



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 5 Nomor 4 Tahun 2025 Page 9688-9695

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Analisis Charging Station Berbasis PLTS dengan Sistem *Offgrid* untuk Kebutuhan Kendaraan Listrik Roda Dua di Telkom University Surabaya

Rifki Dwi Putranto^{1✉}, Isa Hafidz², Anifatul Faricha³

Universitas Telkom

Email: rifkidwi@telkomuniversity.ac.id^{1✉}

Abstrak

Penelitian ini berfokus pada analisis untuk kebutuhan dan penentuan dalam pemilihan spesifikasi komponen yang dibutuhkan pada PLTS dimanfaatkan sebagai sumber listrik atau energi utama untuk memenuhi kebutuhan pengisian daya pada motor listrik atau sering disebut dengan *charging station* untuk pengisian ulang pada baterai motor listrik yang ada di Telkom University Surabaya. State of the art kegiatan yang dilakukan sebelum implementasi adalah menghitung luas area panel surya, kebutuhan daya, jumlah panel yang dibutuhkan, penentuan spesifikasi mppt yang digunakan, kapasitas baterai dan terakhir waktu pengisian pada baterai motor listrik. Dalam penelitian ini menggunakan metode perhitungan pendekatan untuk menentukan kebutuhan perancangan charging station dengan membandingkan referensi yang telah melakukan perencanaan dan implementasi PLTS dengan sistem offgrid. Selain melakukan metode perhitungan dilakukan juga dengan studi literatur, metode observasi, dan pengambilan data cuaca pada BMKG Jawa Timur sebagai landasan data untuk perhitungan kondisi lingkungan. Dengan intensitas matahari yang dihasilkan sebesar 1000W/m² maka daya yang dihasilkan sebesar 1.053 Wp. Sehingga spesifikasi panel surya yang digunakan adalah 375 WP, dengan jumlah panel 3 unit yang tersusun seri semua. Dengan sistem tersebut dapat menghasilkan daya sebesar 1.122,98 Wp. SCC menghasilkan 15,59 A dan lama pengisian yang dibutuhkan sebesar 7 jam 30 menit.

Kata Kunci: *Baterai, Charging Station, PLTS, Kendaraan Listrik*

Abstract

This research focuses on the analysis of requirements and the determination of component specifications needed for a Solar Power Plant (PLTS) utilized as the main source of electricity or energy to meet the charging needs of electric motorcycles—commonly referred to as a charging station—for recharging electric motorcycle batteries at Telkom University Surabaya. The state-of-the-art activities conducted prior to implementation include calculating the required solar panel area, power demand, number of panels, determination of the MPPT specifications to be used, battery capacity, and the estimated charging time for the electric motorcycle battery. This study applies a calculation-based approach to determine the design requirements of the charging station, comparing findings with references from prior PLTS planning and implementation using an off-grid system. In addition to the calculation method, a literature review, observation method, and weather data collection from the Meteorology, Climatology, and Geophysics Agency (BMKG) of East Java were conducted as the environmental data foundation for calculations. With a solar irradiance of 1000 W/m^2 , the system produces 1.053 Wp. The selected solar panel specification is 375 Wp, using three panels connected in series, resulting in a total output of 1,122.98 Wp. The Solar Charge Controller (SCC) produces 15.59 A, with a required battery charging time of 7 hours and 30 minutes.

Keywords: *Battery, Charging Station, Electric Vehicle, PLTS*

PENDAHULUAN

Indonesia menghadapi tantangan besar dalam menurunkan emisi karbon, khususnya dari sektor transportasi yang menjadi salah satu penyumbang utama emisi gas rumah kaca. Sebagian besar emisi ini berasal dari kendaraan berbahan bakar fosil yang mendominasi sistem transportasi nasional. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pemerintah mendorong penggunaan kendaraan listrik (Electric Vehicle/EV) sebagai solusi ramah lingkungan.

Upaya percepatan adopsi kendaraan listrik mulai menguat setelah diterbitkannya Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 tentang *Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (KBLBB)*, yang menjadi landasan regulasi dalam pengembangan ekosistem kendaraan listrik, khususnya kendaraan roda dua. Selain itu, pemerintah daerah juga mengeluarkan berbagai kebijakan turunan untuk mendukung implementasi regulasi tersebut. Dampaknya, hingga tahun 2020 terjadi peningkatan signifikan jumlah kendaraan listrik di Indonesia, termasuk sepeda motor listrik yang sebagian telah diproduksi secara lokal. Tren ini wajar mengingat kendaraan roda dua merupakan moda transportasi utama masyarakat Indonesia dan juga digunakan sebagai kendaraan operasional di berbagai sektor.

