

Analisis Perbandingan Kinerja Solar Tracker Single-Axis dan Fixed Panel pada PLTS 2x100 Wp

Yudi Wijanarko¹, Sabial Rasyad², Putri Amelia³

e-mail: wijanarko.yudi@polsri.ac.id, sabial.rasyad@polsri.ac.id, putri.amelia.rusman22@gmail.com

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya, Jalan Srijaya Negara, Palembang, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diterima 5 Juni 2025

Direvisi 25 Juli 2025

Diterbitkan 31 Juli 2025

Kata kunci:

Panel Surya
Sistem Pelacak Matahari
Sistem Panel Statis

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang berpotensi besar untuk mendukung kebutuhan listrik. Salah satu faktor penting yang memengaruhi kinerja panel surya adalah orientasi panel terhadap pergerakan matahari. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis perbandingan kinerja antara solar tracker single-axis dan fixed panel pada PLTS berkapasitas 2x100 Wp. Pengukuran dilakukan terhadap parameter listrik berupa tegangan (V), arus (A), daya (W), serta intensitas cahaya (lux) setiap jam, mulai pukul 09.00 hingga 16.00 selama enam hari pengamatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa solar tracker single-axis menghasilkan rata-rata daya yang lebih tinggi dibandingkan fixed panel, khususnya pada saat posisi matahari mendekati titik kulminasi (solar noon). Tegangan dan arus yang dihasilkan oleh solar tracker juga lebih stabil sepanjang periode pengamatan. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa penggunaan solar tracker single-axis memberikan kinerja yang lebih unggul daripada fixed panel pada sistem PLTS dengan kapasitas serupa.

ABSTRACT

Solar Power Plants (PLTS) are among the renewable energy sources with significant potential to support electricity demands. One of the critical factors influencing the performance of solar panels is the orientation of the panels relative to the sun's movement. This study aims to analyze and compare the performance of a single-axis solar tracker and a fixed panel in a 2x100 Wp PLTS system. Measurements were conducted on electrical parameters, including voltage (V), current (A), power (W), and light intensity (lux), recorded hourly from 09:00 to 16:00 over six days of observation. The results show that the single-axis solar tracker produced a higher average power output compared to the fixed panel, particularly during the solar noon period when the sun reaches its highest point. Additionally, the voltage and current generated by the solar tracker were more stable throughout the observation period. Based on these findings, it can be concluded that the use of a single-axis solar tracker delivers superior performance compared to a fixed panel in a PLTS system of equivalent capacity.

Keywords:

Solar Panel
Solar Tracker
Fixed Panel

Penulis Korespondensi:

Putri Amelia
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Sriwijaya
Jl. Srijaya Negara, Malang, Bukit Lama, Kec. Ilir Bar. I, Palembang, 30128.
Email: putri.amelia.rusman22@gmail.com
Nomor HP/WA aktif: +62 823-7639-5916



1. PENDAHULUAN

Dengan mengurangi ketergantungan listrik PLN, Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah solusi yang tepat untuk menerapkan energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan[1][2]. Dengan ketersediaan energi matahari yang melimpah, terutama di daerah tropis seperti Indonesia, PLTS memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai sumber energi alternatif[3]. Untuk memaksimalkan efisiensi penyerapan energi matahari, diperlukan teknologi pelacak matahari (solar tracker) yang mampu menyesuaikan posisi panel mengikuti pergerakan matahari[4]. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Alvin Rinaldi Wiharja, dkk[5] yang menjelaskan bahwa Penelitian ini menunjukkan bahwa efisiensi panel surya dapat ditingkatkan secara signifikan melalui integrasi antara sistem pelacakan matahari sumbu ganda (dual-axis solar tracking) yang dioptimalkan dengan logika fuzzy dan penggunaan reflektor.

Penelitian lainnya yang membahas tentang solar tracker dilakukan oleh Abdullah, dkk[6] yang menyimpulkan bahwa Sistem otomatis berbasis IoT untuk pengaturan sudut kemiringan panel surya terbukti meningkatkan efisiensi daya keluaran, serta memberikan kemudahan dalam pemantauan dan pengendalian sistem panel surya secara real-time. Pada penelitian ini, melakukan perbandingan output sistem single-axis solar tracker yang dikendalikan oleh sinyal dari modul photo sensor dan sistem fixed panel berdasarkan sudut azimuth.

