireless Charging Station* (SWCS) dan transmisi daya nirkabel dinamis atau biasa disebut *Dynamic Wireless Charging Station* (DWCS). Pengisian DWCS dikembangkan berdasarkan pengisian SWCS, yang dapat secara efektif mengurangi volume paket baterai kendaraan, meningkatkan jangkauan jelajah, dan lebih meningkatkan fleksibilitas proses pengisian [2-3]. Tetapi pengembangan pengisian daya nirkabel hingga saat ini hanya sampai tahap simulasi pengembangan teknologi. Implementasi belum kunjung di realisasikan hal ini dikarenakan banyak faktor yang harus di pertimbangkan dan dikupas lebih lanjut seperti infrastruktur rancang bangun sistem hingga infrastruktur jalan yang harus dirombak ulang. Oleh karena itu berdasarkan literatur tentang pendekatan pengisian ulang daya kendaraan listrik, dalam proposal tugas akhir ini membahas pengisian daya nirkabel dengan menggunakan kumparan penerima dan kumparan pemancar. Dalam tugas akhir ini merealisasikan pengembangan *hardware* teknologi pengisian daya nirkabel dengan bentuk prtotype.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Wireless Power Transmission (WPT)

*Wireless Power Transmission* (WPT) atau biasa disebut transmisi daya nirkabel adalah transmisi energi listrik dari sumber listrik ke beban listrik tanpa kabel sebagai penghubung fisik. Biasanya dikendalikan oleh dua *Integrated Circuits* (IC), dimana satu sirkuit berperan untuk mentransmisikan daya (pemancar) dan yang lainnya menerima daya yang ditransmisikan (penerima). Induksi magnetik antara penerima planar dan kumparan pemancar memfasilitasi transmisi daya nirkabel. Kumparan penerima diposisikan di atas coil pemancar dan kopling magnetik terjadi ketika coil pemancar digerakkan. Kumparan penerima mengambil daya dari medan elektromagnetik dan mengubahnya menjadi tenaga listrik. Tegangan sekunder kemudian diperbaiki dan ditransmisikan secara nirkabel ke beban [3].

### 2.2 Klasifikasi Pengisian Daya Nirkabel

Berdasarkan pengaplikasiannya, teknik pengisian daya nirkabel di bagi menjadi 2 jenis yaitu *Dynamic Wireless Charging Station* (Stasiun Pengisian Daya Nirkabel Dinamis) dan *Static Wireless Charging Station* (Stasiun Pengisian Daya Nirkabel Statis). Kedua teknik pengisian daya nirkabel ini tentu memiliki keunikan dan cara kerja yang sedikit berbeda ditinjau dari segi penyusunan komponen serta pengaplikasiannya. *Dynamic Wireless Charging Station* (DWCS) mengacu pada kemampuan untuk mengisi daya kendaraan listrik saat sedang bergerak. Salah satu tantangan DWCS adalah pendeknya waktu interaksi coil penerima yang bergerak dengan urutan coil pemancar di jalan raya yang mengarah pada kebutuhan akan elektronik dengan rating daya tinggi dan toleransi yang tinggi untuk memfasilitasi *high efisien system* [3]. Yang kedua adalah *Static Wireless Charging Station* (SWCS) dimana dalam teknik ini pengisian daya EV dilakukan dalam keadaan diam (statis). Pengisian daya dilakukan dengan menyelaraskan coil *receiver* dan *transmitter* kemudian berlangsunglah proses pengisian daya tanpa harus menancapkan kabel. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi durasi dari pengisian daya dengan teknik SWCS, yaitu jarak antara coil *transmitter* dan coil *receiver*, besarnya daya yang digunakan (AC) dan yang terakhir adalah ukuran bantalannya [4].

