



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS KINERJA PANEL SURYA BERDASARKAN
TEGANGAN, ARUS, DAN DAYA MENGGUNAKAN
SISTEM OTOMASI PENGGERAK REFLEKTOR
BERBASIS *IoT***

TUGAS AKHIR

Sendy Chandra Hartanto

2303311032
**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS KINERJA PANEL SURYA BERDASARKAN
TEGANGAN, ARUS, DAN DAYA MENGGUNAKAN
SISTEM OTOMASI PENGGERAK REFLEKTOR
BERBASIS *IoT***

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Diploma Tiga**

Sendy Chandra Hartanto

2303311032

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Sendy Chandra Hartanto

NIM : 2303311032

Tanda Tangan :

Tanggal : 28 Juli 2026

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh :

Nama : Sendy Chandra Hartanto

NIM : 2303311032

Program Studi : D3 Teknik Listrik

Judul Tugas Akhir : Analisis Kinerja Panel Surya Berdasarkan Tegangan, Arus, dan Daya Menggunakan Sistem Otomasi Penggerak Reflektor Berbasis IoT.

Telah diuji oleh tim penguji dalam sidang Tugas Akhir pada 7 Juli 2026 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I : Fatahula, S.T., M.Kom.

NIP. 196808231994031001

Pembimbing II : Dezetty Monika, S.T., M.T.

NIP. 199112082018032002

Depok, 28 Juli 2026

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Murie Dwiyaniti, S.T., M.T.

NIP.197803312003122002

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Diploma Tiga Politeknik.

Laporan Tugas Akhir ini berjudul “Analisis Kinerja Panel Surya Berdasarkan Tegangan, Arus, dan Daya Menggunakan Sistem Otomasi Penggerak Reflektor Berbasis IoT”. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada program studi yang penulis tempuh.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Fatahula, S.T., M.Kom. selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam pembuatan alat Tugas Akhir.
2. Ibu Dezetty Monika, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam pembuatan alat Tugas Akhir.
3. Orang tua & keluarga penulis yang telah memberikan bantuan kepada penulis, baik secara moral maupun material.
4. Rekan – rekan kelompok Tugas Akhir ini yang telah membantu dalam doa, materil serta kontribusi langsung dalam pengerjaan sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 28 Juli 2026

Penulis,



Sendy Chandra Hartanto



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Analisis Kinerja Panel Surya Berdasarkan Tegangan, Arus, dan Daya Menggunakan Sistem Otomasi Penggerak Reflektor Berbasis IoT

Abstrak

Sebagaimana diketahui bahwa matahari merupakan sumber cahaya dan sumber penghidupan utama bagi umat manusia, perlu disadari bahwa energi matahari dapat dirubah menjadi energi lain seperti energi listrik sehingga alat yang dapat melakukan hal tersebut. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) ialah pembangkit yang memerlukan energi matahari dan merupakan salah satu Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (EBTKE) yang berpotensi memberikan suplai energi Listrik. Ada berbagai jenis Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang dibuat, pada tugas akhir ini membahas Pembangkit Listrik Tenaga Surya menggunakan sistem otomasi penggerak reflektor berbasis IoT yang artinya PLTS ini menggunakan reflektor sebagai alat pembantu dalam pemantulan Cahaya ke Photovoltaic (PV) serta menggunakan IoT (Internet Of Things) sebagai sistem kontrol dan operasinya, sehingga dapat menghasilkan daya yang lebih presisi dan maksimal. PLTS ini menggunakan panel surya berjenis monocrystalline dan polycrystalline dengan daya masing-masing sebesar 250 Watt Peak (WP) dan kWh Meter ekspor impor untuk mengetahui pemakaian energi dan status energi. Dalam masing-masing alat memiliki efisiensi kinerja alat, tujuan mengetahui efisiensi ialah untuk menilai kondisi alat tersebut masih dalam kondisi normal atau tidak.