2. METODE EKSPERIMEN

Dalam penelitian tentang PLTS 2x100Wp, metode eksperimen melibatkan manipulasi variabel bebas dan pengamatan pengaruhnya terhadap variabel terikat, supaya menjaga variabel kontrol tetap stabil[7]. Variabel dalam istilah metode eksperimen adalah Dalam metode eksperimen, variabel adalah faktor-faktor yang dapat berubah atau bervariasi dan memengaruhi hasil penelitian[8]. Variabel ini diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, di antaranya:

1. Variabel Bebas (Independent Variable) adalah faktor yang dimanipulasi oleh peneliti untuk melihat pengaruhnya terhadap variabel lain. Variabel bebas diasumsikan sebagai penyebab perubahan pada variabel terikat[9].
2. Variabel Terikat (Dependent Variable) adalah faktor yang diukur oleh peneliti untuk melihat apakah ada pengaruh dari variabel bebas. Variabel terikat diasumsikan sebagai akibat dari perubahan pada variabel bebas.
3. Variabel Kontrol (Control Variable) adalah faktor-faktor yang dijaga konstan oleh peneliti untuk memastikan bahwa hanya variabel bebas yang memengaruhi variabel terikat.

Pada metode eksperimen, sengaja untuk mengubah satu atau lebih variabel bebas dan mengamati pengaruhnya terhadap variabel terikat dalam kondisi yang terkendali[10]. Memanipulasi variabel adalah mengubah sudut kemiringan panel surya dan melihat bagaimana perubahan itu mempengaruhi daya listrik yang dihasilkan.

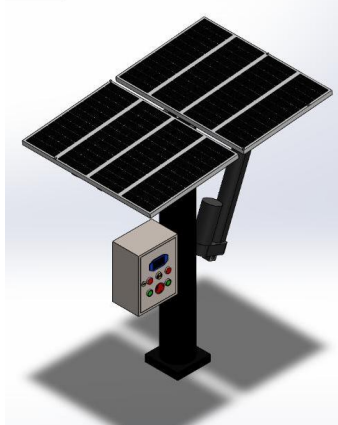
TABEL I : VARIABEL METODE EKSPERIMEN

Variabel Bebas (Dimanipulasi)	Sudut Horizontal (Azimuth)
Variabel Terikat (Diamati)	Arus (A), Tegangan (V), Daya (W) yang dihasilkan
Variabel Kontrol (Dikendalikan)	Panel Surya, Motor DC, Sensor ACS712, Modul <i>Photo Sensor</i> .



2.1 Perancangan Mekanik

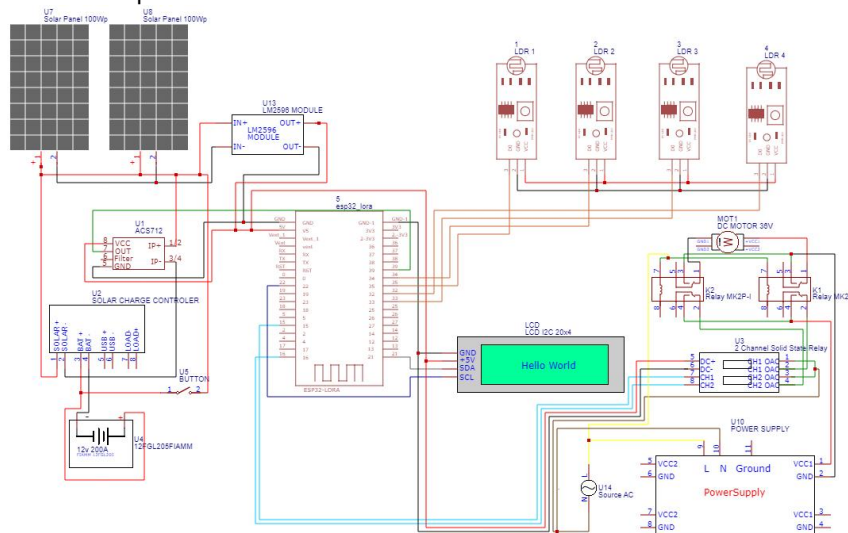
Perancangan mekanik merupakan perancangan alat yang digunakan dalam sistem PLTS. Dalam perancangan ini, diperlukan desain 3D agar tampilan sistem PLTS lebih atraktif (hidup) seperti aslinya yang ada di lapangan[11].



