



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 MONITORING BERBASIS ESP 32
DENGAN INTEGRASI *DATABASE FIREBASE*
SECARA *REAL – TIME***

TUGAS AKHIR

**Raden Muhammad Fadel Rasyad Irvan
(2303311094)**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI 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



**PERANCANGAN SISTEM MONITORING BERBASIS ESP 32
DENGAN INTEGRASI *DATABASE FIREBASE*
SECARA *REAL - TIME***

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Diploma Tiga

**Raden Muhammad Fadel Rasyad Irvan
(2303311094)**

**PROGRAM STUDI 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 : Raden Muhammad Fadel Rasyad Irvan

NIM : 2303311094

Tanda Tangan :

Tanggal : 20 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 mengemukakan 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 : Raden Muhammad Fadel Rasyad Irvan
NIM : 2303311094
Program Studi : Teknik Listrik
Judul Tugas Akhir : Perancangan Sistem Monitoring Berbasis ESP32 Dengan Integrasi *Database Firebase Secara Real – Time*.

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

Pembimbing I : Hatib Setiana, S.T., M.T.
NIP. 199204212022031007

Pembimbing II : Arum Kusuma Wardhany, S.T., M.T.

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 Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Diploma Tiga

Tugas akhir penulis berisi tentang Perancangan Sistem Monitoring Berbasis ESP 32 dengan Integrasi *Database Firebase* secara *Real – Time*.

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 Hatib Setiana, S.T.,M.T. dan Ibu Arum Kusuma Wardhany, 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. Bagas Dellis Pratama dan Nayla Assyarifah Safrudin selaku teman kelompok Tugas Akhir yang telah berkomitmen dalam pembuatan Tugas Akhir ini; dan
4. Calista Shafa Hana yang tanpa hentinya memberikan support kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

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, 15 Juni 2026

Raden Muhammad Fadel Rasyad Irvan



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

Perancangan Sistem Monitoring Berbasis ESP 32 dengan Integrasi *Database Firebase* secara *Real – Time*.

Abstrak

Penelitian ini membahas perancangan dan implementasi sistem monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off-Grid berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan Firebase Realtime Database secara real-time. Sistem terdiri dari panel surya 120 Wp, Solar Charge Controller (SCC), baterai lithium 12 V 42 Ah, dan inverter 100 W sebagai infrastruktur PLTS, serta sensor PZEM-017 untuk pemantauan parameter listrik arus searah (DC) dan sensor PZEM-004T untuk parameter arus bolak-balik (AC). Komunikasi antara sensor dan mikrokontroler ESP32 dilakukan melalui protokol Modbus RTU menggunakan antarmuka RS-485 untuk PZEM-017, dan UART TTL untuk PZEM-004T. Data hasil pengukuran dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi ke Firebase Realtime Database dan divisualisasikan secara real-time melalui dashboard berbasis web serta tercatat otomatis pada spreadsheet daring. Pengujian dilakukan pada dua sudut panel surya, yaitu 0° dan 25°, dengan variasi beban lampu LED dan kipas angin. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem monitoring memiliki akurasi tinggi: pada sisi DC, akurasi tegangan mencapai 99,7% (sudut 0°) dan 98,8% (sudut 25°), serta akurasi arus sebesar 98,1% (sudut 0°) dan 97% (sudut 25°). Pada sisi AC, sensor PZEM-004T mencapai akurasi arus 100% pada kedua kondisi sudut, dan akurasi tegangan sebesar 99,7% (sudut 0°) serta 99,2% (sudut 25°). Sistem ini terbukti andal sebagai solusi pemantauan PLTS Off-Grid skala kecil yang efisien, akurat, dan dapat diakses secara jarak jauh.

