

Sistem Penggerakan Reflektor Empat Sisi untuk Mendapatkan Sudut Ideal Pantulan Cahaya Matahari pada Panel Surya

**Abdullah¹, Maharani Putri², M. Syahrudin³, Nobert Sitorus⁴, Surya Dharma⁵, Abdul Kadir Jumaat⁶,
Abdul Rahim Ridzuan⁷, Dery Matthew Halomoan⁸, Najwa Fadhilah Husna⁹**

^{1,2,3,4,5,8,9} Politeknik Negeri Medan, Indonesia

Jl. Almamater No.1, Padang Bulan, 20155 Kota Medan, Sumatera Utara, Indonesia

^{6,7} Universiti Teknologi MARA, Malaysia

Jalan Ilmu 1/1, 40450 Shah Alam, Selangor, Malaysia

e-mail: abdullah@polmed.ac.id

Abstrak— Peningkatan efisiensi konversi energi panel surya menjadi fokus dalam penelitian ini yaitu dengan memanfaatkan reflektor untuk mengoptimalkan sudut penyerapan cahaya matahari. Penelitian ini mengimplementasikan sistem penggerakan reflektor empat sisi yang dirancang untuk memperoleh sudut ideal pantulan cahaya matahari pada panel surya dengan pengaturan posisi reflektor, menggunakan sensor cahaya/lux serta aktuator untuk penyesuaian sudut reflektor. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem terhadap penggunaan reflektor. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan reflektor mampu meningkatkan efisiensi penyerapan energi pada panel surya sesuai dengan sudut reflektor yang diatur pada panel surya dibandingkan dengan panel surya tanpa reflektor. Penelitian ini dapat menjadi salah satu cara melakukan optimasi kerja panel surya dalam meningkatkan efisiensi penyerapan energi matahari. Dari hasil pengujian terlihat bahwa pengujian pengaturan empat sisi solar reflektor panel surya pada sudut 15° menghasilkan peningkatan daya keluaran panel surya sebesar 2,74%, pada sudut 30° menghasilkan peningkatan daya keluaran panel surya sebesar 21,89%, pada sudut 45° menghasilkan peningkatan daya keluaran panel surya sebesar 16,75%, dan pada sudut 60° menghasilkan peningkatan daya keluaran panel surya sebesar -3,17%, sehingga dari sistem penggerakan reflektor empat sisi untuk mendapatkan sudut ideal pantulan cahaya matahari pada panel surya didapatkan sudut terbaik reflektor empat sisi yaitu reflektor yang diatur pada sudut 30°.

Kata kunci: panel surya, reflektor, sudut, cahaya matahari

***Abstract**— Increasing the energy conversion efficiency of solar panels is the focus of this research by utilizing reflectors to optimize the angle of absorption of sunlight. This research implements a four-sided reflector movement system designed to obtain the ideal angle of sunlight reflection on solar panels by adjusting the position of the reflector, using light/lux sensors and actuators to adjust the angle of the reflector. Tests were conducted to evaluate the performance of the system against the use of reflectors. The results show that the use of reflectors can increase the efficiency of energy absorption in solar panels according to the reflector angle set on the solar panel compared to solar panels without reflectors. This research can be one way to optimize the work of solar panels in increasing the efficiency of solar energy absorption. From the test results, it can be seen that testing the four-sided solar reflector arrangement of solar panels at an angle of 15° resulted in an increase in solar panel output power of 2.74%, at an angle of 30° resulted in an increase in solar panel output power of 21.89%, at an angle of 45° resulted in an increase in solar panel output power of 16.75%, and at an angle of 60° resulted in an increase in solar panel output power of -3.17%, so that from the four-sided reflector movement system to get the ideal angle of reflection of sunlight on solar panels, the best angle of the four-sided reflector is the reflector set at an angle of 30°.*

Keywords : solar panel, reflector, angle, sunlight

I. PENDAHULUAN

Energi surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang paling potensial untuk dikembangkan di masa depan [1]. Keberlanjutan dan ketersediaan sinar matahari yang melimpah sepanjang tahun di berbagai wilayah membuat energi surya menjadi solusi strategis untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Panel surya, sebagai perangkat utama untuk mengonversi energi matahari menjadi energi listrik,

memainkan peran penting dalam pemanfaatan energi surya ini [2].

Namun, salah satu tantangan utama dalam penggunaan panel surya adalah efisiensi konversi energi yang relatif rendah. Efisiensi panel surya sangat dipengaruhi oleh intensitas dan sudut penyerapan cahaya matahari [3] [4]. Panel surya yang dipasang pada posisi tetap sering kali tidak dapat memaksimalkan penyerapan cahaya matahari sepanjang hari karena perubahan posisi matahari.

