

Sistem Pemantauan Pelacak Panel Surya Berbasis Internet of Things dengan Aplikasi Ponsel Pintar

Hadian Mandala Putra^{1*}, Habibul Muzzamil², Ida Wahidah³, Suhartini⁴

^{1,2}Program Studi Teknik Komputer, Universitas Hamzanwadi

^{3,4}Program Studi Informatika, Universitas Hamzanwadi

*hadian_mandala@hamzanwadi.ac.id

Abstrak

Energi surya merupakan alternatif energi terbarukan yang ramah lingkungan dan semakin populer. Dengan menggunakan pelacak panel surya yang dapat mengikuti pergerakan matahari, efisiensi sistem panel surya dapat ditingkatkan. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sistem pemantauan berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan menggunakan aplikasi ponsel pintar (telegram pada android) untuk memantau dan mengontrol sistem pelacak panel surya. Penelitian ini menggunakan pendekatan metode riset dan pengembangan. Perangkat keras terdiri dari motor penggerak pelacak, sensor *light dependent resistor* (LDR) dan sensor tegangan DC yang diintegrasikan dengan panel surya. Perangkat lunak menggunakan Telegram Bot sebagai media pemantauan dan pengendalian jarak jauh. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu melakukan pemantauan dan pengendalian panel surya secara real-time melalui jaringan internet. Kontribusi utama penelitian ini adalah integrasi teknologi pelacak panel surya berbasis sensor LDR dengan sistem pemantauan dan kontrol dengan Telegram Bot. Berdasarkan hasil pengujian, sistem pelacak panel surya menghasilkan peningkatan rata-rata tegangan keluaran sebesar 23.18% dibandingkan sistem panel surya statis. Selain itu, tegangan keluaran yang dihasilkan lebih stabil sepanjang hari karena panel mampu mengikuti arah pergerakan matahari secara otomatis. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu meningkatkan kinerja penyerapan energi matahari sekaligus memudahkan proses pemantauan dan pengendalian jarak jauh.

Kata kunci : Internet of Things (IoT), Pemantauan, Sensor LDR, Sensor Tegangan, Pelacak Panel Surya..

Abstract

Solar energy is an environmentally friendly renewable energy source that has gained increasing attention due to its sustainability and widespread availability. The use of a solar tracking system capable of following the sun's movement can significantly improve the performance of solar panel systems. This study aims to develop an Internet of Things (IoT)-based monitoring system utilizing a smartphone application (Telegram on Android) to monitor and control a solar panel tracking system. The research employed a Research and Development (R&D) approach. The hardware components consisted of a tracking motor, Light Dependent Resistor (LDR) sensors, and a DC voltage sensor integrated with a solar panel system. The software component utilized a Telegram Bot as a platform for remote monitoring and control. The results demonstrated that the developed system was capable of performing real-time monitoring and control of the solar panel system through an internet connection. The main contribution of this study lies in the integration of an LDR-based solar tracking mechanism with a Telegram Bot-based monitoring and control system. Experimental results indicated that the proposed solar tracking system achieved a 23.18 % increase in average output voltage compared to a conventional static solar panel system. Furthermore, the output voltage remained more stable throughout the day because the solar panel was able to automatically follow the sun's trajectory. These findings indicate that the proposed system can enhance solar energy harvesting performance while providing a practical solution for remote monitoring and control.

Keywords : Internet of Things (IoT), Monitoring, LDR Sensor, Voltage Sensor, Solar Panel Tracker.

1. Pendahuluan

Energi surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang paling potensial di Indonesia karena letak geografisnya berada di sepanjang garis khatulistiwa. Sehingga menjadikan intensitas sebaran sinar matahari tergolong sangat besar dan stabil sepanjang tahun dibandingkan dengan negara empat musim^[1]. Namun, pemanfaatan panel surya terkendala pada efisiensi energi yang dihasilkan, efisiensi energi sering kali terbatas karena pemasangan panel surya dalam posisi statis (diam). Hal ini mempengaruhi serapan energi karena panel surya statis tidak selalu menghadap arah datangnya sinar matahari sepanjang hari^[2].

