

Perencanaan PLTS Untuk SPKLU Tipe Fast Charging Dengan Objek Kendaraan Roda Dua

Aldino Purwanto Dua Lembang ^{1*}, Haerani ², Firman ³, Marhatang ⁴ dan Jamal ⁵

^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia
*E-mail korespondensi: aldinodualembang@gmail.com

Abstract: *This study aims to develop a design for a Public Electric Vehicle Charging Station of the fast-charging type for two-wheeled vehicles powered by a Solar Power Plant. The system is designed to support the clean energy transition and provide a sustainable charging solution. The Electric Vehicle Charging Station is assembled using a single solar panel with a capacity of 375 WP, a 12V 100Ah storage battery, an MPPT 60A controller, a 1200W 20A boost step-up converter, a 24V DC fan, a diode, and a battery capacity module. The test results show that the lithium-ion battery with an initial voltage of 48V and an initial charging current of 2.57A reached full charge (52V) within 1 hour and 30 minutes, while the SLA battery with an initial voltage of 52V and an initial charging current of 0.56A reached 52.8V in 3 hours and 10 minutes. The system demonstrated component stability, particularly in the boost converter, and operated effectively with a constant input power of 81.33W. However, the 12V 100Ah storage battery capacity was insufficient to charge more than one battery, indicating the need for a larger storage capacity.*

Keywords: *PLTS, SPKLU, fast charging, two-wheeled electric vehicles, renewable energy.*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan menghasilkan desain Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) tipe fast charging untuk kendaraan roda dua dengan sumber energi dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Sistem ini dirancang untuk mendukung transisi energi bersih dan menyediakan solusi pengisian daya berkelanjutan. SPKLU dirakit menggunakan satu panel surya berkapasitas 375 WP, baterai penyimpanan 12V 100Ah, MPPT 60A, converter boost step-up 1200W 20A, kipas DC 24V, dioda, dan baterai capacity. Hasil pengujian menunjukkan bahwa baterai lithium-ion bertegangan awal 48V dan arus awal 2,57A terisi penuh (52V) dalam waktu 1 jam 30 menit, sedangkan baterai SLA bertegangan awal 52V dan arus awal 0,56A mencapai 52,8V dalam 3 jam 10 menit. Sistem menunjukkan stabilitas komponen, terutama pada converter boost, dan bekerja efektif dengan daya input konstan 81,33W. Namun, kapasitas baterai penyimpanan 12V 100Ah belum mencukupi untuk pengisian lebih dari satu baterai, sehingga diperlukan kapasitas lebih besar.

Kata kunci : PLTS, SPKLU, fast charging, kendaraan listrik roda dua, energi terbarukan.

I. PENDAHULUAN

Setiap tahunnya jumlah kendaraan bermotor di Indonesia terus mengalami peningkatan. Sejak tahun 2017 hingga tahun 2021 jumlah kendaraan bermotor di Indonesia meningkat sebanyak 23.069.865 unit atau dengan kata lain mengalami peningkatan sebesar 19,4 persen dalam 4 tahun. Peningkatan jumlah kendaraan ini yang kemudian mengakibatkan semakin padatnya lalu lintas [1]. Peraturan Menteri ESDM Nomor 1 Tahun 2023 Tentang Penyediaan Infrastruktur Pengisian Listrik Untuk Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai disetujui pada tanggal 13 Januari 2023. Salah satu poin revisinya adalah jenis teknologi, penerapan tarif tenaga listrik untuk kendaraan bermotor listrik berbasis baterai, dan penggabungan aplikasi dalam infrastruktur pengisian listrik untuk kendaraan bermotor listrik berbasis baterai [2]. Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) dan Stasiun Penukaran Baterai Kendaraan Listrik Umum (SPBKL) merupakan bagian dari infrastruktur yang mendukung kendaraan listrik [3]. Perkembangan kendaraan listrik harus didukung dengan infrastruktur pengisian baterai agar penggunaan tidak mengalami kendala dalam pengisian baterai sehingga makin banyak masyarakat yang beralih pada kendaraan listrik. Diperlukan peningkatan pembangunan stasiun pengisian untuk mendukung pertumbuhan jumlah kendaraan listrik di Indonesia [4]. Kendaraan listrik (EV) adalah kendaraan yang menggunakan motor listrik sebagai sumber daya utamanya dan didukung oleh baterai