Kata Kunci: PLTS Off-Grid, ESP32, Firebase Realtime Database, IoT, PZEM-017, PZEM-004T, Sistem Monitoring, Modbus RTU, Real-Time

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

Design of an ESP32-Based Monitoring System with Real-Time Firebase Database Integration
Abstract

This study presents the design and implementation of an Off-Grid Photovoltaic Power System (PVPS) monitoring system based on the Internet of Things (IoT) using the ESP32 microcontroller integrated with Firebase Realtime Database. The system consists of a 120 Wp solar panel, a Solar Charge Controller (SCC), a 12 V 42 Ah lithium battery, and a 100 W inverter as the PVPS infrastructure, along with a PZEM-017 sensor for direct current (DC) electrical parameter monitoring and a PZEM-004T sensor for alternating current (AC) parameters. Communication between the sensors and the ESP32 microcontroller is established via the Modbus RTU protocol using an RS-485 interface for the PZEM-017, and UART TTL for the PZEM-004T. Measurement data is transmitted over a Wi-Fi network to the Firebase Realtime Database and visualized in real-time through a web-based dashboard, with automatic recording to an online spreadsheet. Testing was conducted at two solar panel tilt angles—0° and 25°—with varied loads comprising LED lamps and an electric fan. The results demonstrate that the monitoring system achieves high accuracy: on the DC side, voltage accuracy reaches 99.7% (0° angle) and 98.8% (25° angle), while current accuracy is 98.1% (0°) and 97% (25°). On the AC side, the PZEM-004T sensor achieves 100% current measurement accuracy at both tilt angles, with voltage accuracy of 99.7% (0°) and 99.2% (25°). This system is proven to be a reliable, accurate, and remotely accessible monitoring solution for small-scale Off-Grid photovoltaic power systems.

Keywords: *Off-Grid PVPS, ESP32, Firebase Realtime Database, IoT, PZEM-017, PZEM-004T, Monitoring System, Modbus RTU, Real-Time*

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
<i>Abstrak</i>	v
<i>Abstract</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Luaran	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terkait	4
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	5
2.3 Internet Of Things (IoT)	8
2.4 Sistem Monitoring	9
2.5 Firebase	14
2.6 Arduino IDE	15
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI ALAT	17
3.1 Rancangan Alat	17
3.2 Realisasi Alat	27
3.2.1 Realisasi Sistem Monitoring Perangkat Keras	27
3.2.2 Implementasi Perangkat Lunak	30
3.2.3 Pembuatan User Interface	33



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 IV PEMBAHASAN.....	36
4.1 Pengujian Aksesibilitas	36
4.1.1 Deskripsi Pengujian	36
4.1.2 Prosedur Pengujian	36
4.1.3 Data Hasil Pengujian Aksesibilitas	37
4.1.4 Analisa / Evaluasi Pengujian Aksesibilitas	39
4.2 Perbandingan Parameter Tegangan dan Arus DC pada PLTS dengan Alat Ukur	39
4.2.1 Deskripsi Pengujian	39
4.2.2 Prosedur Pengujian	40
4.2.3 Data Pengujian	41
4.2.4 Analisis Data / Evaluasi.....	43
4.3 Perbandingan Parameter Tegangan, dan Arus AC pada Alat Ukur serta Monitoring	44
4.3.1 Deskripsi Pengujian	44
4.3.2 Prosedur Pengujian	45
4.3.3 Data Hasil Pengujian.....	45
4.3.4 Analisis Data / Evaluasi.....	48
BAB V PENUTUP	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	51
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	53
.....	54
.....	54
.....	54
.....	54
.....	54
.....	54
LAMPIRAN	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 GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem PLTS Off-Grid	6
Gambar 2. 2 Sistem PLTS On-Grid	6
Gambar 2. 3 Skema IoT	8
Gambar 2. 4 sensor pzem-017.....	10
Gambar 2. 5 sensor pzem-004t.....	10
Gambar 2. 6 ESP-WROOM-32 Dekt V1	12
Gambar 2. 7 UART to TTL Modbus Max485 Converter.....	12
Gambar 2. 8 Shunt Resistor	13
Gambar 2. 9 Platform Firebase	14
Gambar 2. 10 Tampilan Arduino-IDE.....	16
Gambar 3. 1 Desain sistem PLTS Off – Grid untuk suplai beban bervariasi.....	17
Gambar 3. 2 Cara kerja alat.....	19
Gambar 3. 3 Diagram Blok	23
Gambar 3. 4 Single Line Diagram	25
Gambar 3. 5 Wiring Diagram IoT	26
Gambar 3. 6 Perakitan dan Pengetesan Sistem Monitoring	29
Gambar 3. 7 Konfigurasi Koneksi Internet.....	30
Gambar 3. 8 Konfigurasi Koneksi Input Sensor AC.....	31
Gambar 3. 9 Konfigurasi Input Sensor DC.....	32
Gambar 3. 10 Konfigurasi Perhitungan SOC.....	33
Gambar 3. 11 Potongan kode konfigurasi dan inisialisasi Firebase Web SDK pada antarmuka dashboard	34
Gambar 3. 12 Tampilan Dashboard Monitoring.....	36
Gambar 3. 13 Tampilan Dashboard Monitoring dan Grafik	37
Gambar 4. 1 Aksesibilitas Dashboard Monitoring.....	38
Gambar 4. 2 Pengujian Aksesibilitas Spreadsheet	38
Gambar 4. 3 Grafik Tegangan DC Sudut 0°	42
Gambar 4. 4 Grafik Tegangan DC Sudut 25°	42
Gambar 4. 5 Grafik Arus DC Sudut 0°	42
Gambar 4. 6 Grafik Arus DC Sudut 25°	43
Gambar 4. 7 Grafik Tegangan AC Sudut 0°.....	46
Gambar 4. 8 Grafik Tegangan AC Sudut 25°	47
Gambar 4. 9 Grafik Arus AC Sudut 0°.....	47
Gambar 4. 10 Grafik Arus AC Sudut 25°.....	47



