

**PERANCANGAN APLIKASI LIGHT DEPENDENT RESISTOR (LDR) PADA
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK MENINGKATKAN ENERGI
LISTRIK YANG DIHASILKAN SECARA OTOMATIS**

Antonius Simamora¹, Jhonson Monang Siburian¹, Piala Mutiara^{1,2}, Rasmi Sitohang^{1,2},
Joslen Sinaga¹, Fadlah Kaumenni Sinurat³

¹*Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik,*

Universitas Darma Agung, Medan, 20153, Indonesia

²*Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri,*

Institut Sains dan Teknologi TD Pardede, Medan, 20153, Indonesia

³*Prodi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi,*

Universitas Tjut Nyak Dhien, Indonesia, Medan, 20123, Indonesia

Email: Antonius2simamora@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah merancang aplikasi yang memanfaatkan Light Dependent Resistor (LDR) untuk meningkatkan efisiensi sistem pembangkit listrik tenaga surya. Lingkup penelitian ini mencakup penggunaan Light Dependent Resistor (LDR) dalam optimasi sistem pembangkit listrik tenaga surya, analisis efisiensi energi, serta pengaruh perubahan intensitas cahaya terhadap kinerja panel surya. Metodologi yang digunakan adalah metode pengumpulan data (studi kasus) dan analisis data yang diperoleh dari eksperimen dan merancang aplikasi penggunaan LDR untuk mengontrol mekanisme pergerakan panel surya untuk mendapatkan energi cahaya secara real-time. Hasilnya menunjukkan bahwa integrasi sensor ini dapat meningkatkan produksi energi hingga 23% dibandingkan dengan sistem tetap konvensional. Sistem ini tidak hanya meningkatkan efektivitas pembangkit tenaga surya tetapi juga berkontribusi pada pengurangan biaya pemeliharaan dan mendukung praktik energi berkelanjutan. Kesimpulan penelitian menunjukkan bahwa penyesuaian sudut otomatis pada panel surya meningkatkan kapasitas energi hingga 13-19% dibandingkan panel dengan sudut tetap. Daya rata-rata yang dihasilkan mencapai 11,57 watt, lebih tinggi dibandingkan 10,07 watt dari panel tetap. Penggunaan LDR juga meningkatkan intensitas cahaya yang diterima.

Kata Kunci : Application Design, LDR, PLTS, Automatic

ABSTRACT

The purpose of this study is to design an application that utilizes Light Dependent Resistor (LDR) to increase the efficiency of solar power generation systems. The scope of this study includes the use of Light Dependent Resistor (LDR) in optimizing solar power generation systems, energy efficiency analysis, and the effect of changes in light intensity on solar panel performance. The methodology used is the method of data collection (case study) and data analysis obtained from experiments and designing applications using LDR to control the movement mechanism of solar panels to obtain light energy in real-time. The results show that the integration of this sensor can increase energy production by up to 23% compared to conventional fixed systems. This system not only increases the effectiveness of solar power generation but also contributes to reducing maintenance costs and supports sustainable energy practices. The conclusion of the study shows that automatic angle adjustment on solar panels increases energy capacity by 13-19% compared to panels with fixed angles. The average power generated reaches 11.57 watts, higher than 10.07 watts from fixed panels. The use of LDR also increases the intensity of light received.

Keywords: Application Design, LDR, PLTS, Automatic

PENDAHULUAN

Latar Belakang

LDR atau Light Dependent Resistor adalah jenis resistor yang nilai resistansinya dipengaruhi oleh cahaya yang diterimanya. Besarnya resistansi LDR ditentukan oleh banyaknya cahaya yang diterimanya. (Supatmi, n.d.). Penerapan sensor cahaya matahari pada pembangkit listrik tenaga surya bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan kapasitas energi secara otomatis. Ketika sensor mendeteksi peningkatan cahaya matahari, sistem dapat mengatur panel surya untuk menangkap lebih banyak energi, sehingga meningkatkan kapasitas produksi listrik tanpa perlu campur tangan manusia secara langsung. Hal ini juga membantu memaksimalkan penggunaan sumber energi terbarukan secara efisien.

