

Optimalisation Strategy For Light Intensity In Solar Cells To Improve Energy Efficiency

Parlin Siagian ¹⁾; Hermansyah Alam ²⁾; Muhammad Fahreza ³⁾; Ridho Anggu Frasasti ⁴⁾

^{1,2,3,4}Fakultas sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan

Email: ¹⁾ parlinsiagian@dosen.pancabudi.ac.id

How to Cite :

Siagian, P., Alam, H., Fahreza, M., Frasasti, R. A. (2025). Optimalisation Strategy For Light Intensity In Solar Cells To Improve Energy Efficiency. Jurnal Media Computer Science, 4(1). Doi : <https://doi.org/10.37676/jmcs.v4i1>

ARTICLE HISTORY

Received [20 December 2025]

Revised [29 January 2025]

Accepted [31 January 2025]

KEYWORDS

Light Intensity Optimisation, Solar Cells, Energy Efficiency, Renewable Energy, Energy Conversion.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



ABSTRAK

Studi ini mengeksplorasi optimalisasi intensitas cahaya pada sel surya untuk meningkatkan efisiensi energinya. Dengan meningkatnya permintaan energi global dan masalah lingkungan karena ketergantungan bahan bakar fosil, sumber energi terbarukan, khususnya energi surya, telah menjadi penting. Namun, efisiensi sel surya tetap menjadi tantangan, dengan efisiensi komersial yang khas berkisar antara 15% hingga 22%. Penelitian ini menyelidiki dampak intensitas cahaya pada kinerja sel surya dan mengidentifikasi strategi untuk mengoptimalkannya. Faktor-faktor seperti kualitas bahan semikonduktor, sudut dan orientasi panel, dan kondisi eksternal seperti cuaca dan polusi dipertimbangkan. Studi ini menunjukkan bahwa mengoptimalkan intensitas cahaya dapat secara signifikan meningkatkan efisiensi konversi energi sel surya. Penggunaan cermin untuk memusatkan sinar matahari dan menyesuaikan posisi panel adalah beberapa metode yang dieksplorasi untuk memaksimalkan intensitas cahaya. Temuan ini berkontribusi pada pengembangan teknologi sel surya yang lebih efisien, membantu adopsi solusi energi bersih yang lebih luas.

ABSTRACT

This study explores the optimisation of light intensity on solar cells to improve their energy efficiency. With the increasing global demand for energy and environmental issues due to dependence on fossil fuels, renewable energy sources, particularly solar energy, have become important. However, the efficiency of solar cells remains a challenge, with typical commercial efficiency ranging from 15% to 22%. This research investigates the impact of light intensity on solar cell performance and identifies strategies to optimise it. Factors such as semiconductor material quality, panel angle and orientation, and external conditions like weather and pollution are considered. The study shows that optimising light intensity can significantly enhance the energy conversion efficiency of solar cells. Methods such as using mirrors to concentrate sunlight and adjusting panel positions are explored to maximise light intensity. These findings contribute to the development of more efficient solar cell technology, aiding the broader adoption of clean energy solutions.

PENDAHULUAN

Pentingnya Energi Terbarukan Dan Peran Solar Cell Dalam Menghasilkan Energi Bersih

Dengan meningkatnya populasi dunia dan permintaan energi yang terus berkembang, ketergantungan pada energi fosil semakin memberikan dampak negatif bagi lingkungan, seperti

polusi udara, pemanasan global, dan kerusakan ekosistem. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, energi terbarukan telah menjadi solusi yang semakin penting dalam upaya menjaga kelestarian bumi. Energi terbarukan, seperti energi matahari, angin, biomassa, dan air, menawarkan alternatif yang lebih ramah lingkungan karena sumber daya tersebut tidak akan habis dan memiliki dampak lingkungan yang jauh lebih rendah dibandingkan energi konvensional berbasis fosil.

Di antara berbagai sumber energi terbarukan, energi matahari menonjol sebagai salah satu yang paling potensial untuk dimanfaatkan. Solar cell atau panel surya berfungsi untuk mengonversi energi matahari menjadi energi listrik menggunakan prinsip efek fotovoltaiik. Solar cell semakin banyak digunakan sebagai solusi dalam menghasilkan energi bersih yang dapat diakses secara luas, baik untuk keperluan rumah tangga, industri, maupun pembangkit listrik besar. Pemanfaatan energi surya tidak hanya mengurangi ketergantungan pada energi fosil, tetapi juga mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan dengan mengurangi emisi gas rumah kaca dan mempromosikan penggunaan energi yang lebih bersih dan ramah lingkungan.

Masalah Efisiensi Energi Pada Solar Cell Dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kinerjanya

Meskipun teknologi solar cell telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir, efisiensinya masih menjadi tantangan utama dalam pemanfaatannya secara luas. Efisiensi solar cell mengacu pada kemampuan panel surya untuk mengonversi energi matahari yang diterimanya menjadi energi listrik yang dapat digunakan. Meskipun terdapat berbagai jenis teknologi solar cell, seperti monokristalin, polikristalin, dan thin-film, tingkat efisiensinya berbeda-beda dan masih terbatas. Pada umumnya, efisiensi solar cell komersial saat ini berkisar antara 15% hingga 22%, yang berarti sebagian besar energi matahari yang diterima panel tidak dapat dimanfaatkan secara optimal.

Faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi solar cell antara lain kualitas material semikonduktor, suhu operasional panel, sudut dan orientasi panel terhadap matahari, serta ketebalan dan komposisi lapisan fotovoltaiik yang digunakan. Selain itu, faktor eksternal seperti kondisi cuaca, debu, dan kotoran yang menempel pada permukaan panel surya juga turut memengaruhi kinerja dan efisiensi energi yang dihasilkan. Oleh karena itu, penting untuk terus mengembangkan teknologi solar cell dengan bahan-bahan yang lebih efisien dan sistem yang dapat memaksimalkan konversi energi dari sinar matahari.

Peran Intensitas Cahaya Dalam Proses Konversi Energi Surya

Salah satu faktor kunci yang mempengaruhi efisiensi konversi energi pada solar cell adalah intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya [1]. Intensitas cahaya mengacu pada jumlah energi yang diterima oleh panel surya dalam unit waktu, dan berhubungan langsung dengan daya yang dapat dihasilkan. Semakin tinggi intensitas cahaya yang diterima oleh panel, semakin banyak energi yang dapat diubah menjadi energi listrik. Oleh karena itu, optimisasi intensitas cahaya menjadi hal yang sangat penting dalam upaya meningkatkan efisiensi solar cell.

Intensitas cahaya yang diterima oleh solar cell dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti waktu dalam sehari, musim, serta kondisi atmosfer yang ada, termasuk awan dan polusi udara. Peningkatan intensitas cahaya yang diterima panel surya dapat dilakukan dengan berbagai cara, seperti penataan ulang posisi dan sudut panel, penggunaan pelapis khusus yang dapat meningkatkan penyerapan cahaya, atau bahkan dengan menggunakan teknologi konsentrator cahaya (solar concentrators) yang dapat meningkatkan intensitas cahaya pada panel [2]. Dengan strategi yang tepat, intensitas cahaya dapat dimaksimalkan untuk meningkatkan efisiensi konversi energi, yang pada gilirannya dapat mengoptimalkan kinerja solar cell dan mengurangi biaya produksi energi surya secara keseluruhan.

Secara keseluruhan, optimasi intensitas cahaya adalah salah satu aspek yang sangat penting dalam upaya untuk meningkatkan efisiensi energi solar cell. Pemahaman yang mendalam tentang bagaimana intensitas cahaya mempengaruhi kinerja solar cell dapat membantu dalam merancang strategi yang lebih efektif untuk menghasilkan energi yang lebih bersih dan efisien [3].

Dari perkembangan solar cell dalam pembangkit tenaga listrik maka penelitian ini menemukan:

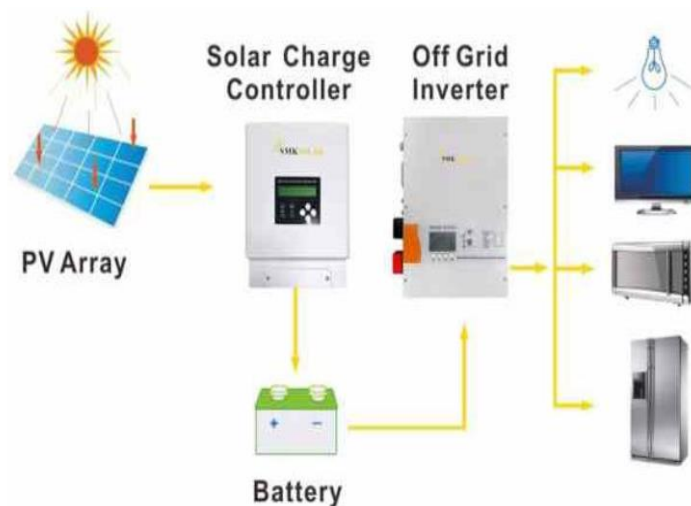
1. bagaimana intensitas cahaya mempengaruhi efisiensi daya pada panel solar cell.
2. strategi yang dapat diterapkan untuk mengoptimalkan intensitas cahaya agar efisiensi energi meningkat panel surya meningkat.

Tulisan ini bertujuan menyusun strategi untuk mengoptimalkan intensitas cahaya pada solar cell guna meningkatkan efisiensi energi yang dihasilkan. Memberikan kontribusi dalam peningkatan teknologi panel surya yang lebih efisien dan memberikan panduan untuk pengembangan sistem fotovoltaik yang lebih optimal.

