USULAN KEGIATAN

IMPLEMENTASI *SMART RENEWABLE SECURITY POST* BERBASIS PLTS DAN SISTEM MONITORING TERINTEGRASI UNTUK MENDUKUNG DIGITALISASI KEAMANAN DI DESA KARANGGENENG, KABUPATEN BOYOLALI

Skema Tema: Membangun Desa

Identitas Ketua Tim Pengusul:
Annisa Kumalasari – I0724008 – Teknik Elektro – Fakultas Teknik

Dosen Pembimbing:
Dr. Ir. Mufti Reza Aulia Putra, S.T., M.T., IPP. – 199705162024061002 – Teknik Elektro – Fakultas Teknik

PROGRAM HIBAH PEMBELAJARAN BERDAMPAK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
2026

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Proposal	:	Implementasi *Smart Renewable Security Post Berbasis* PLTS dan Sistem Monitoring Terintegrasi untuk Digitalisasi Keamanan di Desa Karanggeneng, Kabupaten Boyolali
Skema Aktivitas Pembelajaran Berdampak	:	Membangun Desa
Ketua Pelaksana		
Nama Mahasiswa	:	Annisa Kumalasari
NIM	:	I0724008
Fakultas / Program Studi	:	Teknik / Teknik Elektro
e-mail	:	kumalasari_01@student.uns.ac.id
No HP	:	088980172371
Jumlah Anggota	:	8 orang
Lama aktivitas	:	6 bulan
Mitra	:	Desa Karanggeneng, Kabupaten Boyolali
Pilihan SDG's	:	1. SDG's 7 (Energi Bersih dan Terjangkau) 2. SDG's 17 (Kemitraan untuk Mencapai Tujuan)
Total biaya yang diajukan	:	Rp10.000.000 (Sepuluh Juta Rupiah)

Surakarta, 11 Agustus 2026

Mengetahui Pembimbing,

Dr. Ir. Mufti Reza Aulia Putra, S.T., M.T., IPP.
NIP. 199705162024061002

Ketua Tim Pengusul

Annisa Kumalasari
NIM. I0724008

Daftar Nama Pengusul

No.	NAMA MAHASISWA	NIM	Program Studi	Fakultas	Email SSO UNS	Nomor *WhatsApp*
1.	Annisa Kumalasari	I0724008	Teknik Elektro	Teknik	kumalasari_01@student.uns.ac.id	088980172371
2.	Naurah Adhwaa Allea	I0724017	Teknik Elektro	Teknik	nauraadhwaa44@student.uns.ac.id	087826993999
3.	Aditya Rahmat Widodo	I0724019	Teknik Elektro	Teknik	adityawidodo@student.uns.ac.id	085643545517
4.	Rr. Naura Athifa Elmona Wibisono	I0724054	Teknik Elektro	Teknik	rr.naura10@student.uns.ac.id	08112781363
5.	Angelina Sarah Pratica	I0724055	Teknik Elektro	Teknik	angelinasarahpratica@student.uns.ac.id	085876859951
6.	Andhika Galang Pradana	I0724057	Teknik Elektro	Teknik	andhikagalang110@student.uns.ac.id	081327228818
7.	Ardiansyah Bagas Wibisono	I0724058	Teknik Elektro	Teknik	bagas1010@student.uns.ac.id	08814136480
8.	Nabil Rizal Fatih	I0724083	Teknik Elektro	Teknik	nabilrizal@student.uns.id	088225246784

Identitas Dosen Pembimbing

1	Nama Lengkap	:	Dr. Ir. Mufti Reza Aulia Putra, S.T., M.T., IPP.
2	NIP	:	199705162024061002
3	Program Studi	:	Teknik Elektro
4	Alamat e-mail	:	muftireza@staff.uns.ac.id
5	Nomor *WhatsApp*	:	085603190777

FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
Jalan Ir. Sutami No. 36 A Kentingan, Jebres,
Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia 57126.
Telepon: (0271) 646994
elektro@ft.uns.ac.id | uns.ac.id

SURAT PERNYATAAN REKOGNISI

Ketua Program Studi S-1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik dengan ini menyatakan bahwa:

No.	Nama Mahasiswa	NIM
1.	Annisa Kumalasari	I0724008
2.	Naurah Adhwaa Allea	I0724017
3.	Aditya Rahmat Widodo	I0724019
4.	Rr. Naura Athifa Elmona Wibisono	I0724054
5.	Angelina Sarah Pratica	I0724055
6.	Andhika Galang Pradana	I0724057
7.	Ardiansyah Bagas Wibisono	I0724058
8.	Nabil Rizal Fatih	I0724083

adalah benar mahasiswa di program studi kami dan tergabung dalam kelompok mahasiswa yang mengajukan Proposal Hibah Pembelajaran Berdampak Tahun 2026 sebagai berikut:

1.	Judul Proposal	:	Implementasi *Smart Renewable Security Post* Berbasis PLTS dan Sistem Monitoring Terintegrasi untuk Digitalisasi Keamanan di Desa Karanggeneng, Kabupaten Boyolali
2.	Nama Ketua Pelaksana/ NIM	:	Annisa Kumalasari / I0724008
3.	Jenis/Skema Kegiatan Pembelajaran	:	Membangun Desa
4.	Durasi Pelaksanaan	:	6 bulan