Untuk mengatasi masalah ini, beberapa metode telah dikembangkan, salah satunya adalah penggunaan reflektor untuk mengarahkan lebih banyak cahaya matahari ke permukaan panel surya [5] [6].

Reflektor dapat meningkatkan intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya, namun, efektivitasnya sangat tergantung pada sudut dan posisi reflektor tersebut [7]. Sistem reflektor dapat menyesuaikan dengan perubahan posisi matahari, sehingga optimalisasi penyerapan cahaya dapat tercapai sepanjang hari. Oleh karena itu, diperlukan sistem penggerakan reflektor yang dapat menyesuaikan sudut pantulan cahaya ideal sesuai dengan posisi matahari [8].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem penggerakan reflektor empat sisi yang mampu menyesuaikan sudut pantulan cahaya matahari secara optimal pada panel surya. Sistem ini dirancang untuk beroperasi menggunakan sensor cahaya/lux dan aktuator untuk mengatur posisi reflektor sepanjang hari. Dengan demikian, diharapkan efisiensi penyerapan energi matahari pada panel surya dapat ditingkatkan secara signifikan.

II. STUDI PUSTAKA

Pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi terbarukan semakin mendapatkan perhatian di seluruh dunia. Panel surya atau fotovoltaik (PV) merupakan teknologi yang umum digunakan untuk mengonversi cahaya matahari menjadi energi listrik [9]. Namun, efisiensi konversi energi pada panel surya masih menjadi tantangan utama, terutama karena intensitas dan sudut penyerapan cahaya matahari yang bervariasi sepanjang hari dan tahun. Salah satu pendekatan untuk meningkatkan efisiensi panel surya adalah dengan menggunakan reflektor cahaya matahari. Reflektor ini dapat diarahkan untuk memantulkan lebih banyak cahaya matahari ke permukaan panel surya meningkatkan jumlah energi yang diterima [10]. Namun, efektivitas reflektor sangat bergantung pada kemampuan sistem untuk menyesuaikan sudut reflektor secara optimal dengan perubahan posisi matahari [11]. Oleh karena itu, pengembangan sistem penggerakan reflektor yang mampu secara dinamis mengatur sudut pantulan menjadi sangat penting. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem penggerakan reflektor empat sisi yang dirancang untuk menyesuaikan sudut reflektor berdasarkan posisi matahari. Sistem ini menggunakan kombinasi sensor cahaya, aktuator, dan kontroler untuk memastikan bahwa reflektor selalu berada pada posisi optimal untuk memaksimalkan penyerapan cahaya matahari oleh panel surya [12].

A. Energi Surya dan Panel Surya

Energi surya adalah energi yang diperoleh dari radiasi matahari yang mencapai permukaan bumi. Sumber energi ini merupakan salah satu yang paling

melimpah dan tidak akan habis, sehingga menjadi pilihan utama dalam pengembangan energi terbarukan. Panel surya, atau fotovoltaik (PV), adalah perangkat yang digunakan untuk mengonversi cahaya matahari menjadi listrik. Prinsip kerja panel surya didasarkan pada efek fotovoltaik, di mana material semikonduktor menghasilkan arus listrik ketika terkena cahaya matahari [13].

Efisiensi panel surya didefinisikan sebagai perbandingan antara energi listrik yang dihasilkan dengan energi cahaya matahari yang diterima oleh permukaan panel. Beberapa faktor yang mempengaruhi efisiensi ini meliputi kualitas material semikonduktor, temperatur operasi, dan intensitas serta sudut penyerapan cahaya matahari. Salah satu tantangan utama dalam teknologi panel surya adalah meningkatkan efisiensi konversi energi ini [14].

B. Reflektor Cahaya Matahari

Reflektor adalah perangkat yang digunakan untuk memantulkan cahaya matahari ke arah panel surya, dengan tujuan meningkatkan intensitas cahaya yang diterima. Reflektor dapat berupa permukaan cermin atau material reflektif lainnya yang ditempatkan di sekitar panel surya. Posisi dan sudut reflektor sangat krusial untuk memastikan bahwa cahaya yang dipantulkan mengenai permukaan panel surya dengan optimal [15].