atau media penyimpanan energi listrik lainnya [5]. Dalam situasi seperti ini, kendaraan listrik dianggap sebagai pilihan yang lebih hijau dan merupakan bagian dari upaya global untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan [6]. Fast charging dapat mempercepat proses pengisian baterai, namun arus pengisian yang tinggi menyebabkan peningkatan suhu sehingga dalam jangka panjang dapat menurunkan kapasitas serta memperpendek umur pakai baterai dibandingkan dengan metode pengisian normal [7]. Dalam praktik kendaraan listrik roda dua, fast charging umumnya berada di bawah 2 jam, sedangkan rentang 3 sampai 6 jam termasuk kategori pengisian normal [8]. Untuk menghadapi pertumbuhan kendaraan listrik yang terus meningkat, ketersediaan stasiun pengisian kendaraan listrik umum (SPKLU) sangat penting [9], [10]. Oleh karena itu, pengembangan SPKLU yang berbasis energi terbarukan harus dilakukan. PLTS, salah satu dari banyak pilihan pembangkit energi terbarukan adalah pilihan yang cocok untuk digunakan bersama dengan SPKLU karena fleksibel, mudah dioperasikan, dan teknologinya semakin murah dan kompetitif.

Pada penelitian sebelumnya dengan judul “Simulasi *Fast Charging* untuk stasiun pengisian baterai sepeda motor Listrik” hasil simulasi menunjukkan bahwa dengan tegangan input 400 V dan arus input 10 A, pengisian baterai dapat mencapai SOC 100% dalam 240 detik. Simulasi ini memberikan panduan penting bagi desain dan operasional stasiun pengisian baterai sepeda motor listrik, dengan penekanan pada keseimbangan antara kecepatan pengisian dan keamanan baterai. Namun, pada penelitian sebelumnya masih menggunakan sumber listrik dari PLN. Oleh karena itu, penulis berusaha untuk membuat Perencanaan PLTS Untuk SPKLU (Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum) Tipe *Fast Charging* dengan objek kendaraan roda dua yang diharapkan lebih ramah lingkungan dan bermanfaat bagi masyarakat.

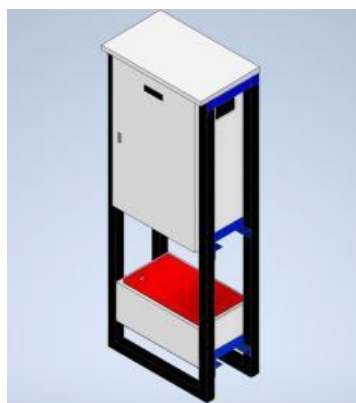
II. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian meliputi studi literatur, perancangan sistem, perakitan, dan pengujian alat. Komponen utama sistem meliputi panel surya 375 WP, MPPT 60A, baterai penyimpanan 12V 100Ah, converter boost step-up 1200W 20A, diode, fan DC24V dan baterai uji jenis lithium-ion 48V serta SLA 48V. Data pengujian mencakup arus, tegangan, daya, dan waktu pengisian. Analisis dilakukan dengan menghitung efisiensi sistem dan kestabilan komponen selama proses pengisian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

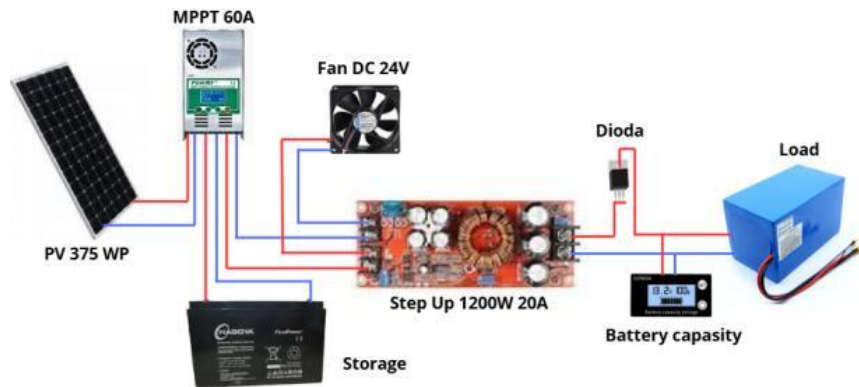
A. Hasil Perancangan SPKLU

Adapun desain SPKLU dalam penelitian ini digambarkan sebagai berikut.