Kegiatan tersebut di atas dapat direkognisi sebagai pencapaian kompetensi untuk mata kuliah Semester 5 sebagai berikut:

No.	Nama Mata Kuliah	Kode Mata Kuliah	Bobot SKS
1.	Sistem Tertanam	08073120242	2
2.	Proyek Kreatif Elektro 2	08073120248	2
3.	Kuliah Kerja Nyata (KKN)	08073320301	3
4.	Jaringan Komunikasi Data	08073120241	2

Balai Sertifikasi Elektronik
[1] Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh BSrE
[2] UU ITE No 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1
"Informasi Elektronik dan/atau Dokumen Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah."

UNS
UNIVERSITAS
SEBELAS MARET

FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
Jalan Ir. Sutami No. 36 A Kentingan, Jebres,
Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia 57126.
Telepon: (0271) 646994
elektro@ft.uns.ac.id | uns.ac.id

5.	Algoritma dan Struktur Data	08073120243	2
Total			11

Surakarta, 23 Juli 2026
Ketua Program Studi
S-1 Teknik Elektro UNS

Ir. Sutrisno, S.T., M.Sc., Ph.D
NIP. 198705062019031009

Balai Sertifikasi Elektronik

[1] Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh BSrE
[2] UU ITE No 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1
"Informasi Elektronik dan/atau Dokumen Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah."

DAFTAR ISI

USULAN KEGIATAN i
HALAMAN PENGESAHAN ii
Daftar Nama Pengusul iii
SURAT PERNYATAAN REKOGNISI iv
DAFTAR ISI vi
DAFTAR TABEL vii
DAFTAR GAMBAR viii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Tujuan 2
1.3 Manfaat 3
BAB II IMPLEMENTASI DAN LUARAN KEGIATAN 3
2.1 Bentuk Kegiatan 3
2.2 Metode dan Tahapan Pelaksanaan 4
2.2.1 Analisis Kebutuhan Sistem 5
2.2.2 Perancangan Rangkaian dan Arsitektur *Hardware* 6
2.2.3 Perancangan Arsitektur *Software* dan Integrasi IoT 7
2.2.4 Perancangan Desain 3D dan Fisik Sistem 8
2.3 Luaran yang direncanakan 9
2.4 Jadwal Kegiatan 9
BAB III RELEVANSI KEGIATAN DENGAN PEMBELAJARAN 10
BAB IV ANGGARAN 13
Daftar Pustaka 16
Lampiran 17

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Analisis Kebutuhan Sistem 5
Tabel 2. 2 Estimasi Konsumsi Energi Harian Berdasarkan Beban 6
Tabel 2. 3 Jadwal Kegiatan 9
Tabel 3. 1 Relevansi Kegiatan dengan Pembelajaran 10
Tabel 4. 1 Rancangan Anggaran dan Biaya 13

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Alur Tahap Persiapan dan Perencanaan Kegiatan 4
Gambar 2. 2 Desain PCB Custom untuk Modul ESP32 dan Perangkat Pendukung Panel Box ... 6
Gambar 2. 3 Skematik Arsitektur *Hardware* Sistem *Smart Renewable Security Post* 7
Gambar 2. 4 Diagram Alur Arsitektur *Software* dan Integrasi IoT *Sistem Smart Renewable Security Post* 7
Gambar 2. 5 Desain 3D *Smart Renewable Security Post* 8

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ketersediaan energi yang andal serta sistem keamanan lingkungan merupakan aspek penting dalam mendukung kualitas hidup masyarakat dan keberlanjutan pembangunan desa. Seiring perkembangan teknologi digital, kebutuhan akan infrastruktur yang mampu menyediakan energi sekaligus meningkatkan keamanan semakin meningkat, terutama di wilayah pedesaan. Hal ini sejalan dengan Tujuan ke-7 *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang menekankan penyediaan akses energi yang terjangkau, andal, dan berkelanjutan bagi seluruh masyarakat (Hadi et al., 2025), (Erina et al., 2026).

Salah satu desa yang menghadapi tantangan tersebut adalah Desa Karanggeneng, Kecamatan Boyolali, Kabupaten Boyolali. Sebagai sentra industri genting dan batu bata, aktivitas masyarakat berlangsung hampir sepanjang hari sehingga membutuhkan sistem keamanan lingkungan yang andal. Namun, pengawasan lingkungan masih mengandalkan pos ronda dan ronda malam yang dilaksanakan secara swadaya sehingga efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh ketersediaan sarana pendukung. Berdasarkan hasil observasi awal, pemadaman listrik yang masih terjadi secara berkala menyebabkan penerangan dan operasional pos ronda berlangsung secara tidak optimal sehingga efektivitas pengawasan lingkungan menurun, terutama pada malam hari. Kondisi ini menunjukkan perlunya penguatan sarana keamanan melalui kolaborasi antara masyarakat, pemerintah desa, dan perguruan tinggi dalam penerapan teknologi tepat guna sebagai bentuk dukungan terhadap SDGs ke-17 (Kemitraan untuk Mencapai Tujuan).