Kata Kunci: Panel Surya, Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Reflektor, Internet of Things (IoT), Efisiensi Energi.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

*Solar Panel Performance Analysis Based on Voltage, Current, and Power
Using an IoT-Based Reflector Drive Automation System*

Abstarct

Given that the sun is the primary source of light and sustenance for humanity, it is important to recognize that solar energy can be converted into other forms of energy, such as electricity, through specialized systems. A Solar Power Plant (PLTS) is a facility that harnesses solar energy—categorized under New, Renewable Energy and Energy Conservation (EBTKE)—to generate electricity. Various types of solar power plants exist; this final project focuses on a system that utilizes an IoT-based automated reflector drive. In this setup, reflectors assist in directing sunlight onto the photovoltaic (PV) panels, while an IoT (Internet of Things) system manages control and operations to ensure precise and maximized power generation. The system employs both monocrystalline and polycrystalline solar panels—each with a capacity of 250 Watt-peak (Wp)—and utilizes an import-export kWh meter to monitor energy consumption and status. Every system has an associated operational efficiency; determining this efficiency allows for an assessment of whether the equipment is functioning normally.

Keywords: *Solar Panel, Solar Power Plant (PLTS), Reflector, Internet of Things (IoT), Energy Efficiency.*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Luaran	3
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Peta Penyinaran Matahari	4
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	5
2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya <i>Off-Grid</i>	5
2.2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya <i>On Grid</i>	6
2.2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya Hybrid	6
2.3 Panel Surya	7
2.3.1 Prinsip Kerja Sel Surya	9
2.3.2 Jenis-Jenis Panel Surya	9
2.3.3 Efisiensi Panel Surya.....	12
2.4 Inverter.....	13
2.4.1 Grid Tie Inverter	13
2.5 KWH Meter.....	15
2.5.1 Cara Kerja Kwh Meter Ekspor Impor	16



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.6 Reflektor	16
2.7 Internet of Things (IoT).....	17
2.7.1 ESP 32	18
2.7.2 Sensor Light Dependent Resistor (LDR)	19
2.7.3 Aktuator Linear	20
BAB III.....	22
PERENCANAAN DAN REALISASI.....	22
3.1 Perencanaan Alat	22
3.1.1 Deskripsi Alat	22
3.1.2 Cara Kerja Alat	24
3.1.3 Spesifikasi Alat	25
3.1.4 Diagram Blok Sistem	27
3.1.5 Flowchart Alat.....	29
3.2 Realisasi Alat.....	30
3.3 Realisasi Pengukuran.....	33
3.3.1 Pengukuran Menggunakan kWh Meter EXIM.....	33
BAB IV	35
4.1.1 Prosedur Penyambungan Alat.....	35
4.1.2 Prosedur Pengukuran Alat	38
4.2 Pengujian Bertegangan.....	38
4.2.1 Deskripsi Pengujian	39
4.2.2 Prosedur Pengujian	39
4.2.3 Data Hasil Pengujian.....	39
4.2.4 Analisa Hasil Pengujian.....	40
4.3 Pengujian Panel Surya Untuk Sistem Off-Grid.....	41
4.3.1 Deskripsi Pengujian	41
4.3.2 Prosedur Pengujian	42
4.3.3 Data Hasil Pengujian.....	42
4.3.4 Analisa Hasil Pengujian.....	44
4.4 Pengujian Panel Surya Untuk Sistem On-Grid	45
4.4.1 Deskripsi Pengujian	46



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.4.2 Prosedur Pengujian	46
4.4.3 Data Hasil Pengujian.....	47
4.4.4 Analisa Hasil Pengujian.....	49
BAB V.....	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA.....	52
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	54





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Komponen dan spesifikasi.....	25
Tabel 3. 2 Parameter, Satuan, dan Alat Ukur.....	33
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Bertegangan	40
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian sistem Off Grid tanpa reflektor.....	43
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian sistem off Grid dengan reflektor.....	43
Tabel 4. 4 Data hasil pengujian sistem On Grid tanpa reflektor	47
Tabel 4. 5 Data pengujian sistem On Grid dengan reflektor.....	48





