



© 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



**IMPLEMENTASI KONTROL DAN MONITORING PJU
TENAGA SURYA BERBASIS IOT DI MAKAM BULAK
BARAT**

SKRIPSI

FACHRI AKBAR ILHAM

2103411025

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMASI LISTRIK INDUSTRI

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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**IMPLEMENTASI KONTROL DAN MONITORING PJU
TENAGA SURYA BERBASIS IOT DI MAKAM BULAK
BARAT**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan**

**POLITEKNIK
NEGERI
FACHRI AKBAR ILHAM
2103411025
JAKARTA**

PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMASI LISTRIK INDUSTRI

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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Fachri Akbar Ilham
NIM : 2103411025

Tanda Tangan :

Tanggal : Jumat, 31 Juli 2026



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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Tugas Akhir diajukan oleh :
Nama : Fachri Akbar Ilham
NIM : 2103411025
Program Studi : Teknik Otomasi Listrik Industri
Judul Tugas Akhir : Implementasi Kontrol dan Monitoring PJU Tenaga Surya Berbasis IoT Di Makam Bulak Barat.

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada Jumat, 17 Juli 2026 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I : Dr. Isdawimah, S.T., M.T. .
(NIP. 196305051988112001)

Pembimbing II : Dezetty Monika, S.T., M.T.
(NIP. 199112082018032002)

Depok, 17 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 mengumumkan 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 Skripsi ini. Penulisan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Politeknik. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Isdawimah, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan Skripsi ini;
2. Dezetty Monika, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan Skripsi ini;
3. Bapak/Ibu dosen Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu pengetahuan, wawasan, dan pengalaman yang sangat berharga bagi penulis selama menempuh studi di Jurusan Teknik Elektro.
4. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
5. Sahabat yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.

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

Depok, 17 Juli 2026

Fachri Akbar Ilham



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

ABSTRAK

Penerangan Jalan Umum (PJU) konvensional umumnya masih bekerja tanpa kontrol adaptif dan monitoring yang memadai, sehingga penggunaan energi kurang efisien dan pemeliharannya sulit dilakukan, terutama pada PJU bertenaga surya yang sangat bergantung pada ketersediaan energi. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol otomatis dan monitoring PJU Tenaga Surya (PJUTS) berbasis Internet of Things (IoT) yang mengintegrasikan fungsi kontrol dan monitoring dalam satu platform terpusat, dengan studi kasus di Makam Bulak Barat. Sistem menggunakan ESP32 sebagai pusat kendali, sensor BH1750 untuk mendeteksi intensitas cahaya, sensor INA219 dan SCC/MPPT EPEVER untuk memantau parameter arus, tegangan, dan daya, serta baterai LiFePO₄ sebagai media penyimpanan energi. Data dikirim ke database Supabase dan divisualisasikan melalui dashboard Grafana, sementara kontrol lampu dapat dilakukan secara otomatis, manual, maupun jarak jauh melalui web. Hasil pengujian menunjukkan sensor BH1750 memiliki error rata-rata 9,94%, sedangkan sensor INA219 dan monitoring internal SCC EPEVER menghasilkan error tegangan, arus, dan daya pada rentang 0,139%–4,050%, yang tergolong kategori baik hingga sangat baik. Integrasi sistem berhasil dengan tingkat keberhasilan kontrol relay 100% (waktu tanggap ON 3,65 detik, OFF 2,70 detik) dan pengiriman data ke Supabase berhasil 100% dengan delay rata-rata 974,5 ms. Selama tiga hari pengujian, rata-rata energi charging mencapai 442,75 Wh/hari dengan energi beban 356,19 Wh/hari, menghasilkan surplus energi 86,56 Wh/hari (rasio 124,31%), dan lampu menyala rata-rata 11,87 jam per hari. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem PJUTS berbasis IoT yang dikembangkan mampu bekerja secara akurat, andal, dan efisien dalam mendukung pengelolaan penerangan jalan umum tenaga surya.

Kata kunci: ESP32, IoT, MPPT, monitoring, kontrol, PJU tenaga surya

**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

Abstract

Conventional street lighting systems typically operate without adaptive control or adequate monitoring, resulting in inefficient energy use and difficult maintenance, particularly for solar-powered street lighting that depends heavily on available energy. This study designs and implements an IoT-based automatic control and monitoring system for a Solar Street Lighting (PJUTS) system that integrates control and monitoring functions into a single centralized platform, with a case study at Makam Bulak Barat. The system uses an ESP32 as the control center, a BH1750 sensor to detect light intensity, an INA219 sensor and an EPEVER SCC/MPPT to monitor current, voltage, and power parameters, and a LiFePO₄ battery as the energy storage medium. Data is transmitted to a Supabase database and visualized through a Grafana dashboard, while lamp control can be performed automatically, manually, or remotely via a web interface. Test results show the BH1750 sensor has an average error of 9.94%, while the INA219 sensor and the EPEVER SCC internal monitoring produce voltage, current, and power errors ranging from 0.139%–4.050%, categorized as good to very good. System integration was successful, with a 100% relay control success rate (response time of 3.65 seconds for ON and 2.70 seconds for OFF) and 100% successful data transmission to Supabase with an average delay of 974.5 ms. Over three days of testing, the average charging energy reached 442.75 Wh/day against a load energy of 356.19 Wh/day, resulting in an energy surplus of 86.56 Wh/day (ratio of 124.31%), with the lamp operating an average of 11.87 hours per day. These results indicate that the developed IoT-based PJUTS system is capable of operating accurately, reliably, and efficiently in supporting solar-powered public street lighting management.