Untuk mengatasi kekurangan panel surya statis, dibutuhkan solusi yang lebih efektif berupa sistem pemantauan pelacak panel surya (*solar tracker*). Sistem ini memungkinkan panel surya dapat mengikuti arah datangnya sinar matahari guna memaksimalkan serapan intensitas cahaya yang diterima, sehingga konversi energi juga dapat efisien dan maksimal^[2], ^[3]. Akan tetapi, implemementasi sistem pelacak panel surya saja belum cukup jika harus melakukan pengukuran secara manual setiap waktu. Oleh karena itu, perlu adanya sistem pemantauan yang andal dalam memantau kinerja panel surya seperti tegangan yang dihasilkan secara *real-time*, terutama jika panel surya berada pada area yang sulit dijangkau^[4]. Integrasi panel surya dengan

teknologi *Internet of Things* (IoT) sebagai salah satu solusi mengatasi masalah pemantauan. Dengan pemanfaatan teknologi IoT, data performa panel surya yang diakuisisi oleh sensor, diproses oleh mikrokontroler dan dikirimkan ke *platform cloud* secara nirkabel^[4],^[5]. Informasi yang telah diperoleh selanjutnya disajikan dan diakses melalui ponsel pintar. Penggunaan aplikasi ponsel pintar memberikan fleksibilitas yang tinggi bagi pengguna untuk memantau maupun mengontrol sistem pelacak panel surya dari jarak jauh dan kapan saja^[5].

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu, sebagian besar penelitian hanya berfokus pada sistem pemantauan panel surya berbasis *Internet of Things* (IoT) tanpa mekanisme pelacakan posisi matahari secara otomatis. Beberapa penelitian telah menerapkan sistem pemantauan menggunakan platform web maupun aplikasi Blynk, namun panel surya yang digunakan masih bersifat statis sehingga penyerapan energi belum optimal sepanjang hari. Selain itu, penelitian yang mengintegrasikan sistem pelacak panel surya otomatis dengan pemantauan dan pengendalian berbasis aplikasi ponsel pintar yang sederhana dan mudah diakses masih terbatas. Oleh karena itu, terdapat *research gap* berupa kebutuhan integrasi antara teknologi pelacak panel surya otomatis dan sistem pemantauan *real-time* berbasis Telegram yang mampu meningkatkan

efisiensi penyerapan energi sekaligus memudahkan pemantauan jarak jauh.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Penelitian Terkait

1. Penelitian oleh Cheragee dkk (2021), berhasil mengembangkan sistem pemantauan jarak jauh panel surya berbasis IoT secara real time. Sistem berhasil mengirimkan data tegangan, arus, suhu dan intensitas cahaya ke *platform ThingSpeak*. Akan tetapi, penelitian ini masih berfokus pada pemantauan yang bersifat pasif tanpa adanya tindakan koreksi posisi otomatis terhadap posisi panel^[6].

2. Penelitian oleh Gunoto dkk (2022), merancang sistem pemantauan daya panel surya berbasis IoT dengan aplikasi Blynk untuk menampilkan data tegangan, arus dan daya secara real-time. Namun, penelitian ini masih bersifat statis dan fokus pada pemantauan pasif tanpa pengomptimalan sudut datang matahari sehingga penyerapan energi menjadi tidak maksimal^[7].

3. Penelitian oleh Limbong dkk (2024), mengembangkan sistem pemantauan PLTS berbasis IoT dan website untuk menampilkan data parameter elektrik secara real-time. Penelitian ini masih menggunakan posisi tetap panel surya tanpa adanya perubahan sehingga energi matahari yang diserap tidak maksimal sepanjang hari^[8].

4. Penelitian oleh Alfith dkk (2023), merancang sistem pemantauan suhu dan intensitas cahaya pada panel surya 3 WP berbasis IoT dengan modul Wemos ESP8266, sensor DHT11 dan LDR. Akan tetapi, penelitian ini belum menerapkan pelacakan posisi datang sinar matahari menyebabkan penyerapan energi matahari tidak maksimal^[9].

5. Penelitian oleh Inayah dkk (2023), merancang sistem pemantauan performa panel surya secara *real-time* berbasis IoT dengan ESP32 dan aplikasi *Blynk* untuk mendeteksi arus, tegangan dan daya yang dihasilkan. Namun, penelitian ini masih menggunakan panel surya dalam posisi diam yang tidak dapat mengikuti pergerakan arah datang sinar matahari, sehingga efisiensi daya yang dihasilkan tidak maksimal^[5].

Tabel 1. Perbandingan Penelitian Terkait

Peneliti	Kekurangan
Cheragee dkk (2021)	Hanya pemantauan, panel statis
Gunoto dkk (2022)	Hanya pemantauan, panel statis
Inayah dkk (2023)	Pemantauan dengan Blynk, panel statis
Limbong dkk (2024)	Hanya pemantauan melalui website, panel statis
Penelitian ini	Pemantauan dengan Telegram, Pelacak Panel Surya

2.2. Landasan Teori

Beberapa teori pendukung yang berkaitan dengan penelitian ini sebagai berikut:

1. *Internet of Things (IoT)*

Internet of things adalah konsep teknologi yang mengintegrasikan berbagai komponen elektronik dengan jaringan internet. Integrasi ini memungkinkan setiap perangkat saling berkomunikasi bertukar data dan informasi secara otomatis tanpa intervensi manusia. Hal ini mempermudah pemantauan jarak jauh dapat dilakukan melalui komputer maupun ponsel pintar^[10].