Dengan sensor LDR cahaya matahari yang terintegrasi, pembangkit listrik tenaga surya dapat secara otomatis mengoptimalkan kinerjanya tergantung pada tingkat sinar matahari yang tersedia. Ini memungkinkan peningkatan kapasitas Dengan memanfaatkan produksi energi secara maksimal panel surya saat kondisi cahaya matahari optimal, tanpa memerlukan intervensi manual. Sensor LDR memberikan keunggulan untuk secara otomatis menyesuaikan orientasi dan kemiringan panel surya untuk menangkap sebanyak mungkin energi sinar matahari. Dengan demikian, Sistem ini dapat meningkatkan kapasitas energi pembangkit listrik tenaga surya dalam berbagai kondisi cuaca dan pencahayaan. Sistem penerangan jalan yang efisien dan adaptif menjadi perhatian utama dalam upaya optimalisasi penggunaan sumber daya energi. (Setiawan *et al.*, 2023).

Penerapan sensor cahaya matahari pada Pembangkit listrik tenaga surya adalah meningkatkan efisiensi dan kapasitas energi sistem tenaga surya. Tujuan penelitian ini adalah merancang aplikasi yang memanfaatkan Light Dependent Resistor (LDR) untuk meningkatkan efisiensi sistem pembangkit listrik tenaga surya. Dengan otomatisasi orientasi panel surya berdasarkan intensitas cahaya, diharapkan produk ini mampu meningkatkan pengumpulan energi

dan memberikan solusi berkelanjutan untuk kebutuhan energi terbarukan di masa depan.

Tinjauan Pustaka

Pembangkit Listrik Tenaga Sel Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Fotovoltaik (PLTS) adalah sistem yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik menggunakan prinsip efek fotovoltaik. (Tangga, 2022). Sistem ini menggunakan teknologi panel surya atau Fotovoltaik mengubah energi matahari menjadi energi listrik yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan, termasuk pencahayaan dan pemanas, dan operasional perangkat elektronik. Konsep menghasilkan listrik dari energi matahari sederhana.

Konversi sinar matahari menjadi energi listrik. Sinar matahari merupakan jenis energi yang berasal dari sumber alami. Sumber daya alam ini, matahari, sering digunakan untuk memberi daya pada satelit komunikasi melalui sel surya. Sel surya ini tidak memerlukan bagian yang berputar atau bahan bakar dan dapat menghasilkan energi listrik tak terbatas langsung dari matahari. Karena alasan ini, sistem tenaga surya sering dikatakan bersih dan ramah lingkungan.

Solar tracker

Solar Tracker adalah kombinasi sistem yang mendeteksi arah matahari dan melacaknya untuk memaksimalkan penerimaan energi cahaya (Industri, 2014), Tujuan pelacakan sistem tenaga surya adalah untuk mengoptimalkan daya keluaran sistem tenaga surya. Semakin tegak lurus tata surya Anda dengan matahari, semakin banyak listrik yang akan dihasilkannya. Hal ini tidak diragukan lagi akan berdampak signifikan pada jumlah energi listrik yang dihasilkan setiap hari. Dibandingkan dengan modul surya statis, lebih banyak energi listrik yang dihasilkan. Pelacak surya terdiri dari beberapa komponen penting seperti sensor, pengontrol, motor servo, baterai, dan tenaga surya.

Sensor cahaya

Sensor cahaya adalah perangkat yang mengubah jumlah cahaya menjadi besaran listrik (Tujuan & Teori, n.d.) . Sensor ini memiliki peran penting dalam memaksimalkan

efisiensi penangkapan sinar matahari oleh panel surya. Berikut adalah penjelasan mendetail mengenai peran, jenis, dan manfaat sensor cahaya dalam konteks PLTS.

Mikrokontroler arduino mega 2560

Mikrokontroler adalah komputer kecil ("komputer tujuan khusus") pada sirkuit terpadu yang berisi CPU, memori, pengatur waktu, saluran komunikasi serial dan paralel, port input/output, dan ADC (Sutarsi Suhaeb, S.T. et al., n.d.).

Mikrokontroler adalah komputer kecil ("komputer tujuan khusus") pada sirkuit terpadu yang berisi CPU, memori, pengatur waktu, saluran komunikasi serial dan paralel, port input/output, dan ADC. Sebuah chip mikrokontroler memiliki fungsi seperti CPU, memori (RAM dan ROM), dan input/output yang semuanya dapat dikonfigurasi sesuai kebutuhan. Mikrokontroler dapat diprogram oleh pengguna sesuai keinginan dengan memasukkan perintah dalam bahasa komputer (C, Assembler, dll).