Keywords: control, ESP32, IoT, monitoring, MPPT, solar street lighting

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

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
<i>Abstract</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Luaran	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Penerangan Jalan Umum (PJU)	5
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	6
2.4 Internet of Things	9
2.5 ESP-32	10
2.6 Sensor Intensitas Cahaya (BH1750)	11
2.7 Sensor Arus dan Tegangan (INA 219)	12
2.8 Supabase	12
2.9 Maximum Power Point Tracking (MPPT)	13
2.10 Baterai Lithium Iron Phosphate (LiFePO ₄)	15
2.11 Grafana	17
2.12 PostgreSQL	18
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI	20
3.1 Rancangan Alat	20
3.1.1 Deskripsi Alat	20
3.1.2 Cara Kerja Alat	21
3.1.3 Spesifikasi Alat	23
3.1.4 Diagram Blok	24



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

3.1.5	Diagram Alir Sistem	26
3.1.6	Diagram Alir IoT.....	28
3.1.7	Desain Perancangan Alat	29
3.1.8	Desain Sistem.....	31
3.1.9	Diagram Pengawatan	33
3.2	Realisasi Alat.....	35
3.2.1	Pemetaan Pin Perangkat Keras (I/O Mapping)	37
3.2.2	Perangkat Lunak.....	40
3.3	Integrasi Sistem Kontrol dan Monitoring dalam Satu Platform IoT	67
3.3.1	Konsep Integrasi.....	67
3.3.2	Supabase sebagai Media Integrasi Data	67
3.3.3	Integrasi Monitoring Grafana Terhubung Langsung ke Supabase.....	68
3.3.4	Integrasi Kontrol Web Toggle Relay ON/OFF/AUTO	71
3.3.5	Arsitektur Integrasi Platform IoT.....	72
3.3.6	Kesimpulan Integrasi	72
BAB IV PEMBAHASAN.....		74
4.1	Pengujian Sistem Kontrol Otomatis	74
4.1.1	Deskripsi Pengujian	74
4.1.2	Prosedur Pengujian.....	74
4.1.3	Data Hasil Pengujian.....	74
4.1.4	Analisis dan Evaluasi.....	75
4.2	Pengujian Akurasi Sensor Intensitas Cahaya (BH1750), Sensor Tegangan-Arus (INA219) dan Pengukuran MPPT di sistem Monitoring	77
4.2.1	Deskripsi dan Prosedur Pengujian.....	77
4.2.2	Pengujian Akurasi Sensor Intensitas Cahaya (BH1750).....	78
4.2.3	Pengujian Akurasi Sensor INA219 dan Monitoring Internal SCC EPEVER (MPPT) 80	80
4.2.4	Rekapitulasi dan Kesimpulan Pengujian Sensor.....	85
4.3	Pengujian Integrasi Sistem Kontrol dan Monitoring pada Platform IoT.....	88
4.3.1	Deskripsi Pengujian	88
4.3.2	Prosedur Pengujian.....	88
4.3.3	Data Hasil Pengujian.....	89
4.3.4	Analisis dan Evaluasi	91
4.4	Pengujian Kinerja Sistem dalam Meningkatkan Efisiensi.....	93
4.4.1	Deskripsi Pengujian	93
4.4.2	Prosedur Pengolahan Data	94



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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.4.3	Data Hasil Pengujian.....	95
4.4.4	Analisis dan Evaluasi	96
BAB V PENUTUP		99
5.1	Kesimpulan.....	99
5.2	Saran.....	100
DAFTAR PUSTAKA		102
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....		105
LAMPIRAN.....		106



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 GAMBAR

Gambar 2.1 ESP 32-S3	10
Gambar 2.2 Sensor BH1750	11
Gambar 2.3 Sensor INA 219	12
Gambar 2.4 MPPT Epever Tracer 2210 AN	14
Gambar 2.5 Baterai Lifepo4	15
Gambar 3.1 Diagram Blok	25
Gambar 3.2 Diagram Alir Sistem Manual	26
Gambar 3.3 Diagram Alir Sistem Auto	27
Gambar 3.4 Diagram Alir IoT	28
Gambar 3.5 Desain Perancangan Alat	29
Gambar 3.6 Layout Panel Kontrol	30
Gambar 3.7 Desain Pintu Panel	31
Gambar 3.8 Desain Sistem	32
Gambar 3.9 Wiring Power	34
Gambar 3.10 Wiring Kontrol	35
Gambar 3.11 Realisasi Sistem	36
Gambar 3.12 Konfigurasi Port Komunikasi SCC pada Software EPEVER Solar Station Monitor	41
Gambar 3.13 Konfigurasi Jenis dan Kapasitas Baterai pada Software SCC	41
Gambar 3.14 Konfigurasi Parameter Charging dan Proteksi Baterai pada Software SCC	42
Gambar 3.15 Tampilan Monitoring Real-Time pada Software SCC Setelah Konfigurasi	43
Gambar 3.16 Halaman connection string (Shared Pooler) pada Supabase	70
Gambar 3.17 Konfigurasi data source PostgreSQL pada Grafana yang terhubung ke database Supabase	70
Gambar 3.18 Arsitektur integrasi sistem kontrol dan monitoring dalam satu platform IoT	72
Gambar 4.1 Grafik perbandingan lux meter dan sensor BH1750, serta persentase error tiap percobaan	79
Gambar 4.2 Grafik perbandingan tegangan, arus, dan daya sensor INA219 terhadap multimeter pada beban lampu	82
Gambar 4.3 Grafik perbandingan tegangan, arus, dan daya monitoring EPEVER terhadap multimeter pada baterai	83
Gambar 4.4 Grafik perbandingan tegangan, arus, dan daya monitoring EPEVER terhadap multimeter pada panel surya (PV)	85
Gambar 4.5 Grafik rata-rata persentase error parameter listrik pada tiga titik pengujian (INA219 dan MPPT)	87
Gambar 4.6 Perbandingan Energi Charging dan Energi Load Lampu	95