2. *NodeMCU ESP8266*

NodeMCU adalah mikrokontroler yang terintegrasi dengan modul wifi ESP8266. Hal ini memungkinkan NodeMCU dapat terhubung ke jaringan internet tanpa perangkat keras tambahan^[11]. Dalam implementasi IoT, NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai pusat kontrol yang mengendalikan seluruh pemrosesan data dengan dukungan library khusus agar transfer data berjalan optimal^[12].

3. *Sensor Tegangan DC*

Sensor tegangan DC merupakan perangkat elektronik yang mengukur dan membaca nilai tegangan arus searah. Mekanisme kerja dari perangkat ini mengacu pada prinsip resistansi, dimana rangkaian mampu menurunkan tingkat tegangan masukan hingga lima kali lipat lebih kecil dibandingkan dengan nilai tegangan aslinya. Sensor ini memiliki batas kapasitas ukur tegangan DC berkisar antara 0 hingga 25 volt^[13].

4. *Sensor Light Dependent Resistor (LDR)*

Sensor LDR merupakan sensor yang dirancang untuk mengukur sekaligus mendeteksi tingkat intensitas cahaya pada lingkungan sekitar. Karakteristik utama dari komponen ini terletak pada nilai hambatannya yang akan menurun secara signifikan ketika menerima intensitas cahaya sangat tinggi dan sebaliknya nilai hambatannya akan melonjak tinggi saat minim cahaya^[14].

5. *Panel Surya*

Panel surya adalah perangkat elektronik yang mengonversi energi dari sinar panas menjadi energi listrik berarus searah. Mekanisme kerja panel surya bergantung pada intensitas cahaya matahari yang diterima, di mana kuantitas cahaya matahari yang diterima diubah menjadi daya listrik yang dapat dimanfaatkan untuk mengoperasikan berbagai peralatan elektronik^[15].

6. *Motor DC (Direct Current)*

Motor DC (*Direct Current*) adalah salah satu jenis aktuator (perangkat penggerak elektrik) yang banyak diaplikasi dalam sistem kendali seperti robotika dan bidang industri. Karakteristik utama komponen terletak pada efisiensinya yang tinggi serta kemudahannya untuk dikendalikan. Pengaturan kecepatan dimodelkan berdasarkan variabel masukan tegangan listrik dan variabel luaran berupa kecepatan sudut yang dihasilkan^[16].

7. Driver Motor DC L298N

Driver motor DC L298N merupakan modul penggerak berbasis *integrated circuit* (IC) L298 *dual H-bridge* yang sangat populer dan banyak diaplikasikan dalam bidang elektronika. Modul ini memiliki fungsi utama untuk mengatur kecepatan dan mengendalikan arah rotasi dari motor DC. IC L298 memiliki komponen *transistor-transistor logic* (TTL) yang dikombinasikan dengan gerbang NAND guna mempermudah penentuan arah putaran, baik pada motor DC maupun motor stepper^[17].

8. Baterai Lithium-Ion

Baterai lithium-ion merupakan teknologi penyimpanan energi yang banyak diaplikasikan pada perangkat elektronik modern. Komponen utama terdiri dari katoda (elektroda positif), anoda (elektroda negatif), elektrolit, dan separator. Mekanisme penyimpanan dan pelepasan energi pada baterai ini mengandalkan pergerakan ion lithium yang berpindah dari katoda ke anoda saat pengisian daya, dan bergerak kembali menuju katoda saat digunakan. Keunggulan utama dari teknologi baterai lithium ion terletak pada tingkat kerapatan energi yang tinggi dan bobot yang ringan^[18].

3. Metode Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan menggunakan pendekatan riset dan pengembangan, yakni suatu metode yang

digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut^[19]. Tahapan-tahapan pada penelitian ini menggunakan model ADDIE, diantaranya *analysis* (Analisis), *Design* (Perancangan), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), dan *Evaluation* (Evaluasi)^[20].

3.1. Lokasi Dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Dasan Baru, Desa Suntalangu, Kecamatan Suela, Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat. Pelaksanaan penelitian berlangsung selama bulan Juli hingga Agustus 2024.

3.2. Tahap Penelitian



Gambar 1 Tahapan Penelitian

Tahapan dari penelitian ini yaitu:

1. Tahap analisis: Pada tahap ini dilakukan analisis untuk memahami prinsip kerja panel surya, analisis kebutuhan, dan identifikasi tujuan.
2. Tahap Perancangan: Pada tahap ini dirancang sistem pemantauan pada pelacak panel surya yang terdiri dari komponen

NodeMCU ESP8266, sensor tegangan, motor DC, dan power step down.