Gambar 1: Desain 3D Panel Surya

2.2 Perancangan Elektronik

Perancangan elektronik merupakan proses pembuatan rangkaian dan wiring diagram yang memperlihatkan tata letak serta hubungan antar komponen[12] yang merupakan keseluruhan sistem yang terintegrasi pada Sistem Solar tracker Single-Axis 2x100Wp.

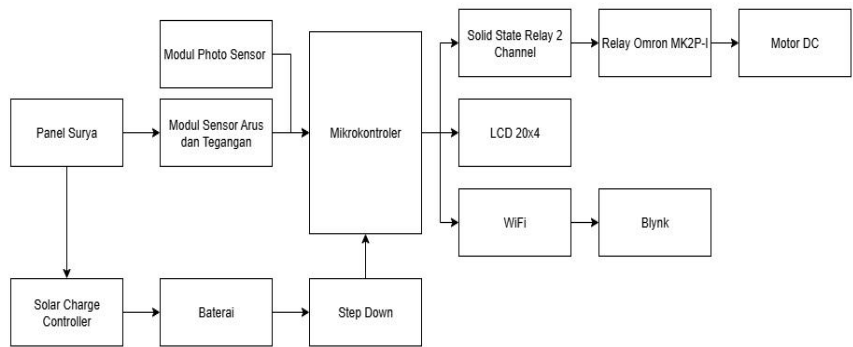


Gambar 2: Schematic Diagram Single-Axis Solar Tracker System

2.3 Blok Diagram

Blok diagram adalah representasi grafis dari sistem elektronik yang menggambarkan fungsi utama dan hubungan antar komponen atau subsistem dalam suatu rangkaian atau alat[13].





Gambar 3: Blok Diagram

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Perancangan perangkat keras (Hardware) menjelaskan hasil akhir dari rancangan sistem yang telah dibuat. Hasil utama dari rancangan alat ini adalah sistem pembangkit listrik tenaga surya 2x100Wp yang dilengkapi dengan solar tracker satu sumbu[14].



Gambar 4: Hasil Perancangan Hardware

3.2 Hasil Pengujian Fixed Panel

Pengujian sistem panel tetap (fixed panel) dilakukan selama tiga hari pada tanggal 10, 11, dan 15 Juli. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa tegangan yang dihasilkan berada pada rentang 18,9 V hingga 22,0 V, sedangkan arus berkisar antara 1,25 A hingga 4,2 A. Daya tertinggi tercatat sebesar 86,1 W pada pukul 12:00 WIB tanggal 10 Juli, saat posisi matahari mendekati titik kulminasi. Namun demikian, terdapat fluktuasi signifikan terutama pada sore hari, yang menunjukkan penurunan daya seiring menurunnya intensitas cahaya.

TABEL I: HASIL PENGUJIAN HARI PERTAMA FIXED PANEL

Tanggal	Waktu (WIB)	Sudut Azimuth (°)	Parameter Listrik			Intensitas Cahaya
			Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	
10 Juli	09:00	58,6°	19,4	2,8	54,3	1050
	10:00	49,2°	19,0	3,1	58,9	1550
	11:00	32,0°	19,7	3,3	65,0	2150



12:00	0°	20,5	4,2	86,1	2800
13:00	333,2°	20,3	3,7	75,1	2500
14:00	313,6°	19,8	3,6	71,2	2000
15:00	302,9°	19,6	3,5	68,6	1600
16:00	297,0°	19,7	3,2	63,0	1200

TABEL II: HASIL PENGUJIAN HARI KEDUA FIXED PANEL

Tanggal	Waktu (WIB)	Sudut Azimuth (°)	Parameter Listrik			Intensitas Cahaya
			Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	
11 Juli	09:00	58,6°	22,0	2,0	44,0	979
	10:00	49,2°	19,8	3,2	63,3	1729
	11:00	32,0°	20,2	3,4	68,6	1943
	12:00	0°	20,3	4,2	85,2	2897
	13:00	333,2°	19,9	3,7	73,6	2488
	14:00	313,6°	19,6	3,1	60,7	1232
	15:00	302,9°	19,3	2,6	50,1	1300
	16:00	297,0°	18,9	1,8	34,0	1019