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi solusi yang sesuai karena mampu menyediakan energi mandiri, ramah lingkungan, dan mendukung pencapaian SDGs di bidang energi bersih (Hadi et al., 2025). Keandalan sistem PLTS bergantung pada kondisi baterai sehingga pemantauan kapasitas, proses pengisian, beban penggunaan, dan estimasi sisa energi menjadi aspek penting untuk menjamin kontinuitas suplai listrik (Hartoyo et al., 2024), (Aritonang et al., 2026). Selain itu, pemantauan suhu dan kelembapan di dalam panel box diperlukan untuk menjaga keandalan komponen elektronik, sedangkan otomatisasi penerangan berbasis waktu dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi (Subekti et al., 2026).

Pos ronda juga berpotensi dikembangkan sebagai pusat informasi dan respons cepat masyarakat melalui pemanfaatan teknologi komunikasi. Sistem ini memungkinkan pelaporan kondisi darurat secara cepat serta penyampaian informasi seperti status kelistrikan, peringatan bahaya, dan pengumuman desa secara *real-time* melalui papan informasi digital (Zubairi et al., 2026), (Budioko, 2025).

Berbagai penelitian sebelumnya umumnya berfokus pada *monitoring* baterai PLTS, otomatisasi penerangan, sistem pelaporan bahaya, atau papan informasi digital secara terpisah (Hartoyo et al., 2024)-(Budioko, 2025). Berdasarkan studi literatur, masih terbatas penelitian yang mengintegrasikan seluruh komponen tersebut dalam satu sistem untuk mendukung operasional pos ronda dalam menunjang keamanan lingkungan secara menyeluruh.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan serta implementasi *Smart Renewable Security Post* berbasis PLTS di Desa Karanggeneng sebagai sistem terintegrasi yang menggabungkan penyediaan energi mandiri, *monitoring* PLTS, otomatisasi penerangan, pelaporan bahaya digital, dan penyampaian informasi publik. Sistem ini diharapkan mampu meningkatkan keandalan operasional pos ronda, memperkuat keamanan lingkungan, mendukung ketahanan energi, serta meningkatkan kualitas layanan informasi bagi masyarakat secara berkelanjutan.

1.2 Tujuan

Berdasarkan latar belakang tersebut, kegiatan ini bertujuan mengembangkan dan mengimplementasikan sistem *smart security post* berbasis energi terbarukan dan IoT untuk meningkatkan keandalan operasional, efektivitas pemantauan, dan keamanan lingkungan desa, melalui:

1. Menerapkan PLTS mandiri berbasis panel surya 180 Wp dan baterai LiFePO4 12V 100Ah sebagai sumber energi utama pos ronda, sehingga operasional tetap berjalan meskipun terjadi pemadaman listrik.
2. Mengintegrasikan IoT untuk memantau kondisi kelistrikan (tegangan, arus, daya, SoC baterai) dan lingkungan panel box (suhu, kelembapan) secara *real-time* melalui ESP32 dan *dashboard* web.
3. Mengembangkan otomatisasi penerangan berbasis evaluasi *threshold*, guna meningkatkan efisiensi energi.

4. Membangun platform pelaporan bahaya digital yang terintegrasi dengan sirene dan papan informasi publik (*running text*) untuk mempercepat respons keamanan dan penyampaian informasi kepada warga.
5. Menghasilkan sistem terintegrasi (energi, *monitoring*, otomatisasi, informasi) sebagai model teknologi tepat guna yang dapat direplikasi di desa lain.

1.3 Manfaat

Pelaksanaan kegiatan ini diharapkan memberikan manfaat nyata bagi mitra dan masyarakat, khususnya dalam aspek keamanan lingkungan, energi terbarukan, dan digitalisasi berbasis IoT, yaitu:

1. Menjamin operasional pos ronda tetap berjalan meskipun terjadi gangguan listrik, sehingga pengawasan keamanan desa tetap terjaga sepanjang waktu.
2. Mendukung pemanfaatan energi baru terbarukan di tingkat desa, sejalan dengan pencapaian SDGs ke-7 (*Affordable and Clean Energy*).
3. Memungkinkan pemantauan kondisi kelistrikan dan lingkungan panel box secara *real-time*, sehingga mendukung efisiensi energi dan deteksi dini gangguan komponen.
4. Mempercepat respons kondisi darurat melalui platform pelaporan bahaya digital dan meningkatkan efektivitas penyampaian informasi publik melalui *running text*.
5. Menjadi model teknologi tepat guna berbasis IoT dan energi surya yang dapat direplikasi di pos ronda atau desa lain, sejalan dengan SDGs ke-17 (*Partnerships for the Goals*).