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 2. 1 Macam – macam Sensor Monitoring	10
Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat.....	21
Tabel 3. 2 Koneksi Pin Parameter DC	27
Tabel 3. 3 Koneksi Pin Parameter AC.....	28
Tabel 4. 1 Alat yang digunakan.....	40
Tabel 4. 2 Pengujian Tegangan dan Arus DC PLTS Sudut 0°	41
Tabel 4. 3 Pengujian Tegangan dan Arus DC PLTS Sudut Kemiringan 25°	41
Tabel 4. 4 Alat yang digunakan.....	44
Tabel 4. 5 Data Pengujian Tegangan dan Arus AC Sudut 0°	45
Tabel 4. 6 Data Pengujian Tegangan dan Arus AC Sudut kemiringan 25°	46



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

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang pesat dalam beberapa dekade terakhir telah mendorong lahirnya paradigma baru dalam pengelolaan sistem berbasis jaringan, salah satunya adalah *Internet of Things* (IoT). Konsep IoT memungkinkan berbagai perangkat fisik untuk saling terhubung, berkomunikasi, dan bertukar data secara otomatis melalui jaringan internet tanpa memerlukan intervensi manusia secara langsung (Kharisma et al., 2024). Penerapan teknologi IoT telah merambah ke berbagai sektor, mulai dari industri, pertanian, kesehatan, hingga pengelolaan infrastruktur dan sistem kelistrikan.

Dalam konteks sistem monitoring berbasis IoT, mikrokontroler memegang peranan yang sangat krusial sebagai unit pemrosesan pusat yang menghubungkan perangkat keras dengan infrastruktur jaringan. ESP32 merupakan salah satu mikrokontroler yang paling banyak digunakan dalam pengembangan sistem IoT saat ini. Keunggulan ESP32 terletak pada arsitektur *dual-core*, dukungan komunikasi nirkabel Wi-Fi dan Bluetooth yang terintegrasi, serta kompatibilitas yang baik dengan berbagai layanan cloud, termasuk *Firebase* (Nizam, Yuana, & Wulansari, 2022). Karakteristik tersebut menjadikan ESP32 sebagai pilihan yang ideal untuk membangun sistem monitoring secara *real-time*.

