

# Rancang Bangun Stasiun pengisian kendaraan Listrik Umum (SPKLU) Berbasis Koin Dengan Solar Panel Sebagai Sumber Energi

Yunardhika Wahyu Pratama<sup>1)</sup>, Indah Sulistiyowati, S.T.,M.T<sup>\*,2)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

<sup>2)</sup> Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia  
indah\_sulistiyowati@umsida.ac.id

**Abstract.** With the rise of electric transportation as a sustainable alternative, the need for efficient charging infrastructure becomes paramount. Public Electric Vehicle Charging Stations (SPKLU) play a pivotal role in facilitating long-distance travel and curbing greenhouse gas emissions. To enhance accessibility and availability for electric vehicle users, this study proposes an innovative coin-based SPKLU system integrating solar energy. By harnessing solar power, the station not only reduces its environmental footprint but also cuts down on operational expenses. Economic feasibility was also evaluated, rendering it an attractive option for stakeholders, including authorities, businesses, and communities invested in promoting electric vehicle adoption. The findings reveal that a mere Rp 7000 coin suffices to fully charge a 20Ah battery, underscoring the affordability and efficacy of the proposed system.

**Keywords** - solar panel, charging stations, SPKLU, electric vehicle

**Abstrak.** Transportasi listrik menjadi semakin populer sebagai pilihan lain penggunaan energi ramah lingkungan dalam bentuk transportasi. Untuk mendukung pengembangan transportasi listrik, diperlukan infrastruktur pengisian daya yang efisien dan mudah diakses. Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) telah menjadi bagian primer dalam mendukung perjalanan jangka panjang dan mengurangi dampak emisi gas rumah kaca terhadap lingkungan. Dengan tujuan untuk meningkatkan ketersediaan SPKLU dan memperluas aksesibilitas bagi pengguna kendaraan listrik, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem SPKLU inovatif berbasis koin yang juga memanfaatkan energi surya melalui panel surya. Dengan menggunakan energi surya sebagai sumber utamanya, stasiun ini dapat mengurangi dampak lingkungan dan mengurangi biaya operasional. Selain itu, studi ini juga mencakup analisis ekonomis. Hal ini menjadikannya solusi yang menarik bagi pemerintah, pemilik bisnis, dan masyarakat yang ingin mendukung penerapan kendaraan listrik. Hasil penelitian ini didapatkan dalam sekali pengecasan penuh baterai 20Ah hanya memerlukan uang koin Rp 7000.

**Kata Kunci** - Solar Panel, Charger Station, SPKLU, Berbasis Koin, Kendaraan Listrik

## I. PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, telah terjadi peningkatan perhatian publik yang signifikan terhadap transportasi berkelanjutan, yang didorong oleh kesadaran lingkungan yang meningkat terkait dampak buruk emisi gas rumah kaca dan ketergantungan pada bahan bakar fosil[1]. Untuk mengurangi polusi dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar tradisional, kendaraan listrik telah menjadi terkenal sebagai alternatif yang layak[2]. Infrastruktur yang sesuai untuk pengisian daya, bagaimanapun, adalah salah satu kendala yang terkait dengan kemajuan teknologi mobil listrik[3].

Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) adalah kunci dalam mendorong adopsi kendaraan listrik dengan menyediakan akses yang mudah dan nyaman untuk pengisian baterai[4][5]. Dukungan pemerintah Indonesia untuk mobil listrik dinyatakan dalam Peraturan Presiden No. 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (Battery-Based Transportation)[6]. Peraturan tersebut juga membahas tentang insentif yang akan diberikan untuk mendorong percepatan konversi kendaraan berbasis listrik[7].

Namun, ketersediaan SPKLU yang terbatas dan ketergantungan terhadap sumber daya energi konvensional menjadi kendala dalam pengembangan infrastruktur pengisian daya kendaraan listrik[8]. Dalam konteks ini, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan konsep inovatif untuk SPKLU yang dapat menjawab beberapa tantangan tersebut[9]. Pendekatan ini akan mengintegrasikan pengisian daya berbasis koin dan pemanfaatan panel surya sebagai sumber energi alternatif[10]. Penggunaan akseptor koin sebagai penerima pembayaran memberikan fleksibilitas kepada pengguna kendaraan listrik untuk membayar hanya sesuai dengan kebutuhan mereka, sementara panel surya membantu mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional[11].