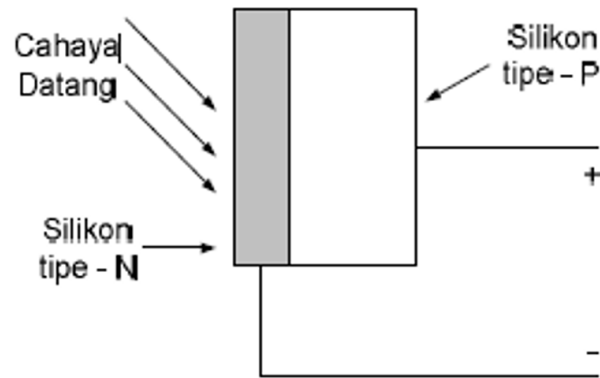
LANDASAN TEORI

Prinsip Kerja Solar Cell

Modul fotovoltaic, yang terdiri dari sejumlah sel surya yang dirangkai secara seri dan paralel, memiliki kemampuan untuk mengubah energi surya menjadi energi listrik searah (DC). Ini meningkatkan tegangan dan arus yang dihasilkan hingga cukup untuk digunakan oleh sistem catu daya beban [4]. Permukaan modul surya harus selalu mengarah ke matahari untuk menghasilkan jumlah energi yang maksimal. Arahkan modul surya dengan sudut kemiringan sebesar lintang lokasi PLTS akan menghasilkan jumlah energi yang ideal di Indonesia. Sebagai contoh, modul surya harus dihadapkan ke Selatan untuk wilayah yang berada di sebelah utara katulistiwa dan sebaliknya untuk wilayah yang berada di sebelah selatan katulistiwa. Selanjutnya, energi ini disimpan dalam baterai. Pada siang hari, baterai menyimpan energi secara kimiawi dan pada malam hari berfungsi sebagai catu daya listrik. Alat pengatur elektronik yang disebut Regulator Pengisian Baterai berfungsi untuk menjaga kesetimbangan energi di dalam baterai. Alat ini mengatur tegangan maksimal dan minimal baterai dan melindungi sistem dengan mencegah pengisian berlebih baterai oleh cahaya matahari atau pengisian berlebih baterai oleh beban, mencegah arus balik ke modul surya, dan mencegah hubung singkat pada beban listrik. Bagaimana skema sistem solar cell terlihat pada Gambar 1 dan bagaimana solar cell mengubah energi matahari menjadi listrik terlihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Skema Proses Pemanfaatan Energi Surya



Gambar 2. Struktur Solar Cell

Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya Terhadap Radiasi

Sudut kemiringan panel surya diatur yang paling tepat agar mendapatkan radiasi matahari yang paling tinggi, besarnya radiasi matahari yang diterima oleh panel surya tidak hanya bergantung pada besar sudut kemiringan panel tetapi juga diakibatkan beberapa faktor lain seperti gerak semu harian dan tahunan matahari serta indeks kecerahan. Radiasi yang diterima oleh panel surya pada musim kemarau lebih besar dibanding musim hujan dimana matahari tidak tertutup awan sehingga indeks kecerahannya lebih besar. Sudut kemiringan yang digunakan pada saat penelitian adalah 35° , karena pada sudut tersebut dapat dengan baik menerima radiasi matahari yang maksimal mengacu pada peneliti yang pernah melakukan penelitian sebelumnya. Sudut yang harus dibentuk oleh modul surya terhadap permukaan bumi (β) dapat diperoleh sebagai berikut:

$$\beta = 90^\circ - \alpha \quad (1)$$

Dimana α arah sinar matahari.

Pengaruh Cuaca dan Kelembapan Terhadap Daya yang Dihasilkan

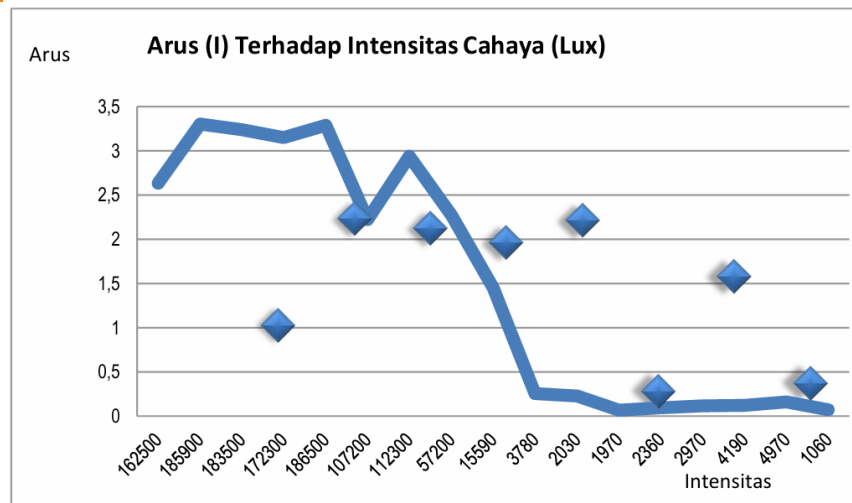
Dengan adanya pergantian cuaca maka terdapat perubahan kelembapan, suhu dan iradiasi. Misalnya saat cuaca mendung maka sinar matahari tertutup oleh awan yang dapat mengurangi nilai iradiasi yang diterima oleh panel surya. Semakin tinggi nilai temperatur maka daya keluaran PV yang mengalami penurunan dan semakin tinggi iradiasi maka semakin besar nilai daya yang dihasilkan PV [3]. Untuk tegangan listrik yang dihasilkan oleh suatu panel surya tidak hanya bergantung kepada besarnya iradiasi yang diterimanya, namun kenaikan temperature pada panel surya dapat mengakibatkan penurunan besar tegangan listrik.

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Efisiensi Solar Cell

Efisiensi solar cell sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor yang berperan dalam proses konversi energi matahari menjadi energi listrik. Beberapa faktor utama yang mempengaruhi efisiensi solar cell antara lain:

1. Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya berhubungan langsung dengan daya yang dapat dihasilkan oleh solar cell. Semakin tinggi intensitas cahaya, semakin banyak energi yang dapat dikonversi menjadi energi listrik. Intensitas cahaya dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti waktu dalam sehari, kondisi cuaca, musim, dan posisi geografis. Oleh karena itu, optimisasi penerimaan cahaya menjadi hal penting untuk meningkatkan efisiensi. Hubungan intensitas cahaya dan arus yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Arus Terhadap Intensitas Cahaya

2. Suhu Operasional Panel

Suhu panel surya memiliki dampak signifikan terhadap kinerjanya. Semakin tinggi suhu panel, semakin rendah efisiensi konversi energi yang terjadi. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya resistansi internal dalam material semikonduktor pada suhu tinggi, yang menyebabkan kehilangan energi. Oleh karena itu, penting untuk menjaga suhu panel surya tetap rendah agar kinerjanya tetap optimal.