Meningkatnya jumlah sepeda motor listrik membawa implikasi positif maupun tantangan. Di sisi positif, kendaraan listrik berpotensi mendukung pengelolaan beban listrik melalui konsep Vehicle to Grid (V2G), yaitu pemanfaatan baterai kendaraan untuk membantu stabilisasi jaringan dengan *peak shaving* dan *valley filling*. Namun, di sisi lain, keterbatasan kapasitas baterai membuat jarak tempuh sepeda motor listrik terbatas sehingga memerlukan pengisian ulang daya secara berkala. Sama halnya dengan kendaraan berbahan bakar fosil yang membutuhkan SPBU, sepeda motor listrik membutuhkan stasiun pengisian daya atau SPBU versi listrik untuk menjaga ketersediaan energi.

Saat ini, infrastruktur pengisian daya di Indonesia terbagi menjadi tiga kategori utama:

1. SPLU (Stasiun Penyedia Listrik Umum) – umumnya digunakan untuk pengisian sepeda motor listrik.
2. SPKLU (Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum) – fasilitas khusus mobil listrik dengan opsi pengisian normal dan pengisian cepat.
3. SPBKLU (Stasiun Penukaran Baterai Kendaraan Listrik Umum) – layanan untuk penukaran baterai kendaraan listrik.

Sebagai dukungan terhadap pengembangan infrastruktur ini, pemerintah melalui Permen ESDM Nomor 13 Tahun 2020 menetapkan ketentuan terkait penyediaan fasilitas pengisian daya, tarif tenaga listrik, dan aspek keselamatan infrastruktur. Namun, tantangan muncul karena ketersediaan pasokan listrik PLN belum merata di seluruh wilayah Indonesia. Oleh sebab itu, pengembangan SPKLU berbasis energi terbarukan menjadi alternatif strategis dalam mendukung ekosistem kendaraan listrik. Salah satu opsi adalah pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang ramah lingkungan dan dapat digunakan pada wilayah yang sulit dijangkau jaringan PLN.

PLTS dengan sistem off-grid umumnya terdiri dari empat komponen utama: (1) modul panel surya, (2) baterai penyimpanan (misalnya VRLA atau LiFePO_4), (3) solar charge controller (*MPPT*), dan (4) inverter untuk mengubah tegangan DC menjadi AC bila diperlukan. Agar PLTS berfungsi optimal, diperlukan perhitungan detail terkait kapasitas beban, luas array panel, jumlah modul, kapasitas baterai cadangan, dan spesifikasi peralatan sesuai kebutuhan.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perhitungan kebutuhan pengisian daya untuk sepeda motor listrik menggunakan sistem PLTS tipe off-grid yang akan diaplikasikan di kampus Telkom University Surabaya.

METODE PENELITIAN

Objek penelitian ini pada kendaraan motor listrik di kampus Telkom University Surabaya. Tujuan penelitian ini menganalisa kebutuhan daya sistem PLTS *offgrid* pada lokasi atau kondisi lingkungan tersebut agar analisa sesuai dengan kebutuhan.

Metode yang digunakan adalah dengan cara perhitungan matematis dengan perhitungan pada rumus matematis yang sudah dirangkum dari berbagai referensi pembangkit plts dengan sistem offgrid. Selain itu juga melakukan observasi pada data cuaca melalui BMKG Jawa timur kemudian dilanjutkan dengan perhitungan sebagai berikut:

- Analisa pada PV Area
- Perhitungan kebutuhan jumlah panel surya beserta rangkaiannya
- Menentukan MPPT minimum yang digunakan
- Kapasitas baterai penyimpanan serta jumlah yang digunakan
- Lama pengisian baterai dengan sistem plts offgrid.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Tahap awal perencanaan dilakukan dengan mengumpulkan data spesifikasi komponen utama salah satunya panel surya yang dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1 Spesifikasi Panel Surya yang digunakan

Keterangan	Spesifikasi
<i>Maximum power current (Imp)</i>	10,8 A
<i>Maximum power (Pmax)</i>	375 W
<i>Open circuit Voltage (Voc)</i>	41,1 V
<i>Short circuit (Isc)</i>	11,6
<i>Maximum power voltage (Vmp)</i>	34,66 V

Selain itu dasar lain yang dipertimbangkan pada Detail spesifikasi baterai yang dipasang pada motor listrik hasil rancangan mahasiswa. Telkom University. Data kebutuhan daya dan lama pengisian yang dibutuhkan dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Tabel Kebutuhan Daya

Keterangan	Data Baterai		Daya	Waktu	Energi
	Volt	Arus			
Baterai Motor	72	10	720	3	2160
DOD (80%)					

Dari data Tabel 2 dapat dilihat kebutuhan daya dalam 1 motor, namun diperlukan daya cadangan sehingga 2kali dalam kebutuhan daya pengisian sehingga 4320 Wh.