Dari segi perencanaan, sistem ini memiliki alur kerja yang sederhana. Ketika pembangkit listrik tenaga surya menyerap cahaya, listrik yang dihasilkan akan disimpan di dalam baterai prototipe SPKLU. Dan ketika akseptor koin menerima koin. Bagian tersebut akan dibaca dan dikalibrasi, kemudian jumlah energi yang diperoleh dari koin tersebut. Data koin akan dikirim dan diproses oleh Wemos D1 mini, kemudian nilai koin akan terbaca oleh layar LCD. Sensor PZEM 004 berperan sebagai pengukur energi yang digunakan, yang kemudian ditampilkan pada aplikasi blynk

### 1.1. SPKLU

Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) adalah infrastruktur yang digunakan untuk pengisian daya kendaraan listrik seperti mobil listrik, mobil hybrid, dan kendaraan listrik lainnya [12]. Keberadaan stasiun pengisian daya perlu diperbanyak untuk mendukung jumlah kendaraan listrik yang terus bertambah di Indonesia. SPKLU di Indonesia ada yang dibangun oleh PLN dan juga oleh pihak lain. SPKLU yang dibangun oleh pihak lain disebut sebagai SPKLU non-PLN. Berdasarkan survei online, berikut ini adalah lokasi SPKLU non-PLN yang telah dibangun pada tahun 2021 dan 2022.

*Table 1 Lokasi SPKLU non-PLN*

No	Lokasi	perusahaan	Jumlah
1	Jakarta, BPPT Thamrin	BPPT	1
2	Banten, B2TKE - BPPT Serpong	BPPT	2
3	Sumba, BPPT	BPPT	1
4	Bandung, BPPT-LEN	BPPT - LEN	1
5	Kuningan Gas Station, Jakarta,	Pertamina	4
6	Pertamina Centre Jakarta,	Pertamina	1
7	Plaza Indonesia, Jakarta	Mercedes-Benz	1
8	Jakarta, Pacific Place	Tesla	2
9	Jakarta, Mampang Blue Bird	Blue Bird	12
10	PLTA Cirata	PJB	2
11	Banten, Bandung Soekarno Hatta	API	2
12	Jakarta	Transjakarta	1
13	Jakarta	Mitsubishi	15
14	Banten, Pool grab BSD	Grab	20
Total			65

## 1.2. Solar Panels



*Gambar 1 Solar Panel*

Panel surya adalah perangkat elektronik yang dirancang untuk menangkap energi matahari dan mengubahnya menjadi tenaga listrik[14]. Penggunaan panel surya menawarkan keuntungan yang signifikan seperti mengurangi emisi gas rumah kaca, mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, dan menghasilkan penghematan biaya jangka panjang untuk listrik[15]. Meskipun investasi awal untuk pemasangan dan pembelian panel surya mungkin relatif tinggi, kemajuan teknologi yang sedang berlangsung diharapkan dapat menurunkan biaya, yang mengarah pada manfaat ekonomi dan lingkungan yang berkelanjutan[16]. Dalam ranah sistem tenaga surya skala kecil, konfigurasi tipikal melibatkan modul surya dengan daya puncak berkisar antara 50 hingga 100 Wp, menghasilkan sekitar 150 hingga 300 Wh listrik per hari[17]. Dalam penelitian ini, panel surya dengan ukuran 100 Wp akan digunakan. Dan baterai 12Ah dengan arus awal 3,6A. Sehingga dapat dihitung untuk baterai panel surya yang terisi penuh dapat dihitung dengan rumus[18]

$$Times = \frac{battery\ capacity}{Current}$$

$$Times = \frac{12}{3,6}$$

$$= 3,3\ hours$$

Dari perhitungan yang didapat untuk mengisi penuh baterai di SPKLU adalah 3,3 jam namun faktor panas dan intensitas cuaca juga cukup berpengaruh terhadap seberapa cepat baterai dapat terisi penuh.