3. Tahap Pengembangan: Pada tahap ini dibangun alat untuk pelacakan sinar matahari berbasis IoT, menggunakan desain sistem yang telah dirancang. Alat ini mencakup pengukuran daya yang didapatkan dari panel surya yang mampu mengikuti pergerakan matahari.

4. Tahap Pengujian: Pada tahap ini dilakukan pengujian pada sistem untuk memastikan sistem bekerja sesuai harapan. Pengujian meliputi panel surya mampu mengikuti pergerakan matahari, pemantauan dan konsistensi daya yang dihasilkan.

5. Tahap Evaluasi: Pada tahap ini hasil pengujian dievaluasi dan dilakukan perbaikan atau penyesuaian pada desain maupun komponen sistem berdasarkan hasil uji yang dilakukan.

3.3. Analisis Sistem

Bagian ini menjelaskan sistem saat ini yang masih digunakan, usulan sistem baru serta perancangan sistem.

1. Analisis Sistem Berjalan

Sistem lama panel surya yang dalam posisi statis memiliki keterbatasan signifikan dalam penyerapan energi matahari secara optimal. Karena dipasang pada posisi tetap, panel surya hanya mampu menyerap energi secara maksimal ketika matahari berada pada posisi tertentu.

Sistem lama ini sangat bergantung pada lokasi geografis dan orientasi awal pemasangan panel serta kurang fleksibel dalam menyesuaikan perubahan kondisi lingkungan sekitar yang mungkin menghalangi sinar matahari.

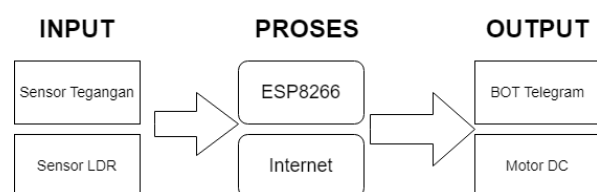
2. Analisis Sistem Baru

Sistem baru yang dirancang dan dibuat memiliki kemampuan pemantauan dan pelacakan pergerakan sinar matahari, sehingga terjadi peningkatan signifikan dalam penyerapan energi. Teknologi ini memungkinkan panel surya untuk mengikuti pergerakan matahari sepanjang hari dengan memastikan sudut optimal penyerapan energi dari pagi hingga sore. Sistem mampu melakukan penyesuaian otomatis secara terus menerus, menghasilkan data yang akurat dan memungkinkan deteksi dan perbaikan masalah teknis lebih cepat melalui pemantauan.

3. Perancangan Sistem

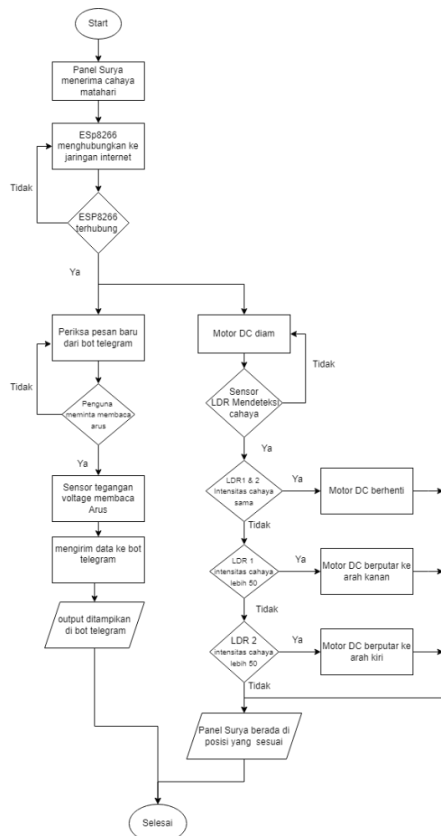
Adapun perancangan sistem meliputi diagram blok, skema rangkaian, serta alur kerja sistem.

a. Diagram blok rangkaian dan rancang bangun ditunjukkan pada gambar 2.



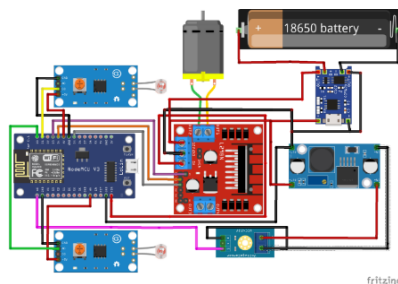
Gambar 2. Diagram Blok

b. Alur kerja sistem ditunjukkan pada Gambar 3



Gambar 3. Alur Kerja Sistem

- c. Skema rangkaian sistem pemantauan dan pelacakan panel surya berbasis IoT ditunjukkan pada Gambar 4.