Analisa Perhitungan Panel Surya

Kemudian dilanjutkan perhitungan pada Pv Area dengan mengetahui nilai TCF, EL, Gav, Efficiency PV, serta Efficiency out, maka didapatkan nilai PV area sebagai berikut:

$$EL = 4.320 \text{ kWh/hari}$$

$$Gav = 4.42 \text{ kWh/m}^2 \text{ /hari}$$

$$TCF = 0.98$$

$$\text{Efficiency PV} = 0.20$$

$$\text{Efficiency out} = 0.95$$

$$PV \text{ area} = \frac{EL}{Gav \times TCF \times PV \times OUT} = \frac{4320}{4.42 \times 0.98 \times 0.20 \times 0.95} = 5.268,3$$

Dengan luas array mencapai 5.268,3 m², serta asumsi intensitas radiasi matahari pada kondisi cerah sebesar 1000 W/m² dan efisiensi modul surya sebesar 20%, maka daya puncak (*watt-peak*) maksimum yang dapat dihasilkan adalah:

$$P_{wattpeak} = PV \text{ area} \times PSI \times \text{Efficiency PV} = 5.268,3 \times 1000 \times 20\% = 1.053 \text{ Wp}$$

Berdasarkan perhitungan daya maksimal dapat disimpulkan perkiraan total daya harian pada *charging station* yang dibutuhkan sekitar 4320 (kWh/hari) dengan kebutuhan daya untuk kebutuhan sebesar 1.053 Wp. agar dibangkitkan.

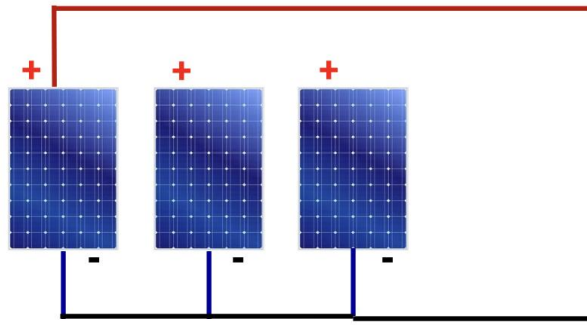
Panel surya yang digunakan memiliki spesifikasi P_{mpp} sebesar 375 Wp per unit. Berikut adalah perhitungan untuk menentukan jumlah panel surya yang dibutuhkan.

$$\text{Jumlah panel} = \frac{P_{wattpeak}}{P_{mpp}} = \frac{1.053}{375} = 2,8 \text{ unit}$$

Berdasarkan perhitungan, jumlah panel surya yang dibutuhkan adalah 2,8 unit. Karena jumlah tersebut tidak bulat, maka dibulatkan menjadi 3 unit dengan konfigurasi rangkaian seri sehingga menghasilkan tegangan 72 V dalam satu string berisi 3 modul. Seperti ditunjukkan pada Gambar 3, konfigurasi ini memiliki keunggulan yaitu sistem tetap dapat beroperasi secara optimal meskipun intensitas cahaya matahari kurang.

$$V_{mpp \text{ array}} = 34,66 \times 3 = 103,98 \text{ V}$$

$$P_{mpp \text{ array}} \text{ adalah } 103,98 \times 10,8 = 1.122.98 \text{ Wp}$$



Gambar 3 Rangkaian panel Surya

Analisa Pemilihan MPPT

Untuk menghitung Kapasitas pada *charger controller* yang dibutuhkan pada *charging station* dapat dihitung sebagai berikut:

$$MPPT = \frac{\text{daya yang dibangkitkan} \times \text{faktor keamanan}}{\text{tegangan sistem}} = \frac{1.122.98}{72} = 15,59 \text{ A}$$

Sehingga dari perhitungan kapasitas mppt atau solar charger controller yang digunakan pada charging station minimum sebesar 15,59 A. Namun bisa lebih dari nilai tersebut dengan pertimbangan adanya penambahan beban maupun panel surya.