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

Table 3.1 Spesifikasi Komponen	23
Table 3.2 I/O Mapping	37
Table 3.3 Konfigurasi Data source Supabase ke Grafana.....	68
Table 4.1 Data Pengujian Sensor BH1750 Untuk Trigger Relay	75
Table 4.2 Data hasil pengukuran sensor BH1750 dan lux meter (2 Juli 2026)	78
Table 4.3 Data hasil pengukuran sensor INA219 dan multimeter pada beban lampu (7 Agustus 2026)	81
Table 4.4 Data hasil pengukuran monitoring internal EPEVER dan multimeter pada baterai (7 Agustus 2026).....	83
Table 4.5 Data hasil pengukuran monitoring internal EPEVER dan multimeter pada panel surya (PV)	84
Table 4.6 Rekapitulasi rata-rata error dan kategori akurasi seluruh sensor pada sistem monitoring PJUTS	86
Table 4.7 Hasil Pengujian Waktu Respon Kontrol ON/OFF Lampu pada Sistem PJUTS	89
Table 4.8 Hasil Pengujian Pengiriman Data Monitoring dari ESP32 ke Supabase	89
Table 4.9 Rekapitulasi Rata-rata Parameter Sensor Selama Pengujian Monitoring (n = 10).....	90
Table 4.10 Rekapitulasi Perbandingan Energi Charging PV dan Energi Load Lampu	95

**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 LAMPIRAN

Lampiran 1 tampilan Dashboard Grafana Sensor dan PV	106
Lampiran 2 Dashboard Monitotring Load dan logger	106
Lampiran 3 Foto PJUTS	107
Lampiran 4 Dashboard Supabase.....	107
Lampiran 5 Pengujian Arus Beban	108
Lampiran 6 Pengujian Tegangn Beban.....	108
Lampiran 7 Pengujian Arus Penggunaan Baterai	109
Lampiran 8 pengujian tegangan baterai	109





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

Penerangan Jalan Umum (PJU) merupakan salah satu infrastruktur penting yang berperan dalam meningkatkan keamanan, keselamatan, dan kenyamanan masyarakat, terutama pada malam hari. Namun, dalam implementasinya masih banyak sistem PJU yang bekerja secara konvensional tanpa sistem kontrol yang adaptif dan tanpa monitoring yang memadai. Kondisi ini menyebabkan penggunaan energi yang tidak efisien, kesulitan dalam pemeliharaan, serta kurang optimalnya pengelolaan, khususnya pada sistem PJU berbasis tenaga surya yang sangat bergantung pada kondisi energi yang tersedia.

Penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem PJU berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu melakukan kontrol otomatis dan meningkatkan efisiensi energi melalui penggunaan sensor serta sistem komunikasi data (Kumar Srivastava, 2023). Sistem tersebut mampu menyesuaikan pencahayaan secara otomatis dan mengurangi konsumsi energi dibandingkan sistem konvensional.

Selain itu, beberapa penelitian juga mengembangkan sistem monitoring berbasis IoT yang memungkinkan pemantauan kondisi lampu dan konsumsi energi secara real-time melalui jaringan internet (Ilham et al., 2025). Sistem ini memberikan kemudahan dalam pengelolaan dan pemeliharaan PJU karena data dapat diakses dari jarak jauh.

Penelitian lain menunjukkan bahwa penerapan energi terbarukan seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada sistem PJU dapat meningkatkan efisiensi energi serta mengurangi ketergantungan terhadap sumber listrik konvensional (Dhivya G et al., 2025). Namun, sistem yang dikembangkan masih memiliki keterbatasan dalam hal monitoring kondisi baterai dan aliran energi secara real-time.

Di sisi lain, pengembangan sistem smart street lighting juga menunjukkan bahwa efisiensi energi dapat ditingkatkan melalui sistem yang mampu mengatur pencahayaan secara adaptif dan berbasis data (Yaichi et al., 2024). Namun, sistem



© 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 mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

tersebut masih berfokus pada efisiensi pencahayaan tanpa integrasi monitoring energi secara menyeluruh.