## 1.3. Coin Acceptor Multi

Akseptor koin adalah perangkat elektronik yang dirancang untuk menerima dan mengidentifikasi koin fisik yang dimasukkan ke dalamnya[19]. Coin acceptor ini berfungsi sebagai sensor untuk mendeteksi apakah koin yang dimasukkan konsumen ke dalam SPKLU adalah koin sesuai dengan yang telah ditentukan dalam desain[20]. Coin Acceptor dapat membaca koin dengan membedakan diameternya tetapi sekarang dapat membedakan koin dengan mengukur frekuensi, resonansi, dan detektor logam[21].



*Gambar 2 Coin Acceptor Multi*

Untuk menentukan bentuk dan jumlah koin yang akan digunakan, perlu dilakukan kalibrasi pada coin acceptor[22]. Kalibrasi dilakukan dengan memasukkan koin dengan nilai yang sama sebanyak 20 kali dengan koin yang berbeda sehingga akurasi pembacaan menjadi akurat[23]. Setelah dilakukan kalibrasi, dapat dicek bahwa koin yang tidak terdaftar akan kembali keluar dan tidak diterima oleh coin acceptor[24]. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan koin referensi Rp 500 kuning, Rp 500 putih, dan Rp 1000. Berikut ini adalah tabel pengecekan koin dari koin referensi tersebut.

*Table 2 Koin Referensi Rp 500 kuning*

No	Rp 500 (Kuning)	Rp 500 (Putih)	Rp 1.000
1	√	×	×
2	√	×	×
3	√	×	×
4	√	×	×
5	√	×	×

Referensi koin Rp500 putih

*Table 3 Referensi koin Rp500 putih*

No	Rp 500 (Kuning)	Rp 500 (Putih)	Rp 1.000
1	×	√	×
2	×	√	×
3	×	×	×
4	×	√	×
5	×	√	×

Referensi koin Rp 1000

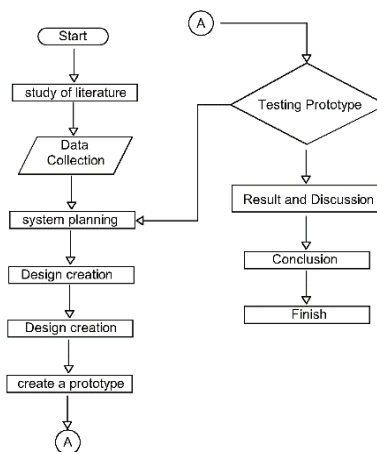
*Table 4 Referensi koin Rp1000*

No	Rp 500 (Kuning)	Rp 500 (Putih)	Rp 1.000
1	×	×	√
2	×	×	√
3	×	×	√
4	×	×	√
5	×	×	√

Tabel di atas adalah pemeriksaan koin setelah kalibrasi, tanda √ berarti koin terbaca sesuai referensi, sedangkan tanda × berarti koin tidak terbaca. Pada saat pengecekan referensi 500 putih ada beberapa koin yang tidak terbaca. Hal ini disebabkan karena koin yang dimasukkan rusak. Oleh karena itu, koin tersebut tidak terbaca..

## II. METODE

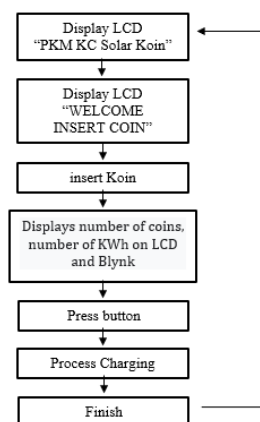
Metode penelitian yang digunakan adalah studi kasus, di mana kami memilih satu lokasi untuk membangun prototipe Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) berbasis koin dengan panel surya. Metodologi penelitian meliputi analisis keuangan dan pemantauan kinerja energi selama periode tertentu. Data finansial meliputi biaya operasional, pendapatan dari penggunaan koin, dan total daya yang diperoleh dari setiap koin. Sementara itu, pemantauan kinerja energi melibatkan pengukuran produksi energi dari panel surya dan penggunaan energi oleh kendaraan yang terisi daya. Berikut ini adalah diagram alir metode desain SPKLU berbasis koin dengan panel surya sebagai sumber energi.