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Potensi Energi Surya di Indonesia.....	4
Gambar 2. 2 PLTS Off Grid.....	5
Gambar 2. 3 PLTS On Grid	6
Gambar 2. 4 PLTS Hybrid.....	7
Gambar 2. 5 Panel Surya.....	8
Gambar 2. 6 Prinsip Kerja Sel Surya	9
Gambar 2. 7 Panel Surya Monocrystalline.....	10
Gambar 2. 8 Panel Surya Polycrystalline	11
Gambar 2. 9 Panel Surya Thin Film.....	11
Gambar 2. 10 Grid Tie Inverter	14
Gambar 2. 11 Kwh Meter Ekspor Impor.....	15
Gambar 2. 12 Penggunaan Reflektor pada Sistem PLTS	17
Gambar 2. 13 Rangkaian Mikrokontroler.....	18
Gambar 2. 14 ESP 32	19
Gambar 2. 15 Sensor LDR	20
Gambar 2. 16 Motor Aktuator	21
Gambar 3. 1 Tata letak komponen dalam Panel ukuran 70 cm x 50 cm x 20 cm	23
Gambar 3. 2 Tata letak panel surya ukuran 1500 mm x 880 mm pada pendopo	24
Gambar 3. 3 Blok Diagram Sistem	28
Gambar 3. 4 Flowchart sistem kontrol	29
Gambar 3. 5 Reflektor baru yang sudah terpasang menggantikan reflektor lama yang sudah usang	31
Gambar 3. 6 Hasil perakitan panel yang sudah terpasang	31
Gambar 3. 7 Proses pengecatan pada besi holo reflector	32
Gambar 3. 8 Photovoltaic (PV) Polycrystalline dan Monocrystalline	32
Gambar 4. 1 Gambar rangkaian daya PLTS	36
Gambar 4. 2 Gambar rangkaian mikrokontroler.....	36



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Proses Pembersihan PV menggunakan Lap dan Air.....	55
Lampiran 2 Proses pemasangan komponen pada bagian dalam panel.....	55
Lampiran 3 Proses pemasangan kabel duct pada box panel	56
Lampiran 4 Penurunan reflektor yang lama untuk digantikan dengan yang baru.....	56



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi listrik terus mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan penduduk, perkembangan industri, serta kemajuan teknologi. Di sisi lain, ketergantungan terhadap energi fosil sebagai sumber utama pembangkit listrik masih cukup tinggi, sehingga menimbulkan berbagai permasalahan, seperti menipisnya cadangan energi dan meningkatnya emisi gas rumah kaca. Oleh karena itu, pemanfaatan energi baru terbarukan menjadi salah satu solusi yang perlu dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan energi secara berkelanjutan.

Salah satu sumber energi baru terbarukan yang memiliki potensi besar di Indonesia adalah energi surya. Letak geografis Indonesia di wilayah tropis menyebabkan intensitas penyinaran matahari relatif tinggi sepanjang tahun, sehingga memberikan peluang yang besar dalam pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Panel surya sebagai komponen utama PLTS bekerja mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik melalui efek fotovoltaiik. Namun, kinerja panel surya sangat dipengaruhi oleh intensitas penyinaran matahari, sudut datang cahaya, temperatur permukaan panel, serta kondisi lingkungan di sekitarnya.