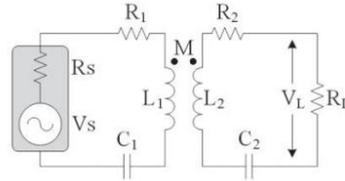
### 2.3 Klasifikasi Pengoperasian Daya Nirkabel

Berdasarkan pengoperasiannya pengisian daya nirkabel untuk kendaraan listrik, sistem pengisian dayanya di klasifikasikan menjadi 2 jenis seperti yang terdapat pada Tabel 1, yaitu :

**Tabel 1.** Klasifikasi Pengoperasian Daya Nirkabel

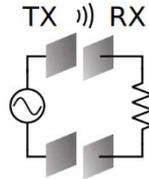
<i>Induktif Wireless Charging</i>	<i>Capacitive Wireless Charging</i>
Digunakan untuk aplikasi daya tinggi dan rendah	Digunakan untuk aplikasi daya rendah
Medan magnet digunakan untuk transfer daya	Medan listrik digunakan untuk transfer daya
Dapat mentransfer daya pada jarak jauh	Dapat mentransfer daya pada jarak kecil
Instalasi sistem mahal	Instalasi sistem yang relatif murah

*Induktif Wireless Charging (IWC)* berprinsip pada hukum induksi Faraday. Disini, transmisi nirkabel diwujudkan dengan saling induksi medan magnet antara kumparan pemancar dan penerima. Ketika daya AC utama diterapkan ke kumparan pemancar, medan magnet AC dihasilkan yang melewati kumparan pemancar, yang menggerakkan elektron di kumparan penerima untuk menghasilkan daya AC. Rangkaian ekuivalen yang telah disederhanakan dari kompensasi seri-seri ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Kompensasi Transfer Daya Induktif Seri

Selain pengisian daya nirkabel dengan metode induktif, terdapat pula alternatif pengisian daya nirkabel secara kapasitif. Dalam teknik kapasitif, medan dibatasi di antara plat konduktif seperti yang terdapat pada Gambar 2, sehingga mengurangi kebutuhan akan pemandu fluks magnet dan komponen pelindungnya [5].

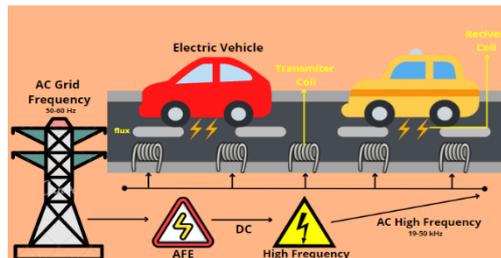


**Gambar 2.** Kompensasi Transfer Daya Kapasitif

### 3. Metode dan Pemodelan

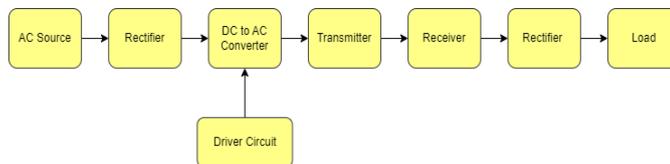
#### 3.1 Metode Dynamic Wireless Charging Station (DWCS)

*Wireless charger* untuk kendaraan listrik merupakan pengembangan teknologi terkini bagi pengisian baterai. *Wireless charger* kendaraan listrik memiliki prinsip kerja yang sama seperti transformator. Seperti yang diketahui bahwa transformator memiliki sisi primer dan sekunder, sama halnya dengan pengisian daya nirkabel terdapat sisi pemancar (*transmitter*) dan sisi penerima (*receiver*)[6-7]



**Gambar 3.** Metode DWCS

Pada metode *Dynamic Wireless Charging Station (DWCS)* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 ini dapat mengisi daya ketika kendaraan sedang berjalan. Daya di distribusikan melalui media udara dari *coil transmitter* ke *coil receiver* yang ada di dalam kendaraan. Metode ini memiliki keunggulan yang membuat jarak tempuh kendaraan menjadi lebih jauh. Sebab tidak perlu memakan waktu yang cukup lama untuk berhenti mengisi daya kendaraan. Daya kendaraan listrik akan otomatis terisi ketika melewati lintasan yang terdapat DWCS [8].



