

Implementasi Sensor LDR Pada Prototipe Sistem *Tracking Dual Axis* Untuk Deteksi Arah Sinar Matahari Pada Sel Surya

Implementation Of The LDR Sensor In The Dual Axis Tracking System Prototype For Detecting The Direction Of Sunlight On Solar Cells

Dekki Widiatmoko¹, Rachmat Setiawibawa², Rafi Maulana Al-farizi³,
Mokhammad Syafaat⁴, Eriski Prawira⁵

¹⁻⁵Jurusan Elektronika, Politeknik Angkatan Darat

Email: dekki101067@gmail.com¹, rachmatwibawa90@gmail.com², rafimaulana@poltekad.ac.id³,
mokhammad Syafaat96@poltekad.ac.id⁴, eriskiprawira@poltekad.ac.id⁵

Article History:

Received: 04 Juli 2023

Accepted: 04 Agustus 2023

Published: 30 September 2023

Keywords: Solar energy, solar cell, dual-axis tracking system, LDR sensors.

Abstract. Solar energy is a potential solution to meet the electricity needs of TNI AD posts and bases in border areas. However, conventional solar energy systems have limited efficiency because they can only absorb sunlight from one direction. The efficiency of solar energy systems can be improved by using a dual-axis tracking system equipped with a LDR sensor. The LDR sensor is used to detect the direction of sunlight. The change in the LDR sensor resistance due to the change in the intensity of light that hits it is then processed by a microcontroller to move the solar panel in the appropriate direction. Based on the results of testing, the dual-axis tracking system with an LDR sensor significantly increases the power generated compared to conventional solar energy systems. At the peak of performance during dynamic testing at 12:00 pm, the total power reached 2,196 W, while the static test reached a total power of 1,311 W. Therefore, the dual-axis tracking system with an LDR sensor can be a more optimal choice to improve the performance and efficiency of solar energy systems in generating electricity at TNI AD posts and bases in border areas.

Abstrak

Sistem tenaga surya merupakan solusi potensial untuk memenuhi kebutuhan listrik di pos dan pangkalan TNI AD di wilayah perbatasan. Namun, sistem tenaga surya konvensional memiliki efisiensi yang terbatas karena hanya dapat menyerap sinar matahari dari satu arah saja. Peningkatan efisiensi sistem tenaga surya dapat dilakukan dengan menggunakan sistem tracking dual axis yang dilengkapi dengan sensor LDR. Sensor LDR digunakan untuk mendeteksi arah datangnya sinar matahari. Perubahan nilai resistansi sensor LDR akibat perubahan intensitas cahaya yang mengenainya kemudian diolah oleh mikrokontroler untuk menggerakkan panel surya ke arah yang sesuai. Berdasarkan hasil pengujian, sistem tracking dual axis dengan sensor LDR secara signifikan meningkatkan daya yang dihasilkan dibandingkan dengan sistem tenaga surya konvensional. Pada pengujian dinamis, puncak kinerja dicapai pada pukul 12:00 dengan total daya mencapai 2.196 W, sementara pengujian statis mencapai total daya 1.311 W. Dengan demikian, sistem tracking dual axis dengan sensor LDR dapat menjadi pilihan yang lebih optimal untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi sistem tenaga surya dalam menghasilkan daya listrik di pos dan pangkalan TNI AD di wilayah perbatasan.

Kata kunci : Energi surya, sel surya, sistem tracking dual axis, sensor LDR

PENDAHULUAN

Tentara Nasional Indonesia Angkatan Darat (TNI AD) memiliki banyak pos dan pangkalan di wilayah perbatasan yang masih jauh dari jangkauan listrik PLN. Pos dan pangkalan tersebut membutuhkan pasokan listrik untuk berbagai keperluan, seperti penerangan, komunikasi, dan operasional lainnya.

Energi surya merupakan salah satu alternatif sumber energi terbarukan yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan. Hal ini dikarenakan energi surya dapat diperoleh secara gratis dan tidak akan habis. Indonesia merupakan negara tropis yang menerima sinar matahari sepanjang tahun, sehingga memiliki potensi besar untuk memanfaatkan energi surya.

Salah satu cara untuk meningkatkan pemanfaatan energi surya adalah dengan menggunakan sistem *tracking*. Sistem *tracking* adalah sistem yang dapat mengarahkan panel surya ke arah datangnya sinar matahari. Hal ini dapat meningkatkan efisiensi sel surya, karena sel surya akan menyerap lebih banyak sinar matahari.