Selain itu, penelitian lain menunjukkan bahwa sistem penerangan jalan berbasis IoT dengan pendekatan pengendalian terpusat mampu meningkatkan efisiensi penggunaan energi serta mempermudah pengelolaan sistem melalui jaringan komunikasi data. Sistem ini memungkinkan setiap titik lampu saling terhubung dan dikendalikan melalui server pusat. Namun, sistem yang dikembangkan masih memiliki keterbatasan pada aspek pemantauan parameter energi secara detail, seperti arus dan tegangan baterai (U & Maria Chirstina Blessy, 2022).

Penelitian mengenai pengembangan smart lighting pada bangunan juga menunjukkan bahwa penggunaan sistem berbasis IoT dengan kontrol intensitas pencahayaan dapat mengoptimalkan konsumsi energi secara signifikan melalui pendekatan berbasis data. Sistem ini mampu menyesuaikan pencahayaan berdasarkan kebutuhan pengguna dan kondisi lingkungan. Akan tetapi, penelitian tersebut lebih berfokus pada optimasi pencahayaan di dalam ruangan dan belum mengintegrasikan sistem dengan sumber energi terbarukan seperti tenaga surya (Obioma et al., 2025).

Selain itu, studi lain dalam bidang smart city menunjukkan bahwa pengembangan sistem penerangan jalan berbasis IoT tidak hanya berfokus pada efisiensi energi, tetapi juga pada peningkatan keandalan sistem melalui integrasi berbagai teknologi seperti sensor, komunikasi nirkabel, dan sistem monitoring berbasis cloud. Meskipun demikian, masih terdapat keterbatasan dalam integrasi sistem secara menyeluruh, terutama dalam menggabungkan kontrol otomatis, monitoring energi, dan penggunaan energi terbarukan dalam satu sistem yang terintegrasi (Omar et al., 2022).

Berdasarkan kajian tersebut, dapat diketahui bahwa sebagian besar penelitian masih memisahkan antara sistem kontrol otomatis dan sistem monitoring, serta belum banyak yang mengintegrasikan monitoring parameter energi seperti tegangan, arus, dan daya baterai pada sistem PJU tenaga surya secara real-time (Jabbar et al., 2025). Oleh karena itu, inovasi yang diusulkan dalam penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol otomatis dan

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 mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

monitoring PJU tenaga surya berbasis IoT yang mampu mengintegrasikan kedua fungsi tersebut dalam satu sistem yang terpusat. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi energi, keandalan sistem, serta kemudahan dalam pengelolaan dan pemeliharaan PJU.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada skripsi ini adalah:

1. Bagaimana merancang sistem kontrol otomatis pada PJU tenaga surya berbasis IoT?
2. Bagaimana tingkat akurasi pembacaan sensor intensitas cahaya (lux), sensor tegangan dan pengukuran MPPT pada sistem monitoring?
3. Bagaimana mengintegrasikan sistem kontrol dan monitoring dalam satu platform IoT?
4. Bagaimana kinerja sistem monitoring PJUTS dalam meningkatkan efisiensi?

1.3 Tujuan

Tujuan dari skripsi ini adalah:

1. Merancang sistem kontrol otomatis pada PJU tenaga surya berbasis IoT.
2. Mengembangkan sistem monitoring parameter energi secara real-time.
3. Mengintegrasikan sistem kontrol dan monitoring dalam satu sistem IoT.
4. Menganalisis kinerja sistem dalam meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem.

1.4 Luaran

Luaran dari skripsi ini adalah:

1. Prototype sistem PJU tenaga surya berbasis IoT dengan kontrol otomatis dan monitoring energi.
2. Sistem monitoring berbasis web atau dashboard untuk memantau kondisi sistem secara real-time.
3. Data hasil pengujian kinerja sistem yang menunjukkan peningkatan efisiensi energi.
4. Laporan skripsi dan artikel ilmiah yang dapat dipublikasikan.

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

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, pengujian, dan analisis sistem Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS) berbasis Internet of Things (IoT), diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem kontrol otomatis pada PJU tenaga surya berbasis IoT telah berhasil dirancang dan direalisasikan menggunakan ESP32 sebagai pusat kendali, sensor BH1750 sebagai pendeteksi intensitas cahaya, relay sebagai aktuator lampu, panel surya sebagai sumber energi, SCC/MPPT sebagai pengatur pengisian baterai, baterai LiFePO₄ sebagai media penyimpanan energi, serta lampu LED DC sebagai beban penerangan. Sistem mampu bekerja pada mode otomatis, manual, dan remote. Pada mode otomatis, lampu menyala ketika intensitas cahaya berada di bawah ambang batas yang ditentukan dan padam ketika intensitas cahaya kembali meningkat, sehingga sistem dapat menyesuaikan operasi lampu berdasarkan kondisi lingkungan.
2. Tingkat akurasi sistem monitoring secara umum menunjukkan hasil yang layak digunakan sebagai dasar pengambilan data. Sensor BH1750 menghasilkan error rata-rata sebesar 9,94% dan masih dapat digunakan untuk kendali otomatis, meskipun perlu pengujian tambahan pada rentang intensitas cahaya transisi. Sensor INA219 pada sisi beban lampu menghasilkan error rata-rata tegangan sebesar 0,139%, arus sebesar 2,472%, dan daya sebesar 2,538%. Sementara itu, data monitoring internal SCC EPEVER pada sisi baterai menghasilkan error rata-rata tegangan sebesar 0,287%, arus sebesar 1,384%, dan daya sebesar 1,443%. Pada sisi panel surya, error rata-rata tegangan sebesar 0,492%, arus sebesar 4,050%, dan daya sebesar 3,933%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa parameter monitoring tegangan, arus, dan daya berada pada kategori sangat baik hingga baik, sehingga dapat digunakan untuk pemantauan sistem PJUTS.