Gambar 1. Desain SPKLU

Adapun bentuk rangkaian listrik yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Desain SPKLU

Untuk hasil perancangan desain SPKLU yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 3 dan gambar 4 berikut.

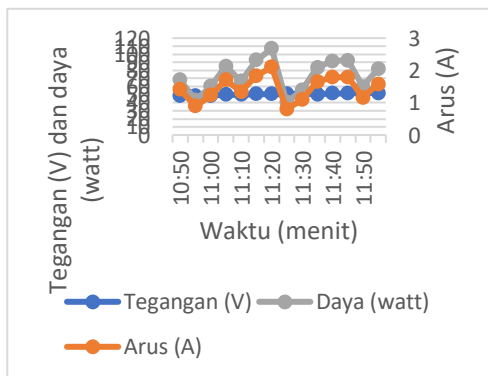


Gambar 3. Desain SPKLU

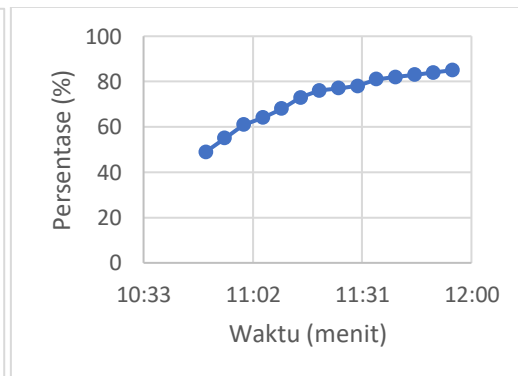


Gambar 4. Rangkaian instalasi

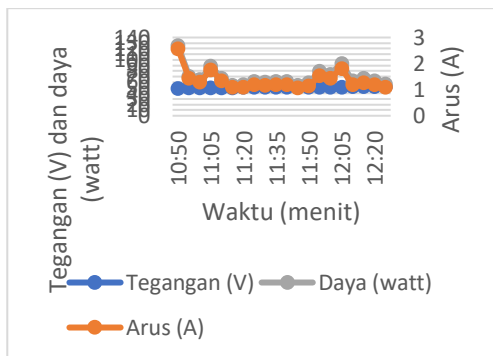
B. Hasil Penelitian



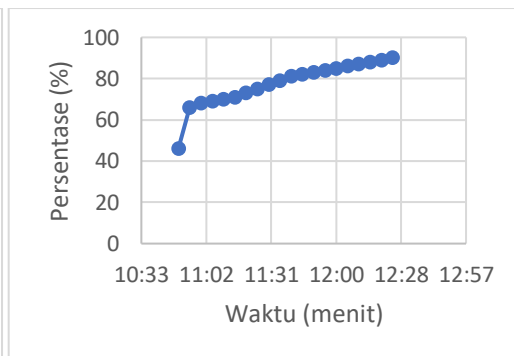
Gambar 5. Grafik hubungan antara waktu (menit) terhadap tegangan (V), daya (Watt), dan arus (A)



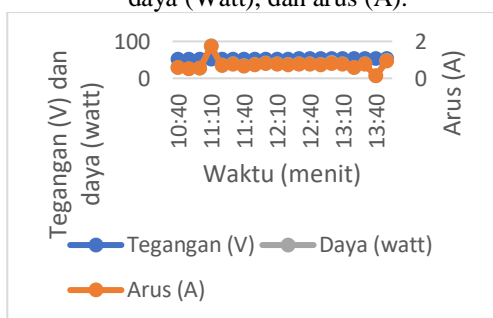
Gambar 6. Grafik hubungan antara waktu (menit) terhadap persentase (%)