Firebase Realtime Database merupakan layanan basis data berbasis cloud yang dikembangkan oleh Google dan dirancang khusus untuk mendukung sinkronisasi data secara langsung antara perangkat klien dan server. Data yang tersimpan dalam *Firebase* diperbarui dan disebarkan ke seluruh perangkat yang terhubung dalam hitungan milidetik, sehingga sangat sesuai untuk aplikasi yang membutuhkan respons waktu nyata (Pangestu et al., 2021). Integrasi *Firebase* dengan mikrokontroler ESP32 memungkinkan pembangunan sistem monitoring yang mampu memantau dan mengendalikan perangkat dari jarak jauh melalui antarmuka berbasis web maupun aplikasi *mobile*.



© 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

Pada penelitian terdahulu, berbagai implementasi sistem monitoring berbasis ESP32 dan *Firestore* telah menunjukkan hasil yang menjanjikan. Iswahyudi et al. (2025) berhasil merancang sistem monitoring kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) secara *real-time* menggunakan ESP32, di mana parameter kelistrikan dapat dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh melalui jaringan internet. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh tim monitoring energi listrik tiga fase di PEM Akamigas (2025) membuktikan bahwa sistem berbasis ESP32 dan *Firestore* mampu mencapai tingkat keberhasilan transmisi data sebesar 100% dengan latensi di bawah 2 detik, yang mengindikasikan keandalan sistem dalam kondisi operasional nyata.

Meskipun demikian, pengembangan sistem monitoring berbasis ESP32 dan *Firestore* masih menghadapi sejumlah tantangan teknis, di antaranya berkaitan dengan pengelolaan konektivitas jaringan, akurasi pembacaan sensor, serta skalabilitas arsitektur sistem. Oleh karena itu, diperlukan kajian yang lebih mendalam dan sistematis mengenai perancangan sistem monitoring yang mengintegrasikan ESP32 dengan *Firestore* secara optimal, sehingga menghasilkan sistem yang andal, efisien, dan dapat diterapkan secara luas dalam berbagai skenario aplikasi. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan merancang sistem monitoring berbasis ESP32 yang terintegrasi dengan *database Firestore* 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

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang sistem monitoring dengan ESP 32 yang dapat berkomunikasi dengan *Firestore Realtime Database* untuk memantau parameter listrik pada sistem PLTS *Off-Grid*?
2. Bagaimana mengintegrasikan sensor PZEM 017 dan PZEM 004T ke dalam *Firestore Realtime Database* agar data dapat dipantau dan dikendalikan melalui *dashboard* berbasis web secara langsung?
3. Bagaimana tingkat akurasi sistem monitoring yang dirancang ditinjau dari aspek akurasi pembacaan sensor, dan keandalan koneksi antara ESP 32 dan *Firestore*?

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Merancang dan merealisasikan sistem monitoring PLTS *Off-Grid* berbasis ESP32 yang terintegrasi dengan *Firestore Database* untuk pemantauan parameter kelistrikan secara *real-time* melalui *dashboard* berbasis web .
2. Mengimplementasikan integrasi sensor dengan ESP 32 dan *Firestore Realtime Database* sehingga dapat diakses dan dikendalikan melalui antarmuka berbasis web.
3. Menganalisis tingkat akurasi sistem monitoring yang dirancang berdasarkan parameter akurasi sensor dan keandalan koneksi jaringan

1.4 Luaran

Luaran yang diharapkan dari pelaksanaan tugas akhir ini adalah :

1. Prototipe sistem monitoring berbasis ESP 32 yang mampu mengirimkan dan menerima data secara *real-time* melalui *Firestore Realtime Database*.
2. Artikel SNTE yang mencakup proses perencanaan, perancangan sistem PLTS *Off-Grid*, meliputi panel surya, *solar charge controller*, baterai dan inverter agar sesuai dengan kebutuhan 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