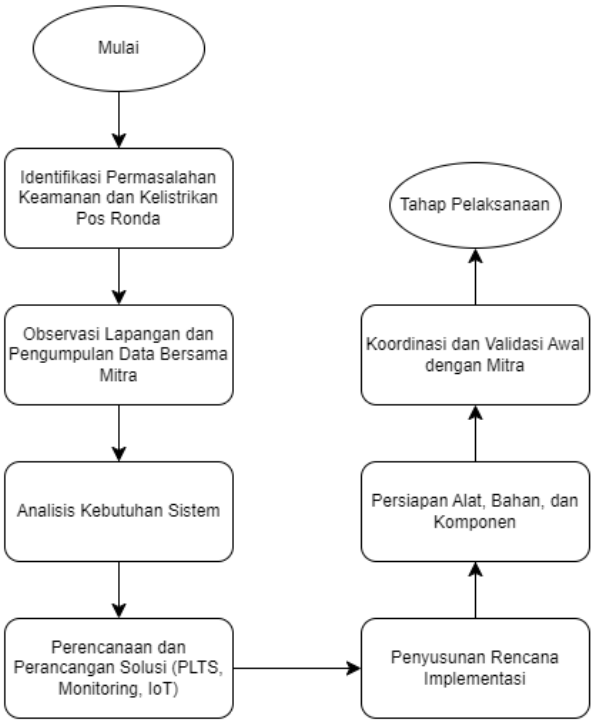
BAB II IMPLEMENTASI DAN LUARAN KEGIATAN

2.1 Bentuk Kegiatan

Kegiatan Hibah Pembelajaran Berdampak UNS dilaksanakan selama enam bulan, yaitu Agustus 2026 – Januari 2027. Kegiatan meliputi identifikasi kebutuhan mitra, perancangan sistem, pengadaan dan perakitan perangkat, pengembangan perangkat lunak, integrasi sistem, serta pengujian dan implementasi *Smart Security Post* berbasis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan *Internet of Things* (IoT). Seluruh tahapan dilaksanakan melalui pengujian di laboratorium dan implementasi langsung di Desa Karanggeneng, Kecamatan Boyolali, Kabupaten Boyolali.

2.2 Metode dan Tahapan Pelaksanaan

Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan *project-based learning* dan partisipatif dalam kerangka rekayasa terapan (*engineering design process*), guna mengintegrasikan pembelajaran mahasiswa dengan perancangan, implementasi, dan evaluasi sistem *Smart Renewable Security Post* berbasis PLTS dan *monitoring* IoT terintegrasi. Melalui pendekatan ini, mahasiswa memperoleh pengalaman merancang sistem penyediaan energi mandiri sekaligus menerapkan solusi teknologi yang mendukung peningkatan keamanan lingkungan dan ketahanan energi pos ronda di Desa Karanggeneng, Kecamatan Boyolali.



Gambar 2. 1 Diagram Alur Tahap Persiapan dan Perencanaan Kegiatan

Tahap persiapan diawali dengan identifikasi permasalahan keamanan dan kelistrikan pos ronda, dilanjutkan observasi lapangan serta pengumpulan data bersama mitra untuk mengetahui kondisi eksisting, potensi radiasi matahari, dan kebutuhan masyarakat. Hasil observasi digunakan untuk menganalisis kebutuhan sistem yang meliputi keandalan energi, *monitoring* perangkat, otomatisasi dan respons cepat, serta informasi publik. Berdasarkan analisis tersebut disusun perancangan sistem yang mencakup PLTS *off-grid*, *monitoring* kelistrikan dan kondisi panel *box* berbasis ESP32, serta integrasi IoT untuk kontrol otomatis dan pelaporan bahaya. Tahap persiapan diakhiri dengan penyusunan rencana implementasi, persiapan alat dan bahan, serta koordinasi dengan dosen

pembimbing dan mitra guna memastikan sistem siap diimplementasikan sesuai kebutuhan lapangan.

2.2.1 Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan diawali dengan identifikasi kondisi eksisting Pos Ronda Desa Karanggeneng. Hasil observasi menunjukkan beberapa permasalahan utama, yaitu keterbatasan pasokan listrik akibat pemadaman berkala, belum tersedianya sistem pemantauan kelistrikan dan kondisi panel secara *real-time*, minimnya media informasi publik, serta belum adanya mekanisme pelaporan kondisi darurat secara digital.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa integrasi energi terbarukan dan *Internet of Things* (IoT) mendukung implementasi *smart village* (Erina et al., 2026). Pemanfaatan PLTS mampu meningkatkan kemandirian energi desa (Hadi et al., 2025), sedangkan penerapan IoT meningkatkan efektivitas sistem keamanan lingkungan berbasis partisipasi masyarakat (Fitrian & Alkadrie, 2024).

