Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik
Volume. 3, No. 4, November 2024
e-ISSN :2963-7813 dan p-ISSN : 2963-8178; Hal. 179-190
DOI: https://doi.org/10.55606/juprit.v3i4.4769
Available online at: https://ejurnal.politeknikpratama.ac.id/index.php/JUPRIT

Perancangan *Solar Tracker Dual Axis* untuk Optimasi Panel Surya

Any Kurniawaty Yapie [1*], Fathur Riski [2]
[1,2] Universitas Gunadarma, Indonesia
Email : yapie@staff.gunadarma.ac.id [1], fathurriski1928@gmail.com [2]*

Abstract, *in this global era, the development of renewable energy is the main focus to reduce dependence on fossil fuels and negative impacts on the environment. Solar energy is one of the most promising renewable energy sources on this earth of Indonesia, which can be harvested through solar panels. This study aims to design and create a dual-axis solar tracker prototype using an Arduino Uno microcontroller to increase the absorption of solar energy by solar panels. This prototype uses an LDR sensor and a servo motor to move the solar panel following the movement of the sun throughout the day. The test results show that the use of a solar tracker system can increase the power generated by solar panels in the morning and evening, thereby reducing the difference in power generated in the morning-evening and afternoon.*

Keywords: *renewable energy, solar panels, tracker*

Abstrak, pada era global ini, pengembangan energi terbarukan menjadi fokus utama untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan dampak negatif terhadap lingkungan. Energi matahari menjadi salah satu sumber energi terbarukan yang paling menjanjikan di bumi indonesia ini, yang dapat dipanen melalui panel surya.. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat prototipe *solar tracker dual axis* menggunakan mikrokontroler arduino uno untuk meningkatkan penyerapan oleh panel surya terhadap energi matahari. Prototipe ini menggunakan sensor ldr dan motor servo untuk menggerakkan panel surya mengikuti pergerakan matahari sepanjang hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan sistem *solar tracker* dapat meningkatkan daya yang dihasilkan panel surya pada pagi dan sore hari, sehingga memperkecil perbedaan daya yang dihasilkan pada pagi-sore dan siang.

Kata Kunci: energi terbarukan, panel surya, *tracker*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi *photovoltaic* menghasilkan panel surya yang semakin banyak digunakan untuk menghasilkan energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya paling banyak terjadi di siang hari, saat cahaya matahari jatuh tegak lurus pada permukaan panel surya. Karena itu pada pagi dan sore hari energi yang dihasilkan oleh panel surya akan berkurang. Hal ini akan terjadi setiap hari. Apabila panel surya yang dipakai dipasang pada posisi tetap (statis), makan akan selalu mengalami hal seperti di atas. Oleh karena itu, diperlukan sistem penggerak otomatis agar panel surya dapat selalu berada dalam posisi tegak lurus terhadap sinar matahari, sehingga energi surya dapat diserap secara optimal.

Sistem *tracker* diperlukan untuk mendukung panel surya dalam meningkatkan kinerjanya. Dengan mempelajari kondisi lingkungan dan posisi geografis, diharapkan dapat dihasilkan desain *solar tracker* yang tidak hanya meningkatkan efisiensi energi, tetapi juga cocok untuk diterapkan pada skala kecil dan menengah. Desain ini dapat memanfaatkan mikrokontroler Arduino Uno untuk mengendalikan sistem tracker yang akan dibangun.

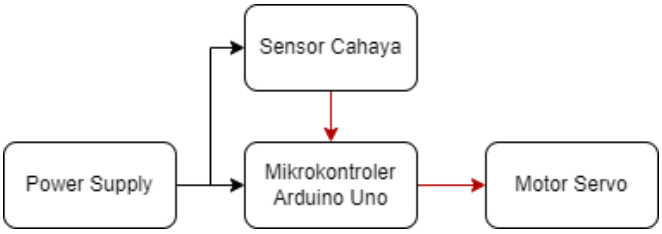
Received Oktober 02, 2024; Revised Oktober 14, 2024; Accepted November 16, 2024; Online Available November 30, 2024

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah *solar tracker* dengan pengontrol berbasis mikrokontroler.