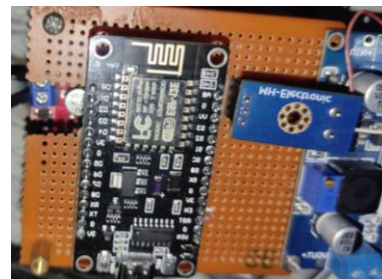
Gambar 4. Skema rangkaian.

4. Hasil dan Pembahasan

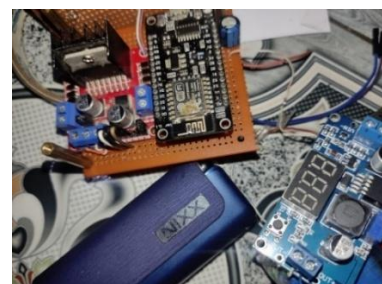
4.1. Hasil Penelitian

Perakitan sistem panel surya baru dengan kemampuan pemantauan dan pelacakan sinar

matahari yang telah dirancang sebelumnya memerlukan beberapa langkah penting untuk memastikan instalasi yang tepat dan optimal. Sistem dirangkai satu sama lain dengan menghubungkan NodeMCU ESP8266 dengan komponen elektronika lainnya seperti motor dc, driver motor L298N, sensor LDR, sensor tegangan, step down, modul pengisian daya dan baterai lithium sebagai perangkat penyimpanan daya yang dihasilkan oleh panel surya. Hasil perakitan dapat dilihat pada gambar 5, 6, dan 7.



Gambar 5. Perakitan Sistem Pemantauan



Gambar 6. Perakitan Sistem Pelacakan



Gambar 7. Perakitan penyimpanan energi

Penggabungan Keseluruhan Rangkaian

Proses ini menggabungkan rangkaian keseluruhan sistem yang ditunjukkan pada gambar 8 dan gambar 9.



Gambar 8. Penggabungan Rangkaian Keseluruhan



Gambar 9. Instalasi Rangkaian dengan Panel Surya

Konfigurasi Sistem dan Instalasi Perangkat Lunak Setelah instalasi keseluruhan rangkaian dengan panel surya, selanjutnya dilakukan instalasi program perangkat lunak agar seluruh rangkaian dapat berfungsi, dilakukan juga konfigurasi modul WiFi NodeMCU ESP8266 serta integrasi *chat bot* telegram dengan sistem untuk proses pemantauan pelacakan panel surya.

4.2. Pembahasan

Pemantauan efisiensi daya yang diserap dilakukan dengan mengukur tegangan yang

dihasilkan panel surya. Pembacaan tegangan dilakukan dengan menggunakan sensor tegangan dengan ambang batas baca maksimal yaitu 25 volt. Adapun rumus sebagai hitung tegangan sebagai berikut:

$$Tegangan = \frac{Nilai\ Sensor \times 25.0}{ADC} \quad (1)$$

Keterangan :

Nilai Sensor = Nilai analog yang dibaca

25.0 = Nilai baca maksimal sensor

ADC = Nilai ADC maksimum (1023)

Sedangkan untuk sistem pelacakan panel surya dengan pemanfaatan sensor *Light Dependent Resistor* (LDR) berfungsi membaca nilai intensitas cahaya matahari dan motor DC agar dapat mengikuti pergerakan matahari secara terus menerus. Jika nilai intensitas mencapai >50 lux, maka motor DC akan bergerak mengikuti arah datang sinar matahari.

Pengujian dilakukan dengan metode eksperimental di lapangan. Pengujian dilakukan untuk memastikan sistem bekerja dalam kondisi nyata. Merujuk pada data BMKG pada tanggal 25 Juli 2024 sampai 2 Agustus 2024 sudut timur saat terbit Matahari di NTB antara 70° sampai 72°. Oleh karena itu, panel surya diletakkan sesuai dengan posisi terbitnya matahari agar memperoleh serapan energi optimal. Data yang dikumpulkan dari hasil pengujian menyeluruh untuk memastikan semua komponen bekerja dengan baik. Perbandingan dilakukan dengan penggunaan teknologi lama dan menggunakan

teknologi baru dengan melakukan perbandingan daya yang dihasilkan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan *Multimeter* atau alat ukur listrik. Pengukuran dilakukan dengan memberikan beban listrik pada panel surya supaya mendapatkan tegangan yang sama antara kedua metode karena memiliki selisih tegangan asli ketika pengukuran tanpa beban. Dengan daya maksimal yang dihasilkan oleh panel surya 21 volt sampai pada kondisi tertentu 21,8 volt.