Gambar 3 Flow Diagram

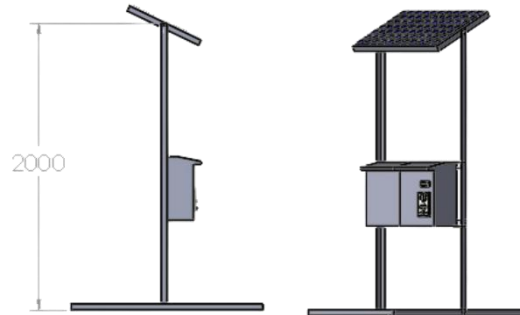
### 2.1 Diagram Alir Program

Program akan berjalan ketika akseptor koin terhubung ke panel surya, dan LCD dapat menyala. Tampilan awal LCD akan menampilkan nama Kelompok PKM. Kemudian akan muncul tampilan “Selamat Datang Masukkan koin”. Ketika coin acceptor memasukkan koin. Sensor pada coin acceptor akan membacanya yang kemudian akan diteruskan ke Wemos. Wemos akan bertindak sebagai pengontrol yang menghitung dan menentukan berapa besar energi yang dapat dihasilkan dari koin yang dimasukkan. Data ini akan diteruskan ke sensor Pzem yang akhirnya dapat dibaca oleh Blynk. LCD akan menampilkan jumlah koin dan output energi koin setelah dihitung. Kemudian, setelah mencolokkan mobil listrik ke stopkontak yang dapat diakses, tombol starter ditekan untuk memulai prosedur pengisian daya. LCD akan menunjukkan berapa banyak energi yang terpakai saat perangkat mengisi daya. Setelah selesai, LCD akan menampilkan “Selesai”.



Gambar 4 Flow Diagram Performa Prototype

## 2.2 Tahap Perancangan



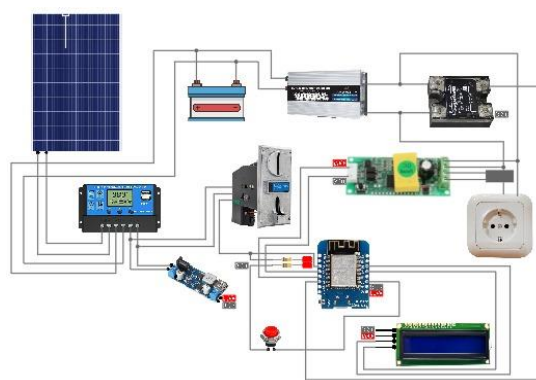
*Gambar 5* Desain 3D SPKLU

Tahap perancangan Prototipe SPKLU berbasis koin dengan panel surya sebagai sumber energi ini dimaksudkan untuk memberikan gambaran mengenai bentuk fisik dan sistem yang akan dijalankan. Desain 3D yang ditampilkan merupakan hasil desain dari software Solidworks 2019.

Desain dibuat sedemikian rupa dengan mempertimbangkan berbagai hal agar penyerapan energi matahari dapat dilakukan secara optimal. Desain rangka dibuat dengan menggunakan besi siku yang kuat sehingga mampu menopang box panel, baterai, panel surya, dan komponen lainnya yang diletakkan di dalam box panel. Desain dibuat dengan ukuran yang sesuai sehingga dapat digunakan dan diakses dengan mudah oleh konsumen.