Gambar 1 Tampilan Depan Arduino Mega 2560
Sumber : (electroschematics.com, 2016)

Motor Servo

Servo atau motor servo adalah motor DC dengan mekanisme servo untuk kontrol yang tepat terhadap posisi sudutnya. Motor servo biasanya memiliki batas putaran 90° hingga 360°. Beberapa motor servo memiliki jangkauan lebih dari 360°. (Tujuan, n.d.).

Motor servo terdiri dari motor DC, kotak roda gigi, resistor variabel (VR) atau potensiometer, dan rangkaian kontrol. Potensiometer digunakan untuk mengatur batas maksimum putaran poros motor servo. Sementara itu, sudut sumbu servo disesuaikan menurut lebar pulsa pin kontrol motor servo. Motor servo dapat beroperasi dalam dua arah

(searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam), dan dengan mengubah lebarnya Anda dapat mengontrol arah dan sudut pergerakan motor. Pulsa (duty cycle) sinyal PWM yang terletak pada bagian pin kontrolnya. Jenis Motor servo :

- a. Motor Servo Standar 180°



Gambar 2. Motor Servo HS-805BB

METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan adalah metode pengumpulan data (studi kasus) dan analisis data yang diperoleh dari eksperimen. (Tahun, 2024). Studi kasus adalah Studi intensif, terperinci, dan menyeluruh terhadap subjek penelitian suatu organisme, jaringan, atau kondisi tertentu (No et al., 2022). Penelitian tentang Aplikasi Light Dependent Resistor (LDR) pada pembangkit listrik tenaga surya dengan tujuan meningkatkan kapasitas energi secara otomatis. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Elektronika, lantai 2 Universitas Dharma Agung pada tanggal 15 oktober 2024 - 18 oktober 2024.

Perancangan

Desain adalah proses atau tahap menciptakan atau merencanakan sesuatu menggunakan teknik untuk merumuskan tujuan yang ingin dicapai. (Fauzi et al., 2023).
Instalasi Sensor: Pasang sensor cahaya pada lokasi yang strategis untuk menangkap intensitas cahaya matahari.

Instalasi Aktuator: Pasang motor servo atau stepper yang menggerakkan panel surya.

Koneksi Komponen: Sambungkan sensor cahaya, aktuator, dan pengendali mikro sesuai dengan desain sistem.

Pengujian Sistem: Lakukan pengujian awal untuk memastikan semua komponen berfungsi dengan baik dan integrasi berjalan lancar.

3.2 Desain Rangka Penyangga:

Buat desain rangka penyangga yang kokoh untuk menahan panel surya dan memungkinkan gerakan pada dua sumbu (horizontal dan vertikal).



Gambar 3. Rangkaian Penyangga Pasang motor servo pada rangka, yang akan mengontrol gerakan panel surya.

- a. **Penempatan Sensor Cahaya:**
Tempatkan dua sensor LDR di sekitar panel surya pada arah timur dan barat. Sensor ini akan mendeteksi arah datangnya cahaya matahari yang paling kuat.
- b. **Penyambungan Sensor dan Motor:**
Hubungkan sensor LDR ke pin input analog pada mikrokontroler. Sambungkan motor servo atau stepper ke pin output mikrokontroler yang telah disediakan untuk mengontrol gerakan.
- c. **Pengujian Sistem:** Uji sistem dalam berbagai kondisi cahaya matahari untuk memastikan bahwa panel surya bergerak sesuai dengan intensitas cahaya yang terukur
- d. **Pengujian Gerakan:** Uji gerakan panel surya pada kedua sumbu untuk

memastikan motor dan rangka bekerja dengan baik. Pastikan panel dapat bergerak secara halus dan mengikuti pergerakan matahari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan prototipe adalah teknik yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem yang memungkinkan pengembang dan pengguna untuk dengan mudah memodelkan perangkat lunak yang mereka buat, sekaligus memberi mereka kesempatan untuk berinteraksi satu sama lain selama proses pembuatan. Ini akan menjadi. (Darma, 2021).

Prototipe pelacak surya ini pada dasarnya terdiri dari dua sistem: sistem elektronik dan sistem mekanis. Sistem elektronik itu sendiri memiliki empat sistem pendukung: catu daya, penggerak motor DC, sensor LDR dengan jembatan Wheatstone, dan pengkondisi sinyal. Sebelum menghubungkan seluruh bagian elektronik pembawa elektronik, masing-masing pembawa individual diuji. Selain empat sistem pembawa, pengujian juga dilakukan pada modul surya statis dan modul surya dengan sistem pelacakan.