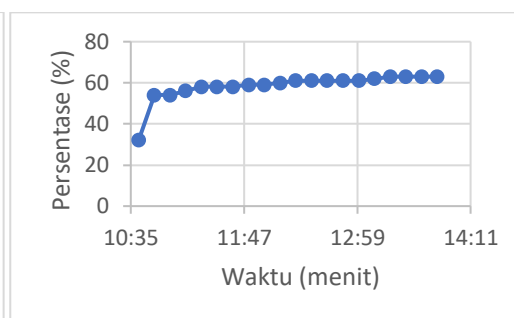
Gambar 7. Grafik hubungan antara waktu (menit) terhadap tegangan (V), daya (Watt), dan arus (A).



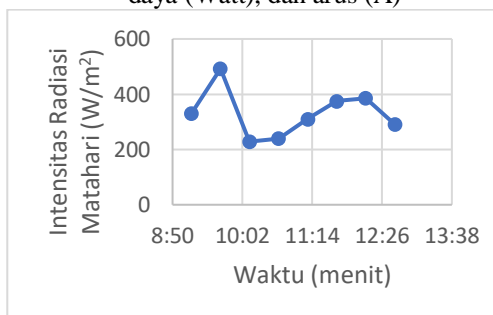
Gambar 8. Grafik hubungan antara waktu (menit) terhadap persentase (%)



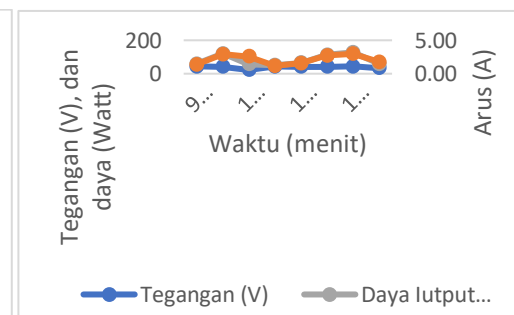
Gambar 9. Grafik hubungan antara waktu (menit) terhadap tegangan (V), daya (Watt), dan arus (A)



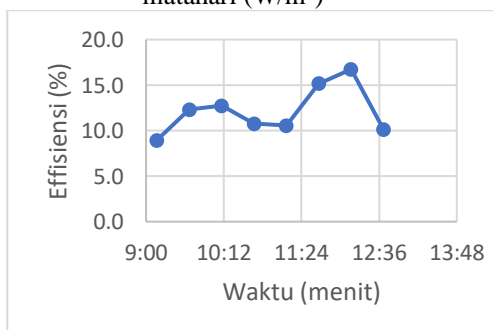
Gambar 10. Grafik hubungan antara waktu (menit) terhadap persentase (%)



Gambar 11. Grafik hubungan antara waktu (menit) terhadap intensitas radiasi matahari (W/m^2)



Gambar 12. Grafik hubungan antara waktu (menit) terhadap persentase (%)



Gambar 13. Grafik hubungan antara waktu (menit) terhadap efisiensi PV (%)

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan baterai lithium ion pada gambar 5, tegangan baterai

yang terhubung dengan PLTS meningkat secara bertahap dari 48,4 V menjadi 52 V selama proses pengisian, menunjukkan pengisian berjalan dengan baik. Arus mengalami fluktuasi antara 0,89 A hingga 2,1 A akibat perubahan intensitas sinar matahari yang memengaruhi daya keluaran panel surya. Daya awal sebesar 68,24 W meningkat hingga mencapai puncak 106,89 W sebelum stabil pada kisaran 80–90 W. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa sistem PLTS berfungsi efektif dalam mengisi baterai, dengan peningkatan tegangan dan daya yang konsisten serta fluktuasi arus yang mencerminkan kondisi lingkungan. Gambar 6 menunjukkan bahwa kapasitas baterai meningkat dari 49% menjadi 85% selama proses pengisian dari pukul 10:50 hingga 11:55. Laju pengisian berlangsung cepat pada awalnya, dengan kenaikan signifikan dari 49% ke 68% dalam 20 menit pertama, namun melambat mendekati kapasitas penuh. Secara keseluruhan, proses pengisian berlangsung efisien di awal dan melambat pada tahap akhir, sesuai dengan karakteristik umum sistem pengisian baterai modern.