3. Orientasi dan Sudut Panel

Orientasi dan sudut kemiringan panel terhadap matahari mempengaruhi jumlah cahaya yang dapat diserap oleh panel. Solar cell harus ditempatkan pada sudut yang sesuai dengan posisi matahari di langit untuk memaksimalkan penyerapan cahaya sepanjang hari. Posisi yang optimal berbeda-beda tergantung pada lokasi geografis dan musim, sehingga penyesuaian sudut dan orientasi panel sangat penting untuk efisiensi yang maksimal.

4. Kualitas Material Semikonduktor

Kualitas material semikonduktor yang digunakan dalam solar cell mempengaruhi seberapa efektif panel surya dapat mengonversi cahaya menjadi energi listrik. Material semikonduktor seperti silikon monokristalin, polikristalin, dan bahan thin-film memiliki sifat konversi energi yang berbeda. Semakin tinggi kualitas material, semakin efisien solar cell dalam menangkap dan mengonversi energi dari cahaya matahari.

5. Kotoran dan Debu pada Permukaan Panel

Kotoran, debu, dan kotoran lain yang menempel pada permukaan solar cell dapat mengurangi jumlah cahaya yang diterima oleh panel, sehingga menurunkan efisiensi energi. Pembersihan dan pemeliharaan panel secara berkala sangat diperlukan untuk memastikan panel surya bekerja dengan efisien.

6. Kualitas dan Ketebalan Lapisan Fotovoltaik

Lapisan fotovoltaik yang terdapat pada solar cell memiliki peran penting dalam proses konversi cahaya menjadi energi listrik. Ketebalan dan kualitas lapisan ini akan mempengaruhi seberapa efektif panel surya dapat menangkap foton dari cahaya matahari. Lapisan yang terlalu tipis atau tidak homogen dapat mengurangi kemampuan panel dalam mengonversi cahaya secara efisien.

7. Pengaruh Penuaan dan Degradasi Material

Seiring berjalannya waktu, material dalam solar cell dapat mengalami degradasi yang memengaruhi efisiensinya. Penuaan material semikonduktor, lapisan pelindung, dan komponen lainnya dapat mengurangi kinerja panel surya. Oleh karena itu, pemilihan material yang tahan lama dan memiliki daya tahan tinggi sangat penting untuk memastikan umur panjang dan kinerja yang konsisten dari solar cell.

8. Teknologi dan Desain Panel

Desain panel surya, termasuk konfigurasi sel dan teknik penghubungan antar sel, juga mempengaruhi efisiensi keseluruhan. Panel dengan desain yang lebih canggih, seperti penggunaan teknologi multijunction atau bahan fotovoltaik yang lebih efisien, dapat mengonversi cahaya menjadi energi dengan lebih baik dibandingkan dengan panel yang lebih sederhana.

9. Penggunaan Teknologi Konsentrator Cahaya (Concentrated Solar Power - CSP)

Teknologi CSP yang menggunakan cermin atau lensa untuk mengumpulkan dan memfokuskan cahaya matahari pada panel surya dapat meningkatkan intensitas cahaya yang diterima oleh panel. Dengan cara ini, solar cell dapat menghasilkan lebih banyak energi dari sumber cahaya yang terbatas, meningkatkan efisiensinya. Secara keseluruhan, efisiensi solar cell dipengaruhi oleh berbagai faktor eksternal dan internal. Pengoptimalan faktor-faktor ini dapat membantu dalam meningkatkan kinerja solar cell, sehingga menghasilkan energi yang lebih banyak dan efisien.

Penelitian tentang optimisasi intensitas cahaya untuk meningkatkan efisiensi solar cell telah menjadi topik yang menarik dalam beberapa tahun terakhir. Beberapa studi terkini menunjukkan bahwa peningkatan intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya dapat memberikan dampak signifikan terhadap kinerja dan efisiensi konversi energi dari cahaya matahari menjadi energi listrik. Berikut ini adalah beberapa temuan dari penelitian sebelumnya yang relevan dengan topik ini:

Dalam studi yang dilakukan oleh, mereka meneliti pengaruh konsentrator cahaya terhadap efisiensi panel surya. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan sistem konsentrator cahaya (concentrated solar power, CSP) dapat meningkatkan intensitas cahaya yang diterima oleh panel, yang pada gilirannya meningkatkan efisiensi konversi energi surya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa panel yang dilengkapi dengan konsentrator dapat menghasilkan daya yang lebih tinggi dibandingkan dengan panel biasa, meskipun dengan biaya dan kompleksitas sistem yang lebih tinggi. Studi oleh melakukan penelitian yang mengkaji efek intensitas cahaya pada efisiensi panel surya jenis polikristalin dan monokristalin. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa efisiensi konversi energi pada panel surya meningkat secara proporsional dengan peningkatan intensitas cahaya yang diterima, tetapi hanya sampai titik tertentu. Setelah mencapai intensitas cahaya yang sangat tinggi, efisiensi cenderung menurun karena efek pemanasan berlebih yang meningkatkan resistansi internal panel. Oleh karena itu, mereka menyarankan penggunaan sistem pendingin untuk menjaga suhu panel agar tetap optimal pada intensitas cahaya tinggi.