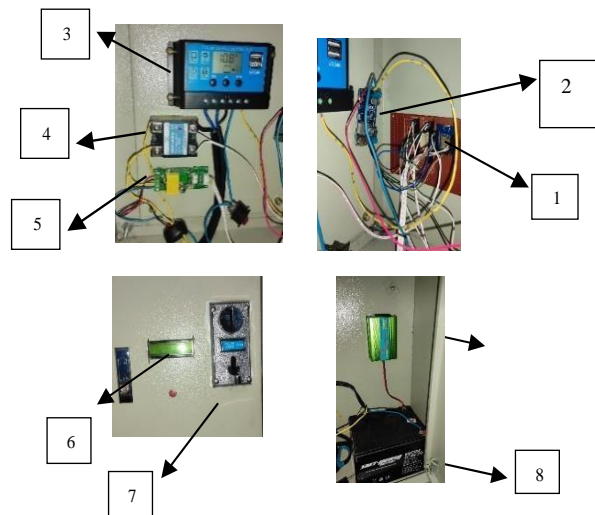
*Gambar 6* Hasil Rancangan



*Gambar 7* Desain Electrical

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menjelaskan hasil dari perancangan prototipe yang telah dibuat. Hasil yang didapatkan akan dijadikan dasar kesimpulan dan evaluasi untuk pengembangan kedepannya. Berikut ini adalah cuplikan penempatan komponen dari prototipe yang kami buat. Penempatan komponen ini dilakukan sesuai dengan desain dan mempertimbangkan kemudahan akses dan efisiensi material. Penempatan komponen dilapisi dengan isolator dibelakangnya agar aman dan tidak terjadi konsleting. Berikut ini adalah penempatan perakitan SPKLU berbasis koin dengan panel surya sebagai sumber energi.



*Gambar 8* Assembly Peletakan Komponen Prototipe

- 1-WEMOSD1mini2-Stepdown 12-5V
- 3-SolarChargercontroller4-Solidstaterelay
- 5 - PZEM-004T
- 6 -LCDI2C
- 7 - Coin Acceptor
- 8 -Battery
- 9 - Inverter 220

Berikut ini adalah tampilan awal LCD apabila dihidupkan.



*Gambar 9*Tampilan Awal LCD

Selain itu, LCD juga menampilkan cara penggunaan Prototipe SPKLU ini. Seperti perintah untuk memasukkan koin, jumlah koin yang dikonversi, dan notifikasi ketika pengisian daya telah selesai.



Gambar 10Tampilan LCD

Selain LCD yang terdapat pada SPKLU. Kami juga memanfaatkan Blynk dari Wemos untuk memonitoring jumlah energi yang telah digunakan pada SPKLU. Pemantauan ini nantinya akan digunakan untuk mengetahui biaya operasional dan perawatan serta mengevaluasi efektivitas dan kelayakan stasiun pengisian kendaraan listrik berbasis koin dengan panel surya sebagai sumber energi. Berikut ini adalah tampilan BLYNK dari SPKLU berbasis koin dengan solar panel sebagai sumber energi



Gambar 11tampilan Blink

Untuk mendapatkan efisiensi dari desain SPKLU ini, hal pertama yang harus dilakukan adalah menghitung konversi koin ke kWh. Dalam perhitungan tersebut didapatkan hasil seperti yang ditunjukkan pada tabel 5.

Table 5 Total Konversi koin ke KWH

No	koin	Jumlah
1	Rp 1.000	0.8
2	Rp 2.000	1.6
3	Rp 3.000	2.4
4	Rp 4.000	3.2
5	Rp 5.000	4.0

Hasil di atas merupakan hasil perhitungan dan acuan harga yang ditetapkan oleh PLN, yaitu untuk 1 Kwh dihargai sekitar Rp. 1.300. oleh karena itu untuk koin Rp. 1000 hasilnya sekitar 0,8 Kwh. Selain itu, pada percobaan pengisian daya, kami mencoba menggunakan beberapa koin dan menghasilkan waktu hingga akhir pengisian daya sebagai berikut.