Ada beberapa jenis sistem *tracking* yang dapat digunakan, salah satunya adalah sistem *tracking dual axis*. Sistem *tracking dual axis* dapat menggerakkan panel surya pada dua sumbu, yaitu sumbu elevasi dan sumbu azimuth. Sumbu elevasi digunakan untuk menggerakkan panel surya ke arah datangnya sinar matahari dari atas, sedangkan sumbu azimuth digunakan untuk menggerakkan panel surya ke arah datangnya sinar matahari dari samping.

Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) merupakan salah satu sensor yang dapat digunakan untuk mendeteksi arah sinar matahari. Sensor LDR memiliki nilai resistansi yang akan berubah seiring dengan perubahan intensitas cahaya yang mengenainya. Hal ini dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi arah datangnya sinar matahari.

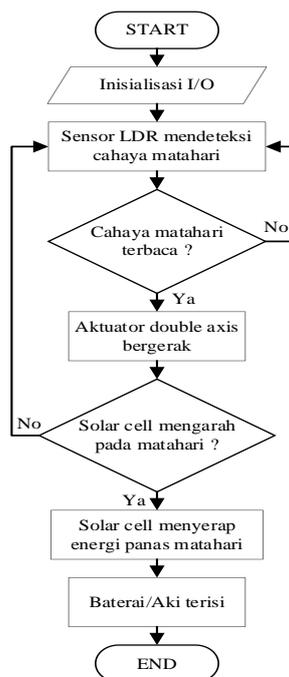
Sehingga penggunaan sistem *tracking dual axis* dapat menjadi solusi untuk memenuhi kebutuhan listrik di pos dan pangkalan TNI AD di wilayah perbatasan, meningkatkan efisiensi sel surya, sehingga dapat menghasilkan lebih banyak energi listrik.

Selain itu, sistem *tracking dual axis* juga dapat menghemat biaya operasional. Hal ini dikarenakan sistem *tracking dual axis* dapat mengurangi penggunaan panel surya yang lebih besar untuk menghasilkan daya yang sama.

METODELOGI PELAKSANAAN

Metode penelitian yang diterapkan memberikan landasan kuat untuk memahami proses implementasi sensor, sekaligus mengevaluasi kinerja sistem dalam optimalisasi penggunaan energi surya sebagai sumber energi terbarukan.

Secara umum langkah penelitian ini ditampilkan dalam diagram alir berikut.



Gambar 1. Diagram alir *tracking dual axis*

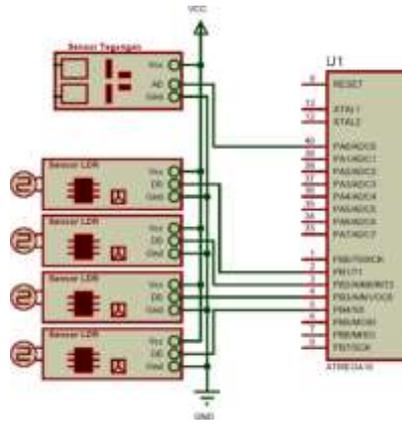
Pada Gambar 1, dijelaskan alur kerja sistem *tracking dual axis* pada sel surya, dimulai dari inisialisasi I/O. Proses berlanjut dengan sensor mendeteksi cahaya matahari, yang kemudian diproses oleh Arduino. Jika cahaya terdeteksi, aktuator *double axis* bergerak untuk mengarahkan sel surya ke arah matahari. Selanjutnya, sel surya menyerap energi panas matahari dan mengisi baterai.



Gambar 2. Desain Perancangan alat

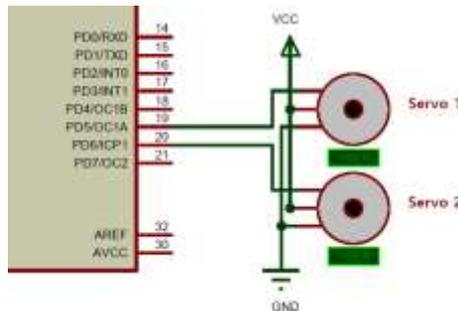
Keterangan :