**Gambar 4.** Blok Diagram DWCS

Seperti pada Gambar 4 diatas AC Source berfungsi untuk mendistribusikan tegangan AC ke *rectifier*. *Rectifier* berfungsi sebagai pengubah arus bolak – balik (AC) menjadi arus searah (DC) yang berfungsi untuk memberikan tegangan DC. *Driver circuit* berfungsi untuk memberikan arus yang dibutuhkan oleh konverter kemudian, oleh DC to AC konverter arus DC dirubah lagi menjadi AC frekuensi tinggi dengan kisaran daya 12 – 50 kHz agar dapat mensuplai daya yang cukup untuk mengoperasikan DWCS. Arus AC dengan frekuensi tinggi kemudian di distribusikan pada coil – coil *transmitter* yang ditanam pada infrastruktur jalan untuk dijadikan gelombang elektromagnteik yang siap ditangkap oleh coil *reciver* yang diletakan pada bagian bawah EV untuk mengisi baterai guna mencukupi suplai daya listrik pada kendaraan listrik. Tidak adanya *feedback* pada blok diagram DWCS ini dikarenakan pada penelitian ini menganalisis tingkat efisiensi pengisian daya kendaraan listrik dengan menggunakan metode DWCS.

**3.2 Alat dan Bahan**

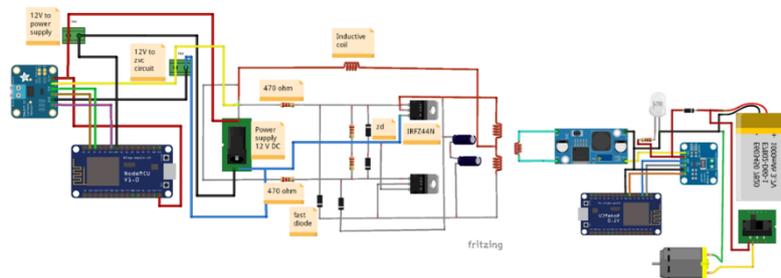
Pada proses pembuatan dan perancangan prototype ini memerlukan beberapa alat seperti *Power Supply* sebagai perangkat yang memasok listrik energi untuk satu atau lebih beban listrik. Kemudian solder untuk melelehkan timah dan avometer yang digunakan untuk mengukur tegangan dan arus. Pada perancangan prototype ini dibutuhkan beberapa bahan seperti pada Tabel 2 dan Tabel 3 yang akan digunakan untuk membuat hardware alat.

**Tabel 2.** Komponen *Transmitter*

Transmitter			
1	PCB lubang	6	Dioda Zener 12V
2	Node MCU	7	Fast Dioda UF4007
3	INA 219	8	Capacitor 2,2 uF
4	MOSFET IRFZ44N	9	Resistor 10 Ω dan 470 Ω
5	Lilitan Induktor 25 lilitan	10	Kawat email 0,75mm

**Tabel 3.** Komponen *Receiver*

Receiver			
1	PCB Lubang	6	INA 219
2	Dioda IN4007	7	Node MCU
3	LED	8	Resistor 220 Ω
4	Baterai 3.7 V	9	Dinamo
5	Step Down	10	Kawat email 0,75mm



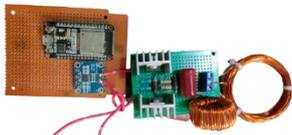
**Gambar 5.** Skema Rangkaian Keseluruhan

Dapat diamati pada Gambar 5 diatas merupakan skema rancangan sistem pengisian daya nirkabel secara keseluruhan. Rancangan keseluruhan sistem tersebut akan direalisasikan dalam perancangan secara *hardware*. Untuk bagian sistem *transmitter* akan dipasang dibawah lintasan dan sisem receiver akan dipasang di atas badan tamiya yang di fungsikan dan dimodifikasi layaknya EV.