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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Integrasi sistem kontrol dan monitoring dalam satu platform IoT telah berjalan dengan baik. Data hasil pembacaan sensor dan parameter kelistrikan dikirim oleh ESP32 menuju database Supabase, kemudian divisualisasikan melalui dashboard Grafana. Pengujian integrasi menunjukkan keberhasilan kontrol relay lampu sebesar 100% dengan rata-rata waktu tanggap perintah ON sebesar 3,65 detik dan OFF sebesar 2,70 detik. Selain itu, pengiriman data monitoring ke Supabase juga berhasil 100% dengan rata-rata delay upload sebesar 974,5 ms. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan monitoring dan pengendalian secara real-time dengan respons yang masih sesuai untuk aplikasi penerangan jalan.
4. Kinerja sistem monitoring PJUTS dalam meningkatkan efisiensi ditunjukkan melalui perbandingan antara energi charging dari panel surya ke baterai dan energi load yang digunakan oleh lampu. Selama tiga hari pengujian pada tanggal 10-12 Juli 2026, rata-rata energi charging sebesar 442,75 Wh per hari, sedangkan rata-rata energi load lampu sebesar 356,19 Wh per hari, sehingga terdapat surplus energi rata-rata sebesar 86,56 Wh per hari. Rasio total energi charging terhadap energi load mencapai 124,31%, yang menunjukkan bahwa energi hasil pengisian panel surya sekitar 24% lebih besar dibandingkan kebutuhan energi beban lampu. Dari sisi waktu operasi, lampu menyala rata-rata selama 11,87 jam per hari, hampir menyamai durasi operasi PJU konvensional yang menyala sepanjang malam (± 12 jam per malam), yang menunjukkan bahwa ambang batas intensitas cahaya pada kendali otomatis telah bekerja sesuai dengan kebutuhan penerangan aktual di lokasi pengujian. Dengan demikian, sistem PJUTS berbasis IoT yang dikembangkan mampu mendukung efisiensi energi dan kemandirian suplai daya pada penerangan jalan umum tenaga surya.

5.2 Saran

1. Pengujian sensor BH1750 sebaiknya ditambah pada rentang intensitas cahaya sekitar 40-60 lux, karena rentang tersebut berada dekat dengan ambang batas logika kendali otomatis lampu. Pengujian tambahan dan kalibrasi ulang diperlukan agar keputusan ON/OFF lampu pada kondisi transisi sore dan pagi

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 mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

hari menjadi lebih akurat.

2. Pengujian monitoring energi sebaiknya dilakukan dalam periode yang lebih panjang, misalnya satu sampai dua minggu, agar data yang diperoleh dapat mewakili variasi cuaca, intensitas matahari, kondisi baterai, dan pola operasi lampu secara lebih menyeluruh. Selain itu, sistem perlu dilengkapi penyimpanan lokal sementara agar data tetap tersimpan ketika koneksi internet atau database mengalami gangguan.
3. Pengujian integrasi perlu dilengkapi dengan skenario mode manual, mode remote, serta kondisi gangguan jaringan seperti Wi-Fi terputus dan tersambung kembali. Hal ini diperlukan agar seluruh mode operasi sistem yang telah dirancang dapat tervalidasi secara menyeluruh.
4. Meskipun hasil pengujian menunjukkan durasi nyala lampu rata-rata telah mencapai 11,87 jam per hari atau hampir menyamai durasi operasi PJU konvensional (± 12 jam per malam), kapasitas panel surya dan baterai tetap perlu dievaluasi secara berkala, terutama untuk mengantisipasi kondisi cuaca mendung atau musim hujan yang dapat menurunkan energi charging harian. Evaluasi ulang terhadap kapasitas panel, kapasitas baterai, posisi kemiringan panel, dan strategi operasi lampu tetap direkomendasikan agar surplus energi rata-rata sebesar 86,56 Wh per hari yang diperoleh pada pengujian ini dapat dipertahankan pada berbagai kondisi cuaca sepanjang tahun.
5. Dashboard monitoring sebaiknya dikembangkan dengan fitur peringatan otomatis, seperti notifikasi SOC rendah, tegangan baterai rendah, kegagalan charging, dan data tidak terekam. Fitur tersebut akan memudahkan proses pemeliharaan sistem PJUTS serta meningkatkan keandalan pemantauan jarak jauh.