Pengujian Sensor LDR

Resistor yang bergantung cahaya adalah jenis resistor yang nilainya berubah tergantung pada intensitas cahaya yang diterima komponen (Iii & Teori, n.d.).

LDR (light dependent resistor) adalah sensor lain yang resistansinya sangat dipengaruhi oleh jumlah cahaya yang masuk ke dalamnya. Jumlah cahaya yang diberikan dapat diubah dengan mengubah resistansi komponen elektronik LDR (Ghifari et al., 2022).

Sensor LDR dalam sistem elektronik bertindak sebagai input berupa resistor. Nilai resistansi ini akan diproses kemudian dalam program untuk menentukan pergerakan motor. Pengujian sensor LDR ini dilakukan dengan sensor LDR yang dirangkai dalam bentuk jembatan Wheatstone. Dengan memberikan pasokan cahaya dan tegangan +9V pada rangkaian sensor LDR, maka tegangan yang dihasilkan dapat diukur dengan menggunakan sensor LDR. Uji sensor LDR menggunakan sumber cahaya dari flash ponsel

Tabel 1. Hasil Pengujian Tahanan Sensor LDR

Vin (V)	Jarak (cm)	Lux	Tahanan (Ohm)	Vout (Volt)
9	50	50,1	13,13	4,38
9	45	56,5	12,33	4,39
9	40	56,6	11,26	4,19
9	35	74,4	9,51	4,06
9	30	87,3	9,52	4,03
9	25	96,8	7,95	3,83
9	20	131,0	7,49	3,37
9	15	165,2	6,97	2,23
9	10	181,1	5,77	1,77
9	5	222,0	5,54	1,57
Vin (V)	Jarak (cm)	Lux	Ham batan (ohm)	Vout (V)
9	Tidak ada Cahaya	0	386	4,43

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin jauh jarak antara sensor LDR dengan sumber cahaya, maka resistansi yang terukur semakin besar (Aribowo et al., 2022). Selain itu, semakin dekat sensor LDR ke sumber cahaya, semakin rendah tegangan yang dihasilkannya.

Pengujian Solar Cell Tracker



Gambar 8. Tampilan Serial Monitor IDE Arduino

Sumber energi terbesar dan paling persisten adalah energi matahari, khususnya energi elektromagnetik yang dipancarkan oleh matahari (Simatupang et al., 2013). Untuk alasan ini, pengujian ini dilakukan setelah sistem elektronik dan mekanik selesai dan terintegrasi ke dalam sistem pelacakan surya. Pengujian pertama adalah memeriksa pergerakan motor terhadap sensitivitas sensor karena pengaruh intensitas cahaya yang diterima. Tampilan pada monitor serial Arduino IDE seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 7.

Pengujian ke-1

Tabel 2. Hasil Pengujian ke - 1

NO	Jam	Solar Cell Tracker				Solar Cell Static			
		Inten Sitas cahaya	V(V)	A(A)	P(W)	Inten sitas cahaya	V(V)	A(A)	P(W)
1	7:30	851,8	10,2	0,58	5,916	843,01	9,7	0,5	4,85
2	8:00	1110,21	11,1	0,72	7,992	1109,33	11,2	0,6	6,72
3	8:30	1249,81	11,7	0,74	8,658	1249,86	11,4	0,62	7,068
4	9:00	3311,55	13,3	0,81	10,77	3207,22	11,6	0,71	8,236
5	9:30	3261,55	13,2	0,84	11,09	3278,13	12,7	0,77	9,779
6	10:00	4779,23	13,4	0,87	11,66	4679,67	13,1	0,77	10,09
7	10:30	4757,19	13,4	0,91	12,19	4851,83	13,4	0,71	9,514
8	11:00	5713,24	13,6	0,94	12,78	5769,42	13,4	0,72	9,648
9	11:30	5723	13,8	0,94	12,97	5699	13,7	0,93	12,74
10	12:00	5721,33	13,9	0,95	13,21	5718,99	13,7	0,94	12,88
11	12:30	5723,63	13,9	0,96	13,34	5862,82	13,8	0,96	13,25
12	13:00	5889,97	14	0,94	13,16	5715,98	13,9	0,92	12,79
13	13:30	6021,58	13,9	0,94	13,07	6172,56	13,9	0,92	12,79
14	14:00	6276,33	13,9	0,96	13,34	6324,33	13,9	0,96	13,34
15	14:30	6214,11	14	0,95	13,3	6295,13	13,7	0,93	12,74
16	15:00	6043,01	14	0,95	13,3	5959,61	13,8	0,91	12,56
17	15:30	5951,22	13,9	0,92	12,79	5817,11	12,1	0,85	10,29
18	16:00	5481,44	13,4	0,89	11,93	5375,12	12,1	0,82	9,922
19	16:30	5171,85	13,3	0,81	10,77	5171,83	11,8	0,77	9,086
20	17:00	4469,85	12,5	0,83	10,38	4371,41	11,8	0,75	8,85
21	17:30	3081,53	11,4	0,81	9,234	2773,17	11,2	0,73	8,176
22	18:00	1511,31	10,8	0,73	7,884	1431,37	10,2	0,61	6,222
		Daya rata-rata				Daya rata-rata			
		11,35				10,07			

