



© 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



**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI
SISTEM MONITORING PEMROGRAMAN ESP32 BERBASIS
IOT**

**Muhamad Hafiz Ramadhan
(2303311085)**

**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 DAN IMPLEMENTASI
SISTEM MONITORING PEMROGRAMAN ESP32 BERBASIS
IOT**

TUGAS AKHIR

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

**Muhamad Hafiz Ramadhan
(2303311085)**

**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 : Muhamad Hafiz Ramadhan

NIM : 2303311085

Tanda Tangan :

Tanggal : 17 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 TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh:

Nama : Muhamad Hafiz Ramadhan
NIM : 2303311085
Program Studi : Teknik Listrik
Judul Tugas Akhir : Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring
Pemrograman ESP32 Berbasis IoT

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 : Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T.
NIP. 197803312003122002

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

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 penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *"Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring Pemrograman ESP32 Berbasis IoT"* dengan baik. Penyusunan Tugas Akhir ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma Tiga pada Program Studi Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Hatib Setiana, S.T., M.T. dan Ibu Dr. Murie Dwiyanti, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, serta bimbingan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Orang tua dan keluarga penulis yang senantiasa memberikan doa, dukungan, motivasi, serta bantuan baik secara moral maupun material selama masa perkuliahan hingga penyelesaian Tugas Akhir.
3. Muhamad Daffa Aimar dan Neiza Tania Putri selaku rekan satu kelompok Tugas Akhir yang telah bekerja sama dan saling mendukung dalam proses perancangan, pembuatan, serta penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki keterbatasan, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan di masa mendatang. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan selama penyusunan Tugas Akhir ini, serta berharap karya ini dapat bermanfaat dan memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di bidang Teknik Elektro.

Depok, 7 Juli 2026

Muhamad Hafiz Ramadhan



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 dan Implementasi Sistem Monitoring Pemrograman ESP32 Berbasis IoT

Abstrak

Banjir merupakan salah satu bencana yang sering terjadi di Indonesia dan menimbulkan dampak signifikan akibat keterlambatan informasi mengenai kenaikan permukaan air. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemrograman mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor ultrasonik JSN-SR04T, dua buah sensor INA219, dan Firebase Realtime Database untuk menghasilkan sistem monitoring ketinggian air berbasis Internet of Things (IoT) yang bersumber energi dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) off-grid. Sistem bekerja dengan membaca data ketinggian air dan parameter kelistrikan (tegangan, arus, daya) pada sisi panel surya dan baterai, kemudian mengirimkan data tersebut secara real-time ke Firebase untuk ditampilkan pada dashboard monitoring berbasis web. Pengujian dilakukan terhadap aksesibilitas dan tampilan data, akurasi data dibandingkan dengan alat ukur referensi, serta waktu tunda (delay) pengiriman data. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh parameter monitoring berhasil ditampilkan secara real-time tanpa kendala, dengan nilai error pengukuran di bawah 2% (1,87% untuk tegangan baterai, 1,98% untuk tegangan panel surya, 1,73% untuk arus baterai, 1,34% untuk arus panel surya, 1,24% untuk daya baterai, dan 1,13% untuk daya panel surya) serta rata-rata delay pengiriman data sebesar 575 ms. Hasil ini membuktikan bahwa sistem monitoring ketinggian air berbasis ESP32 yang dirancang memiliki tingkat akurasi dan responsivitas yang baik sehingga layak digunakan sebagai sarana pemantauan dan peringatan dini banjir secara real-time.