Perubahan posisi matahari sepanjang hari menyebabkan intensitas cahaya yang diterima panel surya tidak selalu berada pada kondisi optimum. Akibatnya, nilai tegangan, arus, dan daya keluaran panel surya dapat mengalami perubahan sehingga performa sistem menjadi kurang maksimal. Salah satu metode yang dapat diterapkan untuk mengoptimalkan penerimaan cahaya matahari adalah penggunaan reflektor. Reflektor berfungsi memantulkan cahaya tambahan ke permukaan panel surya sehingga jumlah energi cahaya yang diterima panel meningkat dan berpotensi meningkatkan kinerja panel surya.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Agar reflektor dapat bekerja secara optimal, diperlukan sistem otomasi yang mampu menyesuaikan posisi reflektor secara otomatis berdasarkan perubahan intensitas cahaya matahari. Pada penelitian ini digunakan sensor Light Dependent Resistor (LDR) sebagai pendeteksi intensitas cahaya, mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama, serta motor servo sebagai aktuator penggerak reflektor. Selain itu, penerapan teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan sistem melakukan monitoring dan pengendalian secara real-time melalui jaringan internet, sehingga kondisi sistem dapat dipantau dengan lebih mudah dan efisien.

Penelitian ini difokuskan pada analisis kinerja panel surya berdasarkan parameter tegangan, arus, dan daya sebelum dan sesudah menggunakan sistem otomasi penggerak reflektor berbasis IoT. Analisis tersebut bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan reflektor otomatis terhadap peningkatan performa panel surya dalam menghasilkan energi listrik. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem panel surya yang lebih efektif, adaptif, dan mendukung pemanfaatan energi terbarukan di masa mendatang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja panel surya berdasarkan parameter tegangan, arus, dan daya pada kondisi tanpa menggunakan sistem otomasi penggerak reflektor berbasis IoT?
2. Bagaimana perubahan kinerja panel surya berdasarkan parameter tegangan, arus, dan daya setelah menggunakan sistem otomasi penggerak reflektor berbasis IoT?
3. Bagaimana hasil analisis perbandingan kinerja panel surya berdasarkan parameter tegangan, arus, dan daya antara kondisi sebelum dan sesudah menggunakan sistem otomasi penggerak reflektor berbasis IoT?

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kinerja panel surya berdasarkan parameter tegangan, arus, dan daya pada kondisi tanpa menggunakan sistem otomasi penggerak reflektor berbasis IoT.
2. Menganalisis perubahan kinerja panel surya berdasarkan parameter tegangan, arus, dan daya setelah menggunakan sistem otomasi penggerak reflektor berbasis IoT.
3. Menganalisis perbandingan kinerja panel surya berdasarkan parameter tegangan, arus, dan daya antara kondisi sebelum dan sesudah menggunakan sistem otomasi penggerak reflektor berbasis IoT.