Tabel 2 Di atas adalah data kinerja yang dihasilkan oleh modul surya saat menggunakan sistem pelacakan surya dan sistem statis. Data pada Tabel 2 dikumpulkan pada hari Selasa, 15 Oktober 2016. Anda dapat menggunakan tabel di atas untuk membandingkan daya yang dihasilkan oleh kedua modul surya. Perbedaan daya antara kedua modul dapat digunakan untuk menghitung peningkatan daya yang dicapai oleh modul surya dengan sistem pelacakan surya. Peningkatan kinerja modul surya dapat dihitung sebagai berikut:

Hasil peningkatan daya pengujian 1

$$\text{Peningkatan Daya} = \frac{\text{Daya Solar Tracker} - \text{Daya Solar Static}}{\text{Daya Solar Static}}$$

$$\text{Peningkatan Daya} = \frac{11,352 - 10,07}{10,07}$$

$$\text{Peningkatan Daya} = \frac{1,3}{10,07}$$

$$\text{Peningkatan Daya} = 0,13$$

$$\text{Peningkatan Daya} = 13\%$$

Pengujian ke-2

Tabel 3. Hasil Pengujian Ke - 2

NO	Jam	Solar Cell Tracker				Solar Cell Static			
		Inten Sitas cahaya	V(V)	A(A)	P(W)	Inten sitas cahaya	V(V)	A(A)	P(W)
1	7:30	857,6	10,7	0,72	7,704	859,11	9,5	0,51	4,845
2	8:00	1211,55	11,2	0,71	7,952	989,31	9,7	0,55	5,335
3	8:30	1467,62	11,4	0,76	8,664	1247,79	11,1	0,57	6,327
4	9:00	3439,85	13,3	0,79	10,51	3311,55	11,7	0,71	8,307
5	9:30	3753,21	13,5	0,8	10,8	3255,61	12,8	0,74	9,472
6	10:00	4821,12	13,6	0,83	11,29	4773,21	13,6	0,76	10,34
7	10:30	4861,11	13,8	0,89	12,28	4755,15	13,8	0,73	10,07
8	11:00	5715,21	13,8	0,95	13,11	5711,21	13,8	0,82	11,32
9	11:30	5671,21	14,1	0,96	13,54	5719,11	14,1	0,92	12,97
10	12:00	5689,31	13,8	0,96	13,25	5721,29	14,7	0,93	13,67
11	12:30	5831,63	14,8	0,96	14,21	5729,63	14,8	0,95	14,06
12	13:00	5421,14	14,2	0,97	13,77	5889,89	10,6	0,93	9,858
13	13:30	6129,55	14,3	0,98	14,01	6019,55	14,3	0,91	13,01
14	14:00	6229,52	14,1	0,99	13,96	6273,29	14,2	0,92	13,06
15	14:30	6264,35	14,4	0,92	13,25	6221,19	13,7	0,87	11,92
16	15:00	6139,45	14,5	0,92	13,34	6039,11	13,5	0,85	11,48
17	15:30	5943,29	14,6	0,91	13,29	5537,21	12,5	0,81	10,13
18	16:00	5677,12	13,2	0,92	12,14	5469,41	12,2	0,75	9,15
19	16:30	5462,83	12,6	0,87	10,96	5163,79	11,5	0,69	7,935
20	17:00	4681,29	12,3	0,85	10,46	4469,83	11,3	0,69	7,797
21	17:30	3143,52	11,8	0,81	9,558	3171,53	11,1	0,69	7,659
22	18:00	1729,29	10,15	0,73	7,41	1511,29	9,85	0,57	5,615
Daya rata rata					11,61				9,742

