



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN
PERINGATAN DINI PENURUNAN KINERJA PANEL SURYA
BERBASIS IoT MENGGUNAKAN ESP32 DAN NOTIFIKASI
TELEGRAM**

LAPORAN TUGAS AKHIR



**RENALDI ALEXANDER IYANLEBA
41419110124**

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**



**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN
PERINGATAN DINI PENURUNAN KINERJA PANEL SURYA
BERBASIS IoT MENGGUNAKAN ESP32 DAN NOTIFIKASI
TELEGRAM**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

NAMA : RENALDI ALEXANDER IYANLEBA
NIM : 41419110124
PEMBIMBING : AKHMAD WAHYU DANI, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Renaldi Alexander Iyanleba
NIM : 41419110124
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Peringatan Dini
Penurunan Kinerja Panel Surya berbasis IoT
Menggunakan ESP32 dan Notifikasi Telegram.

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar *Sarjana Strata 1 (S1)* pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana

Disahkan oleh:

Pembimbing : Akhmad Wahyu Dani, S.T., M.T.
NUPTK : 7052763664130323

Ketua Penguji : Fadli Sirait, S.SI., M.T., Ph.D.
NUPTK : 1852754655131132

Anggota Penguji : Trie Maya Kadarina S.T., M.T.
NUPTK : 7235757658230143

Tanda Tangan

Jakarta, 15 Agustus 2025

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NIDN: 0307037202

Kaprodi S1 Teknik Elektro

Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST. M.Sc
NIDN: 0314089201

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : Renaldi Alexander Iyanleba
NIM : 41419110124
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN PERINGATAN DINI PENURUNAN KINERJA PANEL SURYA BERBASIS IoT MENGGUNAKAN ESP32 DAN NOTIFIKASI TELEGRAM**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada Sabtu, **16 Agustus 2025** dengan hasil presentase sebesar **26 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 16 Agustus 2025

U N I V E R S I T A S

Administrator Turnitin,

MERCU BUANA

Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Renaldi Alexander Iyanleba
N.I.M : 41419110124
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Peringatan Dini Penurunan Kinerja Panel Surya berbasis IoT Menggunakan ESP32 dan Notifikasi Telegram.

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 25 Juli 2025

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Renaldi Alexander Iyanleba

ABSTRAK

Energi surya termasuk salah satu sumber energi terbarukan yang menawarkan efisiensi tinggi serta minim dampak negatif terhadap lingkungan. Meski demikian, performa panel surya dapat berubah-ubah karena dipengaruhi oleh kondisi sekitar, seperti tingkat pencahayaan matahari, temperatur udara, dan kebersihan permukaan modul.. Penurunan kinerja sering tidak disadari karena keterbatasan pemantauan secara manual. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem monitoring otomatis yang mampu memberikan peringatan dini ketika efisiensi panel menurun.

Riset ini difokuskan pada perancangan dan pembuatan sistem pemantauan kinerja panel surya yang terintegrasi dengan konsep Internet of Things (IoT), dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali. Sistem ini dilengkapi dengan sensor tegangan dan arus untuk menghitung daya keluaran panel secara real-time, dan menggunakan platform Telegram sebagai media pengirim notifikasi apabila daya keluaran turun di bawah ambang batas tertentu.

Hasil pengujian sistem menunjukkan kemampuan akurasi pembacaan sensor sebesar $\pm 97\%$ terhadap nilai aktual yang diukur oleh multimeter. Sistem mampu mengirimkan notifikasi Telegram secara otomatis dalam waktu rata-rata 2,1 detik setelah penurunan daya terdeteksi. Berdasarkan skenario penurunan performa karena shading dan overheating, sistem dapat mendeteksi penurunan daya lebih dari 20% dibandingkan kondisi optimal. Efektivitas penggunaan ESP32 dan Telegram telah diperkuat dalam studi oleh Belchior, F., Artur, M., Rabelo, D., & Souza, D., 2024. dan Martínez, F. H., 2022, yang menunjukkan bahwa sistem serupa dapat diimplementasikan secara andal dengan biaya rendah dan respons real-time. Dengan demikian, sistem ini terbukti mampu memberikan peringatan dini penurunan performa panel surya secara efisien, memungkinkan pengguna untuk mengambil tindakan korektif dengan cepat.

Kata Kunci: Panel Surya, Monitoring, IoT, ESP32, Notifikasi Telegram, Efisiensi.

ABSTRACT

Solar energy is one of the renewable energy sources that offers high efficiency and minimal negative impact on the environment. Nevertheless, the performance of solar panels can fluctuate due to surrounding conditions such as sunlight intensity, air temperature, and the cleanliness of the module surface. Performance degradation often goes unnoticed due to the limitations of manual monitoring. Therefore, an automatic monitoring system is needed to provide early warnings when the panel's efficiency decreases.

This research focuses on the design and development of a solar panel performance monitoring system integrated with the Internet of Things (IoT) concept, utilizing the ESP32 microcontroller as the central controller. The system is equipped with voltage and current sensors to calculate the panel's output power in real-time and uses the Telegram platform as the medium for sending notifications when the output power drops below a predetermined threshold.

