



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



**PERANCANGAN SISTEM KONTROL DAN MONITORING OTOMASI
PENGGERAK REFLEKTOR PANEL SURYA**

TUGAS AKHIR

Ade Sulton Muarif

2303311073

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



© 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



**PERANCANGAN SISTEM KONTROL DAN MONITORING REFLEKTOR
PANEL SURYA BERBASIS BLYNK**

TUGAS AKHIR

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

**Ade Sulton Muarif
(2303311073)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



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 : Ade Sulton Muarif

NIM : 2303311073

Tanda Tangan :

Tanggal : 22 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© 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

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh :

Nama : Ade Sulton Muarif

NIM : 2303311073

Program Studi : Teknik Listrik

Judul Tugas Akhir : Perancangan Sistem Kontrol dan Monitoring Otomasi
Penggerak Reflektor Panel Surya

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, 7 Juli 2026

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. 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 rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Diploma Tiga

Tugas akhir penulis berisi tentang Pemrograman Sistem Kontrol dan Monitoring Otomasi Penggerak Reflektor

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada

1. Bapak Fatahula, S.T.,M.Kom. dan Ibu Dezetty Monika, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini;
2. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
3. Rifki Purnomo Aji dan Sendy Chandra Hartanto selaku teman kelompok Tugas Akhir yang telah berkomitmen dalam pembuatan Tugas Akhir ini; dan

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, 22 Juli 2026

Ade Sulton Muarif



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

Perancangan Sistem Kontrol Dan Monitoring Otomasi Penggerak Reflektor Panel Surya

Abstrak

Pemanfaatan panel surya sebagai sumber energi terbarukan memerlukan sistem yang mampu mengoptimalkan penyerapan radiasi matahari agar daya yang dihasilkan lebih maksimal. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol dan monitoring otomasi penggerak reflektor panel surya berbasis Internet of Things (IoT). Sistem menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama, sensor LDR dan Network Time Protocol (NTP) untuk pengoperasian otomatis, aktuator linear sebagai penggerak reflektor, serta aplikasi Blynk sebagai media kontrol dan monitoring. Monitoring parameter kelistrikan dilakukan menggunakan kWh Meter Exim pada sisi AC dan PZEM-017 pada sisi DC melalui komunikasi Modbus RTU berbasis RS485. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mode manual mampu menggerakkan reflektor dari seluruh kondisi awal menuju posisi yang ditentukan dengan waktu respons rata-rata 0,3 detik, sedangkan mode otomatis bekerja sesuai jadwal NTP dan pembacaan sensor LDR. Hasil pengujian akurasi menunjukkan bahwa kWh Meter Exim memiliki nilai kesalahan sebesar 0% pada tegangan, 0,4% pada arus, dan 0,04% pada daya. Sementara itu, PZEM-017 pada sistem On-Grid memiliki nilai kesalahan 0,8% untuk tegangan, 0,6% untuk arus, dan 0,3% untuk daya, sedangkan pada sistem Off-Grid sebesar 0,18% untuk tegangan, 0% untuk arus, dan 0,34% untuk daya. Pengujian komunikasi RS485 juga menunjukkan sistem tetap mampu melakukan monitoring tanpa kehilangan data meskipun salah satu perangkat mengalami gangguan komunikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mengendalikan reflektor secara otomatis maupun manual serta melakukan monitoring parameter kelistrikan secara real-time dengan tingkat akurasi dan keandalan yang baik.

Kata kunci: ESP32, Internet of Things (IoT), Monitoring, Otomatisasi, Panel surya, 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Design of an Automated Control and Monitoring System for the Solar Reflector Panel Drive Mechanism

Abstract

The utilization of solar panels as a renewable energy source requires a system capable of optimizing solar radiation absorption to maximize power generation. This study aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based control and monitoring system for an automated solar panel reflector. The system employs an ESP32 microcontroller as the main controller, Light Dependent Resistor (LDR) sensors and the Network Time Protocol (NTP) for automatic operation, a linear actuator to drive the reflector, and the Blynk application for remote control and real-time monitoring. Electrical parameters are monitored using an Export-Import (Exim) kWh meter on the AC side and PZEM-017 sensors on the DC side through Modbus RTU communication over an RS485 network. The test results indicate that the manual mode successfully moved the reflector from all initial positions to the desired position with an average response time of 0.3 seconds, while the automatic mode operated according to the NTP schedule and LDR sensor readings. Accuracy testing showed that the Exim kWh meter achieved measurement errors of 0% for voltage, 0.4% for current, and 0.04% for power. Meanwhile, the PZEM-017 sensor in the On-Grid system produced errors of 0.8% for voltage, 0.6% for current, and 0.3% for power, whereas the Off-Grid system yielded errors of 0.18% for voltage, 0% for current, and 0.34% for power. The RS485 communication test also demonstrated reliable performance without data loss even when one Modbus device experienced communication failure. These results indicate that the proposed system is capable of automatically and manually controlling the solar panel reflector while providing accurate and reliable real-time electrical parameter monitoring.