Berdasarkan hasil analisis tersebut, kebutuhan sistem dirumuskan ke dalam empat aspek utama sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Analisis Kebutuhan Sistem

Aspek Kebutuhan	Permasalahan	Solusi yang Dirancang	Referensi
Keandalan Energi	Sering terjadi pemadaman listrik sehingga operasional pos ronda terganggu.	Sistem PLTS *off-grid* dengan *monitoring* daya secara *real-time*.	(Hartoyo et al., 2024), (Aritonang et al., 2026)
Monitoring Perangkat	Kondisi suhu dan kelembapan panel tidak terpantau sehingga berpotensi menurunkan umur komponen elektronik.	*Monitoring* suhu dan kelembapan panel box menggunakan sensor IoT.	(Subekti et al., 2026)
Otomatisasi dan Respons Cepat	Belum tersedia mekanisme pelaporan kondisi darurat maupun kendali otomatis perangkat.	*Panic button* berbasis IoT dan sistem kontrol otomatis.	(Subekti et al., 2026), (Zubairi et al., 2026)
Informasi Publik	Penyampaian informasi kepada masyarakat masih dilakukan secara manual.	*Running text* LED yang terintegrasi dengan *dashboard* web.	(Budioko, 2025)

Untuk menentukan kapasitas sistem tenaga surya, dilakukan estimasi konsumsi energi harian berdasarkan beban yang akan dioperasikan. Estimasi ini masih bersifat

indikatif dan akan disesuaikan kembali setelah seluruh komponen terpilih pada tahap pengadaan.

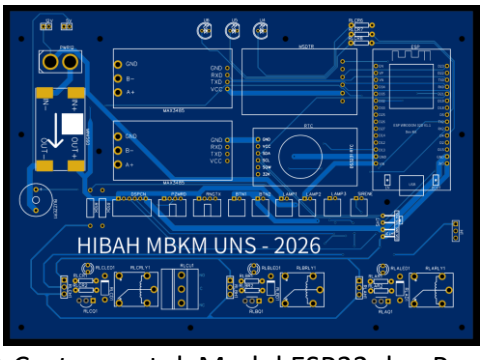
Tabel 2. 2 Estimasi Konsumsi Energi Harian Berdasarkan Beban

No.	Beban	Daya (W)	Waktu Operasi (jam/hari)	Energi (Wh/hari)
1	*Running Text* LED 1,65 m	30	12	360
2	Lampu penerangan Pos Ronda	15	12	180
3	ESP32 beserta sensor dan periferal (HMI, RTC, SD Card, komunikasi)	5	24	120
Total Energi Harian		**660 Wh**		

Berdasarkan estimasi tersebut, dipilih panel surya berkapasitas 180 Wp dan baterai $LiFePO_4$ 12 V 100 Ah dengan energi efektif sekitar 960 Wh (*Depth of Discharge* 80%). Kapasitas tersebut memberikan cadangan energi yang memadai sehingga sistem tetap dapat beroperasi pada kondisi intensitas radiasi matahari rendah maupun ketika terjadi aktivasi perangkat darurat seperti sirene dan lampu peringatan.

2.2.2 Perancangan Rangkaian dan Arsitektur *Hardware*

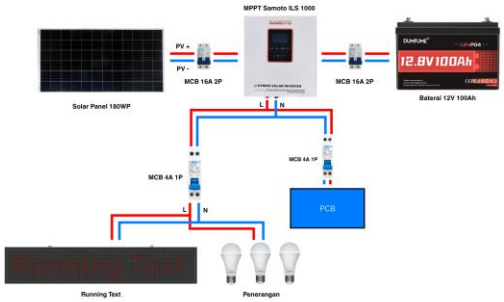
Rancangan panel bertujuan menghasilkan penempatan komponen yang aman, rapi, efisien, dan mudah dipelihara. Sistem ditempatkan pada panel box indoor berukuran 60×80 cm yang tata letaknya dirancang menggunakan Autodesk Fusion 360, meliputi busbar distribusi, MCB, DIN rail, cable duct, modul MINI560, serta PCB custom sebagai dudukan ESP32 dan modul pendukung seperti MAX3485, konektor I^2C untuk SHT31-D, RTC DS3231, dan EEPROM AT24C32. Skematik PCB custom tersebut dirancang menggunakan EasyEDA, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Desain PCB *Custom* untuk Modul ESP32 dan Perangkat Pendukung Panel *Box*

Sementara itu, pada bagian depan panel dipasang DWIN HMI 4,3 inci, tombol darurat (*emergency push button*), serta lampu indikator (*pilot lamp*) sehingga dapat dioperasikan langsung oleh petugas ronda tanpa membuka panel. Jalur pengkabelan dirancang

menggunakan kabel AWG yang disesuaikan dengan kapasitas arus masing-masing segmen guna menjaga aspek keselamatan dan kemudahan pemeliharaan. Adapun modul *running text* LED dipasang pada sisi luar panel yang menghadap area utama aktivitas warga sehingga informasi dapat terlihat dengan jelas.