The test results show that the system achieves a sensor reading accuracy of $\pm 97\%$ compared to actual values measured using a multimeter. The system can automatically send Telegram notifications within an average of 2.1 seconds after a drop in power is detected. Based on performance reduction scenarios caused by shading and overheating, the system can detect a power decrease of more than 20% compared to optimal conditions. The effectiveness of using ESP32 and Telegram has been reinforced by studies conducted by Belchior, F., Artur, M., Rabelo, D., & Souza, D. (2024) and Martínez, F. H. (2022), which demonstrate that similar systems can be implemented reliably at low cost and with real-time responsiveness. Thus, this system has proven capable of providing efficient early warnings of solar panel performance degradation, enabling users to take corrective action promptly.

Keywords: Solar Panel, Monitoring, IoT, ESP32, Telegram Notification, Efficiency.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, saya dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul “Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Peringatan Dini Penurunan Kinerja Panel Surya berbasis IoT Menggunakan ESP32 dan Notifikasi Telegram.”

Penulisan Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk menyelesaikan kewajiban sebagai mahasiswa dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1) di Fakultas Teknik jurusan Teknik Elektro Universitas Mercu Buana

Dalam proses penulisan banyak Pelajaran berharga yang saya dapatkan selama proses penulisan Tugas Akhir ini, tidak terlepas dari bantuan serta bimbingan pihak-pihak yang terlibat. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Eng. Heru Suwoyo S.T. M.Sc selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro.
2. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Dr. Eng. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro.
4. Bapak Akhmad Wahyu Dani, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan dukungan, arahan dan bantuannya sehingga Laporan Tugas Akhir ini tersusun dengan baik.
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
6. Kepada Orang tua penulis, Ibunda dan Ayahanda tercinta, juga Kakak dan Ketiga Adik kandung tersayang Cantika, Jonatan dan Karel, yang tiada hentinya telah memberikan doa serta dukungan nya.
7. Teristimewa kepada istri saya Gaby Memey yang selalu memberikan dukungan dan sebagai penyemangat bagi saya selama mengerjakan Tugas Akhir ini.
8. Rekan-rekan mahasiswa/i Universitas Mercu Buana. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan dalam penulisan, penyusunan serta pembuatan alat. Oleh karena itu, penulis meminta maaf atas segala kekurangannya dan menerima kritik dan saran dari semua pihak guna untuk penyempurnaan penelitian selanjutnya. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat memberi manfaat bagi pembaca, khususnya bagi mahasiswa maupun seluruh aspek kehidupan masyarakat luas.



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL/COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN <i>SIMILARITY</i>	iv
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Dasar Teori	10
2.2.1 Panel Surya	10
2.2.2 ESP32	11
2.2.3 Sensor Arus dan Tegangan	12
2.2.4 Telegram Bot API	12
2.2.5 Internet of Things (IoT)	13
2.2.6 Komunikasi Data dengan Wi-Fi	14
2.2.7 Arduino IDE	14
2.2.8 Prinsip Peringatan Dini	14
BAB III PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM	15
3.1 Perancangan Blok Diagram Sistem	15

3.1.1	Blok Diagram Pengukuran.....	15
3.1.2	Blok Diagram Penerima Notifikasi.....	17
3.2	Perancangan Diagram Alir Sistem	18
3.2.1	Diagram Alir <i>Pengukuran</i>	18
3.3	Perancangan Elektrik	20
3.3.1	Rangkaian Elektrik.....	21
3.4	Perancangan Perangkat Lunak	22
3.4.1	Perancangan Perangkat Lunak Monitoring.....	22
3.4.2	Perancangan Perangkat Lunak <i>Receiver</i>	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		25
4.1	Hasil Perancangan Alat	25
4.2	Pengujian Alat	26
4.2.1	Pengujian Pembacaan Data Sensor	26
4.2.2	Hasil Pengujian Berdasarkan Kondisi Cuaca.....	28
BAB V KESIMPULAN.....		31
5.1	Kesimpulan	31
5.2	Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA.....		33
LAMPIRAN.....		34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Panel Surya.....	10
Gambar 2. 2 ESP32	11
Gambar 2. 3 Sensor INA219	12
Gambar 2. 4 <i>Logo Telegram</i>	13
Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem	15
Gambar 3. 2 <i>Blok Diagram Pengukuran</i>	16
Gambar 3. 3 <i>Blok Diagram Penerima Notifikasi</i>	17
Gambar 3. 4 <i>Diagram Alir Pengukuran</i>	19
Gambar 3. 5 Rangkaian Panel Surya, Sensor INA219, dan ESP32	21
Gambar 3. 6 <i>Tahap persiapan data</i>	22
Gambar 3. 7 Sebagian Sketch program Receiver pada Arduino IDE	24
Gambar 4. 1 <i>Hasil Perancangan Alat</i>	25
Gambar 4. 2 Perintah Untuk Mengaktifkan Sistem Monitoring.....	27
Gambar 4. 3 Hasil Pembacaan dan Notifikasi Telegram	28

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Jurnal	9
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Berdasarkan Kondisi Cuaca.....	28
Tabel 4. 2 Confusion Matrix Pengujian	29