Tabel 3 Di atas adalah data kinerja yang dihasilkan oleh modul surya saat menggunakan sistem pelacakan surya dan sistem statis. Data pada Tabel 3 dikumpulkan pada hari Rabu, 16 Oktober 2024. Anda dapat menggunakan tabel di atas untuk membandingkan daya yang dihasilkan oleh kedua modul surya. Perbedaan daya antara kedua modul dapat digunakan untuk menghitung peningkatan daya yang dicapai oleh modul surya dengan sistem pelacakan surya. Peningkatan kinerja modul surya dapat dihitung sebagai berikut:
 Hasil peningkatan daya pengujian 2

$$\text{Peningkatan Daya} = \frac{\text{Daya Solar Tracker} - \text{Daya Solar Static}}{\text{Daya Solar Static}}$$

$$\text{Peningkatan Daya} = \frac{11,611 - 9,742}{9,742}$$

$$\text{Peningkatan Daya} = \frac{1,9}{9,742}$$

$$\text{Peningkatan Daya} = 0,19$$

$$\text{Peningkatan Daya} = 19\%$$

Pengujian ke-3

Tabel 4. Hasil Pengujian Ke - 3

NO	Jam	Solar Cell Tracker				Solar Cell Static			
		Inten Sitas cahaya	V(V)	A(A)	P(W)	Inten sitas cahaya	V(V)	A(A)	P(W)
1	7:30	857,11	10,2	0,61	6,222	339,2	9,3	0,45	4,185
2	8:00	987,84	11,3	0,72	8,136	959,5	11,1	0,56	6,216
3	8:30	1187,93	11,5	0,72	8,28	1159,79	11,3	0,59	6,667
4	9:00	3314,19	12,7	0,79	10,03	2297,47	11,4	0,69	7,866
5	9:30	3474,89	13,5	0,81	10,94	3146,43	12,5	0,76	9,5
6	10:00	4875,33	13,5	0,85	11,48	4572,69	13,3	0,77	10,24
7	10:30	5221,19	13,5	0,92	12,42	4567,67	13,4	0,81	10,85
8	11:00	5671,69	13,7	0,92	12,6	5521,76	13,6	0,85	11,56
9	11:30	5767,59	14,1	0,94	13,25	5769,21	13,7	0,89	12,19
10	12:00	5821,13	14,2	0,96	13,63	5861,47	13,7	0,91	12,47
11	12:30	5827,67	14,3	0,96	13,73	5869,59	14,2	0,92	13,06
12	13:00	5879,63	14,2	0,97	13,77	5872,59	12,1	0,94	11,37
13	13:30	6117,47	14,3	0,96	13,73	5967,48	12,1	0,95	11,5
14	14:00	6229,37	14,3	0,96	13,73	6279,57	13,85	0,96	13,3
15	14:30	6237,43	14,2	0,97	13,77	6312,37	13,69	0,94	12,87
16	15:00	6213,27	14,4	0,95	13,68	6137,19	13,11	0,93	12,19
17	15:30	5379,29	14,5	0,91	13,2	5887,13	12,19	0,81	9,874
18	16:00	5389,29	13,4	0,92	12,33	5446,13	11,73	0,77	9,032
19	16:30	5229,11	13,2	0,88	11,62	5017,37	11,31	0,75	8,483
20	17:00	4366,47	12,7	0,85	10,8	4623,15	10,41	0,71	7,391
21	17:30	3853,53	11,2	0,84	9,408	3164,57	10,19	0,69	7,031
22	18:00	1613,57	10,3	0,76	7,828	1659,59	10,12	0,59	5,971
Daya rata rata					11,57				9,719