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan baterai lithium ion pada tidak terhubung dengan PLTS pada gambar 7, tegangan meningkat dari 48,7 V menjadi 52,3 V selama pengujian, sementara arus dan daya mengalami penurunan bertahap. Arus tertinggi tercatat 2,57 A di awal dan menurun hingga sekitar 1,0–1,5 A, sedangkan daya turun dari 125,2 W menjadi 57,0 W. Hal ini menunjukkan bahwa tanpa suplai energi dari PLTS, baterai mengandalkan kapasitas internalnya sehingga arus dan daya menurun, sementara tegangan tetap relatif stabil sepanjang proses pengujian. Gambar 8 menunjukkan bahwa kapasitas baterai meningkat dari 46% menjadi 90% selama proses pengisian. Laju pengisian berlangsung cepat pada tahap awal, naik dari 46% ke 68% dalam 10 menit pertama, kemudian melambat setelah baterai mendekati penuh. Secara keseluruhan, proses pengisian menunjukkan pola umum baterai modern, yaitu pengisian cepat di awal dan melambat untuk menjaga efisiensi serta keamanan saat mendekati kapasitas maksimum.

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan baterai lead acid pada gambar 9 menunjukkan bahwa tegangan baterai SLA tetap stabil antara 51–52,8 V selama pengujian, dengan sedikit peningkatan pada pukul 12:30 hingga 13:00. Arus berfluktuasi dari 1,71 A di awal menjadi 0,11 A di akhir, sementara daya mengikuti pola yang sama, menurun dari 87,2 W menjadi 5,8 W sebelum stabil pada kisaran 38–48 W. Secara keseluruhan, tegangan bersifat konstan, sedangkan perubahan daya terutama dipengaruhi oleh fluktuasi arus selama proses pengisian. Gambar 10 menunjukkan bahwa kapasitas baterai meningkat cepat pada awal pengisian, dari 32% menjadi 54% dalam 10 menit pertama, namun laju pengisian melambat setelah pukul 11:00 hingga mencapai 63% pada pukul 13:50. Pola ini menggambarkan karakteristik umum pengisian baterai, di mana proses berlangsung cepat pada awalnya dan melambat mendekati penuh untuk menjaga efisiensi serta mencegah overcharging.