Kata Kunci: ESP32, Firebase, Internet of Things, INA219, sensor ultrasonik



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 and Implementation of an IoT-Based Monitoring System using ESP32 Programming

Abstract

Flooding is a frequent disaster in Indonesia, with much of its impact caused by delayed information on rising water levels. This study aims to design and implement an ESP32-based programming system integrated with a JSN-SR04T ultrasonic sensor, two INA219 sensors, and a Firebase Realtime Database to create an Internet of Things (IoT)-based water-level monitoring system powered by an off-grid Solar Power Plant (PLTS). The system reads water-level and electrical data (voltage, current, power) from the solar panel and battery, then transmits the data in real time to Firebase for display on a web-based monitoring dashboard. Testing was conducted on data accessibility and display, data accuracy compared to reference measuring instruments, and data transmission delay. The results show that all monitoring parameters were successfully displayed in real time without issues, with measurement errors below 2% (1.87% for battery voltage, 1.98% for solar panel voltage, 1.73% for battery current, 1.34% for solar panel current, 1.24% for battery power, and 1.13% for solar panel power), and an average data transmission delay of 575 ms. These results demonstrate that the developed ESP32-based water-level monitoring system has good accuracy and responsiveness, making it suitable as a real-time flood early-warning and monitoring tool.

Key words: *ESP32, Firebase, Internet of Thing, INA219 sensor, ultrasonic sensor*



Hak Cipta :

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

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Luaran.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Penelitian Terkait.....	4
2.2 Pembangkit Tenaga Surya (PLTS)	5
2.3 Sistem Monitoring Ketinggian Air	7
2.3.1 Mikrokontroler ESP32	8
2.3.2 Sensor Ultrasonik JSN-SR04T	9
2.3.3 Sensor INA219	10
2.4 <i>Firestore</i>	11
2.5 Arduino IDE.....	12
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI	14
3.1 Rancangan Alat	14
3.1.1 Deskripsi Alat	15
3.1.2 Cara Kerja Alat	17
3.1.3 Spesifikasi Alat	18
3.1.4 Diagram Blok	20
3.1.5 Diagram Wiring	21
3.2 Realisasi Alat.....	23



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

3.2.1	Realisasi Sistem Monitoring Perangkat Keras	23
3.2.2	Implementasi Sistem Monitoring Perangkat Lunak	25
3.2.3	Pembuatan <i>User Interface Firebase</i>	27
BAB IV PEMBAHASAN		31
4.1	Pengujian Akses dan Tampilan Data Monitoring	31
4.1.1	Deskripsi Pengujian	31
4.1.2	Prosedur Pengujian	31
4.1.3	Data Hasil Pengujian Aksesibilitas	32
4.1.4	Analisa / Evaluasi	34
4.2	Pengujian Perbandingan Data Monitoring dengan Hasil Pengukuran ..	35
4.2.1	Deskripsi Pengujian	36
4.2.2	Prosedur Pengujian	36
4.2.3	Data Hasil Pengujian	37
4.2.4	Analisa / Evaluasi	40
4.3	Pengujian Waktu Tunda (<i>Delay</i>) Pengiriman Data Monitoring	41
4.3.1	Deskripsi Pengujian	41
4.3.2	Prosedur Pengujian	42
4.3.3	Data Hasil Pengujian	42
4.3.4	Analisa / Evaluasi	44
BAB V KESIMPULAN		43
5.1	Kesimpulan	43
5.2	Saran	44
DAFTAR PUSTAKA		45
DAFTAR RIWAYAT		46
LAMPIRAN		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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Sistem PLTS Off-Grid	6
Gambar 2.2 Contoh Skema Internet of Thing	7
Gambar 2.3 ESP32 DEVKIT V1 Board 30.....	8
Gambar 2.4 Sensor Ultrasonic Waterproof JSNT.....	9
Gambar 2.5 Sensor Daya, Arus, dan Tegangan I2C INA-219.....	10
Gambar 2.6 Platform Firebase.....	12
Gambar 2.7 Tampilan Arduino IDE.....	13
Gambar 3.1 Gambar Desain Alat.....	15
Gambar 3.2 Cara Kerja Alat	17
Gambar 3.3 Diagram Blok	20
Gambar 3.4 Wiring Daya	21
Gambar 3.5 kKonfigurasi Koneksi Internet	26
Gambar 3.6 Konfigurasi Sistem Pembacaan Data INA219	27
Gambar 3.7 Konfigurasi Firebase Realtime Database pada Antarmuka Dashboard Monitoring.....	28
Gambar 3.8 Tampilan Dashboard Monitoring.....	29
Gambar 4.1 Aksesibilitas Dashboard Monitoring	33
Gambar 4.2 Tampilan Data Google Spreadsheet.....	34
Gambar 4.3 Grafik Pengujian Delay Pengiriman Data.....	44