2. METODE PENELITIAN

Perancangan

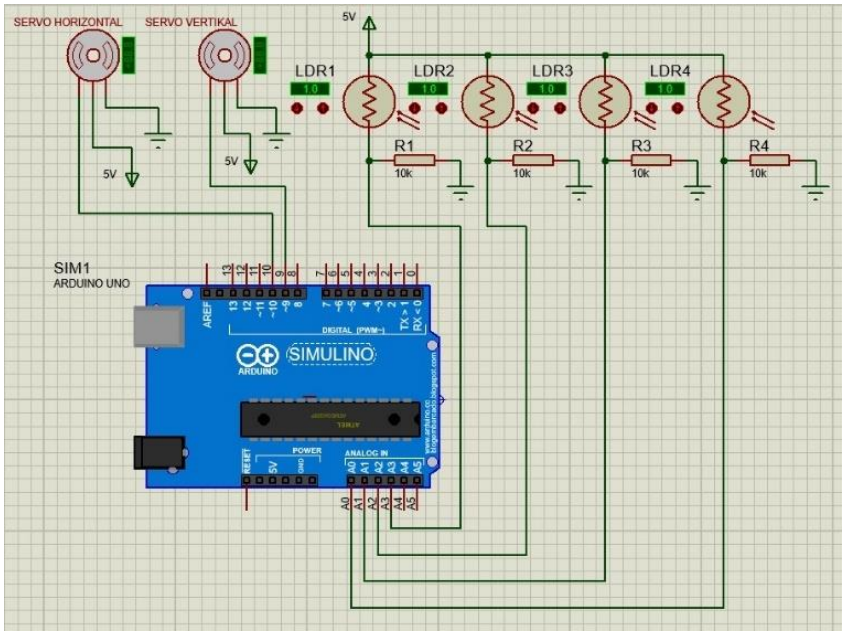
Secara keseluruhan, sistem yang dibangun terdiri dari *power supply*, mikrokontroler Arduino UNO, sensor cahaya, dan motor servo.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

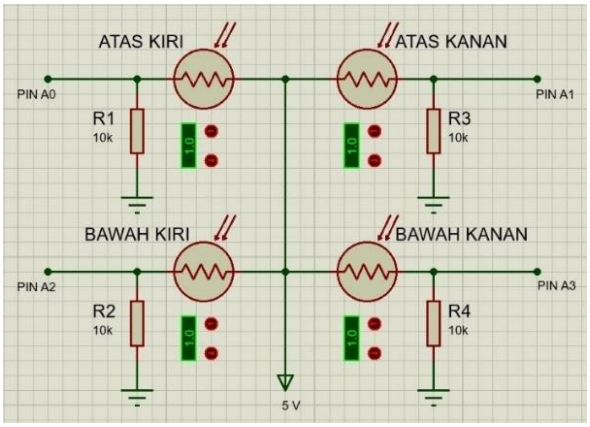
Gambar 1 menunjukkan blok diagram perancangan prototipe *solar tracker*. Sistem ini terdiri dari beberapa blok dengan fungsi yang berbeda-beda. Catu daya DC dari *power supply* digunakan untuk memberi daya pada rangkaian sensor cahaya, mikrokontroler Arduino UNO. *Input* utama sistem adalah sensor cahaya yang mendeteksi intensitas cahaya matahari.

Mikrokontroler Arduino UNO memproses data analog dari sensor cahaya. Hasil pengolahan data ini kemudian dikirim ke servo untuk menggerakkan panel surya ke posisi dengan intensitas cahaya yang terang.



Gambar 2. Rangkaian Skematik Alat

Gambar 2 merupakan seluruh rangkaian komponen yang digunakan pada prototipe *solar tracker*. Pada aktivator terdapat catu daya 9V yang berfungsi sebagai sumber tegangan. Pada bagian input terdapat sensor LDR yang memiliki 3 pin yang dihubungkan pada pin power 5V arduino, pin ground arduino, dan pin A0 sampai A3 pada arduino. Sensor LDR ini terbuat dari material semikonduktor, ketika cahaya mengenai material semikonduktor, energi cahaya menimbulkan elektron-elektron bebas, yang kemudian memungkinkan arus listrik mengalir oleh sensor LDR bawah kanan dan bawah kiri meningkat. Rangkaian Skematik sensor LDR ditunjukkan pada Gambar 3.