Key words : Automation, ESP32, Internet of Things (IoT), Monitoring, Reflector, Solar 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

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
BAB I.....	13
PENDAHULUAN.....	13
1.1 Latar Belakang	13
1.2 Rumusan Masalah	14
1.3 Tujuan.....	14
1.4 Luaran.....	14
BAB II	15
TINJAUAN PUSTAKA	15
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	15
2.1.1 PLTS On-Grid.....	16
2.1.1.1 Ekspor dan Impor Energi pada Sistem PLTS On-Grid.....	16
2.1.2 PLTS Off-Grid	17
2.2 Photovoltaic (PV)	17
2.2.1 Monocrystalline	17
2.2.2 Polycrystalline.....	18
2.3 kWh Meter Exim	18
2.4 Inverter	18
2.3 ESP 32	19
2.4 Relay DC 2 Channel.....	20
2.5 Max 485.....	20



© 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	Protokol Komunikasi Modbus.....	21
2.7	Sensor PZEM-017 DC.....	21
2.8	Converter DC to DC LM2596.....	22
2.9	Sensor LDR.....	22
2.10	Net Time Protocol.....	23
BAB III.....		24
RENCANA DAN REALISASI ALAT		24
3.1	Rancangan Alat.....	24
3.1.1	Deskripsi Alat	27
3.1.2	Cara Kerja Alat	27
3.1.3	Spesifikasi Alat	30
3.1.4	Diagram Blok.....	32
3.1.5	Wiring Diagram	34
3.2	Realisasi Alat	36
3.2.1	Rangkaian Sistem Kontrol dan Monitoring	36
3.2.2	Konfigurasi Pin Komponen dan ESP 32.....	37
3.2.3	Pemrograman Sensor PZEM-017	39
3.2.4	Pemrograman kWh Meter Exim	40
3.2.5	Integrasi ESP 32 ke Blynk	41
3.2.6	Konfigurasi Blynk ke ESP32	42
BAB IV		43
PEMBAHASAN		43
4.1	Pengujian Mode Manual Sistem Kontrol.....	43
4.1.1	Deskripsi Pengujian	43
4.1.2	Prosedur Pengujian	44
4.1.3	Hasil Pengujian Mode Manual.....	44



© 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

4.1.4	Analisa Data Mode Manual	48
4.2	Pengujian Mode Otomatis Sistem Kontrol.....	49
4.2.1	Deskripsi Pengujian	49
4.2.2	Prosedur Pengujian	49
4.2.3	Hasil pengujian.....	50
4.2.4	Analisa Data Mode Otomatis	50
4.3	Pengujian keakuratan data Aktual dan Blynk	51
4.3.1	Deskripsi Pengujian	51
4.3.2	Hasil Pengukuran Keakuratan pada Kwh Meter	52
4.3.3	Analisa Hasil Pengujian kWh Meter	54
4.3.4	Hasil Pengujian pada Pzem 017 pada Sistem On-Grid	55
4.3.5	Analisa Hasil Pengujian Pzem pada Sistem On-Grid	57
4.3.6	Hasil Pengujian pada Pzem pada Sistem Off-Grid	59
4.3.7	Analisa Hasil Pengujian Pzem pada Sistem Off-Grid	61
4.4	Pengujian Keandalan Pada Komunikasi RS 485	62
4.4.1	Deskripsi Pengujian Komunikasi RS 485	62
4.4.2	Prosedur Pengujian	62
4.4.3	Hasil Pengujian Keandalan Komunikasi RS 485	63
4.4.4	Analisa Data Keandalan Komunikasi RS 485	63
BAB V		64
KESIMPULAN		64
5.1	Kesimpulan	64
5.2	Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA		66
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		67