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Sistem monitoring PLTS *Off-Grid* berbasis ESP32 dan *Firestore Realtime Database* berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik. Data dari sensor PZEM-017 (DC) dan PZEM-004T (AC) berhasil dikirimkan oleh ESP32 ke *Firestore* melalui jaringan Wi-Fi dan ditampilkan secara *real-time* pada *dashboard* berbasis web, serta tercatat secara otomatis pada *spreadsheet* online. Pengujian aksesibilitas membuktikan bahwa seluruh komponen sistem, mulai dari sensor, mikrokontroler, *database*, hingga *dashboard*, berjalan sesuai dengan yang direncanakan.
2. Hasil pengujian akurasi pada sisi DC menunjukkan performa yang sangat baik. Pada sudut panel 0°, akurasi tegangan DC mencapai 99,7% dan akurasi arus DC mencapai 98,1%. Sementara pada sudut kemiringan 25°, akurasi tegangan DC sebesar 98,8% dan akurasi arus DC sebesar 97%. Nilai error yang rendah pada kedua kondisi sudut tersebut membuktikan bahwa sensor PZEM-017 dapat diandalkan sebagai perangkat pemantauan parameter listrik DC pada sistem PLTS *Off-Grid*.
3. Pada sisi AC, sensor PZEM-004T menunjukkan akurasi pengukuran arus AC sebesar 100% pada kedua sudut pengujian karena nilai pembacaan sensor identik dengan alat ukur standar. Untuk pengukuran tegangan AC, akurasi mencapai 99,7% pada sudut 0° dan 99,2% pada sudut 25°, dengan rata-rata error yang masih berada di bawah 2%. Hasil ini membuktikan bahwa sensor PZEM-004T layak digunakan sebagai perangkat monitoring parameter listrik AC pada sistem PLTS skala kecil 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

5.2 Saran

1. Pertama, berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan pertimbangan untuk pengembangan sistem lebih lanjut. Pertama, perlu dilakukan kalibrasi berkala pada sensor PZEM-017 dan PZEM-004T guna menjaga konsistensi akurasi pengukuran, terutama pada kondisi intensitas cahaya matahari yang berubah-ubah.
2. Kedua, pengembangan sistem dapat diarahkan pada penambahan fitur notifikasi otomatis berbasis *push notification* atau SMS yang akan memberikan peringatan kepada pengguna apabila parameter kelistrikan melebihi batas nilai yang telah ditentukan, sehingga tindakan penanganan dapat dilakukan lebih cepat.
3. Ketiga, untuk meningkatkan keandalan sistem secara keseluruhan, disarankan agar ditambahkan mekanisme penyimpanan data lokal (*local storage*) sebagai cadangan apabila koneksi jaringan Wi-Fi mengalami gangguan, sehingga data pengukuran tidak hilang selama sistem *offline*.
4. Keempat, penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan pengujian pada kapasitas sistem PLTS yang lebih besar dengan variasi beban yang lebih beragam agar diperoleh data yang lebih komprehensif dan representatif terhadap kondisi operasional nyata di lapangan.