Berdasarkan hasil pengujian efisiensi PLTS pada gambar 11 menunjukkan bahwa intensitas radiasi matahari berfluktuasi selama pengujian dari pukul 09.10 hingga 12.40. Intensitas meningkat dari 330,3 W/m² menjadi puncak 492,4 W/m² pada pukul 09.40, kemudian menurun tajam akibat cuaca mendung sebelum kembali naik hingga 385,3 W/m² pada pukul 12.10 dan turun lagi menjadi 290,5 W/m² di akhir pengujian. Secara keseluruhan, perubahan intensitas ini dipengaruhi oleh kondisi cuaca dan posisi matahari selama periode pengamatan. Pada gambar 12 grafik menunjukkan bahwa tegangan, arus, dan daya panel surya berfluktuasi selama pengujian dari pukul 09.10 hingga 12.40. Arus dan daya meningkat tajam hingga mencapai puncak masing-masing 2,92 A dan 120,1 W pada pukul 09.40, seiring meningkatnya intensitas matahari. Daya menurun saat tegangan turun pada pukul 10.10, lalu kembali meningkat hingga mencapai daya maksimum 127,7 W pada pukul 12.10 sebelum menurun di akhir pengujian. Secara keseluruhan, daya output panel surya dipengaruhi oleh variasi arus dan tegangan yang mengikuti perubahan intensitas cahaya matahari. Pada gambar 13 Grafik menunjukkan bahwa efisiensi panel surya berfluktuasi selama pengujian dari pukul 09:10 hingga 12:40. Efisiensi meningkat dari 8,9% menjadi 12,3% pada pukul 09:40 seiring peningkatan intensitas cahaya matahari, kemudian menurun hingga 10,8% akibat perubahan suhu dan pencahayaan. Nilai tertinggi tercapai pada pukul 12:10 sebesar 16,7%, sebelum kembali turun menjadi 10,1% pada pukul 12:40 karena kondisi cuaca yang menurun. Secara keseluruhan, efisiensi panel surya dipengaruhi oleh perubahan intensitas cahaya dan suhu lingkungan, dengan tren meningkat menjelang tengah hari dan menurun setelahnya.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari perencanaan PLTS untuk SPKLU tipe *fast charging*, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. SPKLU tipe *fast charging* dengan sumber energi yang berasal dari panel surya berhasil dirangkai dengan menggunakan beberapa komponen, antara lain 1 PV dengan kapasitas 375WP, baterai penyimpanan 12V 100Ah, MPPT 60A, *converter boost step up* 1200W 20A DC *power supply* modul, fan DC 24V, dioda, serta *battery capacity*.
2. Hasil penelitian dengan menggunakan baterai lithium ion memakan waktu selama 1 jam 30 menit hingga baterai mencapai tegangan penuh 52,3V dengan persentase 90% sedangkan arus pengisian awal 2,57A. Pada proses pengujian dengan menggunakan baterai SLA memakan waktu selama 3 jam 10 menit hingga baterai mencapai tegangan 52,8V dengan arus pengisian awal 0,56A. Pada kedua percobaan membuktikan bahwa beberapa faktor yang mempengaruhi sistem *fast charging* bekerja dengan baik adalah baterai pengujian yang support *fast charging*, arus sebesar 2A, serta *boost converter* yang mampu menaikkan tegangan hingga 52V. Pada kedua pengujian menggunakan baterai *storage* yang berkapasitas 12V 100Ah, namun tidak cukup untuk mengisi lebih dari 1 baterai, maka dari itu diperlukan baterai penyimpanan dengan kapasitas yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Indonesia, B. P. S. (2024). Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Provinsi dan Jenis Kendaraan (unit), 2023 [Online]. In *Online*.
- [2] Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2023). Penyediaan Infrastruktur Pengisian Listrik untuk Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai. *Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2023*, 1–48. <https://jdih.esdm.go.id/storage/document/Permen ESDM Nomor 1 Tahun 2023.pdf>
- [3] DITJEN Ketenagalistrikan. (2023). Laporan Kinerja Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan Tahun 2022. 1–177.
- [4] Dharmawan, I. P., Kumara, I. N. S., & Budiastara, I. N. (2021). Perkembangan Infrastruktur Pengisian Baterai Kendaraan Listrik Di Indonesia. *Jurnal SPEKTRUM*, 8(3), 90.
- [5] Wahyudi, K., Makai, K., & Sukmono, Y. (2024). Implementasi Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) Sebagai Infrastruktur Penunjang Electrical Vehicle dalam Mendukung Net Zero Emission. 2(2), 38–46.
- [6] Fadlan, M., Tomi, S., & Perancangan Sistem, A. . (2019). Perancangan Sistem Pengisian Listrik Berulang Secara Otomatis Pada Sepeda Motor Listrik. *Journal of Electrical Technology*, 4(3), 116–120.
- [7] Wang, J., Liu, P., Hicks-Garner, J., Sherman, E., Soukiazian, S., Verbrugge, M., Tataria, H., Musser, J., & Finamore, P. (2018). Temperature effects on lithium-ion battery charge and discharge performance. *Energy Storage Materials*, 10, 155–169.
- [8] He, H., Zhang, X., & Liu, K. (2021). Effects of fast charging on electric vehicle battery performance and life. *Energy Reports*, 7, 1234–1245.
- [9] H. Parulian, "Upaya Pemerintah Dalam Mendorong Industri Kendaraan Berbasis Listrik Sebagai Bentuk Penerapan Kebijakan Ekonomi Hijau Di Indonesia," *Jurnal Batavia*, vol. 2, no. 2, pp. 98-109, 2025.
- [10] Z. Arifin et al., *Transisi Energi Bersih: Strategi dan Infrastruktur Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik*. Mega Press Nusantara, 2025.