### 3.3 Spesifikasi Charger Transmitter dan Baterai

Spesifikasi suatu alat penting untuk diketahui agar dapat menggambarkan suatu sistem yang akan dirancang baik secara kebutuhan fungsional alat. Pada perancangan prototype ini menggunakan charger transmitter yang ditanam di bawah lintasan dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 4. Spesifikasi Charger Transmitter dan Baterai

Gambar Charger Transmitter	Spesifikasi	
	Tegangan	: 12V
	Arus	: 600 – 700 mA
	Daya	: 7200 – 7900 mW
	Frekuensi	: 12kHz
Gambar Baterai	Spesifikasi	
	Jenis Baterai	: Li-ion
	Tegangan	: 3,7 V
	Kapasitas	: 2600 mAh

Pada Tabel 4 diatas diketahui spesifikasi dari *charger transmitter* dan baterai, dengan spesifikasi diatas tentu akan mempermudah mengetahui kebutuhan secara fungsional. Pada perancangan sistem *receiver* menggunakan satu buah baterai Li-ion karena baterai ini memiliki berat yang ringan sehingga dapat diletakan diatas badan tamiya dan tidak memberatkan tamiya yang telah dimodifikasi seperti EV ketika sedang berjalan.

### 3.4 Rancangan Hardware

Skema *transmitter* yang telah di ilustrasikan pada Gambar 5 kemudian di implementasikan pada PCB lubang kecil yang disusun sesuai dengan rancangan awal. Rangkaian mikrokontroler yang terdiri dari Node MCU dan INA 219 diletakan pada PCB lubang coklat, pada PCB lubang hijau disusun rangkaian *transmitter* seperti pada Gambar 6 (a). Hal ini bertujuan agar ketika sistem *transmitter* ini diletakan dibawah *circuit* pengambilan data dapat di lakukan dengan mudah, karena Node MCU tidak tertutup oleh *circuit* dan kabel Micro USB dapat dengan mudah disambungkan ke perangkat laptop. Kedua kabel merah yang tersambung pada INA 219 *current sensor* berguna untuk disambungkan ke *power supply* untuk mensuplai daya pada sistem agar alat dapat bekerja memancarkan gelombang elektromagnetik melalui coil yang telah terpasang.



Gambar 6. Gambar (a) ini Merupakan Rancangan Hardware *Transmitter* dan Gambar (b) adalah Hardware *Receiver*.

Skema *receiver* yang telah di ilustrasikan pada Gambar 6 (b) kemudian di implementasikan pada PCB lubang kecil yang tersusun dari beberapa komponen seperti yang telah dijabarkan pada Tabel 3. Pada penelitian ini tamiya dipilih dan dimodifikasi layaknya *electric vehicle*, karena bentuk tamiya ideal tidak terlalu besar maupun kecil sehingga cukup untuk diletakan di dalam *circuit* dan tamiya dapat berbelok dengan baik pada *circuit* yang berbentuk lingkaran. Penyusunan komponen diletakan dibagian atas badan tamiya memiliki tujuan agar ketika terjadi trouble ataupun kerusakan pada salah satu komponen elektroniknya dapat dengan mudah diperbaiki tanpa harus membongkar pasang kembali. Pengkabelan diletakan di bawah agar tidak mudah terjadi konsleting apabila tamiya sedang berjalan memutar *circuit* dalam proses pengujian.

### 3.5 Circuit EV dengan DWCS

Desain EV *circuit* yang telah dilengkapi dengan coil yang di pasang di bawah trek secara paralel dengan jarak kurang lebih 0.1cm seperti pada Gambar 3.18 dan dihubungkan dengan *power supply* 12V untuk memancarkan gelombang elektromagnetik yang kemudian akan ditangkap oleh coil *receiver* yang terpasang pada tamiya ketika tamiya sedang melaju. Bentuk trek melingkar dengan diameter 100cm dipilih dengan tujuan agar pengujian dapat dilakukan terus menerus tanpa batas Gambar lintasan dapat dilihat pada Gambar 3.17.