Penelitian oleh mengkaji pengaruh sudut dan orientasi panel terhadap intensitas cahaya yang diterima pada berbagai kondisi geografis. Mereka menemukan bahwa penyesuaian sudut dan orientasi panel dengan posisi matahari secara signifikan dapat meningkatkan intensitas cahaya yang diterima, terutama di wilayah dengan iklim yang cerah. Penelitian ini juga menyoroti pentingnya penggunaan perangkat pelacak matahari (solar trackers) untuk meningkatkan penyerapan cahaya selama sepanjang hari, sehingga efisiensi solar cell dapat ditingkatkan lebih lanjut.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian sistematic literature review yang bertujuan untuk membandingkan dan menemukan serta menganalisis pengaruh pengaturan intensitas cahaya terhadap efisiensi konversi energi pada panel solar cell.

Bahan dan Alat

Jurnal rujukan: Penelitian ini membuat penimpulan metode perbaikan intensitas cahaya matahari pada panel solar cell. Untuk mendapatkannya maka diperlukan jurnal hasil penelitian yang membahas permasalahan perbaikan daya keluarana solar cell.

HASIL DAN PEMBAHASAN

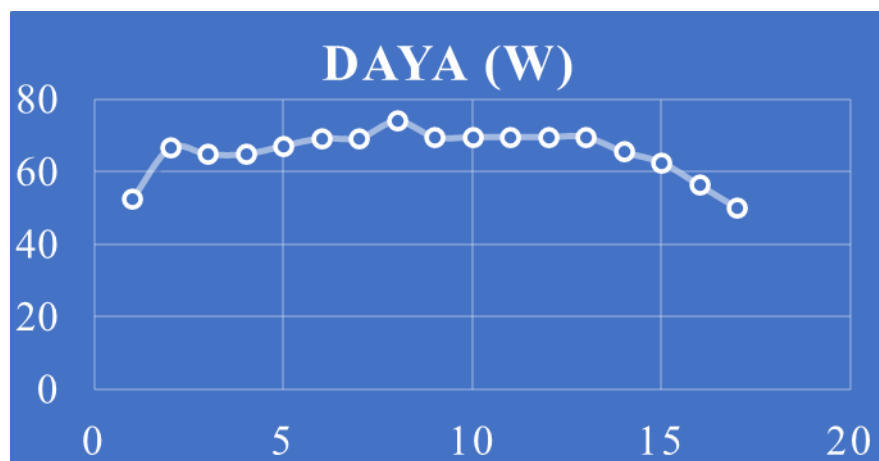
Hasil

Dari teori yang telah disampaikan pada bagian pendahuluan, maka penelitian ini menyajikan data hasil pengukuran intensitas cahaya matahari dengan posisi panel normal pada Tabel 1:

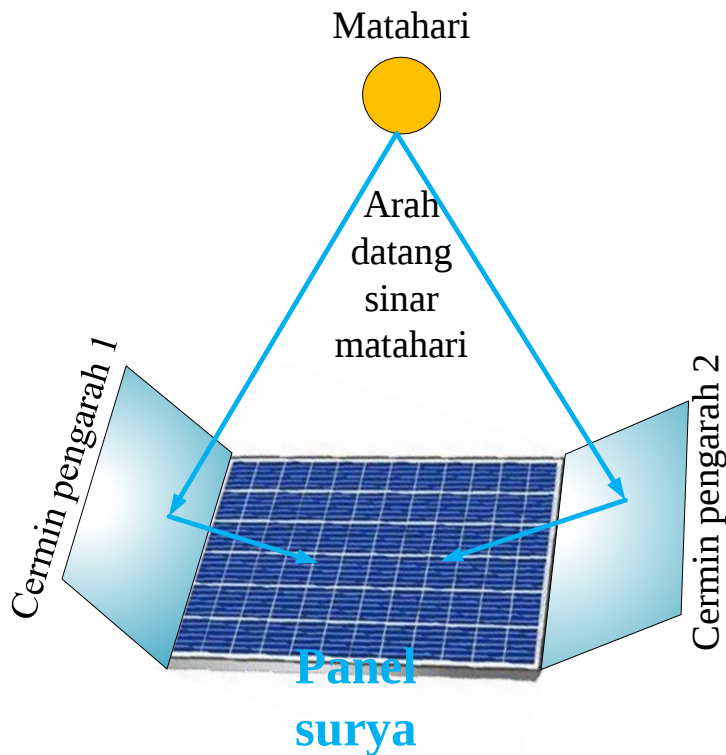
Tabel 1 Pengukuran intensitas cahaya matahari dan Keluaran panel surya

No	Jam	Intensitas Cahaya (lux)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya(W)
1	9.00	107215	20,2	2,6	52,52
2	9.30	112475	20,2	3,3	66,66
3	10.00	124569	20,28	3,2	64,896
4	10.30	126793	20,31	3,2	64,992
5	11.00	145680	20,39	3,3	67,287
6	11.30	165000	20,4	3,4	69,36
7	12.00	185500	20,42	3,4	69,428
8	12.30	205683	20,6	3,6	74,16
9	13.00	192430	20,5	3,4	69,7
10	13.30	186432	20,5	3,4	69,7
11	14.00	177215	20,5	3,4	69,7
12	14.30	162475	20,5	3,4	69,7
13	15.00	165630	20,5	3,4	69,7
14	15.30	152350	20,49	3,2	65,568
15	16.00	105620	20,21	3,1	62,651
16	16.30	8560	20,13	2,8	56,364
17	17.00	1200	20,02	2,5	50,05

Dari Tabel 1, terlihat intensitas cahaya yang turun yang disebabkan oleh berbagai faktor akan menurunkan arus keluaran panel surya. Oleh karena itu untuk menaikkan arus diperlukan pengarah cahaya matahari agar intensitas cahaya terfokus pada panel. Pada penelitian ini dilakukan metode pemasangan cermin yang memantulkan cahaya matahari ke panel. Grafik hubungan intensitas terhadap daya output terlihat pada Gambar 3.



