

SISTEM *MONITORING* DAN KONTROL ENERGI CERDAS PANEL SURYA PADA ALAT PERINGATAN DINI BANJIR BERBASIS IOT

RIZKY IRSYAD SYAHPUTRA



**TEKNOLOGI REKAYASA KOMPUTER
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN PROYEK AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa Laporan Proyek Akhir dengan judul “Sistem *Monitoring* dan Kontrol Energi Cerdas Panel Surya pada Alat Peringatan Dini Banjir Berbasis IoT” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir Laporan Proyek Akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Rizky Irsyad Syahputra
J0404221035

ABSTRAK

RIZKY IRSYAD SYAHPUTRA. Sistem *Monitoring* dan Kontrol Energi Cerdas Panel Surya pada Alat Peringatan Dini Banjir Berbasis IoT. Dibimbing oleh MEDHANITA DEWI RENANTI.

Keberlanjutan pasokan energi *off-grid* menjadi tantangan utama operasional *Early Warning System* (EWS) banjir di Kali Ciluar. Fluktuasi panel surya dan ketiadaan pengawasan *real-time* berisiko memicu *deep discharge* pada aki, yang berpotensi menyebabkan kegagalan sistem. Penelitian ini merancang sistem monitoring neraca energi berbasis mikrokontroler ESP32-S3 dan *dual-sensor* INA219, mengimplementasikan kontrol histeresis baterai (*hold data mode* pada SOC $\leq 20\%$ dan *resume* pada SOC $\geq 80\%$), serta mengintegrasikan ThingSpeak dan Telegram Bot API. Pengujian lapangan dilakukan *off-grid* selama lima hari di Kali Ciluar. Kalibrasi sensor INA219 terhadap multimeter Sanwa CD800a menunjukkan akurasi 99,85% untuk tegangan dan 98,51% untuk arus. Evaluasi neraca energi harian membuktikan sistem selalu mengalami surplus positif dengan sisa energi bersih +23,46 Wh hingga +69,29 Wh per hari. Algoritma histeresis berhasil memutus transmisi *wi-fi* saat kapasitas kritis dan memulihkannya secara otomatis setelah terisi. Efisiensi pemanfaatan energi harian berkisar antara 42,06% hingga 56,62%, dengan $\pm 52\%$ sisa energi dialokasikan sebagai cadangan baterai harian. Sistem ini terbukti andal menjaga keberlanjutan operasional alat kebencanaan.

Kata kunci: *Internet of Things* (IoT), Kontrol energi cerdas, Panel surya, Peringatan dini banjir, Sensor INA219

ABSTRACT

RIZKY IRSYAD SYAHPUTRA. Energy Monitoring and Control System for Smart Solar Panels in IoT-Based Flood Early Warning Devices. Supervised by MEDHANITA DEWI RENANTI.

Off-grid power supply is a major challenge for flood Early Warning System (EWS) operations at Kali Ciluar. Solar panel fluctuations and lack of real-time monitoring risk triggering battery deep discharge, potentially causing system failure. This study designs an energy balance monitoring system based on ESP32-S3 microcontroller and dual INA219 sensors, implements battery hysteresis control (*hold data mode* at SOC $\leq 20\%$ and *resume* at SOC $\geq 80\%$), and integrates ThingSpeak and Telegram Bot API. Field testing was conducted off-grid for five days at Kali Ciluar. INA219 sensor calibration against Sanwa CD800a multimeter showed 99.85% accuracy for voltage and 98.51% for current. Daily energy balance evaluation proved the system always experiences a positive surplus with net energy remaining between +23.46 Wh to +69.29 Wh daily. Hysteresis algorithm successfully cut Wi-Fi transmission during critical capacity and automatically restored it after charging. Daily energy utilization efficiency ranged from 42.06% to 56.62%, with $\pm 52\%$ remaining energy allocated as daily battery reserve. This system is proven reliable in maintaining operational sustainability of disaster equipment.

Keywords: Flood early warning, INA219 sensor, Internet of Things (IoT), Smart energy control, Solar panel



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

SISTEM *MONITORING* DAN KONTROL ENERGI CERDAS PANEL SURYA PADA ALAT PERINGATAN DINI BANJIR BERBASIS IOT

RIZKY IRSYAD SYAHPUTRA

Laporan Proyek Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada
Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer

**TEKNOLOGI REKAYASA KOMPUTER
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

Penguji pada ujian Laporan Akhir: Bayu Widodo, S.T., M.T.