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 3. 1 Desain reflektor untuk PLTS.....	24
Gambar 3. 2 Tata letak panel surya, reflektor, dan panel kontrol.....	25
Gambar 3. 3 Tampak dalam dan depan panel.....	26
Gambar 3. 4 Flowchart Sistem.....	29
Gambar 3. 5 Blok Diagram Sistem Off-Grid.....	32
Gambar 3. 6 Diagram blok sistem on-grid.....	33
Gambar 3. 7 Rangkaian daya sistem off-grid.....	34
Gambar 3. 8 Rangkaian daya sistem on-grid.....	35
Gambar 3. 9 Rangkaian Sistem Kontrol dan Monitoring	36
Gambar 3. 10 Program Pzem	39
Gambar 3. 11 Program kWh Meter Exim	40
Gambar 3. 12 Token Konfigurasi ESP ke Blynk.....	41
Gambar 3. 13 Konfigurasi Blynk ke ESP32	42
Gambar 4. 1 Grafik Perbandingan Tegangan AC	52
Gambar 4. 2 Grafik Perbandingan Arus AC	53
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Daya AC	53
Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Tegangan Sistem On-Grid.....	56
Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan Arus Sistem On-Grid	56
Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Daya Sistem On-Grid.....	57
Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan Tegangan Sistem Off-Grid.....	59
Gambar 4. 8 Grafik Perbandingan Arus Sistem Off-Grid.....	60
Gambar 4. 9 Grafik Perbandingan Daya Sistem Off-Grid.....	60



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 TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat	30
Tabel 3. 2 Konfigurasi Pin RS 485	37
Tabel 3. 3 Konfigurasi Pin Relay	37
Tabel 3. 4 Konfigurasi Pin LDR	38
Tabel 3. 5 Konfigurasi Pin LM2596	38
Tabel 4. 1 Pengujian Mode Manual Posisi Awal 0.....	44
Tabel 4. 2 Pengujian Mode Manual Posisi Awal 1.....	45
Tabel 4. 3 Pengujian Mode Manual Posisi Awal 2.....	45
Tabel 4. 4 Pengujian Mode Manual Posisi Awal 3.....	46
Tabel 4. 5 Pengujian Mode Manual Posisi Awal 4.....	46
Tabel 4. 6 Pengujian Mode Manual Posisi Awal 5.....	47
Tabel 4. 7 Pengujian Mode Manual Posisi Awal 6.....	47
Tabel 4. 8 Pengujian Mode Otomatis.....	50
Tabel 4. 9 Pengujian Keakuratan kWh Meter.....	52
Tabel 4. 10 Pengujian Keakuratan Pzem Sistem On-Grid.....	55
Tabel 4. 11 Pengujian Keakuratan Pzem ID 5	59
Tabel 4. 12 Pengujian Keandalan Sistem Komunikasi	63

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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi surya memiliki potensi besar karena bersifat ramah lingkungan, tersedia secara luas, dan dapat diperbaharui secara alami. Namun, efisiensi konversi energi surya menjadi energi listrik masih dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk orientasi dan intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya. Kondisi lingkungan yang dinamis, seperti perubahan posisi matahari, awan, atau bayangan, dapat menyebabkan penurunan performa panel surya.

Salah satu metode yang efektif untuk meningkatkan efisiensi panel surya adalah penggunaan reflektor yang diarahkan untuk memaksimalkan cahaya yang diterima. Dengan memantulkan cahaya tambahan ke permukaan panel, reflektor dapat meningkatkan intensitas cahaya dan keluaran energi panel surya. Akan tetapi, pengaturan reflektor secara manual memiliki keterbatasan, karena memerlukan pengawasan rutin dan penyesuaian berkala yang memakan waktu serta tenaga kerja.

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memberikan peluang untuk mengatasi masalah tersebut melalui otomatisasi dan monitoring jarak jauh. Dengan integrasi sensor cahaya dan mikrokontroler, reflektor dapat bergerak secara otomatis mengikuti intensitas cahaya, sehingga panel surya selalu menerima pencahayaan optimal. Selain itu, pemantauan keluaran energi secara real-time menggunakan sensor arus dan tegangan memungkinkan pengawasan kinerja sistem secara akurat dan efisien.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini diarahkan untuk merancang dan membangun sistem kontrol dan monitoring otomatis penggerak reflektor panel surya berbasis IoT. Sistem ini memanfaatkan mikrokontroler ESP32 dan modul relay sebagai aktuator reflektor, sensor LDR sebagai pemicu cahaya, serta KWH meter dan sensor DC PZEM untuk monitoring energi. Dengan penerapan sistem otomatisasi ini, diharapkan optimalisasi energi surya dapat dicapai, efisiensi operasional meningkat, serta pengawasan reflektor panel surya menjadi lebih praktis dan handal.