1. Hasil Uji Sistem Lama (Panel Surya Statis)

Pengujian dilakukan dengan meletakkan panel surya sesuai dengan kondisi yang sudah diatur sebelumnya sesuai posisi terbitnya matahari. Berikut merupakan hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 2. Hasil Uji Sistem Lama

Kamis, 25 Juli 2024		
Waktu Pengamatan	Hasil Tegangan Didapatkan	Kondisi Cuaca
07.00 WITA	18.05 V	Cerah
08.00 WITA	20.40 V	Cerah
09.00 WITA	20.80 V	Cerah
10.00 WITA	21.00 V	Cerah
11.00 WITA	20.04 V	Cerah
12.00 WITA	14.03 V	Mendung
13.00 WITA	13.20 V	Mendung
14.00 WITA	12.51 V	Mendung
15.00 WITA	20.09 V	Cerah
16.00 WITA	3.26 V	Cerah
17.00 WITA	3.20 V	Cerah
Rata-rata	15.14 V	

Hasil pengamatan dilakukan dari jam 07.00 WITA sampai jam 17.00 WITA memiliki hasil yang cukup berbeda-beda dikarenakan kondisi cuaca dan arah pergerakan sinar matahari. Pada jam 09.00

WITA sampai 14.00 WITA memiliki hasil energi yang cukup besar namun ketika berawan, energi yang dihasilkan menurun, seperti pada jam 12.00 WITA dan jam 13.00 WITA (berawan). Energi yang dihasilkan antara jam 07.00 WITA, 16.00 WITA, dan 17.00 WITA energi dihasilkan turun drastis dikarenakan posisi matahari saat terbit dan akan terbenam tidak dapat menyinari panel surya secara menyeluruh.

2. Hasil Uji Sistem Baru

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pemantauan dan pelacak panel surya berbasis IoT dapat berfungsi dengan baik. Sensor-sensor yang digunakan memberikan pembacaan yang akurat dan komunikasi data melalui modul ESP8266 berjalan dengan stabil. Perbedaan selisih baca antara *Multimeter* dengan sensor tegangan berkisar 0,5 volt sampai 1 volt. Sistem kendali motor mampu mengikuti pergerakan matahari dengan baik, dan antar muka pengguna memberikan informasi yang lengkap dan mudah dipahami. Berikut merupakan hasil yang telah dilakukan:

a. Pengujian Pertama (25 Juli 2024)

Hasil pengamatan pertama dengan sistem pelacak panel surya menghasilkan luaran data tegangan ditampilkan melalui Bot Telegram, ditunjukkan pada gambar 10. Pengujian dimulai dari jam 07.00 WITA sampai jam 17.00 WITA. Hasil pembacaan tegangan yang dihasilkan dipengaruhi faktor kondisi cuaca. Pada jam 08.00

WITA sampai 17.00 WITA memiliki hasil energi yang cukup besar dan konsisten namun ketika mendung energi yang dihasilkan menurun, seperti pada jam 12.00 WITA dan jam 14.00 WITA (berawan). Energi yang dihasilkan antara jam 07.00 WITA energi dihasilkan kurang dikarenakan posisi matahari saat terbit tidak menjangkau alat.



Gambar 10. Hasil Pemantauan Tegangan Uji Pertama

Tabel 3. Hasil Pengamatan Pertama

Kamis, 25 Juli 2024		
Waktu Pengamatan	Hasil Tegangan Didapatkan	Kondisi Cuaca
07.00 WITA	20.00 V	Cerah
08.00 WITA	20.32 V	Cerah
09.00 WITA	21.34 V	Cerah
10.00 WITA	21.65 V	Cerah
11.00 WITA	21.65 V	Cerah
12.00 WITA	14.36 V	Mendung
13.00 WITA	13.00 V	Mendung
14.00 WITA	11.45 V	Mendung
15.00 WITA	20.34 V	Cerah
16.00 WITA	21.50 V	Cerah
17.00 WITA	21.20 V	Cerah
Rata-rata	18.80 V	

b. Pengujian Kedua

Hasil pengamatan kedua dengan sistem pelacak panel surya dengan luaran data tegangan

ditampilkan pada Bot Telegram ditunjukkan pada tabel 3 dan gambar 11. Pengujian dimulai dari jam 07.00 WITA sampai jam 17.00 WITA. Pada jam 08.00 WITA sampai 15.00 WITA memiliki hasil energi yang cukup besar dan konsisten namun ketika mendung, energi yang dihasilkan menurun seperti pada jam 16.00 WITA dan jam 17.00 WITA dikarenakan cuaca mendung sehingga panel surya tidak menerima cahaya matahari. Energi yang dihasilkan pada jam 07.00 WITA tidak maksimal karena posisi matahari saat terbit tidak menjangkau seluruh panel surya.

