



DESIGN SMART CHARGING WIRELESS MENGGUNAKAN BATERAI LEAD ACID DENGAN METODE FUZZY**Bella Putri Ramadhina**Politeknik Negeri Sriwijaya, Teknik Elektro Palembang, Indonesia^{1,2,3}

Bellaputriramadhina@gmail.com

Diterima: 02-08-2022

Review: 10-09-2022

Publish: 15-09-2022

Abstrak:

Saat ini pemanfaatan transfer daya wireless sudah semakin marak. Hal ini dikarenakan transfer daya wireless memiliki kelebihan dimana penggunaannya lebih mudah dikarenakan tidak perlu terjadi kontak secara langsung. Kelebihan ini dapat dimanfaatkan untuk mengisi daya mobile robot secara otomatis. Pada penelitian ini, telah dibuat suatu sistem transfer daya secara wireless yang diperuntukkan pada stasiun pengisian baterai. Sistem transfer daya yang telah terealisasi berupa prototype fungsional yang mampu mengisi daya baterai lead-acid 12 Volt dengan kapasitas 4,5 Ah. Metode transfer daya wireless yang digunakan adalah metode resonant inductive coupling yang dapat bekerja secara optimal pada frekuensi 91 kHz berdasarkan iterasi percobaan dari frekuensi 30 kHz-150 kHz. Pembangkitan listrik AC dengan frekuensi tersebut menggunakan H-Bridge yang dikontrol dengan mikrokontroler nodemcu esp8266. Transfer daya wireless dapat berfungsi secara optimal pada jarak 20 cm. Pada sistem pengisian daya terdapat kontrol pengisian daya constant current-constant voltage (CC-CV). Dengan adanya metode kontrol CC-CV, maka diharapkan sistem dapat mengisi daya lebih cepat dan menjaga keawetan baterai lebih lama jika dibandingkan dengan metode kontrol CC atau CV saja. Pada penelitian ini parameter transfer daya nirkabel antara lain jenis rangkaian kompensasi, jarak, dan duty cycle dari sumber DC, telah diuji hingga didapatkan efisiensi mencapai 52 persen pada jarak sejauh 20 centimeter.

Kata kunci: Kontrol Pengisian Daya; Resonant Inductive Coupling; Transfer Daya Nirkabel.**Abstract:**

Currently the use of wireless power transfer is increasingly widespread. This is because wireless power transfer has the advantage that it is easier to use because there is no need for direct contact. This advantage can be used to automatically charge the mobile robot. In this research, a wireless power transfer system has been created for battery charging stations. The power transfer system that has been realized is in the form of a functional prototype capable of charging a 12 Volt lead-acid battery with a capacity of 4.5 Ah. The wireless power transfer method used is the resonant inductive coupling method which can work optimally at a frequency of 91 kHz based on experimental iterations from a frequency of 30 kHz-150 kHz. AC power generation with this frequency uses the H-Bridge which is controlled by the nodemcu esp8266 microcontroller. Wireless power transfer can function optimally at a distance of 20 cm. In the charging system there is a constant current-constant voltage (CC-CV) charging control. With the CC-CV control method, it is hoped that the system can charge faster and maintain battery life longer when compared to the CC or CV control method alone. In this study, the parameters of wireless power transfer, including the type of compensation circuit, distance, and duty cycle from a DC source, have been tested until the efficiency reaches 52 percent at a distance of 20 centimeters.

Keywords: Charging Control; Resonant Inductive Coupling; Wireless Power Transfer.Corresponding: Bella Putri Ramadhina
E-mail: Bellaputriramadhina@gmail.com

PENDAHULUAN

Ide untuk melakukan transfer daya secara nirkabel telah muncul sejak abad ke Sembilan belas dimana Heinrich Hertz dan Nikola Tesla mengajukan teori yang menyatakan bahwa transfer daya secara nirkabel dapat diwujudkan (Haq, 2018). Penelitian mengenai transfer daya nirkabel terus dilakukan hingga pada tahun 2007 sekelompok mahasiswa MIT melakukan publikasi secara terbuka mengenai hasil pencapaian mereka dalam mentransfer daya secara *wireless* untuk menghidupkan lampu dari jarak 2 meter (Matarru, Boedoyo, & Yusgiantoro, n.d.).

Pemanfaatan dari transfer daya *wireless* cukup beragam, mulai dari bidang kedokteran hingga industri. Pada bidang kedokteran atau medis, transfer daya nirkabel digunakan untuk mensuplai daya perangkat-perangkat elektronik implant pada tubuh seorang pasien (Matarru et al., n.d.).