Gambar 4. Grafik Daya Keluaran (W) Sebagai Fungsi Intensitas Cahaya (Lux)

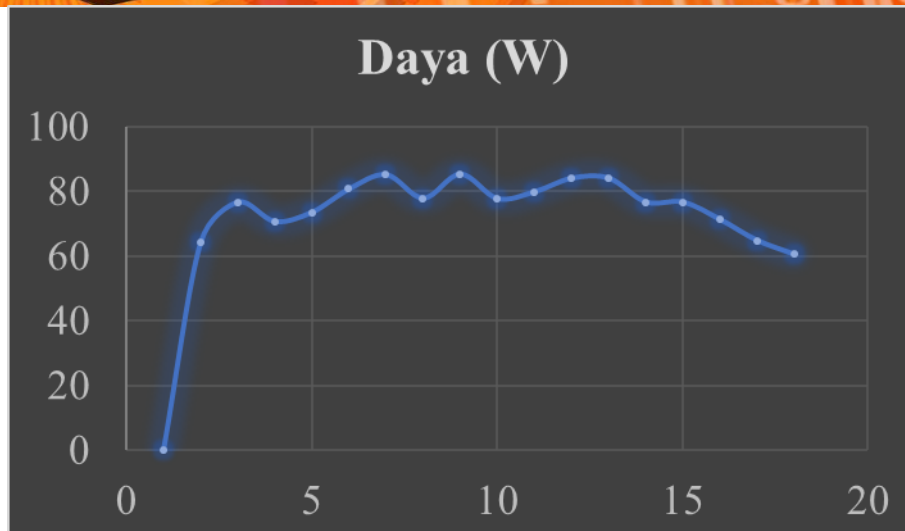


Gambar 5. Pengarah Cahaya Matahari Ke Panel Solar Cell

Dari percobaan yang dilakukan diperoleh data awal seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengukuran Intensitas Cahaya Matahari Dan Keluaran Panel Surya Sebelum Pemasangan Pengarah

No	Jam	Intensitas Cahaya (lux)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya(W)
1	9.00	108715	20,7	3,1	64,17
2	9.30	113575	20,7	3,7	76,59
3	10.00	125803	20,78	3,4	70,652
4	10.30	128249	20,81	3,53	73,4593
5	11.00	147247	20,89	3,86	80,6354
6	11.30	166621	20,9	4,07	85,063
7	12.00	187275	20,92	3,72	77,8224
8	12.30	207890	21,1	4,04	85,244
9	13.00	197200	21	3,7	77,7
10	13.30	188666	21	3,8	79,8
11	14.00	178473	21	4	84
12	14.30	163999	21	4	84
13	15.00	167141	21	3,65	76,65
14	15.30	153550	20,99	3,65	76,6135
15	16.00	106940	20,71	3,44	71,2424
16	16.30	8700	20,63	3,14	64,7782
17	17.00	1220	20,52	2,95	60,534



Gambar 6. Grafik Daya Keluaran (W) Sebagai Fungsi Intensitas Cahaya (Lux) Dengan Cermin Pengarah

Pembahasan

Analisis mengenai pengaruh intensitas cahaya terhadap efisiensi solar cell dapat menaikkan daya keluaran panel surya walaupun dalam penelitian ini masih dibatasi untuk sampai intensitas cahaya yang terbatas karena dipengaruhi cuaca saat pengambilan data seperti awan.

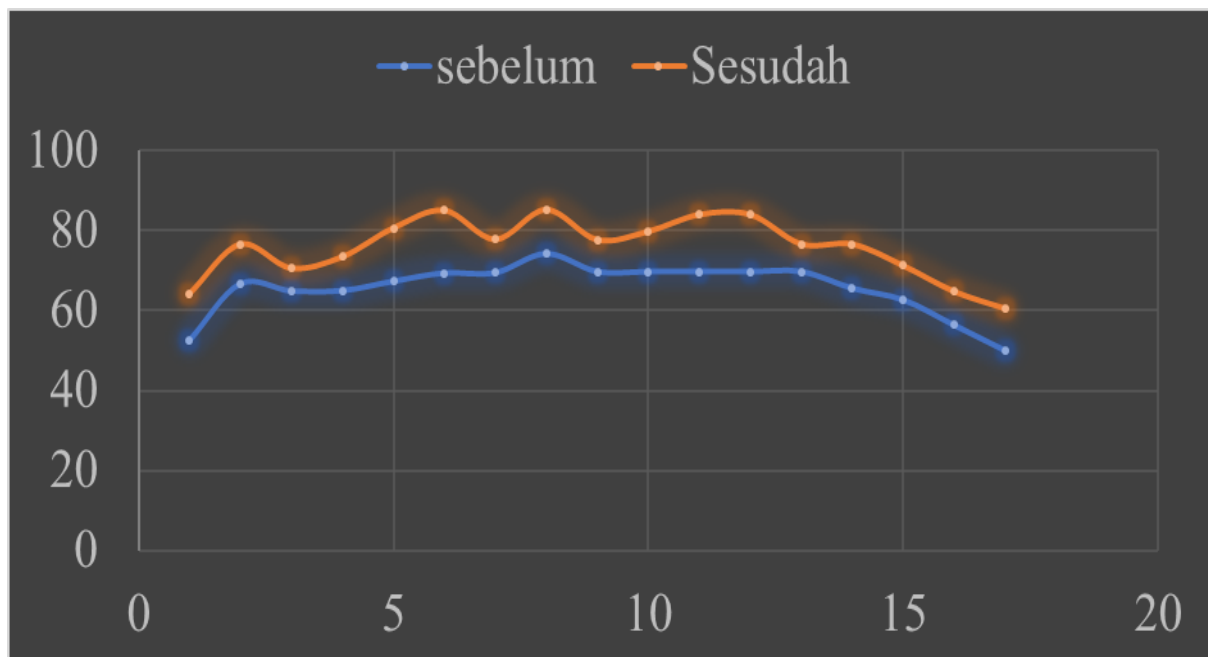
Adapun strategi optimasi intensitas cahaya yang efektif untuk meningkatkan efisiensi salah satunya dalam penelitian ini dapat dilakukan dengan cermin pemantul cahaya yang memfokuskan cahaya matahari ke panel.