TABEL III: HASIL PENGUJIAN HARI KETIGA FIXED PANEL

Tanggal	Waktu (WIB)	Sudut Azimuth (°)	Parameter Listrik			Intensitas Cahaya
			Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	
15 Juli	09:00	38,1°	20,7	2,69	55,6	1366
	10:00	50,2°	20,2	3,91	78,9	1774
	11:00	33,0°	20,0	2,38	47,6	1338
	12:00	0°	20,5	3,55	72,7	1770
	13:00	332,7°	19,3	2,35	45,3	2535
	14:00	312,8°	20,1	2,76	55,4	1752
	15:00	302,1°	19,4	1,49	28,9	2181
	16:00	296,2°	19,6	1,25	24,5	2080



3.3 Hasil Pengujian Solar Tracker

Pengujian pada sistem solar tracker single-axis dilakukan pada tanggal 9, 14, dan 16 Juli. Tegangan yang dicatat relatif stabil dengan kisaran 19,6 V hingga 21,8 V. Arus menunjukkan variasi antara 1,25 A hingga 4,84 A, dengan nilai tertinggi tercapai pada pukul 15:00 WIB tanggal 16 Juli. Daya maksimum yang dihasilkan mencapai 101,7 W pada pukul 12:00 WIB tanggal 9 Juli. Kinerja solar tracker secara umum menunjukkan kestabilan output listrik dan kemampuan mengikuti arah sinar matahari secara dinamis sepanjang hari pengamatan.

TABEL I: HASIL PENGUJIAN HARI PERTAMA SOLAR TRACKER

Tanggal	Waktu (WIB)	Sudut Azimuth (°)	Sudut Panel	Parameter Listrik			Intensitas Cahaya
				Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	
09 Juli	09:00	58,4°	95,0°	20,6	3,1	63,8	900
	10:00	49,0°	83,0°	20,5	3,4	69,7	1150
	11:00	58,4°	86,0°	20,8	4,2	87,3	1500
	12:00	0°	89,0°	21,2	4,8	101,7	2200
	13:00	333,2°	121,0°	20,9	4,5	94,0	1950
	14:00	313,7°	118,0°	20,7	3,9	80,7	1650
	15:00	303,0°	111,0°	20,4	3,2	65,2	1300
	16:00	297,1°	106,0°	19,6	1,25	24,5	1050

TABEL II: HASIL PENGUJIAN HARI KEDUA SOLAR TRACKER

Tanggal	Waktu (WIB)	Sudut Azimuth (°)	Sudut Panel	Parameter Listrik			Intensitas Cahaya
				Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	
14 Juli	09:00	59,3°	95,0°	20,8	2,96	61,5	1162
	10:00	50,0°	83,0°	20,5	2,50	51,2	1306
	11:00	32,8°	48,0°	20,6	3,89	80,1	2904
	12:00	0°	3,0°	20,1	2,53	50,8	1218
	13:00	332,8°	388,0°	20,6	3,35	69,0	2670
	14:00	313,0°	367,0°	20,3	4,58	92,9	1630
	15:00	302,3°	343,0°	19,8	1,76	34,8	1000
	16:00	296,4°	312,9°	20,0	1,63	32,6	898