Pada bidang industri pemanfaatan transfer daya nirkabel dapat digunakan pada perangkat-perangkat yang diletakkan di tempat yang berbahaya. Dengan tidak adanya kabel maka dapat mengurangi resiko terjadinya short-circuit. Selain itu, industri-industri *gadget* seperti Samsung dan *Apple* juga sudah mulai memproduksi *wireless charger* untuk digunakan pada produk *smartphone* mereka. Selain itu, industri otomotif juga mulai mengembangkan sistem transfer daya nirkabel untuk mengisi daya mobil listrik produksi mereka (Chian et al., 2019), (Bayya, Rao, Rao, & Muthukrishnan, 2018).

Salah satu permasalahan pada sistem transfer daya *wireless* yang telah diterapkan adalah lamanya waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *charging* pada suatu perangkat elektronik (Serhan & Ahmed, 2018). Hal ini dikarenakan daya yang ditransfer oleh sistem cenderung konstan tanpa memdulikan kondisi daya yang tersedia pada baterai yang diisi.

Namun transfer daya nirkabel ini sendiri memiliki kelemahan dimana efisiensi daya yang ditransfer masih sangat rendah, yaitu di kisaran angka 40 persen (Hardjono et al., 2020). Hal ini tentunya merupakan sebuah kerugian yang berdampak pada daya yang sampai pada *receiver* WPT jauh lebih kecil dibandingkan daya yang dikirim sehingga pengisian daya baterai 3 akan memakan waktu yang lebih lama.

Selain permasalahan pada efisiensi, *wireless power transfer* juga memiliki kekurangan dimana daya yang ditransfer khususnya dengan metode *inductive coupling* cukup rendah. Padahal untuk dapat digunakan pada *charger station mobile robot* sistem ini harus dapat mentransfer daya setidaknya dalam kisaran angka 10 Watt dan memiliki kontrol daya untuk mengendalikan daya yang ditransfer untuk mempercepat pengisian daya dan memperpanjang usia baterai yang digunakan.

Untuk meningkatkan efisiensi dari *wireless power transfer* kita dapat meninjau kembali metode transfer daya *wireless* yang digunakan. Salah satu metode yang umum digunakan pada sistem transfer daya *wireless* adalah metode resonant inductive coupling. Metode ini banyak digunakan karena memerlukan rangkaian yang relatif sederhana dan tuning frekuensinya lebih mudah namun tetap memiliki efisiensi yang relatif tinggi (Suryoatmojo, 2020).

Dari hal-hal yang telah dijelaskan diatas, maka penulis memilih judul **“DESAIN SMART CHARGING WIRELESS MENGGUNAKAN BATERAI LEAD ACID DENGAN METODE FUZZY”**.

Penelitian pada tugas akhir ini bertujuan 1. Menerapkan metode fuzzy pada smart charging *wireless* pada baterai lead acid. 2. Mengetahui cara kerja dan perancangan sistem kontrol fuzzy pada smart charging *wireless* pada baterai lead acid.

Wireless power transfer atau transfer daya nirkabel menggunakan medan elektromagnetik untuk mentransfer energi antara dua benda (Wang & Zhu, 2020). Hal ini biasanya dilakukan dengan menggunakan metode induktif. Energi dikirim melalui kumparan ke perangkat listrik, yang kemudian

dapat menggunakan energi itu untuk mengisi baterai atau menjalankan perangkat (Wang & Zhu, 2020).

Tahap-tahap transfer daya secara nirkabel dari secara umum dapat ditinjau pada diagram pada gambar 2.1. Pada sub-sistem *transmitter* terdapat sumber daya dari sistem dapat berupa listrik dari jala-jala listrik maupun dari sumber DC. Listrik dari sumber tersebut kemudian diolah RF *amplifier* agar beresilasi pada frekuensi radio. Kemudian sinyal akan dikirimkan melalui resonator sumber menuju resonator perangkat. Pada diagram gambar 1 garis putus-putus menunjukkan bahwa antara sub-sistem *transmitter* dan *receiver* tidak terhubung secara fisik menggunakan kabel.

Impedance matching network (IMN) atau rangkaian kompensasi pada sub-sistem *transmitter* dan *receiver* memiliki fungsi mengurangi rugi-rugi daya yang diakibatkan *mismatch* impedansi antara resonator sumber dengan resonator perangkat (Chian et al., 2019). *Mismatch* impedansi dapat terjadi jika beban pada resonator berubah atau terjadi perpindahan posisi pada kumparan.

Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi yang tinggi adalah dengan meningkatkan Q factor dari antenna yaitu kumparan *transmitter* dan *receiver*.

Baterai merupakan satu atau lebih sel elektrokimia yang terhubung secara elektrik yang mempunyai terminal atau kontak yang berfungsi sebagai sumber energi listrik [30]. Tegangan yang terdapat pada baterai sebesar 12 volt dan arus pada baterai merupakan arus DC atau arus searah (Arif, Lie, Seet, Ayyadi, & Jensen, 2021).

Pada baterai terjadi proses elektrokimia yang *reversible* (dapat berkebalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Proses elektrokimia *reversible* merupakan berlangsungnya proses pengubahan energi kimia menjadi energi listrik, perubahan ini terjadi saat proses pengosongan dan sebaliknya, berlangsungnya proses pengubahan energi listrik menjadi energi kimia pada saat pengisian (Wang & Zhu, 2020).

METODE PENELITIAN

Merupakan metode dengan cara mencari dan mengumpulkan literatur pada pembuatan laporan akhiri ini, antara lain melalui jurnal, buku, dll.

Merupakan metode dengan cara melakukan perancangan dan pengujian terhadap alat yang dibuat sebagai acuan untuk mendapatkan data-data hasil pengukuran dan penelitian alat, sehingga dapat dibandingkan dengan teori dasar yang telah dipelajari sebelumnya.

Merupakan metode dengan cara melakukan wawancara dan diskusi langsung kepada dosen Politeknik Negeri Sriwijaya khususnya dosen pembimbing di Program Studi Teknik Elektronika dan teman-teman di Universitas atau Politeknik lainnya.

Perancangan alat bertujuan untuk menghasilkan sebuah alat yang berfungsi dengan baik sesuai dengan yang telah ditujukan. Selain itu, perancangan juga berguna dalam menentukan komponen dan alat yang dibutuhkan dalam pembuatan alat. Perancangan merupakan suatu langkah awal dalam menentukan tugas akhir ini. Pada perancangan diperlukan pemahaman yang jelas tentang alat yang dibuat dan beberapa langkah percobaan yang dilakukan agar memperoleh hasil yang sesuai dengan yang diinginkan. Pada proses rancang bangun tugas akhir, tentu saja dibutuhkan sumber - sumber yang dapat dijadikan acuan dalam menyelesaikan perancangan alat, sehingga alat yang dikerjakan mendapat hasil yang maksimal serta sesuai dengan yang telah ditujukan. Perancangan sistem diawali dengan merancang atau mendesain suatu sistem, lalu menentukan komponen pendukung agar sistem dapat bekerja dengan baik. Dalam perancangan sistem alat ini, langkah-langkah yang dilakukan yaitu menentukan komponen masukan (input), pengendali (controller), dan keluaran (output). Komponen yang digunakan harus sesuai dengan datasheet atau buku panduan, agar tidak terjadi kesalahan dan kerusakan komponen pada saat perancangan. Perancangan sistem terdiri dari perancangan elektronik dan perancangan mekanik.

Setelah data dikumpulkan melalui pengukuran pada sistem menggunakan instrumen yang telah ditetapkan, maka tahapan selanjutnya adalah melakukan pengolahan data. Pengolahan data difungsikan untuk mempermudah dalam pembuatan analisa. Adapun metode pengolahan data yang di gunakan dalam penelitian ini adalah metode *fuzzy logic* dengan bantuan fungsi *fuzzy* yang terdapat pada aplikasi Matlab.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan Pengujian Alat

Pengujian merupakan tahap terpenting dalam pembuatan suatu alat yang bertujuan untuk mengetahui apakah alat yang dibuat dapat bekerja dengan baik atau tidak, serta sesuai atau tidak dengan datasheet komponen yang dipakai (Genaldo, Septyawan, Surahman, & Prasetyawan, 2020). Pada bab ini akan membahas hasil pengujian desain smart charging wireless menggunakan baterai lead acid, dimana parameter yang diukur adalah tegangan, arus, dan suhu charging serta tegangan baterai.

Alat Pendukung Pengujian

Ada beberapa alat yang digunakan untuk melakukan pengukuran komponen/sensor pada charging yaitu sebagai berikut :

1. Multimeter

Multimeter digunakan untuk menampilkan tegangan yang dihasilkan pada keluaran tiap titik pengukuran yang telah ditentukan. Multimeter yang digunakan adalah multimeter digital.