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

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang sistem otomasi penggerak reflektor panel surya yang dapat menyesuaikan posisi reflektor secara otomatis berbasis Internet of Things?
2. Bagaimana mengimplementasikan sistem monitoring keluaran energi panel surya secara real-time menggunakan teknologi IoT?
3. Bagaimana mengintegrasikan sensor LDR, mikrokontroler ESP32, modul relay, dan sensor energi untuk mendukung optimalisasi pemanfaatan energi surya?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang dan membangun sistem penggerak reflektor panel surya yang dapat beroperasi secara otomatis berbasis Internet of Things.
2. Mengembangkan sistem monitoring energi panel surya secara real-time menggunakan platform IoT.
3. Mengintegrasikan komponen sensor, aktuator, dan mikrokontroler untuk meningkatkan efisiensi operasional dan pengawasan reflektor panel surya.

1.4 Luaran

Luaran yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Sistem Kontrol dan Monitoring berbasis ESP 32 yang mampu mengirimkan dan menerima data secara *real – time* melalui Aplikasi Blynk
2. Artikel SNTE yang memuat proses perencanaan dan perancangan sistem PLTS *On-Grid*, meliputi penentuan spesifikasi panel surya, inverter, serta sistem pemantauan yang sesuai dengan kebutuhan beban
3. Laporan tugas akhir yang memuat desain, perancangan, implementasi, pengujian, dan analisis kinerja sistem.

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

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, realisasi, pengujian, serta analisis data yang telah dilakukan pada sistem kontrol dan monitoring otomatis penggerak reflektor panel surya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem kontrol penggerak reflektor berbasis ESP32 berhasil diimplementasikan dan beroperasi sesuai dengan perancangan. Pada mode manual, sistem mampu menerima input posisi reflektor melalui aplikasi Blynk dan menggerakkan aktuator menuju posisi yang diinginkan dari seluruh kondisi awal (posisi 0 sampai posisi 6). Pergerakan aktuator berlangsung sesuai arah forward maupun reverse, dengan durasi perpindahan yang proporsional terhadap selisih posisi serta waktu respons rata-rata sekitar 0,3 detik. Pada mode otomatis, sistem juga berhasil mengendalikan pergerakan reflektor berdasarkan sinkronisasi waktu Network Time Protocol (NTP) dan kondisi intensitas cahaya yang dideteksi sensor LDR.
2. Sistem monitoring berbasis Blynk mampu menampilkan parameter kelistrikan secara real-time dengan tingkat akurasi yang baik. Pada sisi AC, hasil pembacaan KWh Meter Exim yang ditampilkan pada aplikasi Blynk memiliki nilai kesalahan yang rendah, yaitu 0% untuk tegangan, 0,4% untuk arus, dan 0,04% untuk daya, sehingga memenuhi standar akurasi pengukuran yang digunakan pada penelitian.
3. Sensor PZEM-017 pada sistem PLTS On-Grid dan Off-Grid mampu melakukan monitoring parameter DC dengan baik. Pada sistem On-Grid diperoleh nilai error sebesar 0,8% untuk tegangan, 0,6% untuk arus, dan 0,3% untuk daya, sedangkan pada sistem Off-Grid diperoleh nilai error sebesar 0,18% untuk tegangan, 0% untuk arus, dan 0,34% untuk daya. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem monitoring memiliki tingkat akurasi yang baik dalam memantau parameter tegangan, arus, dan daya panel surya secara real-time.

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. Komunikasi data menggunakan protokol Modbus RTU melalui jaringan RS485 memiliki tingkat keandalan yang baik. Berdasarkan pengujian dengan memutus jalur komunikasi pada salah satu perangkat, perangkat lain tetap dapat mengirimkan data ke aplikasi Blynk tanpa mengalami gangguan komunikasi maupun kehilangan data (*data loss*). Hal ini menunjukkan bahwa sistem monitoring tetap dapat beroperasi secara stabil meskipun salah satu node komunikasi mengalami gangguan

5.2 Saran

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem kontrol dan monitoring otomatis penggerak reflektor panel surya berbasis Internet of Things (IoT), terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan sebagai bahan pengembangan pada penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut.