Analisa Kebutuhan Baterai pada PLTS

Analisa perhitungan untuk menentukan kapasitas baterai yang digunakan dengan rumus sebagai berikut

$$C = \frac{N \times E_d}{V_s \times DOD \times Efficiency} = \frac{1 \times 4.320}{72 \times 0,8 \times 0,95} = 78,94 \text{ Ah}$$

Hasil perhitungan yang didapatkan, kapasitas baterai minimal sebesar 78,94 Ah. Dalam mempertimbangkan karakteristik baterai dapat disesuaikan pada perancangan dengan menggunakan spesifikasi baterai 12v 100Ah. Sehingga jumlah baterai yang digunakan sebagai berikut:

- Jumlah baterai seri $= \frac{72}{12} = 6$
- Jumlah baterai paralel cukup 1 dikarenakan kapasitas baterai sudah melebihi kebutuhan
- Sehingga baterai yang dibutuhkan 6 unit

Kemudian dilanjutkan dengan menganalisa lama pengisian pada baterai PLTS saat baterai *charging station* habis sebagai berikut:

$$\text{Lama pengisian (h)} = \frac{78,94}{10,8} = 7,3 \text{ hours}$$

Sehingga proses pengisian baterai dibutuhkan lama waktu 7 jam 30 menit.

SIMPULAN

Dari hasil analisis, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Jumlah panel surya dengan spesifikasi daya tiap panel yaitu 375 Wp yang diperlukan adalah 3 unit dengan diseri semua
2. Daya maksimum yang dihasilkan pada sistem panel surya sebesar 1.122,98 Wp
3. MPPT yang digunakan sebesar minimal 15,59 A
4. Lama pengisian yang dibutuhkan sebesar 7 jam 30 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- B. Ramadhani, Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dos & Don'ts. Jakarta: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH Energising Development (EnDev) Indonesia, 2018.
- N. K. Kasim. [Online]. https://www.researchgate.net/figure/figure-17-configuration-of-cellmodule-and-array34_fig5_342736081
- A. Gifson, M. R. T. Siregar, and M. Pri, "Rancang bangun pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) on grid Di Ecopark Ancol," TESLA, vol. XXII, no. 1, pp. 23-33, 2020.
- V. Kossi, Perencanaan PLTS Terpusat (Off-Grid) Di Dusun Tikalong Kabupaten Mempawah, Pontianak, 2018.
- V. Kossi, Perencanaan PLTS Terpusat (Off-Grid) Di Dusun Tikalong Kabupaten Mempawah, Pontianak , 2018
- Nur Ibrahim Asrul & Kurniawan Dwi Andrian (2021). Proyeksi Masa Depan Kendaraan Listrik di Indonesia: Analisis Perspektif Regulasi dan Pengendalian Dampak Perubahan Iklim yang Berkelanjutan, Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia Vol. 7, (197-220)
- Audrey Ramadhina, Fatma Ulfatun Najicha. Regulasi Kendaraan Listrik di Indonesia Sebagai Upaya Pengurangan Emisi Gas. J Huk to-ra Huk Untuk Mengatur dan Melindungi Masy. 2022;8(2):201-208. doi:10.55809/tora.v8i2.126
- Sudjoko Cakrawati (2021). Strategi Pemanfaatan Kendaraan Listrik Berkelanjutan Sebagai Solusi Untuk Mengurangi Emisi Karbon, Jurnal Paradigma: Jurnal Multidisipliner Mahasiswa Pascasarjana Indonesia Vol. 2, (54-68)

- Sidabutar Victor Tulus Pangapoi (2020). Kajian pengembangan kendaraan listrik di Indonesia: prospek dan hambatannya, Jurnal Paradigma Ekonomika Vol. 14, (21-38)
- ESDM. 2020. Penyediaan infrastruktur pengisian listrik untuk kendaraan bermotor listrik berbasis baterai
- A. Jaenul, S. Wilyanti, achmad leo Rifai, dan F. Anjara, "Rancang Bangun Pemanfaatan Solar Cell 100 Wp Untuk Charger Handphone Di Taman Bambu Jakarta Timur," Proc. ..., hal. 194–198, 2021,
- F. I. Pasaribu dan M. Reza, "Design and Build an Arduino-Based Charging Station Using 50 WP Solar Cells," R E L E (Rekayasa Elektr. Dan Energi) J. Tek. Elektro, vol. 3, no. 2, hal. 46–55, 2021.
- W. Latifah, M. Nuzuluddin, I. Komala, dan D. Patwari, "Rancang Bangun Kontrol Charger Station Dengan Panel Surya Berbasis Mikrokontroler," Juni, vol. 2, no. 1, 2024.