Dari data hasil percobaan terlihat ada peningkatan intensitas cahaya matahari dengan 2 buah cermin pengarah.

Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil eksperimen, seperti sudut jatuh cahaya atau suhu panel akan mempengaruhi cahaya yang difokuskan ke panel. Tetapi hal itu dapat diatur dengan mengatur sudut bukaan cermin terhadap panel, sehingga cahaya dapat memantul pada posisi yang berbeda tidak pada satu titik saja.

Tabel 3. Perbandingan Intensitas Cahaya Dan Daya Keluaran Panel Surya Sebelum Pemasangan Pengarah

Tanpa pengarah		Dengan pengarah cahaya		Kenaikan (%)	
Intensitas Cahaya (lux)	Daya(W)	Intensitas Cahaya (lux)	Daya(W)	Intensitas Cahaya	Daya
107215	52,52	108715	64,17	1,4	22,2
112475	66,66	113575	76,59	1,0	14,9
124569	64,896	125803	70,652	1,0	8,9
126793	64,992	128249	73,4593	1,1	13,0
145680	67,287	147247	80,6354	1,1	19,8
165000	69,36	166621	85,063	1,0	22,6
185500	69,428	187275	77,8224	1,0	12,1
205683	74,16	207890	85,244	1,1	14,9
192430	69,7	197200	77,7	2,5	11,5
186432	69,7	188666	79,8	1,2	14,5
177215	69,7	178473	84	0,7	20,5
162475	69,7	163999	84	0,9	20,5
165630	69,7	167141	76,65	0,9	10,0
152350	65,568	153550	76,6135	0,8	16,8
105620	62,651	106940	71,2424	1,2	13,7
8560	56,364	8700	64,7782	1,6	14,9
1200	50,05	1220	60,534	1,7	20,9
Rata-rata				1,2	16,0



Gambar 7. Grafik Daya Keluaran (W) Sebagai Fungsi Intensitas Cahaya (Lux) Sebelum Dan Sesudah Cermin Pengarah

Berdasarkan grafik yang ditampilkan, daya keluaran (dalam satuan watt) ditunjukkan sebagai fungsi dari intensitas cahaya (lux) sebelum dan setelah pemasangan cermin pengarah. Sebelum pemasangan cermin pengarah (garis biru), daya keluaran relatif konstan dengan sedikit penurunan seiring dengan peningkatan intensitas cahaya. Ini menunjukkan bahwa meskipun ada perubahan intensitas cahaya, pengaruhnya terhadap daya keluaran tidak terlalu signifikan. Setelah pemasangan cermin pengarah (garis oranye), terlihat bahwa daya keluaran lebih tinggi dibandingkan dengan sebelum pemasangan cermin. Pada intensitas cahaya yang lebih rendah, cermin pengarah meningkatkan daya yang dihasilkan. Namun, penurunan daya pada intensitas cahaya yang lebih tinggi lebih terlihat, meskipun daya tetap lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi sebelum pemasangan.

Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa pemasangan cermin pengarah memberikan peningkatan daya keluaran pada intensitas cahaya rendah dan menstabilkan kinerja sistem meskipun ada sedikit penurunan pada intensitas tinggi. Hal ini pada akhirnya meningkatkan efisiensi energi yang dihasilkan panel surya tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya berperan penting dalam meningkatkan efisiensi konversi energi. Salah satu cara efektif untuk mengoptimalkan intensitas cahaya adalah dengan menggunakan cermin pengarah yang dapat memfokuskan cahaya matahari ke panel surya.

Meskipun faktor seperti suhu dan sudut jatuh cahaya turut mempengaruhi kinerja panel, strategi ini terbukti dapat meningkatkan daya keluaran panel surya. Pengaturan intensitas cahaya melalui teknologi konsentrator dan pengoptimalan sudut kemiringan panel juga dapat meningkatkan efisiensi.