1. Aktuator
2. Box panel
3. Rangka besi dual axis
4. Sensor LDR
5. Bingkai untuk solar panel



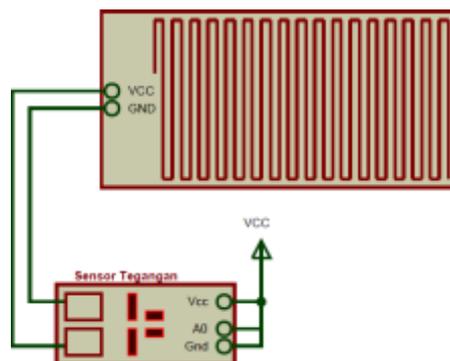
Gambar 3. Rangkaian skematik sensor LDR

Pada gambar 3. Dua sensor LDR dipasang dan dihubungkan ke Arduino untuk memproses data. Kaki Ground (Gnd) dari kedua sensor dihubungkan, serta kaki Vcc dari masing-masing sensor dihubungkan dan disatukan. Output sensor digunakan untuk mengontrol aktuator double axis yang mengarahkan sel surya ke arah matahari. Rangkaian ini memastikan bahwa intensitas cahaya yang diterima oleh sensor-sensor LDR berpasangan selalu sama, menciptakan sistem yang efisien dalam melacak dan memaksimalkan potensi energi surya yang dihasilkan oleh sel surya.



Gambar 4. Rangkaian skematik motor servo

Pada gambar 4. *Output* dari sensor LDR digunakan untuk mengontrol motor servo *dual axis*. Kedua motor servo ini menggerakkan sel surya secara elevasi dan azimuth untuk selalu menghadap langsung ke sumber sinar matahari.

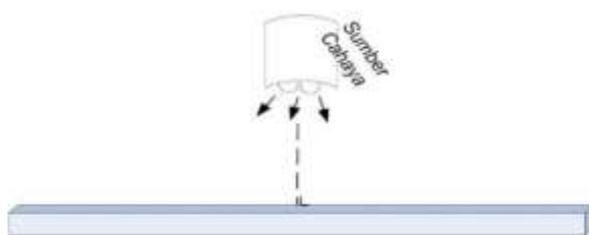


Gambar 5. Rangkaian skematik sel surya

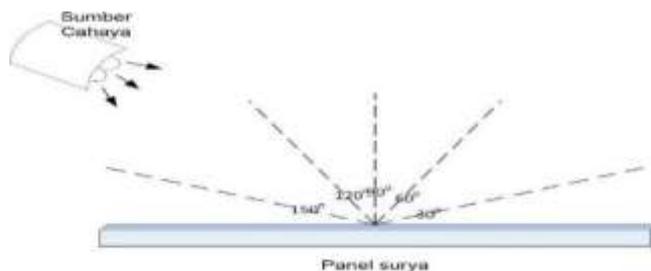
Pada gambar 5. Menjelaskan rangkaian ini memastikan bahwa panel surya selalu menghadap langsung ke sumber sinar matahari, meningkatkan efisiensi penyerapan energi surya oleh sel surya. Sebagai bagian integral dari sistem *tracking*, rangkaian panel surya ini berperan penting dalam memaksimalkan potensi yang dihasilkan oleh sel surya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, dilakukan pengujian terhadap pengaruh sudut datang cahaya matahari terhadap keluaran panel sel surya. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menilai sejauh mana pengaruh sudut datang sumber cahaya terhadap kinerja panel sel surya. Pengujian dilakukan secara statis (diam) dan dinamis (bergerak). Pemasangan panel sel surya dengan posisi tegak lurus terhadap arah sumber cahaya dilakukan untuk mendapatkan keluaran maksimum.



Gambar 6. Pengujian statis (diam)



Gambar 7. Pengujian dinamis (bergerak)

Data tegangan diambil dari sel surya langsung dan data arus, menggunakan sensor arus tegangan. Daya yang dihasilkan sel surya, maka digunakan perhitungan daya dengan rumus:

$$P = V \times I$$

Dimana :

P = Daya yang dicari (Watt)

V = Tegangan dari panel surya (Volt)

I = Arus dari panel surya (Ampere)

Tabel 1. Hasil Pengujian statis (diam)