**Gambar 7.** Gambar (a) adalah Circuit EV dengan Coil Transmitter dan Gambar (b) adalah Coil Transmitter yang Tersusun Pararel

Dalam penelitian ini lintasan berbentuk lingkaran dipilih agar pengujian dapat selalu berjalan *continue*. Dimana tidak ada batas pengujian sehingga dapat memudahkan dalam menghitung jumlah lap pengujian. Desain *circuit* berbentuk lingkaran juga simpel dan memudahkan tamiya ketika melintas.

### 3.6 Skenario Pengukuran

Pada peneletian ini dilakukan dengan melakukan uji coba terhadap dua skenario yang berbeda yaitu *Static Wireless Charging Station (SWCS)* dan *Dynamic Wireless Charging Station (DWCS)*. Dari dua subjek penelitian yang berbeda, kemudian dibagi menjadi beberapa variabel pengukuran seperti tegangan, arus, daya dan efisiensi. Hasil pengujian akan langsung masuk pada *worksheet* seperti pada Gambar 8 yang memuat ratusan data percobaan. Data percobaan yang sudah diambil kemudian akan dilanjutkan dengan pengolahan data.

A	B	C	D	E	F	G	H	I
Tegangan Transmitter (V)	Tegangan Reciever (V)	Arus Transmitter (mA)	Arus Receiver (mA)	Daya Transmitter (mW)	Daya Receiver (mW)	Rata – rata Daya Transmitter	Rata – rata Daya Receiver	Efisiensi (%)
11,85	6,01	684,6	94,9	7874	580			
11,99	6,00	680,5	95,1	7898	580			
11,98	5,99	681,8	94,7	7838	576			
12,00	6,00	679,9	94,9	7812	580			
12,00	5,90	684	94,8	7806	576			
12,00	5,97	688,5	95	7838	580			
12,00	6,00	688,5	95	7910	580			

**Gambar 8.** Contoh Tampilan *Worksheet*

Dalam menghitung efisiensi ada beberapa tahap perhitungan awal yang harus di lakukan yaitu menghitung durasi waktu pertemuan kedua permukaan coil.

$$dt = \frac{\text{waktu pengujian (s)}}{\text{jumlah sample}} \quad (1)$$

Keterangan simbol persamaan :

*dt* : Durasi (mili second)

Perhitungan durasi (*dt*) digunakan untuk mencari waktu akurat durasi pertemuan coil sehingga diketahui berapa lama kondisi kedua coil ketika berpapasan. Kemudian persamaan berikutnya adalah persamaan untuk mencari nilai energi (Joule). Nilai energi digunakan untuk mengetahui berapa energi yang dihasilkan dari daya input maupun output.

$$w = \int_0^t P \cdot dt \tag{2}$$

Keterangan simbol persamaan :

$w$  : Energi

$P$  : Daya

$dt$  : Durasi (mili second)

Setelah di dapatkan nilai energi (Joule) dari persamaan 2 diatas, kemudian tahap terakhir adalah menghitung nilai efisiensi. Perhitungan efisiensi dilakukan dengan persamaan sebagai berikut ini :

$$\bar{x} = \frac{\sum \text{data keseluruhan}}{\text{Banyaknya data}} \tag{3}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum \text{data keseluruhan}}{\text{Banyaknya data}} \tag{4}$$

$$N = \frac{p_{in}}{p_{out}} \times 100\% \tag{5}$$

Keterangan simbol persamaan :

$\bar{x}$  : Rata – rata daya *transmitter* atau daya input

$\bar{y}$  : Rata – rata daya *receiver* atau daya output

$\sum$  : Jumlah data keseluruhan

$N$  : Nilai efisiensi

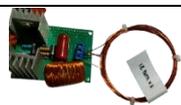
#### 4. Hasil dan Analisa

Pada bab berikut akan membahas mengenai hasil dari perancangan prototype pengisian daya nirkabel dengan menggunakan metode *Dynamic Wireless Charging Station* untuk mengoptimalkan kinerja kendaraan listrik. Pembahasan akan di bagi menjadi beberapa pokok bahasan, yaitu pengujian coil, uji akurasi sensor, pengujian secara statis, pengujian secara dinamis dan pengujian tanpa menggunakan baterai. Adapun pembahasan dari hasil pengujian sebagai berikut.