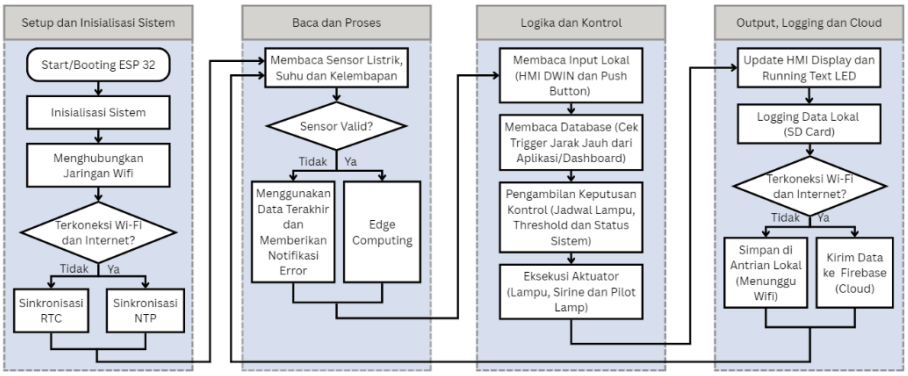


Gambar 2. 3 *Wiring Diagram* Arsitektur *Hardware* Sistem *Smart Renewable Security Post*

Sistem menggunakan PZEM-017 DC untuk mengukur tegangan, arus, daya, dan energi kumulatif pada jalur baterai-SCC. Data hasil pengukuran dikomunikasikan ke ESP32 melalui modul konverter RS485–TTL MAX3485. Data tersebut menjadi dasar perhitungan estimasi *State of Charge* (SoC) baterai menggunakan metode *Coulomb Counting*.

Secara paralel, sensor SHT31-D memantau kondisi suhu dan kelembapan di dalam panel *box* melalui antarmuka I²C. Berdasarkan hasil pembacaan kedua sensor, ESP32 mengevaluasi kondisi *threshold* dan mengendalikan *relay* untuk menghidupkan atau mematikan lampu penerangan serta mengaktifkan sirene ketika kondisi bahaya terdeteksi. Pada saat yang sama, sistem juga memperbarui tampilan pada DWIN HMI dan konten *running text* secara *real-time*.

2.2.3 Perancangan Arsitektur *Software* dan Integrasi IoT

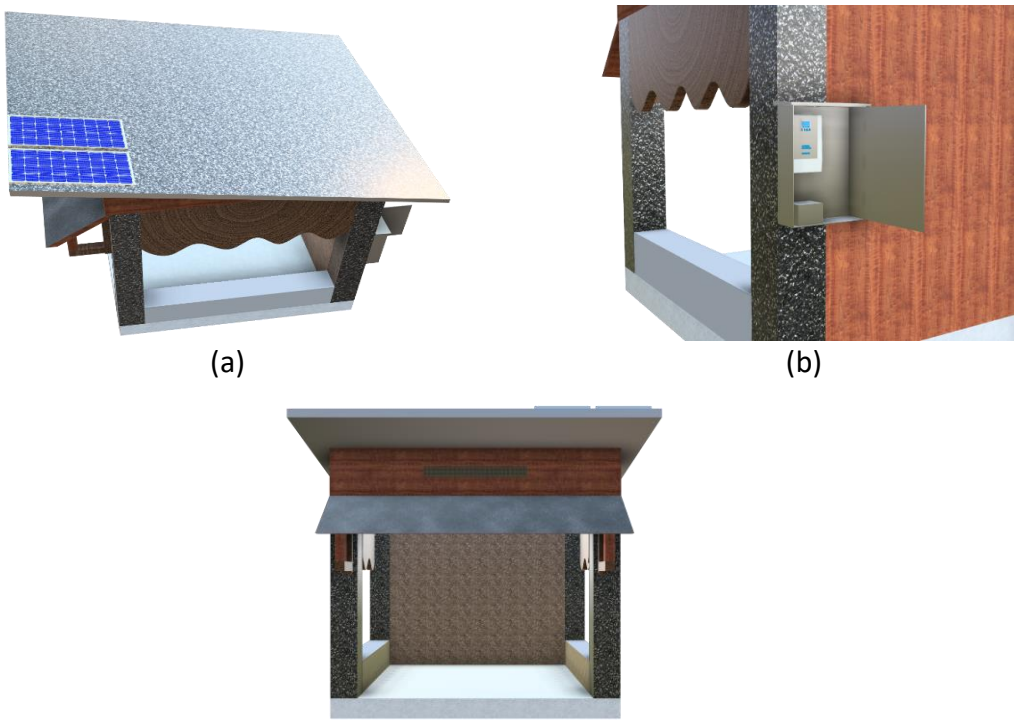


Gambar 2. 4 Diagram Alur Arsitektur *Software* dan Integrasi IoT Sistem *Smart Renewable Security Post*

Sistem PLTS Pos Ronda menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung ke Wi-Fi 2.4 GHz untuk mengirim data langsung ke *Firebase* dan *dashboard* web tanpa *gateway* tambahan. Perangkat lunak dirancang dalam alur 4 fase agar pemantauan dan pengendalian berjalan stabil, responsif, dan hemat energi.

Pada Fase 1 (inisialisasi), ESP32 menyiapkan seluruh *hardware* dan menyinkronkan waktu melalui NTP, atau RTC lokal jika koneksi belum tersedia. Fase 2 (pembacaan sensor) membaca data arus-tegangan dari PZEM-017 DC serta suhu-kelembapan dari SHT31-D. Jika pembacaan bermasalah, sistem tetap berjalan dengan menggunakan data valid terakhir untuk estimasi SoC baterai. Fase 3 (logika dan kontrol) menggabungkan jadwal otomatis, batas ambang parameter, input lokal (tombol dan HMI DWIN), serta perintah dari *dashboard* untuk mengendalikan lampu, sirene, dan lampu indikator. Fase 4 (*output* dan *logging*) menampilkan status pada HMI, mencatatnya ke SD *Card*, dan mengunggahnya ke *Firebase*. Jika koneksi internet terputus, data disimpan sementara dalam antrian lokal dan otomatis terkirim saat koneksi pulih. Siklus kemudian berulang ke Fase 2 untuk pembacaan data terbaru.