Oleh karena itu, untuk mencapai efisiensi energi yang lebih tinggi, pengembangan sistem yang dapat memaksimalkan penerimaan cahaya sangat penting. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengatasi keterbatasan yang ada dan mengeksplorasi solusi teknologi lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryza, S., M. Irwanto, Z. Lubis, A. P. U. Siahaan, R. Rahim, and M. Furqan, "A Novelty Design of Minimization of Electrical Losses in A Vector Controlled Induction Machine Drive," IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng., vol. 300, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/300/1/012067.
- Bamisile, O., C. Acen, D. Cai, Q. Huang, and I. Staffell, "The environmental factors affecting solar photovoltaic output," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 208, no. October 2024, p. 115073, 2025, doi: 10.1016/j.rser.2024.115073.
- Bist, A., B. Pant, G. P. Ojha, J. Acharya, M. Park, and P. S. Saud, "Novel Materials in Perovskite Solar Cells: Efficiency, Stability, and Future Perspectives," 2023.
- Cotal, H. et al., "III-V Multijunction Solar Cells for Concentrating Photovoltaics III – V multijunction solar cells for concentrating photovoltaics," no. April 2014, 2009, doi: 10.1039/b809257e.
- Eze, V. H. U., K. Richard, K. J. Ukagwu, and W. Okafor, "Factors Influencing the Efficiency of Solar Energy Systems," J. Eng. Technol. Appl. Sci., vol. 6, no. 3, pp. 119–131, 2024, doi: 10.36079/lamintang.jetas-0603.748.
- Hamdani, Z. Tharo, and S. Anisah, "Perbandingan Performansi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Antara Daerah Pegunungan Dengan Daerah Pesisir," Semnastek Uisu, pp. 189–193, 2019.
- Hasan, K., S. Binty, Y. Mohammad, S. Hasan, and K. Tushar, "Effects of different environmental and operational factors on the PV performance: A comprehensive review," no. December 2021, pp. 656–675, 2022, doi: 10.1002/ese3.1043.
- Kumba, K., P. Upender, P. Buduma, M. Sarkar, S. P. Simon, and V. Gundu, "Solar tracking systems: Advancements, challenges, and future directions: A review," Energy Reports, vol. 12, pp. 3566–3583, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2024.09.038>.
- Olorunfemi, B. O., O. A. Ogbolumani, and N. Nwulu, "Solar Panels Dirt Monitoring and Cleaning for Performance Improvement: A Systematic Review on Smart Systems," 2022.
- Okta, I., S. M. Sultan, C. P. Tso, A. Fudholi, M. Mohammad, and A. Ibrahim, "Results in Engineering Review article A review on recent photovoltaic module cooling techniques: Types and assessment methods," Results Eng., vol. 22, no. May, p. 102225, 2024, doi: 10.1016/j.rineng.2024.102225.
- Padang, I. T., "Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Tegangan Dan Arus Yang Dihasilkan Panel Surya," vol. 10, no. 2, 2021.
- Polymeropoulos, I., S. Bezyrgiannidis, E. Vrochidou, and G. A. Papakostas, "Enhancing Solar Plant Efficiency: A Review of Vision-Based Monitoring and Fault Detection Techniques," Technologies, vol. 12, no. 10, 2024, doi: 10.3390/technologies12100175.
- Shah, N. et al., "A Review of Third Generation Solar Cells," 2023.
- Siagian, P. and M. E. Dalimunthe, "Pengaruh Tabir Filter Film Terhadap Tegangan Output Solar Sel Jenis Polycrystalline," J. Sains, Teknol. dan Ind., vol. 19, no. 2, pp. 414–418, 2022.
- Siagian, P., Hamdani, and M. E. Dalimunthe, "Pengaruh Tabir Filter Film Terhadap Tegangan Output Solar Sel Jenis Polycrystalline," SITEKIN, J. Sains, Teknol. dan Ind., vol. 19, no. 2, p. 2022, 2012.
- Tharo, Z., Dharmawati, and M. Alfi Syahri, "Combination of solar and wind power to create cheap and eco-friendly energy," IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng., vol. 725, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/725/1/012140.
- Tharo, Z., E. Syahputra, and R. Mulyadi, "Analysis of Saving Electrical Load Costs With a Hybrid Source of PLN-PLTS 500 Wp," J. Appl. Eng. Technol. Sci., vol. 4, no. 1, pp. 235–243, 2022, doi: 10.37385/jaets.v4i1.1024.
- Vashchyshak, I. R. and V. S. Tsykh, "Improving the energy efficiency of a solar power plant," Oil Gas Power Eng., vol. 1, no. 1(33), pp. 132–143, 2020, doi: 10.31471/1993-9868-2020-1(33)-132-142.

- Wu, J., M. He, C. Liu, and P. Gao, "Charge Dynamics and Defect States under 'Spot-Light': Spectroscopic Insights into Halide Perovskite Solar Cells," 2025, doi: 10.1002/adpr.202400110.
- (Unknown Author), "materials and their application prospects in emerging photovoltaic devices," *Heliyon*, vol. 10, no. 22, p. e40341, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40341>.
- Xu, S., Q. Zhu, Y. Hu, and T. Zhang, "Design and performance research of a new non-tracking low concentrating with lens for photovoltaic systems," *Renew. Energy*, vol. 192, pp. 174–187, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.04.121>.
- Zainulabdeen, F. S., A. H. Al-Hamdani, G. S. Karam, and J. H. Ali, "Improving the performance efficiency of solar panel by using flat mirror concentrator," *AIP Conf. Proc.*, vol. 2190, no. December, 2019, doi: 10.1063/1.5138540.