##### 4.1 Hasil Uji Coil

Dalam pembuatan prototype pengisian daya nirkabel, coil merupakan salah satu aspek terpenting dalam rancang bangun nya. Coil berfungsi sebagai pembentuk gelombang elektromagnetik yang dapat menghasilkan energi listrik untuk mengisi daya EV. Pada tahap ini dilakukan beberapa pengujian untuk mengetahui kesehatan coil seperti pada Tabel 4.1 guna mengetahui coil yang paling layak digunakan untuk pembuatan prototype pengisian daya nirkabel untuk mendukung kinerja EV.

**Tabel 5.** Hasil Pengujian Coil

Bentuk Coil	Jumlah Lilitan	Waktu (t)	Voltase (V)	Suhu (°C)
	18 Lilitan	7 menit	12 volt	56 °C
	20 Lilitan	7 menit	12 volt	48°C
	40 Lilitan	7 menit	12 volt	42 °C
	10 Lilitan	7 menit	12 volt	38 °C

	9 Lilitan	7 menit	12 volt	35 °C
	20 Lilitan	7 menit	12 volt	30 °C

Keadaan suhu pada coil dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu bentuk coil, jumlah lilitan, dan jenis bahan kawat email. Kesehatan coil juga dapat di amati melalui keadaan fisiknya, apabila coil tertutup oleh lapisan email yang sempurna tanpa ada lapisan email yang terkelupas maka coil dapat dikatakan sehat. Namun apabila pada keadaan fisik coil terdapat cacat atau kawat email terkelupas maka coil dikatakan tidak sehat dan dapat terjadi konsleting, karena hal ini dapat mempengaruhi induktansi dan juga pembentukan elektromagnetik tidak maksimal. Oleh sebab itu pada pembuatan prototype pengisian daya nirkabel untuk mengoptimalkan kinerja EV dipilih coil transmitter berbentuk lingkaran dengan jumlah lilitan sebanyak 40 dan coil receiver berbentuk lingkaran dengan jumlah lilitan sebanyak 20 karena menurut hasil pengujian kedua coil ini yang memiliki hasil lebih unggul dari coil yang lain.

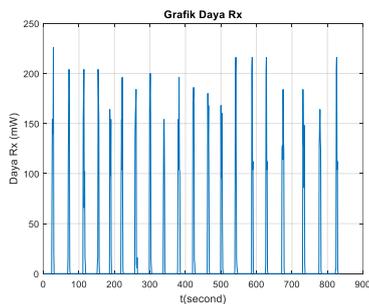
#### 4.2 Hasil Implementasi Pengujian Daya Nirkabel dengan Metode DWCS

Hasil pengujian prototype pengisian daya nirkabel dengan metode DWCS pada sub bab berikut ini merupakan hasil implementasi dari teori tentang pengisian daya nirkabel dengan metode DWCS. Pengujian dengan metode ini dilakukan sebanyak 20 lap dan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 6.

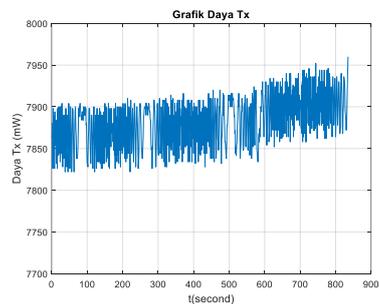
**Tabel 6.** Hasil Pengujian DWCS 20 Lap

No	Vc	dt (s)	Energi (mJoule)	Energi (Joule)
1	3,7	0,57	136	0,0136
2	3,5	0,58	435	0,0435
3	3,4	0,62	622	0,0622
4	3,3	0,59	672	0,0672