TABEL III: HASIL PENGUJIAN HARI KEDUA SOLAR TRACKER

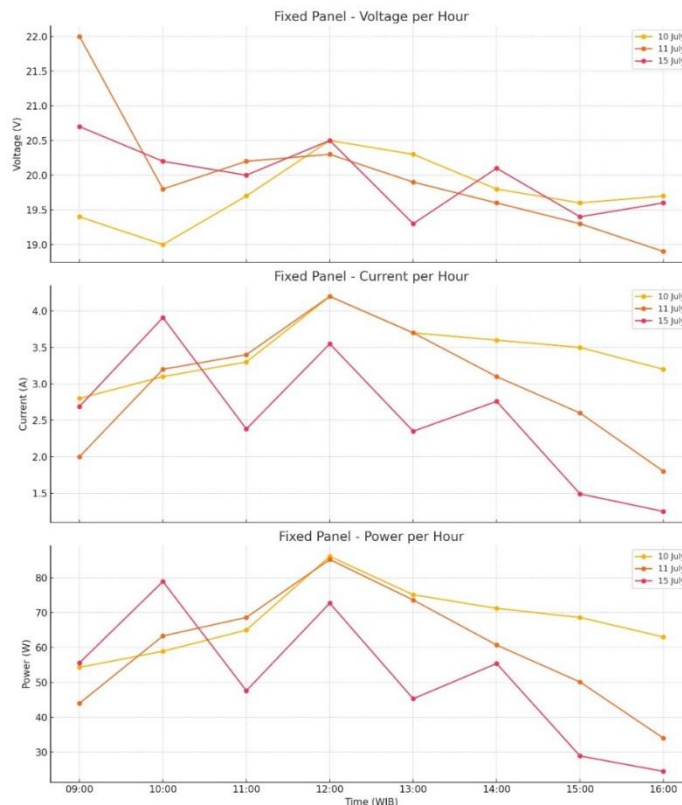
Tanggal	Waktu (WIB)	Sudut Azimuth (°)	Sudut Panel	Parameter Listrik			Intensitas Cahaya
				Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	
16 Juli	09:00	59,7°	95°	21,8	1,95	42,5	2517



10:00	50,5°	83°	20,6	2,79	57,4	2592
11:00	33,3°	86°	20,3	2,81	57,0	2757
12:00	0°	89°	20,3	3,87	78,5	3035
13:00	332,5°	121°	20,0	4,44	88,8	3208
14:00	312,6°	118°	20,8	3,52	73,2	2129
15:00	301,9°	111°	20,6	4,84	99,7	3908
16:00	296,1°	106°	21,1	4,7	99,17	3976

3.3 Hasil Perbandingan *Solar Tracker* dan *Fixed Panel*

Berdasarkan hasil pengukuran, sistem solar tracker menghasilkan daya dan arus yang secara konsisten lebih tinggi dibandingkan fixed panel pada jam-jam puncak. Selama periode pengamatan, solar tracker mencatat rata-rata daya yang lebih besar, dengan penyimpangan yang lebih rendah terhadap waktu. Selain itu, sistem pelacak matahari juga menunjukkan kestabilan tegangan yang lebih baik dan tidak terlalu terpengaruh oleh perubahan posisi matahari. Sementara itu, fixed panel menunjukkan penurunan kinerja terutama saat intensitas cahaya mulai menurun pada sore hari. Hal ini menunjukkan bahwa solar tracker lebih adaptif terhadap dinamika posisi matahari dan menghasilkan performa listrik yang lebih unggul pada sistem PLTS 2x100 Wp.



Gambar 5: Grafik Data Arus, Tegangan, Daya dari Fixed Panel



4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis terhadap parameter listrik berupa tegangan, arus, dan daya pada sistem PLTS 2x100 Wp yang dilengkapi dengan solar tracker single-axis serta sistem panel tetap (fixed panel), diperoleh beberapa poin penting sebagai berikut:

1. Sistem solar tracker single-axis menunjukkan performa yang lebih stabil dan konsisten dalam menghasilkan tegangan dan arus sepanjang periode pengamatan dibandingkan dengan fixed panel.
2. Daya listrik maksimum yang dihasilkan solar tracker mencapai 101,7 W pada pukul 12.00 WIB, sedangkan fixed panel hanya mencapai maksimum 86,1 W pada waktu yang sama.
3. Selama enam hari pengujian, rata-rata daya harian solar tracker lebih tinggi dibandingkan fixed panel, terutama pada jam-jam puncak (solar noon).
4. Sistem solar tracker menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam mengikuti arah matahari dan mempertahankan performa meskipun terjadi perubahan posisi azimuth, sedangkan fixed panel mengalami penurunan kinerja secara signifikan pada sore hari.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan solar tracker single-axis memberikan hasil pengukuran yang lebih baik dibandingkan dengan fixed panel, khususnya dalam hal kestabilan tegangan, arus, dan output daya listrik pada sistem PLTS berkapasitas 2x100 Wp.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Pijoh, "Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Energi Ramah Lingkungan yang Berkelanjutan," vol. 2, no. 2, pp. 201–207, 2024.
- [2] Samsurizal, K. T. Mauriraya, M. Fikri, N. Pasra, and Christiano, "Buku PLTS.pdf," pp. 1–53, 2021.
- [3] M. Hadi *et al.*, "Literature Review : Metode Evaluasi Performa Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Indoensia," vol. 8, no. 1, pp. 280–289, 2025.
- [4] K. V. Konneh *et al.*, "Optimal Design and Performance Analysis of a Hybrid Off-Grid Renewable Power System Considering Different Component Scheduling , PV Modules , and Solar Tracking Systems," pp. 64393–64413, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3075732.
- [5] A. R. Wiharja, L. Halim, and F. Wahab, "Pengoptimalan Efisiensi Panel Surya : Integrasi Pelacakan dan Reflektor Sumbu Ganda Tenaga Surya," vol. 13, no. November, pp. 246–251, 2024.
- [6] A. Abdullah, M. Putri, J. Iriani, F. N. Hulu, C. Cholish, and M. Masthura, "Sistem Pengaturan Nilai Kemiringan Panel Surya Dalam Peningkatan Kinerja Output Panel Surya Termonitoring Internet of Things," *JISTech (Journal Islam. Sci. Technol.*, vol. 7, no. 2, pp. 120–127, 2023, doi: 10.30829/jistech.v7i2.14178.
- [7] D. T. Listrik, F. Vokasi, U. N. Surabaya, D. T. Listrik, F. Vokasi, and U. N. Surabaya, "Rancang Bangun Monitoring PLTS Off-Grid Menggunakan ESP-32 dan HT-UV5R Pada Pesanggrahan Gordomulyo di Magetan Rancang Bangun Monitoring PLTS Off-Grid Menggunakan ESP-32 dan HT-UV5R Pada Pesanggrahan Gordomulyo di Magetan Zufar Permana Muqorrobin Reza Rah," 2021.
- [8] Yuga Heru Septiawan, D. Alia, and Hendro Purnomo, "Desain Solar Tracker Pada Solar Cell Berbasis Arduino," *J. 7 Samudra*, vol. 7, no. 2, pp. 17–26, 2022, doi: 10.54992/7samudra.v7i2.121.
- [9] M. R. Dewanto, Y. T. K. Priyanto, Thomas Dwi Putra Salim, Mohammad Khatami, and Sena Sukmananda Suprpto, "Perancangan Dual-Axis Solar Tracker untuk PLTS dengan Analisis Pengaruh Jumlah Sensor dan Tracking Delay," *J. Sistim Inf. dan Teknol.*, no. December 2022, 2022, doi: 10.37034/jsisfotek.v4i4.181.
- [10] Afif Faisal and Martin Awaludin, "Tinjauan Potensi dan Kebijakan Energi Surya di Indonesia," *J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater.*, vol. 6, no. 1, pp. 43–52, 2022, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/362433776_Tinjauan_Potensi_dan_Kebijakan_Energi_Surya_di_Indonesia
- [11] I. Ramli, F. Arya Samman, and S. Mawar Said, "Panel Surya dengan Sistem Pelacakan Arah Sinar Matahari," *J. EKSITASI*, vol. 1, no. 1, pp. 34–40, 2022.
- [12] M. S. Utomo, I. Nugrahanto, and S. Sungkono, "Sistem Penyimpanan Energi Menggunakan Baterai Sel Sekunder Pada Photovoltaic," *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 10, no. 1, pp. 85–93, 2023, doi: 10.33795/elkolind.v10i1.2753.
- [13] M. D. Abdillah and M. A. Putra, "Rancang Bangun Miniature Solar Tracking System Pada Penerangan Jalan Bertenaga Surya Berbasis Arduino," vol. 05, no. 02, pp. 57–70, 2024.
- [14] L. Rudawin, N. Rajabiah, and D. Irawan, "Analisa sistem kerja photovoltaic berdasarkan sudut kemiringan menggunakan monocrystalline dan policrystalline," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 1, pp. 129–137, 2020, doi: 10.24127/trb.v9i1.1221.