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 mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Dhivya G, Arun K, Bharath raj S, Ajeesh S, & Prithiviraj D. (2025). Smart IOT-Based Street Light System for Sustainable Cities. *International Research Journal on Advanced Engineering Hub (IRJAEH)*, 3(12), 4542–4546. <https://doi.org/10.47392/irjaeh.2025.0667>
- Elradi, M. D. (2025). Prometheus & Grafana: A Metrics-focused Monitoring Stack. *Journal of Computer Allied Intelligence*, 3(3), 28–39. <https://doi.org/10.69996/jcai.2025015>
- Gabbar, H. A., Othman, A. M., & Abdussami, M. R. (2021). Review of Battery Management Systems (BMS) Development and Industrial Standards. In *Technologies* (Vol. 9, Number 2). MDPI. <https://doi.org/10.3390/technologies9020028>
- Hercog, D., Lerher, T., Truntič, M., & Težak, O. (2023). Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices. *Sensors*, 23(15). <https://doi.org/10.3390/s23156739>
- Hidayat, R. T., Nugroho, I. A., Saputra, D. M. W., Marzuki, M. I., & Prayogi, S. (2024). Pengembangan Sistem Penerangan Jalan Pintar Berbasis IoT dengan Arduino dan NodeMCU. *Jurnal Algoritma*, 21(2), 124–131. <https://doi.org/10.33364/algoritma/v.21-2.1850>
- Ilham, D. N., Candra, R. A., Budiansyah, A., & Zulfan, Z. (2025). Prototype Design and Development of an IoT-Enabled Monitoring and Control System for Public Street Lighting. *PERFECT: Journal of Smart Algorithms*, 2(1), 16–22. <https://doi.org/10.62671/perfect.v2i1.53>
- Jabbar, W. A., Keat, T. K., Dael, F. A., Hong, L. C., Yussof, Y. F. M., & Nasir, A. (2025a). Optimising urban lighting efficiency with IoT and LoRaWAN integration in smart street lighting systems. *Discover Internet of Things*, 5(1). <https://doi.org/10.1007/s43926-025-00163-z>
- Jabbar, W. A., Keat, T. K., Dael, F. A., Hong, L. C., Yussof, Y. F. M., & Nasir, A. (2025b). Optimising urban lighting efficiency with IoT and LoRaWAN integration in smart street lighting systems. *Discover Internet of Things*, 5(1). <https://doi.org/10.1007/s43926-025-00163-z>
- Jani, Y. (2024). Unified Monitoring for Microservices: Implementing Prometheus and Grafana for Scalable Solutions. *Journal of Artificial Intelligence, Machine Learning and Data Science*, 2(1), 848–852. <https://doi.org/10.51219/jaimld/yash-jani/206>
- Katche, M. L., Makokha, A. B., Zachary, S. O., & Adaramola, M. S. (2023). A Comprehensive Review of Maximum Power Point Tracking (MPPT)



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 mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Techniques Used in Solar PV Systems. In *Energies* (Vol. 16, Number 5). MDPI. <https://doi.org/10.3390/en16052206>

Khuriati, A. (2022). *SISTEM PEMANTAU INTENSITAS CAHAYA AMBIEN DENGAN SENSOR BH1750 BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO NANO* (Vol. 25, Number 13).

Kumar Srivastava, V. (2023a). Sahil Godara An IoT-Based Smart Street Lighting System to Lower Energy Consumption. In *J. Electrical Systems*.

Kumar Srivastava, V. (2023b). Sahil Godara An IoT-Based Smart Street Lighting System to Lower Energy Consumption. In *J. Electrical Systems*.

Mazumdar, D., Sain, C., Biswas, P. K., Sanjeevikumar, P., & Khan, B. (2024). Overview of Solar Photovoltaic MPPT Methods: A State of the Art on Conventional and Artificial Intelligence Control Techniques. In *International Transactions on Electrical Energy Systems* (Vol. 2024). Hindawi Limited. <https://doi.org/10.1155/2024/8363342>

Movassagh, K., Raihan, A., Balasingam, B., & Pattipati, K. (2021). A critical look at coulomb counting approach for state of charge estimation in batteries. *Energies*, 14(14). <https://doi.org/10.3390/en14144074>

Nadhiroh, N., Ahmad, I., Faisal Majid, M., Studi Teknik Otomasi Listrik Industri, P., Elektro, J., Negeri Jakarta, P., & GA Siwabessy, J. D. (n.d.). *Implementasi Sistem Kendali Reflektor Otomatis Berbasis Internet of Things pada PLTS Implementation of an Internet of Things-Based Automatic Reflector Control System in Solar Power Plants*.

Neto, E. C. P., Dadkhah, S., Ferreira, R., Zohourian, A., Lu, R., & Ghorbani, A. A. (2023). CICIOT2023: A Real-Time Dataset and Benchmark for Large-Scale Attacks in IoT Environment. *Sensors*, 23(13). <https://doi.org/10.3390/s23135941>

Obioma, P., Agbodike, O., Chen, J., & Wang, L. (2025a). *ISLS: IoT-Based Smart Lighting System for Improving Energy Conservation in Office Buildings*. <http://arxiv.org/abs/2503.13474>

Obioma, P., Agbodike, O., Chen, J., & Wang, L. (2025b). *ISLS: IoT-Based Smart Lighting System for Improving Energy Conservation in Office Buildings*. <http://arxiv.org/abs/2503.13474>

Omar, A., Almaeeni, S., Attia, H., Takruri, M., Altunaiji, A., Sanduleanu, M., Shubair, R., Ashhab, M. S., Al Ali, M., & Al Hebsi, G. (2022). Smart City: Recent Advances in Intelligent Street Lighting Systems Based on IoT. In *Journal of Sensors* (Vol. 2022). Hindawi Limited. <https://doi.org/10.1155/2022/5249187>