No.	Pukul	V (volt)	I (Ampere)
1.	07:00	18,2	2
2.	07:30	18,8	2,5
3.	08:00	19,5	2,8
4.	08:30	19,5	2,8
5.	09:00	20,4	3,1
6.	09:30	19,8	3,2
7.	10:00	19,8	3,5
8.	10:30	19,8	3,5
9.	11:00	19,8	3,8
10.	11:30	20	4
11.	12:00	20	5,2
12.	12:30	20	5
13.	13:00	19,5	4,5
14.	13:30	19,2	4
15.	14:00	19	4
16.	14:30	19	3,8
17.	15:00	19,2	3,8
18.	15:30	18,8	3
19.	16:00	18,2	2
20.	16:30	16,5	0,5
21.	17:00	15	0,5
Rata-rata		18,10 V	3,21 A

Pada tabel 1. Menunjukkan hasil pengujian statis tegangan dan arus sel surya selama periode waktu tertentu menunjukkan pola yang jelas sepanjang hari. Pada pukul 12:00, sel surya mencapai kinerja puncak dengan tegangan 20 V dan arus 5,2 A. Seiring berjalannya waktu, terjadi fluktuasi tegangan dan arus, mencapai nilai minimum pada pukul 17:00. Rata-rata harian tegangan dan arus adalah 18,10 V dan 3,21 A, memberikan gambaran keseluruhan efisiensi sistem.

Tabel 2. Hasil Pengujian dinamis (bergerak)

No.	Pukul	V (volt)	I (Ampere)
1.	07:00	20,1	4
2.	07:30	20	4
3.	08:00	20,1	4,2
4.	08:30	20	4,5
5.	09:00	20,5	4,9
6.	09:30	19,8	5
7.	10:00	20,5	5,8
8.	10:30	20,5	6
9.	11:00	20,2	5,8
10.	11:30	21	6,5
11.	12:00	21	6,2
12.	12:30	21	6
13.	13:00	21	6,2
14.	13:30	20	6
15.	14:00	20	6,2
16.	14:30	19,8	5,5
17.	15:00	20,2	5,5
18.	15:30	20	5
19.	16:00	19	4
20.	16:30	18	3,8
21.	17:00	18	4
Rata - rata		20 V	5,19 A

Pada Tabel 2. Hasil pengujian dinamis sel surya dengan *tracking dual axis* menunjukkan respons yang signifikan terhadap pergerakan matahari sepanjang hari. Tegangan selalu berada dalam kisaran 18 V hingga 21 V, sementara arus berkisar dari 3,8 A hingga 6,5 A. Pada pukul 12:00, terjadi puncak kinerja dengan tegangan 21 V dan arus 6,5 A, mencerminkan optimalnya penyerapan energi matahari pada saat posisi matahari berada di atas. Rata-rata harian tegangan dan arus adalah 20 V dan 5,19 A, menunjukkan efisiensi keseluruhan sel surya dengan *tracking dual axis*.

Dengan didapatkannya data dari hasil pengujian, maka langkah selanjutnya dilakukan perhitungan daya serta persentase peningkatan arus dan daya listrik yang dihasilkan dari pengujian statis (diam) dan pengujian dinamis (bergerak) menggunakan rumus daya.

- a. Daya pengujian statis (diam)

$$\begin{aligned} P &= V \times I \\ &= 18,10 \times 3,21 \\ &= 58 \text{ W} \end{aligned}$$

- b. Daya pengujian dinamis (bergerak)

$$\begin{aligned} P &= V \times I \\ &= 20 \times 5,19 \\ &= 103 \text{ W} \end{aligned}$$

Tabel 3. Perbandingan Daya

Pkl	pengujian statis			pengujian dinamis		
	V	I	P	V	I	P
07:00	18,2	2	36,4	20,1	4	80,4
07:30	18,8	2,5	47	20	4	80
08:00	19,5	2,8	54,6	20,1	4,2	84,42
08:30	19,5	2,8	54,6	20	4,5	90
09:00	20,4	3,1	63,24	20,5	4,9	100,4
09:30	19,8	3,2	63,36	19,8	5	99
10:00	19,8	3,5	69,3	20,5	5,8	118,9
10:30	19,8	3,5	69,3	20,5	6	123
11:00	19,8	3,8	75,24	20,2	5,8	117,1
11:30	20	4	80	21	6,5	136,5
12:00	20	5,2	104	21	6,2	130,2
12:30	20	5	100	21	6	126
13:00	19,5	4,5	87,75	21	6,2	130,2
13:30	19,2	4	76,8	20	6	120
14:00	19	4	76	20	6,2	124
14:30	19	3,8	72,2	19,8	5,5	108,9
15:00	19,2	3,8	73	20,2	5,5	111
15:30	18,8	3	56,4	20	5	100
16:00	18,2	2	36,4	19	4	76
16:30	16,5	0,5	8,25	18	3,8	68,4
17:00	15	0,5	7,5	18	4	72
Total			1.311	Total		2.196