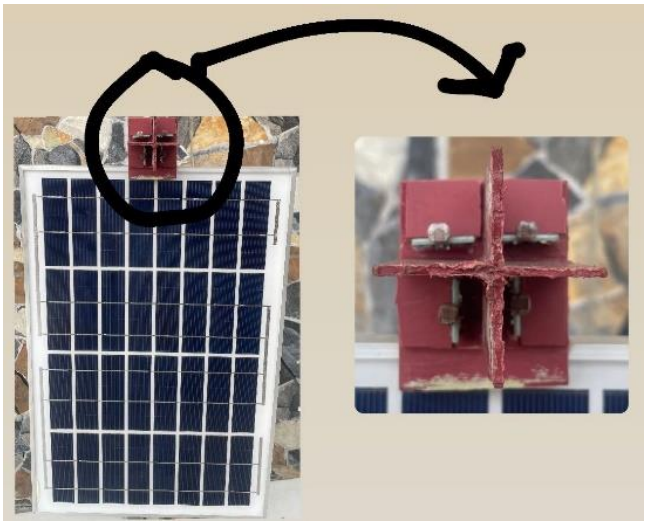


Gambar 3. Rangkaian Skematik Sensor LDR

Perancangan keseluruhan komponen dimulai dari pembuatan rangka prototipe *solar tracker* sampai pemasangan komponen elektronika pada prototipe *solar tracker*. Kerangka *solar tracker* terbuat dari besi holo 2 x 2cm dengan ukuran rangka P 22cm x L 22cm x T 20cm, sehingga mampu menopang panel surya 10 WP dengan berat 2 kg. Kerangka *solar tracker* ditunjukkan pada Gambar 4.

Gambar 4. Kerangka *Solar Tracker*

Pada bagian panel terdapat tempat untuk meletakkan 4 buah sensor LDR yang berada pada atas panel. Sensor LDR diletakkan pada posisi atas kanan, atas kiri, bawah kanan, dan bawah kiri. Penempatan sensor cahaya ditunjukkan pada Gambar 5.



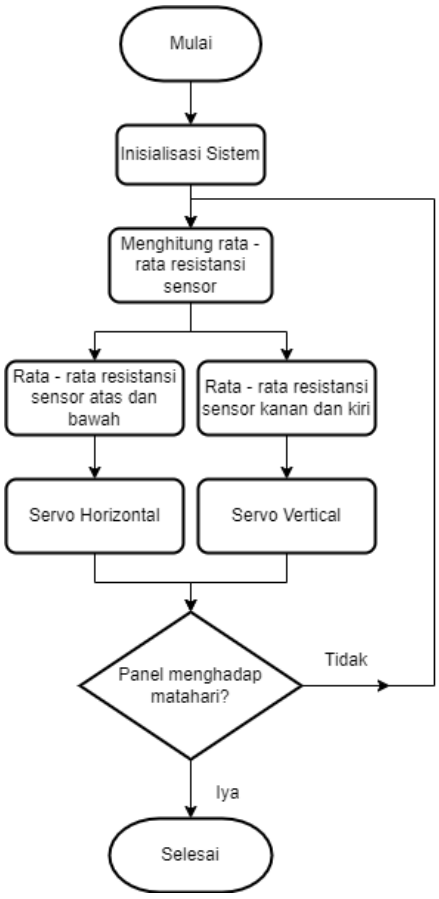
Gambar 5. Penempatan Sensor Cahaya pada Panel Surya

Kemudian, terdapat box komponen yang di dalamnya terdiri dari arduino UNO, dan juga saklar power yang berfungsi untuk mengaktifkan arduino dan motor servo. Box komponen ditunjukkan pada Gambar 6.