Table 6 Waktu Charging

No	Totalcoin	Waktu charging
1	Rp 1000	56Minutes
2	Rp 2000	2 hrs 5mins
3	Rp 5000	4hrs 45 mins

Selain data tabel 6, kami juga menghitung berapa daya yang dibutuhkan untuk mengisi penuh 1 buah sepeda listrik. dengan menggunakan sepeda listrik berkapasitas baterai 48V/20Ah dengan daya charger sekitar 144 watt. Maka dapat dihitung

$$48 \times 20 = 960 \text{ wh}$$

$$\text{Times} = \frac{960}{144} = 6,6 \text{ jam}$$

$$\text{Total Kwh} = \frac{960 \times 6}{1000} = 5,7 \text{Kwh}$$

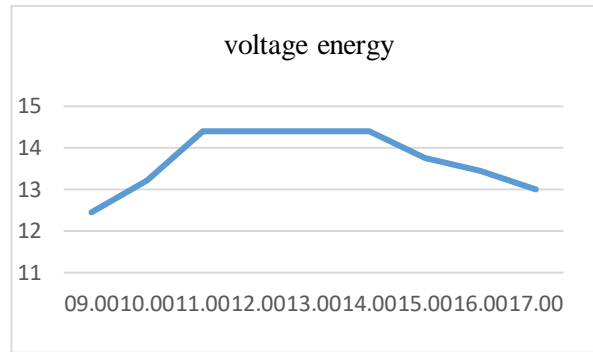
$$\text{lots of Coin} = \frac{5,7}{0,8} = 7 \text{ koin}$$

Jadi, agar pengisi daya baterai terisi penuh membutuhkan waktu sekitar jam. Dan membutuhkan daya sekitar 5,7 kWh. Oleh karena itu, untuk 1 kali pengisian daya, diperkirakan membutuhkan 7 koin Rp 1000 untuk terisi penuh. Hal ini dirasa cukup hemat dibandingkan kendaraan konvensional yang membutuhkan cukup banyak uang untuk mengisi tangki kendaraan listrik. Pengoperasian SPKLU berbasis koin dengan panel surya ini sendiri bisa dibidang cukup ekonomis. Selain dilihat dari sisi pembayaran. Biaya pemasangannya pun cukup sederhana karena bisa dipasang di atap SPKLU. Energi yang dihasilkan dari panel surya ini pun sangat tinggi. Dari hasil monitoring terhadap prototipe yang dibuat, diperoleh data sebagai berikut:

Table 7 HasilPrototype

Pukul	Tegangan Battery dihasilkan
09.00	12.45
10.00	13.22
11.00	14.40
12.00	14.40
13.00	14.40
14.00	14.40
15.00	13.75
16.00	13.45
17.00	13.00

Dari tabel 7 yang diambil dari monitoring Solar Charger Controller, dapat dilihat bahwa mulai daritegangan yang dihasilkan dari solar charger mencapai batas maksimum yang telah diatur pada solar charger controller yang terpasang. Hal ini berarti baterai mendapatkan suplai energi yang tinggi dari intensitas cahaya yang diserap. Waktu penyerapan maksimum terus berlanjut hingga pukul 14.00. Hal ini berarti area yang digunakan untuk peletakan SPKLU berbasis koin dengan panel surya sebagai sumber energi memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan lebih lanjut.



## VII. SIMPULAN

Temuan penelitian ini adalah bahwa stasiun pengisian daya berbasis koin ini dapat mengatasi kelemahan infrastruktur pengisian daya kendaraan listrik yang ada. Hal ini dapat mendorong penggunaan kendaraan listrik yang lebih besar dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, yang berpotensi menurunkan emisi gas rumah kaca dan merusak lingkungan. Hasil konversi yang didapatkan adalah 1 koin Rp 1000 dapat menghasilkan 0,8 Kwh. Untuk melakukan pengisian penuh untuk ukuran baterai 48/20 Ah membutuhkan koin Rp 7000. Melihat penyerapan energi dari panel surya sendiri yang cukup baik, membuat SPKLU berbasis koin dengan panel surya sebagai sumber energi ini dapat menjadi investasi yang menarik dan berkelanjutan dalam mendukung transisi energi dan pengembangan kendaraan listrik di Indonesia.

Secara keseluruhan, penelitian ini menawarkan dasar yang kuat untuk merancang dan mengoperasikan stasiun pengisian kendaraan listrik berbasis koin yang menggunakan energi surya. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi batu loncatan untuk memperbaiki masalah infrastruktur pengisian daya kendaraan listrik dan mendorong penggunaan kendaraan listrik secara luas untuk mencapai transportasi yang berkelanjutan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Pendidikan Profesi Bidan, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo atas dukungannya dan Tim IMEI yang telah membantu dan mengizinkan penulis untuk menyelesaikan alat penelitian di lab IMEI. Karya dan penelitian ini didukung dan didanai oleh DIKTIRISTEK, KEMENDIKBUDRISTEK melalui program kreativitas mahasiswa (PKM 2023).