Sistem penggerak reflektor adalah mekanisme yang dirancang untuk mengatur posisi dan sudut reflektor secara dinamis sesuai dengan perubahan posisi matahari sepanjang hari. Sistem ini biasanya terdiri dari sensor cahaya, kontroler, dan aktuator. Sensor cahaya berfungsi mendeteksi intensitas dan arah cahaya matahari, yang kemudian digunakan oleh kontroler untuk menggerakkan aktuator. Aktuator ini mengatur posisi dan sudut reflektor sehingga pantulan cahaya selalu mengenai panel surya dengan sudut optimal. Reflektor empat sisi adalah konfigurasi reflektor yang mengelilingi panel surya dari empat arah, yaitu timur, barat, utara, dan selatan. Desain ini bertujuan untuk memaksimalkan penyerapan cahaya matahari dari berbagai arah sepanjang hari. Dengan sistem penggerak otomatis, setiap reflektor dapat menyesuaikan sudutnya secara independen, memastikan bahwa cahaya matahari selalu dipantulkan ke permukaan panel surya dengan efisiensi maksimal [16]. Aktuator adalah komponen mekanis yang menggerakkan reflektor berdasarkan sinyal dari kontroler. Aktuator yang umum digunakan dalam sistem ini meliputi motor servo, stepper motor, dan linear aktuator, yang mampu memberikan gerakan presisi sesuai kebutuhan.

III. METODE

Metode penelitian untuk mengimplementasikan sistem penggerakan reflektor empat sisi untuk

mendapatkan sudut ideal pantulan cahaya matahari pada panel surya adalah dengan menggabungkan bagian perangkat keras dan perangkat lunak.

A. Bagian Perangkat Keras

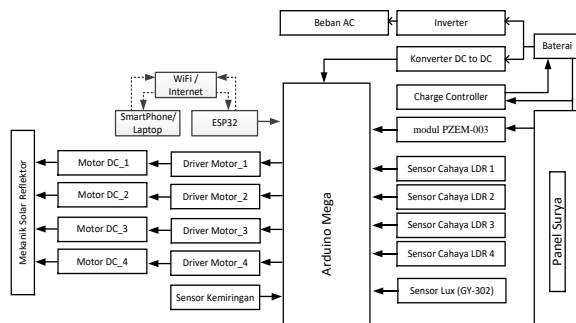
Dua kategori desain perangkat keras adalah desain sistem mekanis dan desain sistem elektronik. Yang pertama mencakup tata letak fisik sistem untuk memfasilitasi visualisasi dan implementasi yang tepat, sedangkan yang kedua terdiri dari desain sirkuit elektronik dan modul, seperti sirkuit untuk sistem pengontrol, sirkuit untuk penguat sensor, sirkuit untuk penggerak motor, dan sirkuit lainnya. Desain mekanik sistem digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain mekanik sistem

Bahan mekanik yang dipilih untuk desain sistem mekanis di atas adalah besi hollow, besi plat dan plat aluminium. Bahan-bahan ini kuat dan mudah dibentuk agar sesuai dengan kebutuhan sistem.

Rancangan penelitian yang akan dilakukan adalah Sensor cahaya LDR, sensor GY-302 lux dan modul PZEM-003 akan memberikan input ke pusat pemrosesan data Arduino Mega, yang akan digunakan dalam penelitian ini. Untuk mempertahankan pantulan sinar matahari yang terbaik untuk panel surya, driver motor DC akan mengatur motor DC dan berfungsi sebagai sistem untuk memodifikasi variasi sudut reflektor surya. Diagram perancangan sistem secara lengkap ditunjukkan pada gambar berikut ini dengan cara sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram blok perangkat keras secara keseluruhan

Berdasarkan diagram blok perangkat keras diatas, dapat diuraikan keperluan komponen dari

sistem yang dirancang, yaitu Pembacaan modul WiFi ESP32 dan input/output diproses oleh Arduino Mega, yang juga bertindak sebagai hub untuk panel surya 100 WP, Motor Torsi Tinggi DC (yang menyesuaikan sudut reflektor surya sebagai respons terhadap sinyal dari sensor cahaya LDR), Driver Motor DC (yang mengatur arah dan kecepatan putaran motor DC), dan Sensor Lux GY-302, perangkat empat bagian yang mengukur variasi resistensi cahaya yang mengenainya untuk bertindak sebagai detektor pantulan cahaya reflektor. Pada panel surya, modul PZEM-003 digunakan untuk mendeteksi tegangan dan arus. Dalam desain Internet of Things, modul ESP32 berfungsi sebagai modul WiFi untuk memungkinkan pembacaan data pengukuran dari jarak jauh. Daya panel surya disimpan dalam baterai siklus dalam. Konverter DC ke DC digunakan untuk mengubah level tegangan input DC menjadi level tegangan output DC yang berbeda, dan inverter digunakan untuk mengubah level tegangan DC menjadi tegangan AC untuk mengaktifkan beban AC yang digunakan. Ini berfungsi sebagai pengatur tegangan dan arus yang akan diterima baterai dari pengontrol pengisian daya. Adapun alur penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada diagram alir sebagai berikut:



Gambar 3. Diagram Alir Tahapan Penelitian

Berdasarkan diagram alir di atas, langkah-langkah yang terlibat dalam pelaksanaan penelitian dimulai dengan mencari studi literatur untuk mendapatkan

referensi terkait penelitian. Setelah itu, langkah selanjutnya adalah menentukan kebutuhan modul dan rangkaian elektronik serta mendesain komponen mekanik dan elektrik. Setelah tugas-tugas ini selesai, desain alat dan algoritma pemrograman dilakukan. Proses pengujian alat untuk memastikan sistem yang diinginkan telah berhasil dan sesuai dengan yang diinginkan kemudian dilanjutkan setelah alat dan algoritma program selesai dibuat. Jika masih terdapat ketidaksesuaian, maka akan diperbaiki kembali pada proses perancangan dan pemrograman alat hingga sistem/penelitian berhasil dilakukan, setelah itu dilanjutkan dengan pengumpulan data, penyusunan laporan, dan publikasi.

B. Desain Perangkat Lunak

Perangkat lunak utama untuk mengonfigurasi pengendali sistem, seperti pengendali proses dan pemantauan, dalam sistem/penelitian ini adalah Arduino IDE, yang dirancang dengan bahasa pemrograman C.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasn yang diperoleh pada penelitian Sistem Penggerakan Reflektor Empat Sisi Untuk Mendapatkan Sudut Ideal Pantulan Cahaya Matahari Pada Panel Surya terdiri atas Pengujian sistem pengaturan variasi sudut solar reflektor panel surya, pengujian pengaturan empat sisi solar reflektor panel surya pada sudut 15°, Pengujian pengaturan empat sisi solar reflektor panel surya pada sudut 30°, Pengujian pengaturan empat sisi solar reflektor panel surya pada sudut 45° dan Pengujian pengaturan empat sisi solar reflektor panel surya pada sudut 75°. Hasil rancangan sistem dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 4 Tampilan Rancangan Sistem Secara Keseluruhan

A. Pengujian sistem pengaturan variasi sudut solar reflektor panel surya

Pengujian sistem pengaturan variasi sudut solar reflektor panel surya ini dilakukan untuk menunjukkan bagaimana sudut reflektor surya dapat mempengaruhi output daya panel surya. Pengujian pengaturan variasi sudut reflektor surya pada panel surya ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian sistem pengaturan variasi sudut solar reflektor panel surya

No.	Sudut Solar Reflektor Empat Sisi (°)	Persentase Peningkatan Daya keluaran Panel Surya (%)
1	15	2,74
2	30	21,89
3	45	16,75
4	60	-3,17

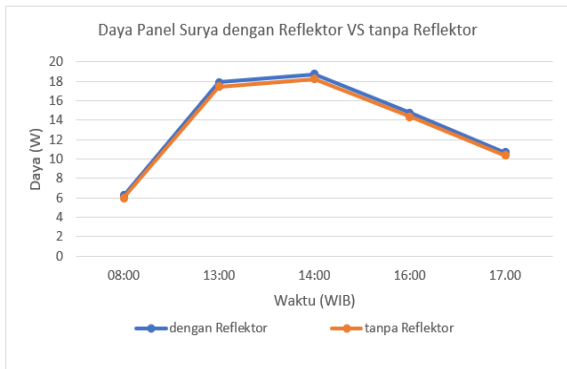
Berdasarkan pengujian Tabel 1, terlihat bahwa sudut optimal untuk susunan reflektor surya empat sisi adalah 30 derajat, dengan peningkatan daya keluaran panel surya sebesar 34%. Pada kondisi ini, reflektor telah berfungsi secara efektif sebagai pemantul matahari untuk panel surya. Sebaliknya, sudut terburuk untuk posisi reflektor surya adalah 75 derajat, dengan peningkatan daya keluaran panel surya sebesar -19%. Dalam hal ini, dapat disimpulkan bahwa proses pemantulan cahaya matahari tidak berfungsi dengan baik, sehingga menyebabkan penurunan kinerja panel surya.