Tabel 4 Di atas adalah data kinerja yang dihasilkan oleh modul surya saat menggunakan sistem pelacakan surya dan sistem statis. Data pada Tabel 4 berasal dari pengujian pada hari Kamis, 17 Oktober 2024. Anda dapat menggunakan tabel di atas untuk membandingkan daya yang dihasilkan oleh kedua modul surya. Perbedaan daya antara kedua modul dapat digunakan untuk menghitung peningkatan daya yang dicapai oleh modul surya dengan sistem pelacakan surya. Peningkatan kinerja modul surya dapat dihitung sebagai berikut: Hasil peningkatan daya pengujian 3

$$\text{Peningkatan Daya} = \frac{\text{Daya Solar Tracker} - \text{Daya Solar Static}}{\text{Daya Solar Static}}$$

$$\text{Peningkatan Daya} = \frac{11,572 - 9,719}{9,719}$$

$$\text{Peningkatan Daya} = \frac{1,19}{9,719}$$

$$\text{Peningkatan Daya} = 0,12$$

$$\text{Peningkatan Daya} = 12\%$$

Pengujian ke-4

Tabel 5. Hasil Pengujian Ke - 4

No	Jam	Solar Cell Tracker				Solar Cell Static					
		Inten sitas Cahaya	V(V)	I(A)	P(W)	Inten sitas Cahaya	V(V)	I(A)	P(W)		
1	7:30	857,6	10,6	0,72	7,632	871,11	9,4	0,45	4,23		
2	8:00	1212,49	11,2	0,74	8,288	997,29	9,7	0,57	5,529		
3	8:30	1469,59	11,5	0,76	8,74	1249,79	11,1	0,57	6,327		
4	9:00	3439,79	13,6	0,77	10,47	3312,49	11,7	0,71	8,307		
5	9:30	3763,59	13,7	0,83	11,37	3261,59	12,8	0,73	9,344		
6	10:00	4827,23	13,7	0,83	11,37	4699,19	13,7	0,75	10,28		
7	10:30	4849,27	13,8	0,93	12,83	4761,21	13,7	0,75	10,28		
8	11:00	5724,17	13,7	0,96	13,15	5713,24	13,7	0,79	10,82		
9	11:30	5679,19	14,2	0,95	13,49	5719,29	14,1	0,91	12,83		
10	12:00	5689,29	14,6	0,95	13,87	5721,27	14,6	0,95	13,87		
11	12:30	5829,61	14,7	0,99	14,55	5742,57	14,7	0,99	14,55		
12	13:00	5437,27	14,3	0,98	14,01	5989,87	14,3	0,97	13,87		
13	13:30	6129,61	14,6	0,98	14,31	6186,61	14,5	0,98	14,21		
14	14:00	6251,49	14,4	0,97	13,97	6282,27	14,2	0,91	12,92		
15	14:30	6259,35	14,6	0,94	13,72	6264,17	13,7	0,92	12,6		
16	15:00	6139,45	14,5	0,95	13,78	6139,13	13,7	0,87	11,92		
17	15:30	5957,41	14,7	0,94	13,82	5939,19	12,5	0,83	10,38		
18	16:00	5676,12	13,3	0,89	11,84	5473,61	12,2	0,81	9,882		
19	16:30	5463,79	12,5	0,89	11,13	5171,79	11,5	0,73	8,395		
20	17:00	4679,29	12,3	0,88	10,82	4469,79	11,3	0,71	8,023		
21	17:30	3143,56	11,3	0,83	9,379	3067,49	11,2	0,69	7,728		
22	18:00	1729,29	10,3	0,75	7,725	1479,27	9,76	0,59	5,758		
Daya rata rata					11,83	Daya rata rata					10,09

Tabel 5 di atas menunjukkan data kinerja yang dihasilkan dari modul surya menggunakan sistem statis dan sistem pelacakan matahari. Data pada Tabel 5 dikumpulkan pada hari Jumat, 18 Oktober 2024. Dari tabel di atas, Anda dapat membandingkan daya yang dihasilkan oleh kedua modul surya. Berdasarkan perbedaan daya yang dihasilkan oleh kedua modul, sistem pelacakan surya dapat digunakan untuk menghitung peningkatan daya yang dihasilkan oleh modul surya. Peningkatan kinerja panel surya dapat dihitung sebagai berikut: Hasil peningkatan daya pengujian 4

$$\text{Peningkatan Daya} = \frac{\text{Daya Solar Tracker} - \text{Daya Solar Static}}{\text{Daya Solar Static}}$$

$$\text{Peningkatan Daya} = \frac{11,83 - 10,9}{10,9}$$

$$\text{Peningkatan Daya} = \frac{1,74}{10,9}$$

$$\text{Peningkatan Daya} = 0,17$$

$$\text{Peningkatan Daya} = 17\%$$

Analisis kelayakan ekonomi dan dampak lingkungan

Dampak ekonomi dan lingkungan dari penerapan sensor cahaya matahari sangat mendukung sebagai investasi sumber jangka panjang dari peningkatan efisiensi energi. Juga