Tabel 4. Hasil Pengamatan kedua

Minggu, 4 Agustus 2024		
Waktu Pengamatan	Hasil Tegangan Didapatkan	Kondisi Cuaca
07.00 WITA	20.50 V	Cerah
08.00 WITA	20.15 V	Cerah
09.00 WITA	21.10 V	Cerah
10.00 WITA	21.45 V	Cerah
11.00 WITA	21.30 V	Cerah
12.00 WITA	21.04 V	Cerah
13.00 WITA	21.24 V	Cerah
14.00 WITA	21.24 V	Cerah
15.00 WITA	21.24 V	Cerah
16.00 WITA	7.84 V	Mendung
17.00 WITA	6.35 V	Mendung
Rata-rata	18.49 V	



Gambar 11. Hasil Pemantauan Tegangan Uji Kedua

Jadi persentase peningkatan kinerja antara pelacak panel surya dengan panel surya statis yaitu:

$$\frac{\text{Tegangan Uji Sistem baru} - \text{Tegangan Uji Sistem lama}}{\text{Tegangan Uji Sistem lama}} \times 100 \%$$

$$\frac{18.65 \text{ V} - 15.14 \text{ V}}{15.14 \text{ V}} \times 100\% = 23.18 \%$$

5. Kesimpulan

Penelitian ini berfokus pada pemantauan dan pelacak panel surya berbasis *Internet of Things* (IoT) yang menggunakan aplikasi ponsel pintar untuk memantau dan melacak pergerakan matahari. Dengan menggunakan teknologi IoT, data yang dihasilkan oleh panel surya dapat diakses secara *real-time* dan jarak jauh. Hal ini tentunya memudahkan pemantauan dan pengelolaan energi yang dihasilkan. Sistem ini menunjukkan efektivitas dalam memaksimalkan energi yang diperoleh dari panel surya melalui pelacakan posisi matahari yang optimal. Pengujian yang dilakukan selama dua kali uji dengan melakukan perbandingan energi dihasilkan, penggunaan sistem lama dengan baru dengan mengarahkan alat sesuai posisi terbitnya matahari, memiliki nilai yang berbeda-beda. Energi yang dihasilkan dengan menggunakan sistem lama memiliki hasil energi besar pada jam tertentu, pada jam 10.00 WITA sampai jam 15.00 WITA, setelah jam tersebut energi dihasilkan turun drastis. Sedangkan dengan penggunaan sistem baru energi yang dihasilkan relatif

konsisten di 21 volt karena dapat mengikuti pergerakan matahari

6. Daftar Pustaka

- [1] Kebijakan Energi Surya di Indonesia," *J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater.*, vol. 6, no. 1, p. 43, 2022, doi: 10.30588/jeemm.v6i1.997.
- [2] A. R. Fauzi, K. Kusnadi, and A. Nursetyo, "Analisis Kinerja Sistem Auto Tracking Single Axis pada Panel Surya 10WP Berbasis Internet of Things (IoT) dengan Pemantauan Real-Time," *Elkom J. Elektron. dan Komput.*, vol. 18, no. 2, pp. 279–284, 2025, doi: 10.51903/elkom.v18i2.3045.
- [3] S. A. Hidayatullah and S. Styawati, "Rancang Bangun Single-Axis Solar Tracker untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya Skala Kecil," *J. Pepadun*, vol. 5, no. 1, pp. 64–71, 2024, doi: 10.23960/pepadun.v5i1.163.
- [4] N. Soedjarwanto, Z. Huda, and A. Z. Kurniawan, "Perancangan Prototype Sistem Pemantauan Panel Surya Berbasis IoT," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 3, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3.4549.
- [5] I. Inayah, N. Hayati, A. Nurcholis, A. Dimyati, and M. G. Prasetya, "Realtime Monitoring System of Solar Panel Performance Based on Internet of Things Using Blynk Application," *Elinvo (Electronics, Informatics, Vocat. Educ.)*, vol. 7, no. 2, pp. 135–143, 2023, doi: 10.21831/elinvo.v7i2.53365.
- [6] S. Hasib Cheragee, N. Hassan, S. Ahammed, and A. Z. Md. Touhidul Islam, "A Study of IoT based Real-Time Solar Power Remote Monitoring System," *Int. J. Ambient Syst. Appl.*, vol. 9, no. 2, pp. 27–36, Jun. 2021, doi: 10.5121/ijasa.2021.9204.
- [7] P. Gunoto, A. Rahmadi, and E. Susanti, "Perancangan Alat Sistem Monitoring Daya