B. Pengujian pengaturan empat sisi solar reflektor panel surya pada sudut 15°

Pengujian pengaturan empat sisi solar reflektor panel surya pada sudut 15° ini bertujuan untuk memperlihatkan daya yang dihasilkan oleh panel surya dengan adanya reflektor dan tanpa adanya reflektor. Dimana pada pengujian ini motor penggerak empat sisi solar reflektor diatur pada sudut 15°. Pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 2 dan grafik pada Gambar 5.

Tabel 2. Pengujian pengaturan empat sisi solar reflektor panel surya pada sudut 15°

Jam (WIB)	Daya Panel Surya dengan Reflektor (Watt)	Daya Panel Surya tanpa Reflektor (Watt)	Kondisi Cuaca
08:00	6,23	6,03	Cerah
13:00	17,91	17,46	Cerah
14:00	18,72	18,25	Cerah
16:00	14,76	14,37	Cerah
17:00	10,68	10,37	Cerah



Gambar 5. Grafik daya keluaran panel terhadap waktu antara panel surya dengan reflektor dan tanpa sistem reflektor pada sudut 15°

Berdasarkan tabel 2 dan grafik pada Gambar 5, memperlihatkan kerja sistem panel surya baik dengan adanya reflektor dan tanpa adanya reflektor, data diambil dalam lima variasi waktu dan pada kondisi cuaca cerah. Pengujian pengaturan empat sisi solar reflektor panel surya pada sudut 15° pada saya panel surya dengan reflektor dan tanpa reflektor didapatkan total daya keluaran panel surya dengan reflektor sebesar 68,3 Watt dan daya keluaran panel surya tanpa reflektor sebesar 66,48 Watt sehingga selisih daya dapat dihitung, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Selisih P} &= \sum P_{\text{reflektor}} - \sum P_{\text{tanpa reflektor}} \\ &= 68,3 \text{ Watt} - 66,48 \text{ Watt} \\ &= 1,82 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Peningkatan P} &= (\text{Selisih P} / \sum P_{\text{tanpa reflektor}}) \times 100 \\ &= (1,82 / 66,48) \times 100 \\ &= 2,74\% \end{aligned}$$

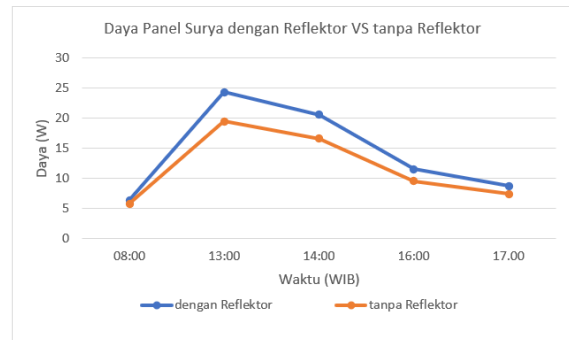
Sehingga, persentase peningkatan daya keluaran panel surya dengan adanya reflektor yang diatur pada sudut 15° yaitu sebesar 2,74 %.

C. Pengujian pengaturan empat sisi solar reflektor panel surya pada sudut 30°

Pengujian pengaturan empat sisi solar reflektor panel surya pada sudut 30° ini bertujuan untuk memperlihatkan daya yang dihasilkan oleh panel surya dengan adanya reflektor dan tanpa adanya reflektor. Dimana pada pengujian ini motor penggerak empat sisi solar reflektor diatur pada sudut 30°. Pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 3 dan grafik pada Gambar 6.

Tabel 3. Pengujian pengaturan empat sisi solar reflektor panel surya pada sudut 30°

Jam (WIB)	Daya Panel Surya dengan Reflektor (Watt)	Daya Panel Surya tanpa Reflektor (Watt)	Kondisi Cuaca
08:00	6,36	5,77	Cerah
13:00	24,32	19,46	Cerah
14:00	20,61	16,58	Cerah
16:00	11,54	9,55	Berawan
17:00	8,73	7,37	Berawan



Gambar 6. Grafik daya keluaran panel terhadap waktu antara panel surya dengan reflektor dan tanpa sistem reflektor pada sudut 30°