**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 TABEL

Tabel 3.1 Tabel Spesifikasi.....	18
Tabel 3.2 Koneksi Pin Parameter INA219 PV	23
Tabel 3.3 Koneksi Pin Parameter INA219 Baterai	24
Tabel 3.4 Koneksi Pin JSN-SR04T.....	24
Tabel 4.1 Daftar Alat Pengujian	36
Tabel 4.2 Perbandingan Tegangan Web dengan Alat Ukur.....	37
Tabel 4.3 Perbandingan Arus Data Web dengan Alat Ukur	38
Tabel 4.4 Perbandingan Daya Data Web dengan Alat Ukur	39
Tabel 4.5 Pengujian Delay Pengiriman Data.....	42



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

Banjir merupakan salah satu bencana yang sering terjadi di berbagai wilayah Indonesia dan menimbulkan dampak yang signifikan, mulai dari kerusakan sarana dan prasarana, kerugian ekonomi, hingga risiko terhadap keselamatan masyarakat. Salah satu faktor yang menyebabkan tingginya dampak banjir adalah keterlambatan informasi mengenai kenaikan permukaan air sehingga tindakan pencegahan dan penanggulangan tidak dapat dilakukan secara optimal. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu memberikan informasi kondisi ketinggian air secara cepat, akurat, dan berkelanjutan sebagai bagian dari upaya peringatan dini banjir (Basir, Pratama, & Aminullah, 2023).

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) memberikan peluang untuk mengembangkan sistem pemantauan lingkungan yang dapat bekerja secara otomatis dan terhubung melalui jaringan internet. Teknologi ini memungkinkan data hasil pengukuran dari sensor dikirim dan ditampilkan secara *real-time* kepada pengguna tanpa harus melakukan pemantauan secara langsung di lokasi. Pada sistem pemantauan ketinggian air, teknologi IoT dapat dimanfaatkan untuk mengukur perubahan level permukaan air dan menyampaikan informasi tersebut sebagai indikator kondisi lingkungan yang berpotensi menimbulkan banjir (Park et al., 2015).

Dalam penerapannya, mikrokontroler ESP32 menjadi salah satu perangkat yang banyak digunakan pada sistem IoT karena telah dilengkapi fitur Wi-Fi terintegrasi, memiliki kemampuan pengolahan data yang baik, serta mendukung komunikasi data secara *real-time*. ESP32 berfungsi sebagai pusat kendali yang menerima data dari sensor ketinggian air, mengolah hasil pengukuran, kemudian mengirimkan informasi tersebut ke platform monitoring berbasis internet sehingga dapat diakses dari berbagai lokasi. Selain itu, sistem monitoring juga dapat dilengkapi dengan sensor INA219 untuk memantau parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, dan daya pada sumber energi yang digunakan sehingga kondisi sistem dapat dipantau secara menyeluruh (Septia & Kusuma, 2022).



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

Penerapan sistem pemantauan ketinggian air berbasis IoT dengan mikrokontroler ESP32 diharapkan dapat mendukung upaya mitigasi bencana banjir melalui penyediaan informasi yang cepat dan mudah diakses. Namun, keberhasilan sistem tersebut tidak hanya ditentukan oleh sensor yang digunakan, melainkan juga oleh kemampuan program pada ESP32 dalam melakukan pembacaan data sensor, pengolahan data, serta pengiriman informasi ke platform monitoring secara *real-time*. Oleh karena itu, diperlukan perancangan dan implementasi sistem pemrograman mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor ultrasonik, sensor INA219, dan Firebase berbasis web untuk menghasilkan sistem monitoring ketinggian level air yang mampu beroperasi secara *real-time* serta mendukung fungsi peringatan dini banjir.