2. Kabel Penghubung

Digunakan sebagai kabel penghubung berupa kabel yang menghubungkan antara alat pengukuran dengan titik pengukuran yang telah ditentukan.

3. PC/Laptop

Digunakan untuk melihat tampilan komunikasi serial agar dapat mengetahui nilai sensor.

Metode Pengujian Alat

Metode pengujian alat dilakukan dengan menggunakan metode observasi dan perbandingan nilai yang telah diatur dan nilai yang dibaca oleh sensor yang dilakukan secara langsung oleh penulis untuk mendapatkan data yang sesuai dan akurat dari pengaplikasian sensor PZEM-017t untuk mendeteksi tegangan dan arus charging dengan monitoring menggunakan data yang ditampilkan pada Human Machine Interface (HMI) dari data yang telah dibuat.

Data Hasil Pengujian

Pengujian Sensor PZEM-017t

Berikut merupakan data hasil pengujian tegangan dan arus charging serta tegangan baterai menggunakan sensor pzem-017t yang dihasilkan charging selama 120 detik.

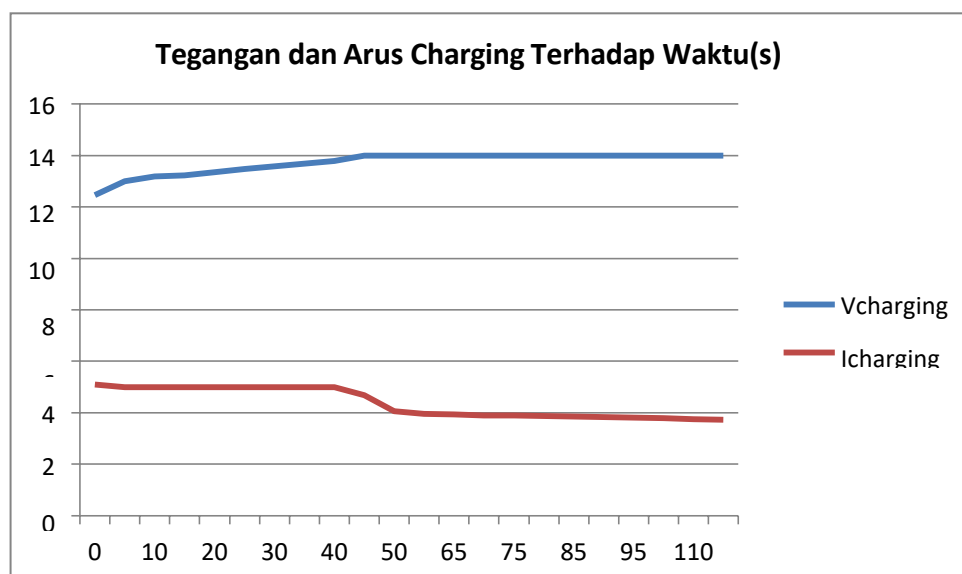
Tabel 1 Pengujian Sensor PZEM-017t

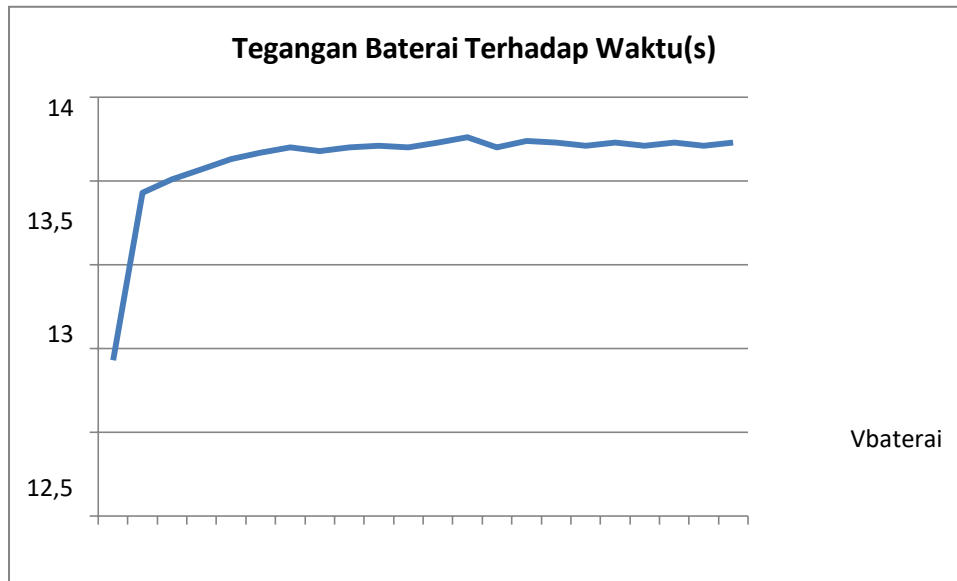
Waktu (t)	Vcharging	Icharging	Vbaterai
0	12,45	5,10	12,43
5	13,00	5,00	13,43
10	13,19	5,00	13,51
15	13,23	5,00	13,57