Gambar 6. Box Komponen

Diagram Alir Cara Kerja Alat

Diagram alir yang menunjukkan kerja alat dapat dilihat pada Gambar 7. Alat mengawali kerjanya dengan inisialisasi mikrokontroler sensor LDR, Arduino UNO, dan Motor Servo. kemudian Arduino UNO akan menghitung rata-rata resistansi yang dihasilkan dari sensor LDR atas-bawah untuk mengaktifkan servo *vertical* (sumbu Y) dan sensor LDR kanan-kiri untuk mengaktifkan servo *horizontal* (sumbu X) kearah sumber cahaya yang lebih terang.



Gambar 7. Diagram Alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kelayakan dan kekurangan pada prototipe. Pengujian dilakukan pada keluaran dari prototipe *solar tracker*. Prototipe diujikan dimulai dari pukul 09.00 – 15.00 WIB yang dilakukan di halaman rumah dan membandingkan efisiensi panel surya menggunakan *tracker* dengan panel surya tanpa *tracker* (statis) yang dilihat dari daya yang dihasilkan pada panel.

Pengujian Tegangan

Pengujian tegangan pada komponen ini meliputi pengujian tegangan operasi dan tegangan terukur pada Arduino UNO, Catu daya 9V, 4 Sensor LDR, dan Motor Servo.

Tabel 1. Pengukuran Tegangan pada Komponen

KOMPONEN		TEGANGAN OPERASI	TEGANGAN TERUKUR
Catu daya 9V		9 Volt	9,03 Volt
Arduino UNO Pin 5V		5 Volt	5 Volt
Sensor LDR	atas kiri	5 Volt	4,85 Volt
	atas kanan	5 Volt	4,89 Volt
	bawah kiri	5 Volt	4,93 Volt
	bawah kanan	5 Volt	4,9 Volt
Motor Servo	Sumbu X	5 Volt	4,9 Volt
	Sumbu Y	5 Volt	4,97 Volt

Tabel 1. Menampilkan nilai hasil pengukuran tegangan operasi dan tegangan terukur pada seluruh komponen yang digunakan. Arduino UNO beroperasi pada tegangan 9V. Ketika dilakukan pengukuran pada catu daya yang digunakan didapatkan tegangan sebesar adalah 9.03V. Tegangan operasi pada pin 5 V Arduino UNO memiliki tegangan sebesar 5 V yang artinya bekerja pada tegangan 5 V dan ketika dilakukan pengukuran didapatkan tegangan terukur sebesar 5 V. Pengukuran keluaran pin 5 V ditunjukkan untuk mengetahui besar tegangan yang masuk ke setiap komponen yang digunakan, karena pada dasarnya seluruh komponen disalurkan secara paralel dari pin 5 V pada Arduino UNO.

Pengujian tegangan motor servo dilakukan dengan 2 kali perngujian, yaitu pada servo sumbu X dan servo sumbu Y. Mengukur tegangan yang masuk ke motor servo dan dibandingkan dengan tegangan operasional dari motor servo tersebut.

Tegangan operasional motor servo adalah 5 V, pada saat dilakukan pengukuran tegangan yang masuk ke dalam motor servo sumbu X didapat 4.9 V dan motor servo sumbu Y didapat 4.97 V, dari tegangan keluaran pin 5 V yang bernilai 5 V di tegangan keluar pada catu daya karena pembagian tegangan pada dua motor servo yang tidak ideal mengakibatkan berkurangnya tegangan dari catu daya.

Pengujian tegangan sensor cahaya dilakukan dengan 4 pengujian, yaitu pada sensor atas kiri, atas kanan, bawah kiri, dan bawah kanan. Cara mengukur tegangan yang masuk ke sensor cahaya ini dibandingkan dengan tegangan operasi dari sensor cahaya tersebut.

Tegangan kerja sensor cahaya adalah 5 V. Pada saat dilakukan pengukuran tegangan yang masuk ke dalam sensor cahaya atas kiri sebesar 4.85 V, atas kanan sebesar 4.89 V, bawah kiri sebesar 4.93 V, dan bawah kanan sebesar 4.9 V.