## REFERENSI

- [1] M. Kamran, "Chapter 10 - Electric vehicles and smart grids," in *Fundamentals of Smart Grid Systems*, M. Kamran, Ed., Academic Press, 2023, pp. 431–460. doi <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99560-3.00002-8>.
- [2] V. Rahatal, P. More, M. Salunke, S. Maheshwari, and R. D. Joshi, "IoT Based Communication System for Autonomous Electric Vehicles," in *2021 7th International Conference on Signal Processing and Communication (ICSC)*, 2021, pp. 66–72. doi: 10.1109/ICSC53193.2021.9673164.
- [3] A. Hamednia, N. Murgovski, J. Fredriksson, J. Forsman, M. Pourabdollah, and V. Larsson, "Optimal Thermal Management, Charging, and Eco-Driving of Battery Electric Vehicles," *IEEE Trans Veh Technol*, vol. 72, no. 6, pp. 7265–7278, 2023, doi: 10.1109/TVT.2023.3240279.
- [4] A. Borisov, G. Vacheva, and N. Hinov, "Charging Station Infrastructure and Standards for Electric Vehicles - State, Problems and Future Trends," in *2023 18th Conference on Electrical Machines, Drives and Power Systems (ELMA)*, 2023, pp. 1–4. doi: 10.1109/ELMA58392.2023.10202523.
- [5] L. Douaidi, S.-M. Senouci, I. El Korbi, and F. Harrou, "Predicting Electric Vehicle Charging Stations Occupancy: A Federated Deep Learning Framework," in *2023 IEEE 97th Vehicular Technology Conference (VTC2023-Spring)*, 2023, pp. 1–5. doi: 10.1109/VTC2023-Spring57618.2023.10199832.
- [6] A. S. Albana, A. R. Muzakki, and M. D. Fauzi, "The Optimal Location of EV Charging Stations at Surabaya Using the Location Set Covering Problem," in *2022 International Conference on Technology and Policy in Energy and Electric Power (ICT-PEP)*, 2022, pp. 95–99. doi: 10.1109/ICT-PEP57242.2022.9988823.
- [7] E.-F. Ibrahim, K. Driss, and A. Rachid, "Framework for Optimizing the Charging Time of Electric Vehicles in Public Supply Station Deployed in Smart Cities," in *2018 IEEE 5th International Congress on Information Science and Technology (CiSt)*, 2018, pp. 537–541. doi: 10.1109/CIST.2018.8596445.
- [8] S. Qadir, M. A. Khan, O. Idress, and S. Akhtar, "Design and Analysis of On-Campus Hybrid Charging Station for Electric Vehicles," in *2022 International Conference on Recent Advances in Electrical Engineering & Computer Sciences (RAEE & CS)*, 2022, pp. 1–5. doi: 10.1109/RAECS56511.2022.9954465.
- [9] J. Ihm, S. Chun, and H. Park, "Optimal Scenarios of Renewables and Chargers for an Electric Vehicle Charging Station using Public Data," in *2022 IEEE 5th Student Conference on Electric Machines and Systems (SCEMS)*, 2022, pp. 1–7. doi: 10.1109/SCEMS56272.2022.9990819.
- [10] V. Ganesh, V. M. A. Krishna, and R. R. A. Ram, "Safety Feature in Electric Vehicle at Public Charging Station," in *2021 7th International Conference on Electrical Energy Systems (ICEES)*, 2021, pp. 156–161. doi: 10.1109/ICEES51510.2021.9383722.
- [11] L. Yazdi, R. Ahadi, and B. Rezaee, "Optimal Electric Vehicle Charging Station Placing with Integration of Renewable Energy," in *2019 15th Iran International Industrial Engineering Conference (IIIEC)*, 2019, pp. 47–51. doi: 10.1109/IIIEC.2019.8720644.
- [12] P. Aji, D. A. Renata, A. Larasati, and Riza, "Development of Electric Vehicle Charging Station Management System in Urban Areas," in *2020 International Conference on Technology and Policy in Energy and Electric Power (ICT-PEP)*, 2020, pp. 199–203. doi: 10.1109/ICT-PEP50916.2020.9249838.
- [13] T. Boonraksa and B. Marungsri, "Optimal Fast Charging Station Location for Public Electric Transportation in Smart Power Distribution Network," in *2018 International*