Berdasarkan tabel 3 dan grafik pada Gambar 6, memperlihatkan kerja sistem panel surya baik dengan adanya reflektor dan tanpa adanya reflektor, data diambil dalam lima variasi waktu dan pada kondisi cuaca cerah dan berawan. Berdasarkan Tabel 3. Pengujian pengaturan empat sisi solar reflektor panel surya pada sudut 30° pada saya panel surya dengan reflektor dan tanpa reflektor didapatkan total daya keluaran panel surya dengan reflektor sebesar 71,55 Watt dan daya keluaran panel surya tanpa reflektor sebesar 58,71 Watt sehingga selisih daya dapat dihitung, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Selisih P} &= \sum P_{\text{reflektor}} - \sum P_{\text{tanpa reflektor}} \\ &= 71,55 \text{ Watt} - 58,71 \text{ Watt} \\ &= 12,85 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Peningkatan P} &= (\text{Selisih P} / \sum P_{\text{tanpa reflektor}}) \times 100 \\ &= (12,85 / 58,71) \times 100 \\ &= 21,89\% \end{aligned}$$

Sehingga, persentase peningkatan daya keluaran panel surya dengan adanya reflektor yang diatur pada sudut 30° yaitu sebesar 21,89 %.

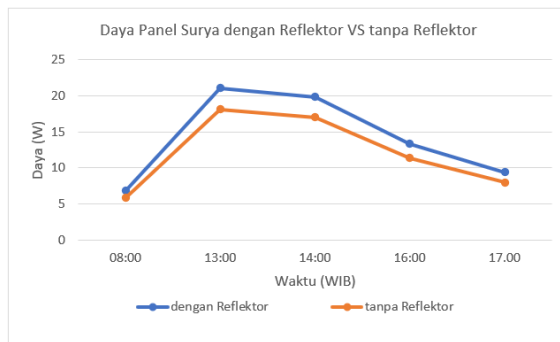
D. Pengujian pengaturan empat sisi solar reflektor panel surya pada sudut 45°

Pengujian pengaturan empat sisi solar reflektor panel surya pada sudut 45° ini bertujuan untuk memperlihatkan daya yang dihasilkan oleh panel surya dengan adanya reflektor dan tanpa adanya

reflektor. Dimana pada pengujian ini motor penggerak empat sisi solar reflektor diatur pada sudut 45°. Pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 4 dan grafik pada Gambar 7.

Tabel 4. Pengujian pengaturan empat sisi solar reflektor panel surya pada sudut 45°

Jam (WIB)	Daya Panel Surya dengan Reflektor (Watt)	Daya Panel Surya tanpa Reflektor (Watt)	Kondisi Cuaca
08:00	6,86	5,85	Cerah
13:00	21,11	18,12	Cerah
14:00	19,85	17,03	Cerah
16:00	13,32	11,40	Cerah
17.00	9,40	8,02	Berawan



Gambar 7. Grafik daya keluaran panel terhadap waktu antara panel surya dengan reflektor dan tanpa sistem reflektor pada sudut 45°

Berdasarkan tabel 4 dan grafik pada Gambar 7, memperlihatkan kerja sistem panel surya baik dengan adanya reflektor dan tanpa adanya reflektor, data diambil dalam lima variasi waktu dan pada kondisi cuaca cerah dan berawan. Pengujian pengaturan empat sisi solar reflektor panel surya pada sudut 45° pada saya panel surya dengan reflektor dan tanpa reflektor didapatkan total daya keluaran panel surya dengan reflektor sebesar 70,54 Watt dan daya keluaran panel surya tanpa reflektor sebesar 60,42 Watt sehingga selisih daya dapat dihitung, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Selisih P} &= \sum P_{\text{reflektor}} - \sum P_{\text{tanpa reflektor}} \\ &= 70,54 \text{ Watt} - 60,42 \text{ Watt} \\ &= 10,12 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Peningkatan P} &= (\text{Selisih P} / \sum P_{\text{tanpa reflektor}}) \times 100 \\ &= (10,12 / 60,42) \times 100 \\ &= 16,75\% \end{aligned}$$

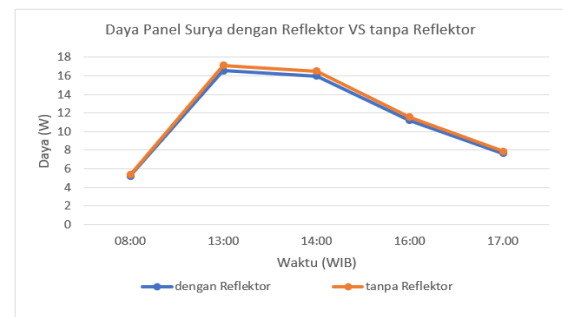
Sehingga, persentase peningkatan daya keluaran panel surya dengan adanya reflektor yang diatur pada sudut 45° yaitu sebesar 16,75 %.