1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang masalah diatas, maka didapatkan perumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana proses perancangan dan penerapan program pada *mikrokontroler ESP32* agar mampu melakukan pembacaan data ketinggian air secara akurat dan berkesinambungan?
2. Bagaimana mekanisme komunikasi data antara ESP32, sensor ketinggian air, dan platform IoT sehingga hasil pengukuran dapat ditampilkan secara *real-time* kepada pengguna?
3. Bagaimana kinerja sistem monitoring berbasis ESP32 yang dirancang ditinjau dari aspek akurasi pembacaan sensor dan waktu tunda (*delay*) pengiriman data ke dashboard monitoring berbasis web?

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin diraih dalam penelitian ini adalah:

- 1) Merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring berbasis ESP32 pada PLTS Off-Grid untuk memantau parameter tegangan, arus, dan daya pada panel surya serta baterai secara *real-time*.
- 2) Mengembangkan dan mengintegrasikan sistem komunikasi data berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32, Firebase Realtime Database, dan dashboard monitoring berbasis web sehingga data hasil monitoring parameter kelistrikan dapat dikirim, disimpan, dan ditampilkan secara *real-*



© 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

time.

- 3) Menganalisis kinerja sistem monitoring berdasarkan tingkat akurasi hasil pengukuran sensor terhadap alat ukur standar serta waktu tunda (*delay*) pengiriman data dari ESP32 ke dashboard monitoring berbasis web.

1.4 Luaran

Luaran yang diharapkan dari hasil tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- 1) Sistem pemrograman *mikrokontroler ESP32* yang mampu membaca, mengolah, dan mengirimkan data ketinggian level air secara real-time pada sistem monitoring berbasis *Internet of Things (IoT)*.
- 2) Artikel SNTE (Seminar Nasional Teknik Elektro)
- 3) Laporan Tugas Akhir



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 dan implementasi sistem monitoring berbasis ESP32 pada PLTS Off-Grid, sistem yang dikembangkan telah mampu menjalankan fungsi monitoring parameter kelistrikan dan ketinggian air secara *real-time*. Sistem memanfaatkan dua sensor INA219 untuk memantau parameter tegangan, arus, dan daya pada sisi panel surya (PV) serta baterai, sedangkan sensor ultrasonik JSN-SR04T digunakan untuk memantau ketinggian air. Seluruh data hasil pembacaan sensor berhasil diproses oleh ESP32, dikirim ke Firebase Realtime Database melalui jaringan internet, dan ditampilkan pada dashboard monitoring berbasis web yang telah dirancang. Hasil pengujian aksesibilitas menunjukkan bahwa seluruh komponen perangkat keras, perangkat lunak, dan antarmuka web telah terintegrasi dengan baik sehingga mampu menyajikan informasi monitoring secara cepat dan mudah diakses.

Berdasarkan hasil pengujian perbandingan antara data monitoring dengan hasil pengukuran menggunakan alat ukur standar, sistem memperoleh nilai *error* sebesar 1,87% pada pengukuran tegangan baterai, 1,98% pada tegangan panel surya, 1,73% pada arus baterai, 1,34% pada arus panel surya, 1,24% pada daya baterai, dan 1,13% pada daya panel surya. Seluruh nilai *error* berada di bawah 2%, sehingga menunjukkan bahwa sensor INA219 mampu memberikan hasil pengukuran yang mendekati nilai aktual. Hasil tersebut membuktikan bahwa sistem monitoring yang dirancang memiliki tingkat akurasi yang baik dan layak digunakan sebagai media pemantauan parameter kelistrikan pada sistem PLTS Off-Grid.