- Electrical Engineering Congress (iEECON)*, 2018, pp. 1–4. doi: 10.1109/IEECON.2018.8712176.
- [14] H. I. Alhammad, K. A. Khan, F. Alismail, and M. Khalid, “Capacity Optimization and Optimal Placement of Battery Energy Storage System for Solar PV Integrated Power Network,” in *2021 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition, ECCE 2021 - Proceedings*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2021, pp. 847–852. doi: 10.1109/ECCE47101.2021.9595426.
- [15] I. Sulistiyowati, S. Soedibyo, M. Ashari, A. L. Setya Budi, and D. R. Anggara Fitrah, “Fuel Cell Penetration Characteristics on Standalone Photovoltaic with Hybrid Energy Storage System,” in *Proceedings - 11th Electrical Power, Electronics, Communications, Control, and Informatics Seminar, EECCIS 2022*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2022, pp. 40–44. doi: 10.1109/EECCIS54468.2022.9902894.
- [16] H. Shokouhandeh, M. Ghaharpour, H. G. Lamouki, Y. R. Pashakolaei, F. Rahmani, and M. H. Imani, “Optimal estimation of capacity and location of wind, solar and fuel cell sources in distribution systems considering load changes by lightning search algorithm,” in *2020 IEEE Texas Power and Energy Conference, TPEC 2020*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Feb. 2020. doi: 10.1109/TPEC48276.2020.9042550.
- [17] A. A. Khamisani Advisors, P. Ping Liu, J. Cloward, and R. Bai, “Design Methodology of Off-Grid PV Solar Powered System (A Case Study of Solar Powered Bus Shelter).”
- [18] G. Okhotkin, A. Serebryannikov, V. Zakharov, and S. Chumarov, “Method for Calculating the Capacity of Solar Power Plants and its Implementation in LabVIEW Environment,” in *E3S Web of Conferences*, EDP Sciences, Dec. 2019. doi: 10.1051/e3sconf/201914011007.
- [19] S. V Suryakala, T. Rajalakshmi, K. Sikka, and P. Sreekanth, “Coin and RFID Based EV Charging Station,” in *2022 International Interdisciplinary Humanitarian Conference for Sustainability (IIHC)*, 2022, pp. 566–570. doi: 10.1109/IIHC55949.2022.10060537.
- [20] N. Mapari, A. Khadija, A. Taiba, and S. Azima, “Smart Charging Vending Machine,” in *2019 3rd International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC)*, 2019, pp. 414–417. doi: 10.1109/ICCMC.2019.8819821.
- [21] A. Kavale, S. Shukla, and P. Bramhe, “Coin Counting and Sorting Machine,” in *2019 9th International Conference on Emerging Trends in Engineering and Technology - Signal and Information Processing (ICETET-SIP-19)*, 2019, pp. 1–4. doi: 10.1109/ICETET-SIP-1946815.2019.9092251.
- [22] T. Chandrasekhar, “Mobile Charger based on Coin by Using Solar Tracking System,” 2014, [Online]. Available: [www.ijirset.com](http://www.ijirset.com)
- [23] M. Patil, M. Kamble, and M. Sawant, “Mobile Battery charger on Coin Insertion,” *International Research Journal of Engineering and Technology*, 2017, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/328688089>
- [24] A. Mohan, N. Tiwari, R. Ghosh, and A. A. Shinde, “Coin Operated Water Dispenser,” *International Research Journal of Engineering and Technology*, 2017, [Online]. Available: [www.irjet.net](http://www.irjet.net)

**Conflict of Interest Statement:**

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.