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

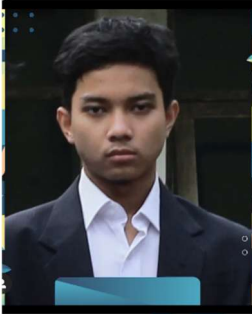
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Qomaruddin, M., Ansori, A., & Yunitasari, B. (2018). *Eksternal Kotak Masuk Artikel revisi Environmentally Friendly Power Generation Technology With Solar PV-Biogass In Rural Areas Of Eastern Java*.
- Rudini, E. P. I. U. (2021). *Analisis _Pencahayaann _Penerangan _Jalan _Um*.
- Saputra, T., & Surapati, U. (2024). Analysis of the Effectiveness of IoT-Based Automatic Street Lighting Control Using Linear Regression Method. *International Journal Software Engineering and Computer Science (IJSECS)*, 4(2), 690–701. <https://doi.org/10.35870/ijsecs.v4i2.2878>
- Setiawan, B. J., Pauzi, G. A., Riyanto, A., & Surtono, A. (2023). Design and Build Voltage and Current Monitoring Parameters Device of Rechargeable Batteries in Real-Time Using the INA219 GY-219 Sensor. In *Journal of Energy, Material, and Instrumentation Technology* (Vol. 4, Number 2). <https://jemit.fmipa.unila.ac.id/>
- Sheeba, M., Sneha, G., Thanmai, K., & Durai, A. (2026). EventVerse: A Smart Web-Based Event Planning and Vendor Recommendation System Using Supabase and React. *International Journal of Computer Techniques-IJCT*, 13. <https://ijctjournal.org/>
- Siti Nurashiken Md Sabudin1*, N. M. J. and S. K. bin M. (2020). Mathematical Modelling for Predicting the Performance of Photovoltaic Module. *ASM Science Journal*. [https://doi.org/10.32802/asmscj.2020.sm26\(4.2\)](https://doi.org/10.32802/asmscj.2020.sm26(4.2))
- Tang, R., Dong, J., Wang, C., Yin, A., Lu, Y., Li, N., Shen, W., Zhang, J., Yan, K., Zhao, G., Li, B., Wang, X., Xu, Y., Wu, F., Su, Y., & Chen, L. (2025). A Comprehensive Review of the Research Progress on the Low-Temperature Performance of LiFePO4 Batteries. In *Carbon Neutralization* (Vol. 4, Number 2). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1002/cnl2.70001>
- Tosin, T. (2021). Perancangan dan Implementasi Komunikasi RS-485 Menggunakan Protokol Modbus RTU dan Modbus TCP Pada Sistem Pick-By-Light. *Komputika : Jurnal Sistem Komputer*, 10(1), 85–91. <https://doi.org/10.34010/komputika.v10i1.3557>
- U, P. S., & Maria Chirstina Blessy, A. (2022). *IoT Based Smart Street Lighting System*. www.ijert.org
- Vader, R. (2011). *Energy Unlimited*. <http://www.victronenergy.com/>
- Yaichi, M., Bouchiba, B., & Rebhi, M. (2024). IOT-BASED SMART STREET LIGHTING SYSTEM AND ENHANCED ENERGY SAVING USING ESP-NOW PROTOCOL. *Light and Engineering*, 32(6), 76–84. <https://doi.org/10.33383/2024-044>

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



Fachri Akbar Ilham

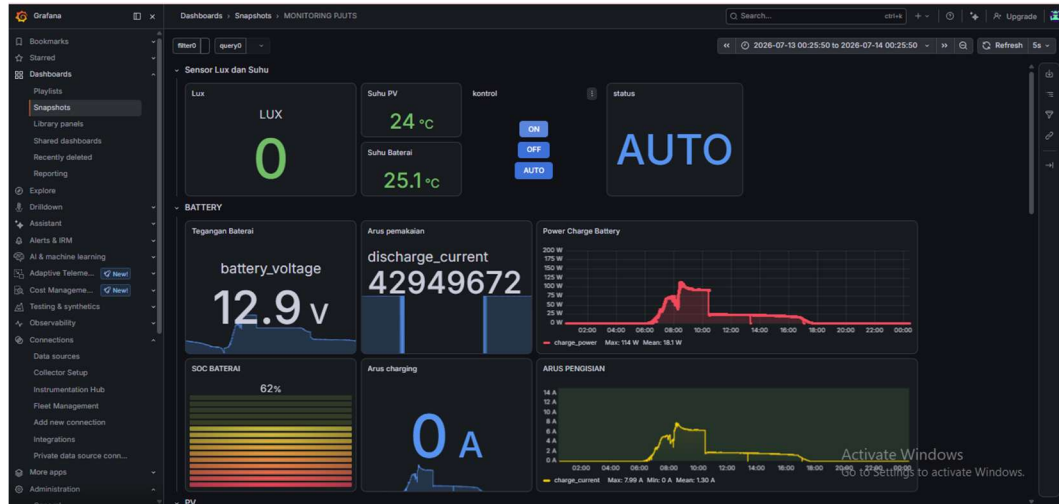
Lulus dari SDN Cipayung 03 tahun 2015, SMP Negeri 9 Depok tahun 2018, dan SMK Negeri 2 Depok tahun 2021. Sampai saat skripsi ini dibuat, penulis merupakan mahasiswa aktif di Program Studi Teknik Otomasi Listrik Industri, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta.