Pengujian Panel Surya

Pengujian pada prototipe *solar tracker* dilakukan selama enam hari, untuk membandingkan pengaruh penggunaan *tracker* dengan kondisi *solar static* (konvensional) pada pukul 9.00 – 15.00 wib setiap pengujian, dengan pengambilan data setiap 1 jam. Lokasi pengujian adalah di halaman rumah di Kelapa Dua Depok. Pengujian panel surya dilakukan tanpa beban untuk mendapatkan nilai Tegangan (V), Arus (I), Daya (W), dan sudut kemiringan servo *vertical* (Sumbu Y) dengan kondisi cuaca dikategorikan terang pada setiap jamnya. Sudut kemiringan servo *vertical* (Sumbu Y) dapat diamati menggunakan aplikasi Arduino IDE yang akan menampilkan posisi motor servo dengan satuan derajat. Pengukuran tegangan dan arus panel surya diukur menggunakan multimeter.

Tabel 2. Hasil Pengujian *Solar Tracke*r Hari Pertama

(Kamis 11 Juni 2024 dengan kondisi cuaca terang)

SOLAR TRACKER					
Waktu (WIB)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (P)	Kondisi	Posisi Panel (Servo Y)
9.00	11.29	0.45	5.08	Terang	120°
10.00	11.35	0.48	5.45	Terang	110°
11.00	11.55	0.53	6.12	Terang	100°
12.00	12.15	0.56	6.80	Terang	90°
13.00	12.04	0.55	6.62	Terang	80°
14.00	11.95	0.52	6.21	Terang	70°
15.00	11.71	0.50	5.86	Terang	60°
	Daya rata-rata		6.02		

Tabel 2. menunjukkan nilai tegangan, arus, daya, dan posisi servo Y. Selisih arus pada nilai tertinggi dan terendah adalah 0.11 A, dan selisih daya pada nilai tertinggi dan terendah adalah 1.72 W. Nilai tertinggi tegangan, arus, dan daya pada pukul 12.00, dengan posisi panel surya 90°. Dapat dilihat bahwa rentang waktu yang mendapatkan nilai tegangan, arus, dan daya tertinggi sekitar pukul 11.00 – 14.00.

Tabel 3. Hasil Pengujian *Solar Tracke*r Hari Kedua

(Sabtu, 15 Juni 2024 dengan kondisi cuaca terang.)

SOLAR TRACKER

Waktu (WIB)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (W)	Kondisi	Posisi Panel (Servo Y)
9.00	11.22	0.44	4.94	Terang	124°
10.00	11.33	0.46	5.21	Terang	120°
11.00	11.61	0.49	5.69	Terang	109°
12.00	12.30	0.55	6.77	Terang	96°
13.00	12.13	0.53	6.43	Terang	85°
14.00	12.03	0.51	6.14	Terang	76°
15.00	11.68	0.47	5.49	Terang	68°
	Daya rata-rata		5.81		

Tabel 3. menunjukkan nilai tegangan, arus, daya, dan posisi servo Y. Selisih tegangan pada nilai tertinggi dan terendah adalah 1.08 V, selisih arus pada nilai tertinggi dan terendah adalah 0.11 A, dan selisih daya pada nilai tertinggi dan terendah adalah 1.83 W. Nilai tertinggi tegangan, arus, dan daya pada pukul 12.00, dengan posisi panel surya 96°. Dapat dilihat bahwa rentang waktu yang mendapatkan nilai tegangan dan arus tertinggi sekitar pukul 11.00 – 13.00.

Tabel 4. Hasil Pengujian *Solar Tracker* Hari Ketiga
(Rabu 19 Juni 2024 dengan kondisi cuaca terang)

SOLAR TRACKER					
Waktu (WIB)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (W)	Kondisi	Posisi Panel (Servo Y)
9.00	11.10	0.45	5.00	Terang	128°
10.00	11.32	0.48	5.43	Terang	119°
11.00	11.49	0.50	5.75	Terang	110°
12.00	12.23	0.56	6.85	Terang	93°
13.00	12.11	0.53	6.42	Terang	83°
14.00	12.08	0.51	6.16	Terang	74°
15.00	11.62	0.48	5.58	Terang	65°
	Daya rata-rata		5.88		

Tabel 4. menunjukkan selisih daya pada nilai tertinggi dan terendah adalah 1.85 W. Nilai tertinggi tegangan, arus, dan daya pada pukul 12.00, dengan posisi panel surya 93°. Dapat dilihat bahwa rentang waktu yang mendapatkan nilai tegangan, arus, dan daya tertinggi sekitar pukul 12.00 – 14.00.