20	13,35	5,00	13,63
25	13,47	5,00	13,67
30	13,58	5,00	13,70
35	13,68	5,00	13,68
40	13,78	5,00	13,70
45	13,99	4,68	13,71
50	14,00	4,06	13,70
60	13,99	3,95	13,73
65	13,99	3,93	13,76
70	13,99	3,9	13,70
75	13,99	3,89	13,74
80	13,99	3,87	13,73
85	14,00	3,85	13,71
90	14,00	3,83	13,73
95	14,00	3,81	13,71
100	14,00	3,8	13,73
110	14,00	3,76	13,71
120	14,00	3,73	13,73

Pada tabel 4.2 penjabaran nilai pembacaan tegangan dan arus charging dapat diamati bahwa pada detik ke-0 hingga ke-40 terjadi pengisian constant current (CC) sebesar 5A dan pengisian constant voltage (CV) sebesar 14,00 V yang dipengaruhi oleh pengaturan CC-CV pada CC-CV stepdown converter. Namun masih terjadi selisih antara nilai sensor dan nilai yang telah diatur pada stepdown converter. Dari hasil pembacaan tegangan dan arus ini kemudian diolah melalui pemrosesan data oleh arduino untuk dijadikan sebagai nilai referensi dalam mengendalikan pengaktifan beban berupa charging yang akan di ON/OFF kan oleh relay.

Gambar 1 Grafik Pengukuran Tegangan dan Arus Charging Terhadap Waktu





Gambar 2 Grafik Pengukuran Tegangan Baterai Terhadap Waktu

Tabel 2 Pengujian Sensor Pzem-017t pada saat Constant Current(CC)

Waktu (t)	Icharging yang dibaca sensor (A)	Icharging yang sebenarnya (A)	Selisih	Error
0	5,10	5,00	0,10	1,96%
5	5,00	5,00	0	0%
10	5,00	5,00	0	0%
15	5,00	5,00	0	0%
20	5,00	5,00	0	0%
25	5,00	5,00	0	0%
30	5,00	5,00	0	0%
35	5,00	5,00	0	0%
40	5,00	5,00	0	0%
45	4,68	5,00	0,32	6,83%
Nilai rata-rata error				0,879%

Error ratall

Pada pengujian saat constant current (CC), terdapat error antara nilai yang sebenarnya yang telah diatur pada CC-CV stepdown converter dengan nilai yang dibaca oleh sensor. Nilai error pada pengujian ini dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Error} = \frac{(\text{nilai yang diterima} - \text{nilai percobaan})}{\text{nilai diterima}} \times 100\%$$

Tabel 3 Pengujian Sensor Pzem-017t pada saat Constant Voltage(CV)

Waktu (s)	Vcharging yang dibaca sensor (Vdc)	Vcharging yang sebenarnya (Vdc)	Selisih	Error
50	14,00	14,00	0	0%

60	13,99	14,00	0,01	0,71%
65	13,99	14,00	0,01	0,71%
70	13,99	14,00	0,01	0,71%
75	13,99	14,00	0,01	0,71%
80	13,99	14,00	0,01	0,71%
85	14,00	14,00	0	0%
90	14,00	14,00	0	0%
95	14,00	14,00	0	0%
100	14,00	14,00	0	0%
110	14,00	14,00	0	0%
120	14,00	14,00	0	0%
Nilai rata-rata <i>error</i>				0.295
				%

Pada pengujian saat constant voltage (CV), terdapat error antara nilai yang sebenarnya yang telah diatur pada CC-CV stepdown converter dengan nilai yang dibaca oleh sensor. Nilai error pada pengujian ini dapat dihitung sebagai berikut :

$$Error = \frac{(\text{nilai yang diterima} - \text{nilai percobaan}) \times 100\%}{\text{nilai diterima}}$$

Data Hasil Pengujian Sensor DHT22

Berikut merupakan data hasil pengujian suhu pada sensor DHT22 yang dihasilkan charging selama 120 detik :

Data Hasil Pengukuran Fuzzy Logic

Setelah dilakukan pengujian dari hasil pembacaan arus dan tegangan sensor terhadap charging baterai. Maka penulis menggunakan software MATLAB untuk mengolah data tersebut menggunakan metode *fuzzy logic* dengan memasukkan keanggotaan sesuai data masing – masing dari hasil pengujian dan outputnya adalah tegangan baterai yang diisi.