E. Pengujian pengaturan empat sisi solar reflektor panel surya pada sudut 60°

Pengujian pengaturan empat sisi solar reflektor panel surya pada sudut 60° ini bertujuan untuk memperlihatkan daya yang dihasilkan oleh panel surya dengan adanya reflektor dan tanpa adanya reflektor. Dimana pada pengujian ini motor penggerak empat sisi solar reflektor diatur pada sudut 60°. Pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 5 dan grafik pada Gambar 8.

Tabel 5. Pengujian pengaturan empat sisi solar reflektor panel surya pada sudut 60°

Jam (WIB)	Daya Panel Surya dengan Reflektor (Watt)	Daya Panel Surya tanpa Reflektor (Watt)	Kondisi Cuaca
08:00	5,22	5,36	Cerah
13:00	16,56	17,14	Cerah
14:00	15,97	16,53	Berawan
16:00	11,19	11,55	Berawan
17.00	7,68	7,89	Berawan



Gambar 8. Grafik daya keluaran panel terhadap waktu antara panel surya dengan reflektor dan tanpa sistem reflektor pada sudut 60°

Berdasarkan tabel 5 dan grafik pada Gambar 8, memperlihatkan kerja sistem panel surya baik dengan adanya reflektor dan tanpa adanya reflektor, data diambil dalam lima variasi waktu dan pada kondisi cuaca cerah dan berawan. Pengujian pengaturan empat sisi solar reflektor panel surya pada sudut 15° pada saya panel surya dengan reflektor dan tanpa reflektor didapatkan total daya keluaran panel surya dengan reflektor sebesar 56,62 Watt dan daya keluaran panel surya tanpa reflektor sebesar 58,47 Watt sehingga selisih daya dapat dihitung, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Selisih P} &= \sum P_{\text{reflektor}} - \sum P_{\text{tanpa reflektor}} \\ &= 56,62 \text{ Watt} - 58,47 \text{ Watt} \\ &= -1,85 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Peningkatan P} &= (\text{Selisih P} / \sum P_{\text{tanpa reflektor}}) \times 100 \\ &= (-1,85 / 58,47) \times 100 \\ &= -3,17\% \end{aligned}$$

Sehingga, persentase peningkatan daya keluaran panel surya dengan adanya reflektor yang diatur pada sudut 60° yaitu sebesar -3,17 %.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian sistem penggerakan reflektor empat sisi untuk mendapatkan sudut ideal pantulan cahaya matahari pada panel surya yaitu Sistem penggerakan untuk peningkatan efisiensi penyerapan energi pada panel surya. Dengan reflektor yang selalu berada pada sudut optimal, panel surya akan menerima lebih banyak cahaya matahari yang dipantulkan, sehingga menghasilkan lebih banyak energi listrik. Sistem yang dikembangkan mampu menyesuaikan sudut reflektor ideal sesuai dengan posisi matahari. Sensor cahaya dan aktuator bekerja secara terintegrasi untuk memastikan reflektor selalu dalam posisi optimal, sehingga memaksimalkan intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya. Sistem ini telah diuji dalam berbagai kondisi cuaca dan posisi matahari. Dari hasil pengujian yang dilakukan bahwa pengujian pengaturan empat sisi solar reflektor panel surya pada sudut 15° menghasilkan persentase peningkatan daya keluaran panel surya sebesar 2,74 %, pengujian pengaturan empat sisi solar reflektor panel surya pada sudut 30° menghasilkan persentase peningkatan daya keluaran panel surya sebesar 21,89 %, pengujian pengaturan empat sisi solar reflektor panel surya pada sudut 45° menghasilkan persentase peningkatan daya keluaran panel surya sebesar 16,75 %, dan pengujian pengaturan empat sisi solar reflektor panel surya pada sudut 60° menghasilkan persentase peningkatan daya keluaran panel surya sebesar -3,17 %, sehingga dari sistem penggerakan reflektor empat sisi untuk mendapatkan sudut ideal pantulan cahaya matahari pada panel surya didapatkan sudut terbaik reflektor empat sisi yaitu reflektor yang diatur pada sudut 30°.