Tabel 5. Hasil Pengujian *Solar Static* Hari Pertama
(Senin 29 Juli 2024 dengan kondisi cuaca terang)

SOLAR STATIC					
Waktu (WIB)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (P)	Kondisi	Posisi Panel (Servo Y)
9.00	8.22	0.29	2.38	Terang	90°
10.00	9.35	0.37	3.46	Terang	90°
11.00	10.13	0.41	4.15	Terang	90°
12.00	12.09	0.54	6.53	Terang	90°
13.00	11.65	0.49	5.71	Terang	90°
14.00	10.27	0.43	4.42	Terang	90°
15.00	9.22	0.33	3.04	Terang	90°
	Daya rata-rata		4.24		

Tabel 5. menampilkan selisih tegangan pada nilai tertinggi dan terendah adalah 3.87 V, selisih arus pada nilai tertinggi dan terendah adalah 0.25 A dan selisih daya pada nilai tertinggi dan terendah adalah 4.14 W. Nilai tertinggi tegangan, arus, dan daya pada pukul 12.00, dengan posisi panel surya 90°. Waktu yang mendapatkan nilai tegangan dan arus tertinggi sekitar pukul 11.00 – 13.00.

Tabel 6, Hasil Pengujian *Solar Static* Hari Kedua
(Selasa, 30 Juli 2024 dengan kondisi cuaca terang.)

SOLAR STATIC					
Waktu (WIB)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (W)	Kondisi	Posisi Panel (Servo Y)
9.00	8.47	0.31	2.63	Terang	90°
10.00	9.87	0.40	3.95	Terang	90°
11.00	10.34	0.45	4.65	Terang	90°

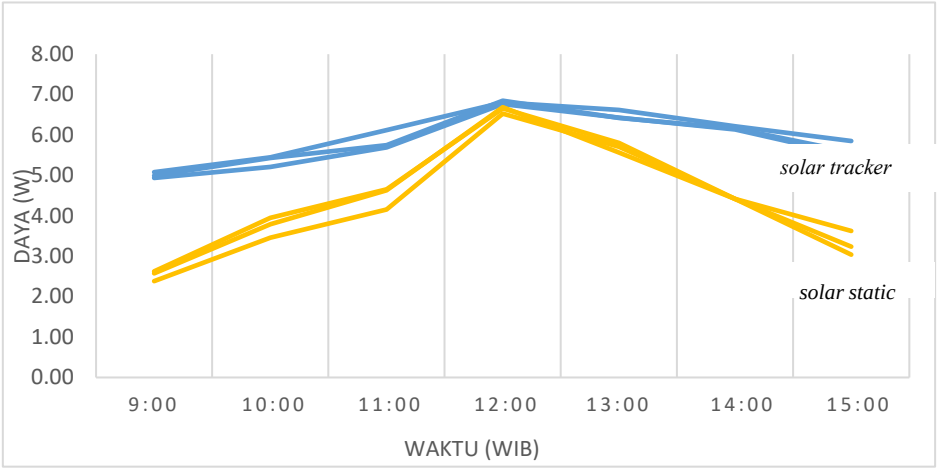
12.00	12.33	0.54	6.66	Terang	90°
13.00	11.84	0.49	5.80	Terang	90°
14.00	10.51	0.42	4.41	Terang	90°
15.00	9.55	0.38	3.63	Terang	90°
	Daya rata-rata		4.53		

Tabel 6. menunjukkan selisih tegangan pada nilai tertinggi dan terendah adalah 3.86 V dan selisih arus pada nilai tertinggi dan terendah adalah 0.23 A, selisih daya pada nilai tertinggi dan terendah adalah 4.03 W. Nilai tertinggi tegangan, arus, dan daya pada pukul 12.00, dengan posisi panel surya 90°. Dapat dilihat bahwa rentang waktu yang mendapatkan nilai tegangan dan arus tertinggi sekitar pukul 11.00 – 13.00.