Perpustakaan IPB University



Judul Proyek Akhir : Sistem *Monitoring* dan Kontrol Energi Cerdas Panel Surya pada Alat Peringatan Dini Banjir Berbasis IoT
Nama : Rizky Irsyad Syahputra
NIM : J0404221035

Disetujui oleh

Pembimbing :
Dr. Medhanita Dewi Renanti, S.Kom., M.Kom.
NPI 201807198305122001

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Inna Novianty, S.Si, M.Si.
NPI 2018111986111192014

Dekan Sekolah Vokasi:
Dr. Ir. Aceng Hidayat, M.T.
NIP 196607171992031003

Tanggal Ujian: 22 Juli 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang akan dilaksanakan mulai bulan November 2025 sampai bulan Juni 2026 ini ialah *Internet of Things* (IoT), dengan judul “Sistem *Monitoring* dan Kontrol Energi Cerdas Panel Surya pada Alat Peringatan Dini Banjir Berbasis IoT”. Penelitian ini dilaksanakan di PT. Matra Kreasi Mandiri dan Aliran Kali Ciluar yang berlokasi di Tanah Baru, Bogor Utara.

Terima kasih penulis ucapkan kepada dosen pembimbing, Dr. Medhanita Dewi Renanti, S.Kom., M.Kom. yang telah membimbing dan banyak memberi saran dalam penyusunan karya ilmiah ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik, moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Ibu Yulia Mustika Wati, M.M dari PT. Matra Kreasi Mandiri yang telah memberi izin penelitian.

Terakhir ungkapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan moril, doa, dan kasih sayangnya selama proses penyusunan karya ilmiah ini. Tidak lupa, terima kasih juga kepada rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer angkatan 59 atas dukungan dan diskusi yang membangun.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Rizky Irsyad Syahputra



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Internet of Things</i>	4
2.2 Sistem Peringatan Dini Banjir	4
2.3 Mikrokontroler ESP32	4
2.4 Panel Surya	5
2.5 HXC SCC MPPT 10A <i>Solar Charge Controller</i>	6
2.6 Baterai 12V	6
2.7 Sensor INA219	7
2.8 Stepdown XL4016 Max 8A	7
2.9 Arduino IDE	8
2.10 ThingSpeak	8
2.11 Telegram	9
III METODE	10
3.1 Lokasi dan Waktu	10
3.2 Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data	10
3.3 Prosedur Kerja	10
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Analisis Kebutuhan Perangkat	15
4.2 Perancangan dan Jalur Sistem	16
4.3 Implementasi Perangkat Keras dan Integrasi Cloud	22
4.4 Pengujian Sistem dan Analisis Data	27
V SIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Simpulan	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	42
RIWAYAT HIDUP	52



DAFTAR TABEL

1	<i>Hardware</i>	12
2	<i>Software</i>	12
3	Kebutuhan bahan	15
4	Kebutuhan alat	16
5	Data hasil kalibrasi parameter tegangan sensor INA219	28
6	Data hasil kalibrasi parameter kuat arus sensor INA219	28
7	Pemetaan nilai tegangan aktual terhadap kapasitas SOC	30
8	Rata-rata daya listrik harian komponen	33
9	Rincian perhitungan akumulasi energi listrik harian	34
10	Rincian evaluasi neraca energi harian	35
11	Rincian perhitungan efisiensi pemanfaatan energi sistem	37

DAFTAR GAMBAR

1	Datasheet ESP32-S3	5
2	Solar panel	5
3	<i>Solar Charge Controller (SCC)</i>	6
4	Konstruksi baterai/aki (Miranda Hamid <i>et al.</i> 2016)	6
5	Sensor INA219 (Wicaksani <i>et al.</i> 2023)	7
6	Stepdown XL4016 (Gunoto <i>et al.</i> 2022)	7
7	Editor teks sketch Arduino IDE (Mengko dan Lisi 2016)	8
8	Tampilan <i>dashboard</i> ThingSpeak	9
9	Telegram	9
10	Prosedur kerja	11
11	Blok diagram sistem	17
12	Skema rangkaian elektronik	19
13	Diagram alir sistem	21
14	Penataan komponen dalam <i>box</i>	23
15	Tampilan ThingSpeak surplus positif	24
16	Tampilan ThingSpeak surplus negatif	25
17	Notifikasi Telegram kondisi kritis	26
18	Notifikasi Telegram kondisi pemulihan	27
19	Kurva karakteristik hubungan tegangan terhadap kapasitas SOC	31

DAFTAR LAMPIRAN

1	Jadwal pelaksanaan proyek akhir	42
2	Bentuk fisik sistem tampak atas	42
3	Bentuk fisik sistem tampak depan	43
4	Bentuk fisik sistem tampak samping kanan	44
5	Bentuk fisik sistem tampak samping kiri	45
6	<i>Datasheet</i> Sensor INA219	45
7	<i>Source code</i> sistem	46