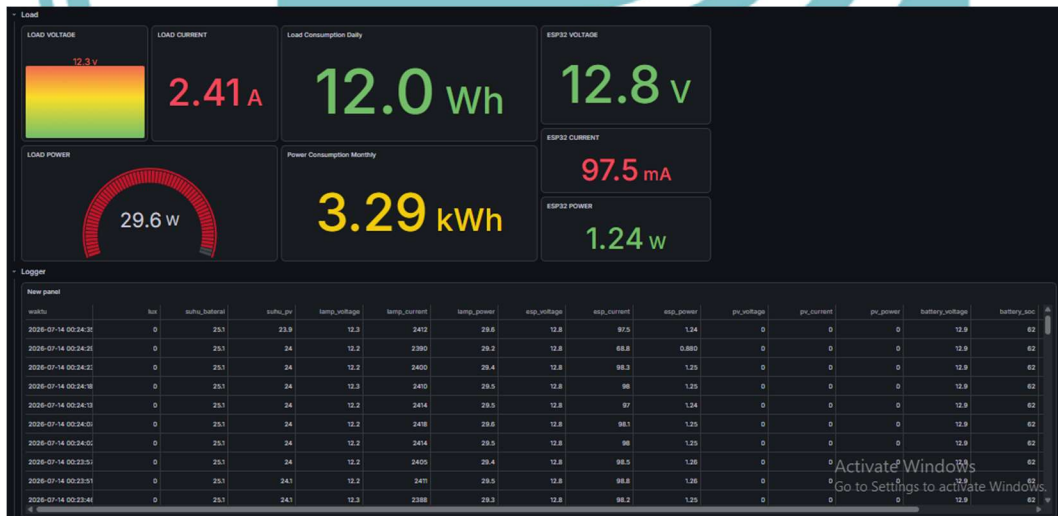
Hak Cipta :

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN



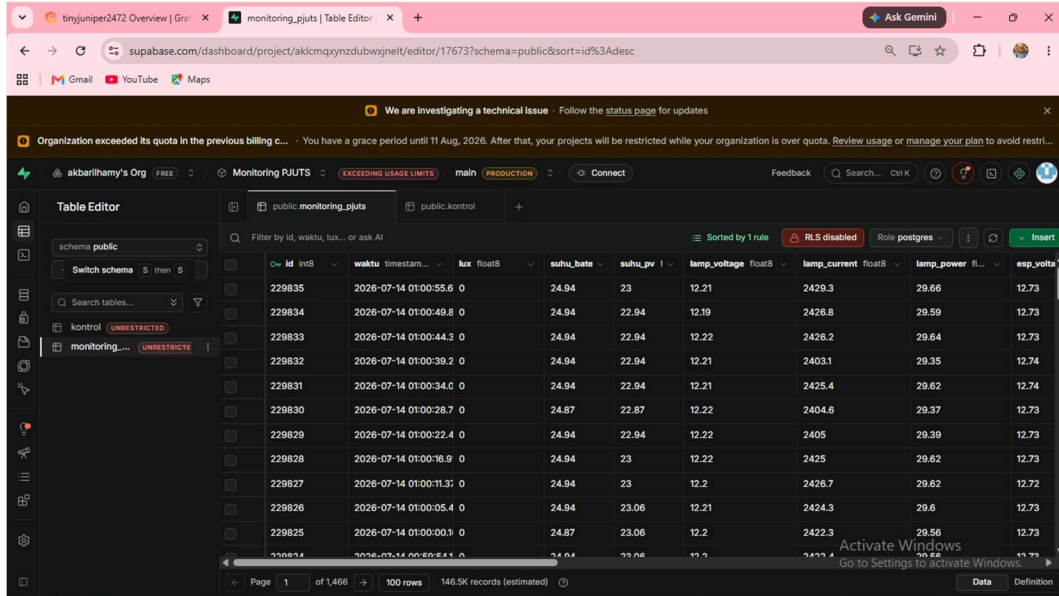
Lampiran 1 tampilan Dashboard Grafana Sensor dan PV



Lampiran 2 Dashboard Monitotring Load dan logger

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



id	lux	suhu_bata	suhu_pv	lamp_voltage	lamp_current	lamp_power	esp_voltage
229835	0	24.94	23	12.21	2429.3	29.68	12.73
229834	0	24.94	22.94	12.19	2426.8	29.59	12.73
229833	0	24.94	22.94	12.22	2426.2	29.64	12.73
229832	0	24.94	22.94	12.21	2403.1	29.35	12.74
229831	0	24.94	22.94	12.21	2425.4	29.62	12.74
229830	0	24.87	22.87	12.22	2404.6	29.37	12.73
229829	0	24.94	22.94	12.22	2405	29.39	12.73
229828	0	24.94	23	12.22	2425	29.62	12.73
229827	0	24.94	23	12.2	2426.7	29.62	12.72
229826	0	24.94	23.06	12.21	2424.3	29.6	12.73
229825	0	24.87	23.06	12.2	2422.3	29.58	12.73

Lampiran 4 Dashboard Supabase



Lampiran 3 Foto PJUTS

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 5 Pengujian Arus Beban



Lampiran 6 Pengujian Tegangn Beban

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 7 Pengujian Arus Penggunaan Baterai



Lampiran 8 pengujian tegangan baterai