2.2.4 Perancangan Desain 3D dan Fisik Sistem



(a) (b)

(c)

Gambar 2. 5 Desain 3D *Smart Renewable Security Post*

Perancangan desain 3D dilakukan menggunakan perangkat lunak Autodesk Fusion 360 untuk memastikan penempatan panel surya, panel box, dan running text LED sesuai dengan struktur fisik pos ronda serta memperhatikan aspek estetika, keamanan, dan kemudahan pemeliharaan, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.5. Tampak atas pada Gambar 2.5(a) memperlihatkan penempatan dua unit panel surya 180 Wp pada bidang atap dengan orientasi yang disesuaikan agar memperoleh penyinaran matahari optimal, tampak belakang pada Gambar 2.5(b) memperlihatkan panel box yang ditempatkan menempel pada dinding pos ronda dengan posisi yang mudah diakses namun tetap terlindung dari cuaca luar, dan tampak depan pada Gambar 2.5(c) memperlihatkan penempatan running text LED beserta integrasi keseluruhan struktur pos ronda setelah seluruh komponen terpasang.

2.3 Luaran yang direncanakan

Luaran kegiatan ini mendukung penerapan teknologi tepat guna dalam pengelolaan keamanan dan energi pos ronda desa, meliputi:

1. Terwujudnya *Smart Security Post* berbasis PLTS terintegrasi yang andal, efisien, dan mudah dioperasikan oleh masyarakat Desa Karanggeneng.
2. Meningkatnya keterampilan masyarakat dalam pengoperasian dan pemeliharaan sistem melalui pelatihan dan pendampingan.
3. Tersusunnya laporan kegiatan yang memuat perancangan, implementasi, pengujian, dan evaluasi kinerja sistem.
4. Terlaksananya publikasi ilmiah atau presentasi pada forum akademik mengenai implementasi sistem.
5. Terlaksananya diseminasi hasil kegiatan melalui media sosial dan media massa lokal.

2.4 Jadwal Kegiatan

Tabel 2. 3 Jadwal Kegiatan

No.	Tahapan dan Aktivitas	Bulan					
		Ags 2026	Sep 2026	Okt 2026	Nov 2026	Des 2026	Jan 2027
1.	Perancangan Sistem (elektrikal, mekanik, firmware, *dashboard*)						
2.	Pengadaan Komponen dan Material						

3.	Perakitan dan Integrasi Panel Box						
4.	Instalasi di Lokasi Pos Ronda Desa						
5.	Pengujian Fungsional dan Kalibrasi Sistem						
6.	Pelatihan Operator dan Serah Terima Mitra						
7.	Evaluasi dan Penyusunan Laporan Akhir						

BAB III RELEVANSI KEGIATAN DENGAN PEMBELAJARAN

Tabel 3. 1 Relevansi Kegiatan dengan Pembelajaran

No	Mata Kuliah Program Studi	SKS	Kompetensi Utama Pembelajaran	Tahapan Kegiatan Pembelajaran Berdampak	Kompetensi dari Kegiatan Pembelajaran Berdampak
1.	Sistem Tertanam	2	Mampu menjelaskan periferal *Microcontroller Unit* (MCU) beserta fungsinya, memodelkan perangkat lunak *embedded* menggunakan UML, FSM, dan DFD berbasis bahasa C, serta menerapkan prinsip *multitasking*, *scheduling*, komunikasi antarproses, dan manajemen sumber daya. Selain itu, mahasiswa mampu mengimplementasikan komunikasi data antar-perangkat (mikrokontroler dan PC) sekaligus mengaplikasikan sistem kendali sederhana berbasis sistem tertanam yang	Perancangan dan pemrograman *firmware* ESP32: konfigurasi peripheral GPIO, UART, I2C, dan SPI; penjadwalan tugas pembacaan sensor dan pembaruan aktuator dengan interval berbeda (*multitasking* berbasis *timer*); komunikasi data antara ESP32 dengan PZEM-017 DC (Modbus RTU via RS485) dan dengan PC/laptop saat proses pemrograman dan *debugging*; implementasi akuisisi data sensor (SHT31-D, PZEM-017 DC) dan tampilan HMI lokal pada layar DWIN.	Kemampuan merancang dan mengimplementasikan *firmware* embedded pada ESP32 yang mencakup pengelolaan peripheral, penjadwalan proses *(scheduling*) berbasis interval tugas, komunikasi antar perangkat, serta integrasi HMI dan akuisisi data pada sistem kendali yang beroperasi nyata di lapangan.