1. Sistem kontrol otomatis dapat dikembangkan dengan menerapkan metode pelacakan matahari yang memanfaatkan perhitungan posisi matahari atau kombinasi beberapa sensor cahaya sehingga pergerakan reflektor menjadi lebih presisi dan mampu meningkatkan energi yang diterima panel surya.
2. Pengujian sistem sebaiknya dilakukan dalam rentang waktu yang lebih panjang serta pada berbagai kondisi cuaca untuk memperoleh data performa sistem yang lebih komprehensif dan menggambarkan kondisi operasional sebenarnya.
3. Keandalan komunikasi antara ESP32 dan perangkat Modbus RS485 dapat ditingkatkan dengan menambahkan mekanisme deteksi kesalahan komunikasi (*error handling*), *reconnect* otomatis, serta pencatatan status komunikasi apabila terjadi kegagalan pembacaan data.
4. Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur notifikasi melalui aplikasi Blynk apabila terjadi kondisi tertentu, seperti tegangan baterai rendah, gangguan komunikasi sensor, atau keluaran panel surya berada di bawah nilai yang telah ditentukan.
5. Untuk meningkatkan efisiensi energi, pengembangan selanjutnya dapat mengkaji pengaruh penggunaan berbagai jenis, ukuran, dan sudut reflektor terhadap peningkatan daya keluaran panel surya sehingga diperoleh konfigurasi reflektor yang paling optimal.



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 PUSTAKA

- Asri, A. (2023). Analisis Sistem Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) On Grid Di Kampus 2 Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Bremner, G. &. (2017). Energy conversion approaches and materials for high-efficiency photovoltaics.
- Erdani, Y. (2024). Data Logger Suhu dan Kelembaban Relatif Udara dengan Timestamp berbasis Network Time Protocol (NTP).
- Huot. (2021). Performance Investigation of Tempered Glass-Based Monocrystalline and Polycrystalline Solar Photovoltaic Panels.
- Mahardi, R. D. (2024). Desain Perancangan Buck Converter Berbasis IC LM2596.
- Maulana, F. F. (2024). Rancang Bangun Sistem Kontrol ON-OFF Pada Lampu Berbasis TELEGRAM.
- Mulyadi, I. H. (2021). Modul Komunikasi Modbus RTU over RS485 Berbasis Arduino.
- Pambudi, D. H. (2023). Monitoring Sistem Pembangkit DC 24 Volt Dengan Sensor PZEM-017.
- Pasaribu, R. M. (2023). MEKANISME PERENCANAAN PLTS OFF-GRID UNTUK DAYA 1300VA PADA RUMAH TINGGAL.
- Prayogo, S. (2019). Pengembangan sistem manajemen baterai pada PLTS menggunakan on-off grid tie inverter.
- Pujianto, P. (2025). Sistem Monitoring Energi Listrik 3 Fasa Berbasis IoT Dengan Protokol Modbus RS-485 Menggunakan ESP32.
- Purnama, T. (2022). Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Solusi Energi Terbarukan Rumah Tangga.
- Rahmawati, A. (2026). Implementasi Mikrokontroler ESP32 dan Sensor DHT11 dalam Sistem Monitoring Lingkungan untuk Pencegahan Jamur Tembok Berbasis Internet of Things (IoT).
- Saputra, B. A. (2022). Prototipe Solar Tracking Berbasis Arduino dan Sensor Light Dependent Resistor (LDR).
- Situmorang, M. I. (2024). ANALISIS ALIRAN DAYA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) ON – GRID 3540 W_p MENGGUNAKAN KWH METER DUA ARAH PADA LABORATORIUM TEKNIK MESIN, FAKULTAS TEKNIK UKI – JAKARTA DENGAN BEBAN MESIN PENCACAH SAMPAH 2 HP.



© 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



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Ade Sulton Muarif lulus dari SDN 08 Penjaringan pada tahun 2017, Lulus dari SMPN 21 Jakarta pada tahun 2020 dan dari SMK Negeri 1 Jakarta pada tahun 2023. Menempuh Pendidikan di Politeknik Negeri Jakarta Jurusan Teknik Elektro Program Studi D3 Teknik Listrik.



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

LAMPIRAN