- Panel Surya Berbasis Internet of Things,” *Sigma Tek.*, vol. 5, no. 2, pp. 285–294, 2022, doi: 10.33373/sigmateknika.v5i2.4555.
- [8] F. H. Limbong, T. Taufiq, and A. Bintoro, “System Monitoring of Solar Power Plant Using Node MCU ESP8266 Based on IoT,” *J. Geuthee Eng. Energy*, vol. 3, no. 2, pp. 84–95, 2024, doi: 10.52626/joge.v3i2.43.
- [9] A. Alfith, A. Premadi, A. Bachtiar, and S. Al Habib, “Sistem Monitoring Suhu dan Intensitas Cahaya pada Solar Panel 3 WP Berbasis IoT (Internet of Things),” *J. Teknol. dan Vokasi*, vol. 1, no. 2, pp. 31–38, 2023, doi: 10.21063/jtv.2023.1.2.4.
- [10] Jumawal, Harianto, Mahpuz, and Muhammad Wasil, “Perbandingan Performa Sensor DHT11, DHT22, dan 808H5V5 terhadap Pengukuran Kelembapan Udara Berbasis Internet Of Things,” *Infotek J. Inform. dan Teknol.*, vol. 9, no. 1, pp. 152–162, Jan. 2026, doi: 10.29408/jit.v9i1.33069.
- [11] F. Al Ghifari, A. Anjalni, D. Lestari, and U. Al Faruq, “Perancangan Dan Pengujian Sensor Ldr Untuk Kendali Lampu Rumah,” *J. Kumparan Fis.*, vol. 5, no. 2, pp. 85–90, 2022, doi: 10.33369/jkf.5.2.85-90.
- [12] M. H. Fajar and A. F. Waluyo, “Sistem Monitoring dan Penyiraman Otomatis Pada Bibit Sawit Berbasis Android,” *Infotek J. Inform. dan Teknol.*, vol. 7, no. 1, pp. 123–132, 2024, doi: 10.29408/jit.v7i1.24026.
- [13] H. W. Fahruri, W. Aribowo, M. Widyartono, and A. C. Hermawan, “Monitoring Arus , Tegangan , dan Suhu Pada Prototype Thermoelectric Generator Berbasis IoT,” *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 137–144, 2021.
- [14] B. W. Kurniadi, H. Prasetyo, G. L. Ahmad, B. Aditya Wibisono, and D. Sandya Prasvita, “Analisis Perbandingan Algoritma SVM dan CNN untuk Klasifikasi Buah,” *Semin. Nas. Mhs. Ilmu Komput. dan Apl. Jakarta-Indonesia*, no. September, pp. 1–11, 2021.
- [15] S. Widyawati Putri, G. Marausna, and E. Eko Prasetyo, “Analisis Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari terhadap Daya Keluaran pada Panel Surya,” *Tek. STTKD J. Tek. Elektron. Engine*, vol. 8, no. 1, pp. 29–37, Nov. 2022, doi: 10.56521/teknika.v8i1.442.
- [16] A. Ma’arif, R. Istiarno, and S. Sunardi, “Kontrol Proporsional Integral Derivatif (PID) pada Kecepatan Sudut Motor DC dengan Pemodelan Identifikasi Sistem dan Tuning,” *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 9, no. 2, p. 374, 2021, doi: 10.26760/elkomika.v9i2.374.
- [17] A. Septian Dwisaputra, F. Yumono, and D. Efytra Yuliana, “Kontrol Kecepatan Motor Dc Menggunakan Fuzzy Logic Controller Pada Ayunan Bayi,” *JASEE J. Appl. Sci. Electr. Eng.*, vol. 2, no. 01, pp. 1–14, 2021, doi: 10.31328/jasee.v2i01.62.
- [18] A. Angkasa, B. Persada, R. Max, D. Gugat, Y. Suprihartini, and J. P. Langi, “Kajian Perkembangan Teknologi Baterai pada Kendaraan Listrik Modern,” *Jerkin*, vol. 4, no. 4, pp. 22942–22952, 2026, doi: 10.31004/jerkin.v4i4.5790.
- [19] F. Abadi Slamet, *Model Penelitian Pengembangan (R n D)*. Malang: Institut Agama Islam Sunan Kalijogo Malang, 2022.
- [20] E. Cano-Cruz, “Development of a Smart Lamp Device Using Project-Based Learning and the ADDIE Model for Teaching IoT to Software Engineering Students,” *Comput. Appl. Eng. Educ.*, vol. 34, no. 1, p. e70143, Jan. 2026, doi: <https://doi.org/10.1002/cae.70143>