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 PUSTAKA

- Ali, M., & Ramadhan, T. (2022). Pemanfaatan Firebase Firestore untuk aplikasi akademik. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, 6(4), 334–339.
- Arifin, Z. (2019). Analisis konfigurasi DC-coupling dan AC-coupling pada sistem PLTS skala menengah. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 18(2), 85–95.
- Efendi, Y. (2018). Internet of Things (IoT): Konsep, arsitektur, dan aplikasinya dalam berbagai sektor. *Jurnal Ilmiah Informatika*, 1(2), 9–17.
- Fadhlan, M., & Suyanto, H. (2024). Analisis performa baterai pada sistem PLTS off-grid 400 kWp di Pulau Sabira: Kajian State of Charge dan Depth of Discharge. *Jurnal Energi Terbarukan Indonesia*, 9(1), 44–55.
- Faisal Majid, M., Agung, R., & Budiarto, S. (2024). Implementasi sensor PZEM-017 dan PZEM-004T berbasis protokol Modbus RTU untuk monitoring parameter listrik DC dan AC. *Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*, 9(3), 143–152.
- Ibrahim, R., & Yulianti, Y. (t.t.). Karakteristik dan kinerja sensor PZEM-004T dalam pengukuran parameter listrik AC pada sistem IoT. *Jurnal Elektronika dan Instrumentasi*, 12(1), 29–38.
- Iswahyudi, Pratama, D., & Santoso, A. (2025). Sistem monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan sensor PZEM-003 berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)*, 7(2), 88–97.
- Kharisma, Y., Suryana, A., & Permana, R. (2024). Implementasi Internet of Things pada sistem pemantauan parameter listrik secara real-time. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 13(2), 95–104.
- Kurniawan, A., Setiawan, B., & Rahayu, C. (2025). Analisis hasil pengukuran sensor pada sistem PLTS hibrida untuk monitoring parameter tegangan, arus, dan daya secara real-time. *Jurnal Teknik Elektro Terapan*, 14(2), 67–76.
- Kurniawan, T., Samsudin, & Triase. (2021). Implementasi layanan Firebase pada pengembangan aplikasi sewa sarana olahraga berbasis Android. *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, 6(1), 13–18.

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

- Nizam, M., Yuana, R. A., & Wulansari, D. (2022). Pengembangan sistem monitoring berbasis ESP32 dengan integrasi platform cloud Firebase untuk aplikasi IoT. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 21(1), 45–54.
- Nuryanto, D. (2021). Perancangan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTH): Konfigurasi dan analisis kapasitas. *Jurnal Teknik Energi*, 17(3), 101–111.
- Pangestu, A., Hartono, B., & Prasetyo, C. (2021). Implementasi Firebase Realtime Database pada sistem monitoring IoT: Analisis performa sinkronisasi data. *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi*, 5(3), 112–121.
- Pramuditya, A. A., Setiawan, B., & Wulandari, C. (2023). Analisis fitur dan performa ESP32 DEVKIT V1 – DOIT sebagai mikrokontroler berbasis IoT: Wi-Fi, Bluetooth, dan dual-core processing. *Jurnal Teknik Elektro dan Sistem Kendali*, 10(2), 61–70.
- Ramadhana, F., Pratama, G., & Nugraha, H. (2022). Sistem PLTS off-grid dan on-grid: Perbandingan konfigurasi dan kinerja operasional. *Jurnal Energi Surya*, 6(2), 55–64.
- Sofyan, Y., & Fitriani, S. (2023). Rancang bangun konverter Modbus RTU RS-485 ke Modbus TCP/IP berbasis ATMEGA2560 untuk aplikasi industri. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 11(2), 410–422. <https://doi.org/10.26760/elkomika>
- Subhan, M. F., & Hidayat, M. (2026). Analisis kinerja PLTS off-grid 690 Wp berbasis monitoring IoT: Evaluasi efisiensi modul surya dan inverter. *Jurnal Energi dan Kelistrikan*, 18(1), 22–33.
- Sudiarta, I. K. G., Indrayana, I. N. E., & Suasnawa, I. W. (2018). Membangun struktur Realtime Database Firebase untuk aplikasi monitoring pergerakan group wisatawan. *Jurnal Ilmu Komputer*, 11(2).
- Sugiyatno. (2023). Pengiriman informasi real time menggunakan teknologi database Firebase pada aplikasi mobile Android. *Jurnal Informatika Komputer, Bisnis dan Manajemen*, 21(2), 46–55.
- Tambunan, H. B. (2020). Potensi dan perkembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Indonesia dalam mendukung energi baru dan terbarukan. *Jurnal Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan*, 19(2), 78–90.



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



Raden Muhammad Fadel Rasyad Irvan lulus dari SDN 29 Depok pada tahun 2016, Lulus dari SMPN 3 Depok pada tahun 2019 dan dari SMA Yapemri Depok pada tahun 2022. Menempuh Pendidikan di Politeknik Negeri Jakarta Jurusan Teknik Elektro Program Studi D3 Teknik Listrik.



LAMPIRAN

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