Tabel 3. Hasil Pengujian *Solar Statis* Hari Ketiga
(Rabu, 31 Juli 2024 dengan kondisi cuaca terang.)

SOLAR STATIS					
Waktu (WIB)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (W)	Kondisi	Posisi Panel (Servo Y)
9.00	8.31	0.31	2.58	Terang	90°
10.00	9.48	0.40	3.79	Terang	90°
11.00	10.29	0.45	4.63	Terang	90°
12.00	12.16	0.55	6.69	Terang	90°
13.00	11.84	0.47	5.56	Terang	90°
14.00	10.51	0.42	4.41	Terang	90°
15.00	9.52	0.34	3.24	Terang	90°
	Daya rata-rata		4.41		

Tabel 7. menunjukkan selisih tegangan pada nilai tertinggi dan terendah adalah 3.85 V dan selisih arus pada nilai tertinggi dan terendah adalah 0.24 A, dan selisih daya pada nilai tertinggi dan terendah adalah 4.11 W. Nilai tertinggi tegangan, arus, dan daya pada pukul 12.00, dengan posisi panel surya 90°. Dapat dilihat bahwa rentang waktu yang mendapatkan nilai tegangan dan arus tertinggi sekitar pukul 11.00 – 13.00.



Gambar 8. Grafik Hasil Daya Pengujian Panel Surya

Gambar 8. menunjukkan grafik daya yang dihasilkan panel surya baik menggunakan *solar tracker* (biru) dan *solar static* (kuning) selama enam hari pengujian. Hasil pengamatan menunjukkan terlihat selisih daya antara daya tertinggi dengan daya terendah setiap harinya yang dihasilkan panel surya yang menggunakan tracker lebih kecil dibandingkan dengan selisih daya yang dihasilkan panel surya yang tidak menggunakan *tracker,* sehingga rata-rata daya yang dihasilkan pada solar tracker juga lebih tinggi.

4. KESIMPULAN

Prototipe *solar tracker dual axis* menggunakan mikrokontroler arduino uno selesai dibangun dan berjalan dengan baik dan mampu mengikuti gerak sinar matahari. Selisih daya antara daya tertinggi dan daya terendah setiap harinya yang dihasilkan panel surya menggunakan *tracke*r lebih kecil dibandingkan dengan selisih daya yang dihasilkan panel surya yang tidak menggunakan *tracker*. Sehingga dapat dikatakan bahwa penggunaan panel surya dengan *tracker* lebih maksimal dalam menghasilkan daya dibandingkan panel surya konvensional yang tidak menggunakan *tracker*.

DAFTAR PUSTAKA

A. Levran, “Sensor LDR: Pengertian, Fungsi, Jenis dan Prinsip Kerja,” techmarky. [Online]. Tersedia di: https://techmarky.com/sensor-ldr-adalah/ (Diakses: 24 Juni 2024).

Antonio, “MG996R Servo Motor,” components101. [Online]. Tersedia di: https://components101.com/motors/mg996r-servo-motor-datasheet. (Diakses: 24 Juni 2024).

Farnel, "Arduino Uno." [Online]. Tersedia di: https://www.farnell.com/datasheets/1682209.pdf (Diakses: 21 September 2024)

R. Budiarto, D. Sulistyo Widhyharto, and A. Rahma Wardhana, (2017) Energi Surya untuk Komunitas-Meningkatkan Produktivitas Masyarakat Pedesaan Melalui Energi Terbarukan. [Online]. Tersedia di: https://www.researchgate.net/publication/324089600 (Diakses: 30 Agustus 2024)

Yusro, M., Diamah, A. (2019) Sensor & Transducer [online]. Tersedia di: https://www.studocu.id/id/document/ssekolah-menengah-atas-negeri-10-fajar-harapan/bahasa-indonesia/buku-ajar-sensor-transduser-watermark/51962444 (Diakses: 1 September 2024]