Dapat diamati pada Tabel 6 bahwa dari beberapa pengujian yang dilakukan dengan menggunakan metode DWCS dengan kondisi kecepatan atau voltase yang berbeda maka energi yang diterima akan semakin besar. Dapat disimpulkan berdasarkan data yang terdapat pada Tabel 6 bahwa kecepatan EV ketika melintasi trek dapat mempengaruhi proses pengisian daya, kecepatan mempengaruhi proses bertemunya coil *transmitter* dan *receiver* apabila semakin lambat laju EV maka durasi pertemuan coil akan semakin lama sehingga transfer energi dapat berlangsung dengan baik. Oleh sebab itu semakin rendah kecepatannya maka semakin besar energinya. Grafik daya receiver dan transmitter dapat dilihat pada Gambar 9 dibawah ini.



(a)



(b)

**Gambar 9.** Gambar (a) Merupakan Grafik Daya Receiver dan Gambar (b) merupakan Grafik Daya Transmitter

Dapat diamati bahwa grafik daya DWCS jika kedua coil bertemu maka daya akan meningkat, hal ini dapat diamati dari kenaikan grafik hingga titik puncak. Kemudian apabila EV sudah melintasi circuit yang tertanam coil maka daya akan menurun, hal ini dapat diamati dari penurunan grafik. Ketika kedua coil tidak saling bertemu maka tidak akan ada daya yang diterima hal ini disebabkan karena induksi elektromagnetik yang dipancarkan oleh transmitter tidak dapat dijangkau oleh coil receiver. Jarak juga mempengaruhi baik buruknya transfer energi semakin dekat jarak antar coil pemancar dan penerima maka akan semakin energi yang masuk, begitupun sebaliknya apabila jarak antar coil jauh maka akan semakin sedikit energi yang dapat diterima bahkan

tidak ada energi yang masuk. Berbeda dengan receiver, pada kondisi DWCS ini transmitter tetap menghasilkan energi dan gelombang elektromagnetik. Ada maupun tidak ada EV yang melintas diatas circuit, coil transmitter yang terletak dibawah circuit akan tetap mampu menghasilkan daya. Transmitter menghasilkan daya yang konstan dimana daya yang dihasilkan berkisar antara 7800 – 7900 mW dan energi yang dihasilkan dalam 0,6 detik sebesar 5,17 Joule.

#### 4.3 Hasil Perbandingan Efisiensi dengan Metode SWCS dan DWCS pada *Transmitter* dan *Receiver*

Setelah mengetahui nilai besaran energi, tahap selanjutnya adalah menganalisa tingkat efisiensi yang dihasilkan dari masing – masing pengujian dengan kondisi kecepatan dan durasi yang berbeda – beda. Nilai efisiensi pengisian daya nirkabel ini berguna untuk mengetahui tingkat efektivitas dari alat pengisian daya yang telah dibuat. Nilai efisiensi dari masing – masing pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.5.

**Tabel 7.** Tabel Perbandingan Efisiensi

No	V	Efisiensi (%)	
		Statis	Dinamis
1	3,7	7,650 %	0,003055 %
2	3,5	7,650 %	0,911802 %
3	3,4	7,650 %	1,257098 %
4	3,3	7,650 %	1,429724 %

Pada Tabel 7 diatas dapat diperhatikan perbandingan efisiensi dari 4 percobaan pengisian daya nirkabel dengan dua metode yang berbeda yaitu statis dan dinamis. Pada metode statis efisiensi dari pengisian daya nirkabel lebih besar yaitu 7,650 % hal ini dikarenakan dengan metode ini kedua coil bertemu dengan intens sehingga transfer daya yang masuk juga besar. Dibandingkan dengan metode dinamis efisiensi yang di dapatkan sangat kecil. Dapat diamati pada tegangan baterai 3,7 volt yang dimana ini merupakan kecepatan tertinggi efisiensi yang dihasilkan hanya 0,003055 % hal ini dikarenakan pertemuan coil dengan durasi yang singkat maka mengakibatkan efisiensi yang dihasilkan kecil. Pada tegangan baterai terendah yaitu 3,3 volt efisiensi yang dihasilkan juga meningkat menjadi 1,429724 % hal ini dikarenakan semakin pelan laju EV maka durasi pertemuan coil juga akan semakin lama sehingga transfer daya yang masuk juga akan semakin bagus, yang dimana hal ini akan membuat efisiensi pengisian daya meningkat.