ACKNOWLEDGMENTS

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Medan atas pendanaan yang diberikan melalui Kontrak: B/444/PL5/PT.01.05/2023 yang berasal dari dana DIPA POLMED tahun 2023.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Abdullah, M. Z. Haq, C. Cholish, M. Putri, and A. Ramadhan, "Implementasi Internet Of Things Dalam Pemantauan Optimal Kerja Panel Surya," *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, vol. 4, no. 2, pp. 152-157, 2022.
- [2] S. Abdullah and M. Z. Haq, "Sistem Monitoring Penentuan Pergerakan Posisi Panel Surya Terintegrasi Internet Of Things," *Jurnal Elektro dan Mesin Terapan*, vol. 7, no. 2, pp. 102-108, 2021.
- [3] A. Abdullah, M. Putri, J. Iriani, F. N. Hulu, C. Cholish, and M. Masthura, "SISTEM PENGATURAN NILAI KEMIRINGAN PANEL SURYA DALAM PENINGKATAN KINERJA OUTPUT PANEL SURYA TERMONITORING INTERNET OF THINGS," *JISTech (Journal of Islamic Science and Technology)*, vol. 7, no. 2, 2023.
- [4] A. Abdullah, M. Putri, J. Iriani, F. N. Hulu, and C. Cholish, "SISTEM PENDINGINAN PERMUKAAN PANEL SURYA DALAM OPTIMALISASI KERJA PANEL SURYA DENGAN MONITORING INTERNET OF THINGS," *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, vol. 6, no. 1, pp. 61-67, 2023.
- [5] N. Nadhiroh, D. Monika, A. K. Wardhany, and A. B. Kusumaningtyas, "Pemanfaatan Reflektor Untuk Peningkatan Daya Luaran Panel Surya," *Jurnal Poli-Teknologi*, vol. 21, no. 3, pp. 97-106, 2022.
- [6] A. D. Pratomo, "Optimalisasi Daya Menggunakan Reflektor Dalam Rancang Bangun Panel Surya Monocrystalline 100WP," Institut Teknologi Nasional Malang, 2022.
- [7] M. U. Bahagiya, H. Haryani, and A. T. Winarto, "IMPLEMENTASI PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER LISTRIK TAMBAHAN PADA PONDOK PESANTREN AL MUHAMMAD SEBAGAI UPAYA PENGHEMATAN BIAYA TAGIHAN LISTRIK PLN," *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, vol. 2, no. 7, pp. 236-240-236-240, 2024.
- [8] S. Bintang, R. S. M. Aulia, D. H. Sinaga, M. S. Dewy, R. F. S. Tarigan, and P. R. Marpaung, "The effect of reflector application for solar panel output improvement," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2022, vol. 2193, no. 1, p. 012074: IOP Publishing.
- [9] N. C. P. Pradana, M. A. Rizki, A. Wahyuni, and B. Harsono, "Solar Panel Implementation for Household Electricity in Indonesia: Environmental and Economic Implications," *Academia Open*, vol. 8, no. 2, pp. 10.21070/acopen. 8.2023. 7860-10.21070/acopen. 8.2023. 7860, 2023.
- [10] R. Baccoli, A. Kumar, A. Frattolillo, C. Mastino, E. Ghiani, and G. Gatto, "Enhancing energy production in a PV collector-Reflector system supervised by an optimization model: Experimental analysis and validation," *Energy conversion and management*, vol. 229, p. 113774, 2021.
- [11] W. Siregar, M. Fawaid, H. Abizar, and M. Nurtanto, "Reflector and passive cooler for

- optimization of solar panel output," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 739, no. 1, p. 012085: IOP Publishing.
- [12] L. Al-Ghussain, M. A. Hassan, and A. Hamed, "Modeling and techno-economic optimization of overhead panels and reflectors in near-wall mounted PV systems," *Solar Energy*, vol. 249, pp. 624-641, 2023.
- [13] S. R. Weliwaththage and U. S. Arachchige, "Solar energy technology," *Journal of Research Technology and Engineering*, vol. 1, no. 3, pp. 67-75, 2020.
- [14] R. R. Hasrul, "Analisis Efisiensi Panel Surya Sebagai Energi Alternatif," *SainETIn: Jurnal Sains, Energi, Teknologi, dan Industri*, vol. 5, no. 2, pp. 79–87-79–87, 2021.
- [15] F. S. Putri, S. P. Mursid, and A. Daud, "Rancang Bangun Plts Kapasitas 50 Wp Menggunakan Reflektor untuk Meningkatkan Efisiensi Panel Surya," in *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 2022, vol. 13, no. 01, pp. 304-309.
- [16] S. A. Kaban, M. Jafri, and G. Gusnawati, "Optimalisasi Penerimaan Intensitas Cahaya Matahari Pada Permukaan Panel Surya (Solar Cell) Menggunakan Cermin," *Jurnal Fisika: Fisika Sains dan Aplikasinya*, vol. 5, no. 2, pp. 108-117, 2020.