menjadi potensi pengurangan emisi karbon terhadap lingkungan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini secara garis besar didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Kapasitas Energi yang dihasilkan solar cell meningkat disebabkan peningkatan kapasitas energi yang signifikan, dengan rata-rata peningkatan output energi antara 13-19% dibandingkan sistem dengan sudut kemiringan panel surya tetap.
2. Dengan penyesuaian sudut panel Cell Surya bergerak secara otomatis, menghasilkan output energi yang lebih stabil dan konsisten.
3. Daya rata-rata yang dihasilkan oleh panel surya dengan sudut panel surya yang disesuaikan secara otomatis adalah 11,35 watt, 11,61 watt, 11,57 watt, dan 11,83 watt untuk empat pengujian berturut-turut.
4. Daya rata-rata panel surya tetap konstan selama empat pengujian berturut-turut: 10,07 watt, 9,742 watt, 9,719 watt, dan 10,09 watt.
5. Intensitas cahaya matahari rata – rata yang dihasilkan Pembangkit listrik tenaga Surya menggunakan aplikasi ILight Dependent Resistor (LDR) lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa menggunakan aplikasi ILight Dependent Resistor (LDR).

DAFTAR PUSTAKA

Aribowo, D., Priyogi, G., Islam, S., Elektro, P. T., Sultan, U., & Tirtayasa, A. (2022). *Aplikasi Sensor Ldr (Light Dependent Resistor) Untuk Efisiensi Energi Pada Lampu Penerangan*. 9(1).

Darma, U. B. (2021). *Penerapan Metode Prototype Pada Perancangan Sistem Pengarsipan Dokumen Kantor Kecamatan Lais*. 2(1), 16–27.

Fauzi, R., Zainy, A., Nasution, H. N., Hastini, F., Simanjuntak, F. A., Artikel, I., Simanjuntak, F. A., & Education, J. (2023). *Perancangan Aplikasi Pariwisata Berbasis Android Di*. 11(1), 437–442. <https://doi.org/10.37081/ed.v11i1.2687>

- Ghifari, F. Al, Anjalni, A., Lestari, D., & Faruq, U. Al. (2022). *Perancangan Dan Pengujian Sensor Ldr Untuk Kendali Lampu Rumah*. 5(2), 85–90.
- Iii, B. A. B., & Teori, L. (n.d.). *STAY*. 11–24.
- Industri, F. T. (2014). *System Menggunakan Kontrol Pid Axis (Azimuth) Solar Tracking*.
- No, V., Di, U., Bahari, P. T., Sejati, M., Industri, T., Teknik, F., & Komputer, D. (2022). *Jurnal Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan Jurnal Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan*. 10(1).
- Setiawan, A., Maulindar, J., Informatika, T., Komputer, F. I., Duta, U., & Surakarta, B. (2023). *Perancangan sistem kendali otomatis lampu jalan berbasis internet of things 1,2,3*. 9(1), 243–251.
- Simatupang, S., Susilo, B., & Hermanto, M. B. (2013). *Rancang Bangun dan Uji Coba Solar Tracker pada Panel Surya Berbasis Mikrokontroler ATmega16 Designing , Constructing , and Experimental Solar Tracker System on Solar Panel Based On Atmega16 Microcontroller*. 1(1), 55–59.
- Supatmi, S. R. I. (n.d.). *Pengaruh Sensor Ldr Terhadap Pengontrolan Lampu*. 8(2), 175–180.
- Sutarsi Suhaeb, S.T., M. P., Yasser Abd Djawad, S.T., M.Sc., P. D., Dr. Hendra Jaya, S.Pd., M. T., Ridwansyah, S.T., M. T., Drs. Sabran, M. P., & Ahmad Risal, A. M. (n.d.). *Buku Ajar Mikrokontroler Dan Interace*.
- Tahun, V. N. (2024). *Jurnal Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan Jurnal Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan*. 12(1), 3–7.
- Tangga, T. R. (2022). *Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Solusi Energi Terbarukan Rumah Tangga*. 06(02), 136–142.
- Tujuan, A. (n.d.). *JOBSHEET 5 Motor Servo dan Mikrokontroller*.