1.4 Luaran

Luaran yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Terwujudnya sistem otomasi penggerak reflektor berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu menggerakkan reflektor secara otomatis berdasarkan intensitas cahaya matahari.
2. Diperolehnya data hasil pengukuran tegangan, arus, dan daya panel surya pada kondisi sebelum dan sesudah menggunakan sistem otomasi penggerak reflektor berbasis IoT.
3. Diperolehnya hasil analisis mengenai pengaruh penggunaan sistem otomasi penggerak reflektor berbasis IoT terhadap kinerja panel surya berdasarkan parameter tegangan, arus, dan daya.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, realisasi, pengujian, dan analisis pada penelitian Analisis Kinerja Panel Surya Berdasarkan Tegangan, Arus, dan Daya Menggunakan Sistem Otomasi Penggerak Reflektor Berbasis Internet of Things (IoT), maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem otomasi penggerak reflektor berbasis Internet of Things (IoT) berhasil dirancang dan direalisasikan menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor Light Dependent Resistor (LDR), aktuator linear, serta aplikasi Blynk sebagai media monitoring dan pengendalian. Sistem mampu bekerja dalam mode otomatis berdasarkan Network Time Protocol (NTP) maupun mode manual melalui aplikasi Blynk sehingga posisi reflektor dapat disesuaikan dengan arah datang cahaya matahari.
2. Penggunaan reflektor memberikan pengaruh terhadap peningkatan intensitas radiasi matahari yang diterima permukaan panel surya. Intensitas radiasi yang lebih besar menyebabkan peningkatan arus keluaran panel surya, sedangkan nilai tegangan relatif stabil pada kondisi tanpa reflektor maupun menggunakan reflektor. Hal ini menunjukkan bahwa reflektor mampu meningkatkan penerimaan energi surya tanpa mengubah karakteristik tegangan panel secara signifikan.
3. Berdasarkan hasil analisis, rata-rata tegangan panel surya pada kondisi tanpa reflektor sebesar 25,88 V, sedangkan pada kondisi menggunakan reflektor sebesar 25,70 V. Nilai arus rata-rata meningkat dari 3,72 A menjadi 4,32 A, sedangkan daya rata-rata meningkat dari 95,83 W menjadi 110,59 W. Dengan demikian, penggunaan sistem otomasi penggerak reflektor berbasis IoT mampu meningkatkan daya keluaran panel surya sebesar 14,76 W atau sekitar 15,41% dibandingkan kondisi tanpa reflektor.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4. Secara keseluruhan, sistem otomasi penggerak reflektor berbasis IoT terbukti mampu meningkatkan kinerja panel surya melalui peningkatan intensitas radiasi matahari yang diterima permukaan panel, sehingga menghasilkan peningkatan arus dan daya keluaran. Sistem ini berpotensi menjadi salah satu alternatif untuk meningkatkan performa Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) tanpa menambah luas permukaan panel surya.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan sebagai bahan pengembangan penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan periode pengujian yang lebih panjang dan dilakukan pada berbagai kondisi cuaca sehingga diperoleh data yang lebih beragam dan representatif.
2. Sistem otomasi penggerak reflektor dapat dikembangkan dengan menerapkan metode pelacakan matahari (*solar tracking*) berbasis sensor maupun algoritma yang lebih adaptif sehingga posisi reflektor dapat mengikuti arah datang cahaya matahari dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi.
3. Penelitian selanjutnya dapat membandingkan penggunaan beberapa jenis material reflektor dan variasi sudut reflektor untuk mengetahui konfigurasi yang memberikan peningkatan kinerja panel surya paling optimal.
4. Sistem monitoring berbasis IoT dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur penyimpanan data (*data logging*) berbasis *cloud*, analisis historis, dan notifikasi kondisi sistem secara otomatis sehingga proses pemantauan dapat dilakukan secara lebih efektif.
5. Penelitian selanjutnya dapat memperluas analisis tidak hanya pada parameter tegangan, arus, dan daya, tetapi juga terhadap efisiensi sistem, energi harian yang dihasilkan, serta analisis ekonomi untuk mengetahui manfaat penerapan sistem otomasi penggerak reflektor pada instalasi PLTS.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Atonergi. (2024). *Apa Itu Panel Surya Thin Film?* [Online]. Tersedia: <https://atonerigi.com/apa-itu-panel-surya-thin-film/>.
- Atonergi. (2024). *Apa Itu PLTS Off Grid dan Bagaimana Cara Kerjanya?* [Online]. Tersedia: <https://atonerigi.com/apa-itu-plts-off-grid-dan-bagaimana-cara-kerjanya/>.
- Atonergi. (2024). *Bagaimana Cara Kerja Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya.* [Online]. Tersedia: <https://atonerigi.com/bagaimana-cara-kerja-sistem-pembangkit-listrik-tenaga-surya/>.
- Atonergi. (2024). *PLTS Hybrid: Menggabungkan Keunggulan dari Energi Terbarukan dan Konvensional.* [Online]. Tersedia: <https://atonerigi.com/plts-hybrid-menggabungkan-keunggulan-dari-energi-terbarukan-dan-konvensional/>.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). *SNI IEC 61724-1:2016 Sistem Fotovoltaik (PV) – Pemantauan Kinerja.* Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2013). *Solar Engineering of Thermal Processes* (4th ed.). Hoboken: John Wiley & Sons.
- HMEnergi. (2024). *Meteran kWh EXIM Jadikan PLTS Semakin Hemat.* [Online]. Tersedia: <https://www.hmenergi.com/meteran-kwh-exim-jadikan-plts-semakin-hemat/>.
- International Electrotechnical Commission. (2021). *IEC 61724-1: Photovoltaic System Performance – Part 1: Monitoring.* Geneva: IEC.
- International Energy Agency. (2022). *Trends in Photovoltaic Applications 2022.* Paris: International Energy Agency.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2021). *Statistik Energi Baru Terbarukan Tahun 2021.* Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Messenger, R. A., & Ventre, J. (2010). *Photovoltaic Systems Engineering* (3rd ed.). Boca Raton: CRC Press.
- Patel, M. R. (2006). *Wind and Solar Power Systems: Design, Analysis, and Operation* (2nd ed.). Boca Raton: CRC Press.
- Purwoto, B., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., & Huda, I. F. (2018). "Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif." *Jurnal Emitor*, 18(1), 10–14.
- Rahman, A., Hamdani, H., & Yuliananda, S. (2021). "Analisis Pengaruh Intensitas Radiasi Matahari terhadap Kinerja Panel Surya Monocrystalline." *Jurnal Energi & Kelistrikan*, 13(2), 91–99.
- Rekasurya. (2024). *Peta Potensi PLTS.* [Online]. Tersedia: <https://rekasurya.co.id/peta-potensi-plts/>.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Sans Power. (2024). *Harga Panel Surya Polycrystalline dan Monocrystalline*. [Online]. Tersedia: <https://www.sanspower.com/harga-panel-surya-polycristalline-dan-monocrystalline.html>.