#### 5. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dari hasil pengamatan dan pengujian dalam tahapan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

- Infrastruktur yang direkomendasikan untuk penerapan teknologi ini adalah jalan yang rata dan terdapat jalur khusus untuk meletakkan alat *transmitter* agar tidak mengganggu pengguna jalan lain yang sedang tidak mengisi baterai.
- Nilai efisiensi yang rendah juga dipengaruhi karena belum diketahui losses pemancar dan losses penerima. Oleh sebab itu nilai efisiensi yang didapatkan tidak maksimal.
- Pemilihan desain coil sangat berpengaruh pada capaian penelitian untuk pengisian daya nirkabel ini. Pada penelitian ini memilih coil dengan jumlah lilitan sebanyak 40 untuk coil *transmitter* dan 20 lilitan untuk coil *receiver*.

Dalam proses pengerjaan tugas akhir ini tentu tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan dari setiap prosesnya. Oleh karena itu, penulis mempertimbangkan beberapa saran untuk mengembangkan penelitian ini, yaitu :

- Pada penelitian mendatang dapat melakukan penelitian mengenai desain coil terlebih dahulu, karena coil merupakan faktor terpenting dalam keberhasilan proyek pengembangan pengisian daya nirkabel.
- Pada penelitian mendatang dapat menambahkan coil disseluruh lintasan. Agar ketika EV melintas disepanjang lintasan selalu mendapatkan suplai daya yang maksimal.
- Pada penelitian mendatang dapat menerapkan sistem IoT untuk pengambilan datanya, sehingga tidak terkendala panjang kabel USB ataupun resiko kabel terlilit saat proses pengambilan data.

## Refrensi

- [1] Studi menunjukkan antusiasme Indonesia terhadap kendaraan listrik”. (n.d.). Nissan. <https://nissan.co.id/new-press/artikel/studi-menunjukkan-antusiasme-indonesia-terhadap-kendaraan-listrik/>. Diakses pada 22 Februari 2021.
- [2] Jang, Y. J. (2018). “Survey of the operation and system study on wireless charging electric vehicle systems”. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 95, 844-866. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2018.04.006>
- [3] Sun, L., Ma, D., & Tang, H. (2018). “A review of recent trends in wireless power transfer technology and its applications in electric vehicle wireless charging. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*”, 91, 490-503. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.016>
- [4] S.Yuvaraja., et al. “ A Comprehensive Review of the On-Road Wireless Charging System for E-Mobility Applications”. Electric Vehicle Charging Research Centre, Department of Electrical and Electronics Engineering, SRM Institute of Science and Technology, Chennai, India, published: 07 July 2022 doi: 10.3389/fenrg.2022.926270.
- [5] Maestre, S. (2021, August 10). “How does wireless power transmission work?” *CircuitBread*. <https://www.circuitbread.com/ee-faq/how-does-wireless-power-transmission-work>
- [6] Muhammad Amjad, Muhammad Farooq-i-Azam, Qiang Ni, Mianxiong Dong, Ejaz Ahmad Ansari, Wireless charging systems for electric vehicles, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 167, 2022, 112730, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112730>., PublishedURL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032122006190>
- [7] Patil, Devendra, et al. "Dynamic Power Transfer for Electric Vehicle." *Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE)*, 2019 IEEE. IEEE, 2019.
- [8] B,Yash., et al. “Efficient Wireless Charging for Electric Vehicle”. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, ISSN: 2278-0181. Vol.9, Issue 10 October 2020.