Tabel 3. menampilkan perbandingan hasil pengujian antara pengujian statis dan dinamis pada sel surya dengan *tracking dual axis*. Secara umum, pengujian dinamis menghasilkan total daya yaitu sebesar 2.196 W, total daya pada pengujian statis yang mencapai 1.311 W. Pengujian dinamis menghasilkan puncak daya pada pukul 12:00 dengan 136,5 W, sedangkan pengujian statis mencapai puncak 104 W pada waktu yang sama.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian statis (diam) dan dinamis (bergerak) pada sel surya dengan *tracking dual axis*, dapat disimpulkan bahwa pengujian dinamis secara signifikan meningkatkan daya yang dihasilkan dibandingkan dengan pengujian statis. Pada pengujian dinamis, puncak kinerja dicapai pada pukul 12:00 dengan total daya mencapai 2.196 W, sementara pengujian statis mencapai total daya 1.311 W. Hal ini menunjukkan bahwa penyesuaian posisi sel surya sesuai dengan pergerakan matahari dapat meningkatkan efisiensi penyerapan energi, peningkatan arus dan daya listrik. Dengan demikian, penggunaan *tracking dual axis* dapat menjadi pilihan yang lebih optimal untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi sistem sel surya dalam menghasilkan daya listrik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada semua rekan-rekan yang telah meluangkan waktunya untuk pengambilan data pada penelitian yang peneliti lakukan serta terimakasih juga kepada pihak-pihak yang telah ikut membantu dalam proses penelitian.

REFERENSI

- Arif N., Kastono, "Potensi Energi Surya sebagai Energi Listrik Alternatif berbasis RETScreen di Kota Palopo, Indonesia", *Dewantara. J. Tech.*, Vol. 01, No. 01, Hal. 38-42, November 2020.
- Asyari H., Aji A. W., "Desain Solar *Tracking Dual Axis* Berbasis Arduino dan Sensor *Light Dependent Resistor* untuk Meningkatkan Daya Keluaran Sel Surya", *JTE Uniba*, Vol. 7, No. 2, April 2023.
- Desmira, Aribowo D., Priyogi G., Islam S., "Aplikasi Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) Untuk Efisiensi Energi Pada Lampu Penerangan Jalan Umum", *Jurnal Prosisko* Vol. 9 No.1. Maret 2022.
- Hakim T. D., Sukma M., "Rancang Bangun *Dual-Axis Solar Tracker* Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560", *Jurnal Elektro* Vol 10 No 2 Juli 2022.

- Ilham M, Ramadhan F dan Wirawan I. G., “Potensi Pemanfaatan Energi Surya di Indonesia”
Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Volume: 17, No. 1, 2022.
- Nurhayati, Maisura B., “Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Nyala Lampu dengan
Menggunakan Sensor Cahaya *Light Dependent Resistor*”, Jurnal Ilmiah Pendidikan
Teknik Elektro, Vol.5, No.2, Agustus 2021.
- Ramli I., Samman F. A., Said S. M., “Panel Surya dengan Sistem *Tracking* Arah Sinar
Matahari”, Jurnal Eksitasi, Vol. 1, No. 1, 2022.
- Tricahyono R. W., Kholis N., “Sistem Monitoring Intensitas Cahaya dan Daya Pada *Dual Axis
Solar Tracking System* Berbasis IoT”, Jurusan Teknik Elektro. Volume 7 Nomor 4, 233-
238, 2018.
- Wibawa U., Purnomo H., Ramadhani A. Z., “Aplikasi *Solar Tracker System* Berbasis Arduino
Uno untuk Sistem Photovoltaic pada Penerangan Jalan Umum”, Jurnal EECCIS Vol.
15, No. 2, Agustus 2022.
- Zuddin H., “Perancangan dan Implementasi Sistem Instalasi *Solar Tracking Dual Axis* Untuk
Optimasi Panel Surya”, Jurnal Teknik Elektro. Volume 8 No. 03 Hal. 563-570. 2019.