Sontake, V. C., & Kalamkar, V. R. (2016). "Solar Photovoltaic Water Pumping System—A Comprehensive Review." *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 1038–1067.

Tenaga Matahari. (2024). *Konsep Kerja Sistem PLTS*. [Online]. Tersedia: <https://tenagamatahari.wordpress.com/beranda/konsep-kerja-sistem-plts/>. [Diakses: 17 Juli 2026].

Trisurya Panel. (2024). *Panel Surya 250 WP Polycrystalline Solana*. [Online]. Tersedia: <https://trisuryapanel.com/product/panel-surya-250-wp-polycrystalline-%E2%94%82-solana/>.

Ubuy Indonesia. (2024). *VEVOR Grid Tie Solar Inverter 1000W MPPT*. [Online]. Tersedia: <https://www.ubuy.co.id/id/product/F3ZFTOWW-vevor-grid-tie-solar-inverter-1000w-mppt-power-inverter-50-60-hz-solar-grid-tie-system-grid-tie-inve>. [Diakses: 17 Juli 2026].

Yuliatmaja, R. (2009). *Energi Surya: Prospek, Potensi, dan Teknologi Pemanfaatannya*. Jakarta: Universitas Indonesia.

Zainuri, M. (2016). *Energi Surya: Implementasi untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Zhang, Y., Wang, L., & Zhao, X. (2020). "Design and Performance Analysis of IoT-Based Solar Photovoltaic Monitoring System." *IEEE Access*, 8, 150123–150132.

Zuhal. (2010). *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Zuhal, & Zhanggischan. (2004). *Prinsip Dasar Elektroteknik*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Sendy Chandra Hartanto, lahir di Jakarta, 13 Januari 2004, merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis menyelesaikan sekolah dasar di SDN Kelapa Dua Wetan 01 pada tahun 2016, sekolah menengah pertama di SMPN 9 Jakarta pada tahun 2019, sekolah menengah kejuruan di SMKN 26 Jakarta pada tahun 2023 dan sampai penulisan tugas akhir ini, penulis masih terdaftar sebagai mahasiswa program studi Diploma Tiga Teknik Listrik di Politeknik Negeri Jakarta.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN



Lampiran 1 Proses Pembersihan PV menggunakan Lap dan Air



Lampiran 2 Proses pemasangan komponen pada bagian dalam panel

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 3 Proses pemasangan kabel duct pada box panel



Lampiran 4 Penurunan reflektor yang lama untuk digantikan dengan yang baru