KESIMPULAN

Hasil pengujian atas model yang diajukan menunjukkan hasil yang baik. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada Mahasiswa STMIK, mengenai perilaku pengguna aplikasi PeduliLindungi, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: 1. Variabel Perceived Ease of Use tidak berpengaruh signifikan H01 diterima terhadap variabel Attitude Toward Using, disimpulkan bahwa variabel Perceived Ease Of use secara parsial tidak berpengaruh terhadap variabel Attitude Toward Using. 2. Variabel Perceived Usefulness berpengaruh signifikan positif terhadap variabel Attitude Toward Using dikarenakan nilainya yang baik dan mempunyai hubungan yang positif. 3. Variabel Behavioral Intention to Use berpengaruh signifikan positif terhadap variabel Attitude Toward Using dikarenakan nilainya yang baik dan mempunyai hubungan yang positif. 4. Variabel Perceived Ease of Use, Perceived Usefulness dan Behavioral Intention to Use (X1, X2, dan X3) berpengaruh signifikan positif terhadap variabel Attitude Toward Using dikarenakan nilainya sama baik dan mempunyai hubungan yang positif.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, Syed Muhammad, Lie, Tek Tjing, Seet, Boon Chong, Ayyadi, Soumia, & Jensen, Kristian. (2021). Review of electric vehicle technologies, charging methods, standards and optimization techniques. *Electronics*, 10(16), 1910.
- Bayya, Madhuri, Rao, U. M., Rao, BVVSN Prabhakara, & Muthukrishnan, N. Moorthy. (2018). Comparison of voltage charging techniques to increase the life of lead acid batteries. *2018 IEEE International Symposium on Smart Electronic Systems (ISES)(Formerly INIS)*, 279–284. IEEE.
- Chian, T. Y., Wei, W. L. J., Ze, E. L. M., Ren, L. Z., Ping, Y. E., Bakar, N. A., Faizal, M., & Sivakumar, S. (2019). A review on recent progress of batteries for electric vehicles. *International Journal of Applied Engineering Research*, 14(24), 4441–4461.
- Genaldo, Rahmad, Septyawan, Tri, Surahman, Ade, & Prasetyawan, Purwono. (2020). Sistem Keamanan Pada Ruangan Pribadi Menggunakan Mikrokontroler Arduino dan SMS Gateway. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 1(2), 46–52.
- Haq, Muhamad Amirul. (2018). *Rancang bangun sistem pengisian baterai nirkabel menggunakan mikrokontroler teensy*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Hardjono, Benny, Widjaja, Andree E., Kom, S., M Gracio AR, M. T., Tjahyadi, Hendra, Haryani, Calandra Alencia, SE, S., & Renatan, Winston. (2020). *Komunikasi Nirkabel: dengan Aplikasinya di Bidang Telekomunikasi dan Informatika*. Penerbit Andi.
- Matarru, Andre Amba, Boedoyo, M. Sidik, & Yusgiantoro, Purnomo. (n.d.). *ANALISA PENGEMBANGAN FAST CHARGING SYSTEM UNTUK IMPLEMENTASI KENDARAAN LISTRIK ANALYSIS OF FAST CHARGING SYSTEM DEVELOPMENT FOR ELECTRIC VEHICLE IMPLEMENTATION*.
- Serhan, Hany A., & Ahmed, Emad M. (2018). Effect of the different charging techniques on battery life-time. *2018 International Conference on Innovative Trends in Computer Engineering (ITCE)*, 421–426. IEEE.
- Suryoatmojo, H. (2020). Design Li-Po battery charger with buck converter under partially CC-CV method. *2020 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*, 101–106. IEEE.
- Wang, Pengcheng, & Zhu, Changqing. (2020). Summary of lead-acid battery management system. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 440(2), 22014. IOP Publishing.