Hasil pengujian waktu tunda (*delay*) pengiriman data menunjukkan nilai *delay* minimum sebesar 136 ms, *delay* maksimum sebesar 1591 ms, dan *delay* rata-rata sebesar 716,4 ms. Meskipun terjadi fluktuasi waktu pengiriman yang dipengaruhi oleh kondisi jaringan internet dan waktu respon Firebase Realtime Database, seluruh data hasil pembacaan sensor tetap berhasil dikirim dan ditampilkan pada dashboard monitoring secara *real-time* tanpa mengalami kegagalan komunikasi. Dengan demikian, sistem monitoring berbasis ESP32 yang telah dirancang dapat memenuhi tujuan penelitian sebagai sistem monitoring parameter kelistrikan PLTS



Hak Cipta :

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

Off-Grid dan ketinggian air yang mampu bekerja secara akurat, responsif, dan andal.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, sistem monitoring ini masih memiliki peluang untuk dikembangkan agar menghasilkan performa yang lebih baik. Penggunaan jaringan internet yang lebih stabil atau penambahan mekanisme komunikasi cadangan dapat dipertimbangkan untuk mengurangi waktu tunda (*delay*) pengiriman data sehingga proses monitoring menjadi lebih responsif. Selain itu, pengembangan antarmuka dashboard berbasis web dengan menambahkan fitur visualisasi data historis, analisis grafik yang lebih interaktif, serta sistem notifikasi otomatis ketika parameter berada di luar batas normal dapat meningkatkan kemudahan pengguna dalam melakukan pemantauan kondisi sistem.

Pada penelitian selanjutnya, sistem juga dapat dikembangkan dengan menambahkan sensor pendukung, seperti sensor intensitas radiasi matahari (*solar irradiance*), suhu panel surya, atau suhu baterai untuk memperoleh informasi kondisi operasional PLTS yang lebih komprehensif. Di samping itu, proses kalibrasi sensor secara berkala serta penggunaan sensor dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi diharapkan dapat meningkatkan ketelitian hasil pengukuran dan keandalan sistem monitoring dalam pengoperasian jangka panjang.

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

- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 17(4), 2347–2376. <https://doi.org/10.1109/COMST.2015.2444095>
- Banzi, M., & Shiloh, M. (2022). *Getting started with Arduino* (4th ed.). Make Community, LLC.
- Espressif Systems. (2024). *ESP32 series datasheet*. Espressif Systems. https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf
- Google Firebase. (2024). *Firebase documentation*. Google LLC. <https://firebase.google.com/docs>
- Hasanah, A. P., Sarif, M. I., & Hafni, H. (2025). Perancangan sistem monitoring level air menggunakan sensor ultrasonik berbasis IoT dengan aplikasi Blynk. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 13(2). <https://doi.org/10.23960/jitet.v13i2.6485>
- International Telecommunication Union. (2001). *TIPHON General Aspects of Quality of Service (QoS)*. ETSI Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON).
- Maier, A., Sharp, A., & Vagapov, Y. (2017). Comparative analysis and practical implementation of the ESP32 microcontroller module for the Internet of Things. *2017 Internet Technologies and Applications (ITA)*, 143–148. <https://doi.org/10.1109/ITECHA.2017.8101926>
- Mungkin, M., Satria, H., Yanti, J., Turnip, G. B. A., & Suwarno. (2020). Perancangan sistem pemantauan panel surya polycrystalline menggunakan teknologi web Firebase berbasis IoT. *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, 3(2), 319–327. <https://doi.org/10.31539/intecom.v3i2.1861>
- Pradana, A., dkk. (2023). Analisis Quality of Service menggunakan standar TIPHON pada sistem monitoring IoT. *Jurnal Infotel*, 15(2).
- Ray, P. P. (2018). A survey on Internet of Things architectures. *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*, 30(3), 291–319. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2016.10.003>



© 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

Sethi, P., & Sarangi, S. R. (2017). Internet of things: Architectures, protocols, and applications. *Journal of Electrical and Computer Engineering*, 2017, Article 9324035. <https://doi.org/10.1155/2017/9324035>

Texas Instruments. (2015). *INA219 zero-drift, bidirectional current/power monitor with I2C interface (datasheet)*. Texas Instruments Incorporated. <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/ina219.pdf>



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

Muhamad Hafiz Ramadhan lulus dari SDN 01 Pabuaran pada tahun 2017, Lulus dari SMPN 2 Bojong Gede pada tahun 2020 dan dari SMA Citra Nusa Cibinong 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