			mengintegrasikan Antarmuka Manusia-Mesin (*Human-Machine Interface*/HMI) dan akuisisi data.		
2.	Proyek Kreatif Elektro 2	2	1. Mahasiswa mampu melakukan identifikasi permasalahan dan solusi rekayasa teknik elektro. 2. Mahasiswa mampu merancang program kendali pada proyek yang dikerjakan. 3. Mahasiswa mampu membuat HMI sederhana. 4. Mahasiswa mampu merancang sistem IoT pada proyek yang dikerjakan. 5. Mahasiswa mampu melaporkan proyek kreatif secara tulis maupun lisan	Survei lokasi dan analisis kebutuhan mitra untuk mengidentifikasi permasalahan keamanan dan kelistrikan pos ronda; perancangan sistem secara menyeluruh mulai dari program kendali relay dan sirene, tampilan HMI lokal pada panel, hingga integrasi sistem IoT (ESP32-Firebase-*dashboard*); penyusunan laporan akhir kegiatan dan presentasi hasil proyek kepada mitra maupun pembimbing.	Kemampuan mengidentifikasi permasalahan lapangan dan merumuskan solusi rekayasa elektro secara utuh, merancang program kendali dan HMI pada proyek nyata, mengintegrasikan sistem IoT dari perangkat hingga *dashboard*, serta mengomunikasikan hasil proyek secara tertulis dan lisan
3.	Kuliah Kerja Nyata (KKN)	3	1. Mahasiswa mampu membiasakan komunikasi yang baik dengan masyarakat. 2. Mahasiswa mampu menganalisis dan memecahkan	Koordinasi dan komunikasi dengan Pemerintah Desa Karanggeneng dan Karang Taruna selama survei, instalasi, hingga serah terima sistem; analisis kebutuhan dan permasalahan	Kemampuan berkomunikasi dan berkoordinasi secara efektif dengan aparat desa dan warga, menganalisis kebutuhan serta permasalahan di masyarakat, mengarahkan dan melatih warga dalam

			permasalahan di masyarakat. 3. Mahasiswa mampu mengarahkan masyarakat dalam program KKN. 4. Mahasiswa mampu merancang program-program pemberdayaan masyarakat	keamanan/informasi warga sebagai dasar solusi teknis; pelibatan warga saat instalasi di lokasi pos ronda; pelatihan operator dan pendampingan pascainstalasi kepada mitra.	pemanfaatan teknologi, serta merancang program pemberdayaan masyarakat berbasis solusi teknis yang berkelanjutan.
4.	Jaringan Komunikasi Data	2	1. Mahasiswa mampu memahami konsep komunikasi data, arsitektur jaringan komputer dan komponen penyusunnya (LAN, WAN, MAN, internet). 2. Mahasiswa mampu menjelaskan dan menganalisa cara kerja *layering* dengan OSI layer (7 layer) dan TCP/IP (5 layer). 3. Mahasiswa mampu menjelaskan dan menganalisa line coding, deteksi dan koreksi error. 4. Mahasiswa mampu menjelaskan sistem *internetworking* terkini	Perancangan komunikasi antarperangkat pada sistem: Modbus RTU via RS485 antara PZEM-017 DC dan ESP32, I2C antara ESP32 dengan SHT31-D/RTC/EEPROM, dan UART ke HMI serta *running text*; konfigurasi koneksi WiFi ESP32 ke internet dan pengiriman data ke Firebase melalui HTTPS; pengujian keandalan komunikasi termasuk strategi *reconnect* otomatis dan penanganan data saat koneksi terputus.	Kemampuan menerapkan konsep arsitektur dan *layering* komunikasi data pada sistem nyata yang menggabungkan komunikasi lokal (RS485/I2C/UART) dengan komunikasi *internetworking* (WiFi-internet-*cloud*), serta menganalisis dan menangani gangguan pada jalur komunikasi antarperangkat.

5.	Algoritma dan Struktur Data	2	1. Mahasiswa mampu menjelaskan berbagai struktur data (stack, *queue*, array). 2. Mahasiswa mampu menjelaskan algoritma (searching, sorting). 3. Mahasiswa mampu menerapkan algoritma dan struktur data untuk memecahkan masalah. 4. Mahasiswa mampu membangun sistem *database* sederhana	Perancangan logika program ESP32: pengelolaan *buffer* data sensor dan antrian data (store-and-forward *queue*) pada SD card saat koneksi WiFi terputus; penerapan algoritma *coulomb counting* untuk estimasi baterai dari data arus; perancangan struktur penyimpanan data log pada SD card (format CSV) dan struktur data pada Firebase sebagai basis data *cloud*.	Kemampuan menerapkan struktur data (array, *queue*) pada pengelolaan *buffer* dan antrian data sensor, menerapkan algoritma pemrosesan data untuk perhitungan estimasi kondisi baterai, serta merancang dan membangun struktur basis data sederhana untuk logging data sistem baik secara lokal maupun pada *cloud*.

BAB IV ANGGARAN

RENCANA ANGGARAN BELANJA (RAB)

KEGIATAN PROGAM HIBAH PEMBELAJARAN BERDAMPAK 2026

DENGAN JUDUL "IMPLEMENTASI *SMART RENEWABLE SECURITY POST* BERBASIS PLTS DAN SISTEM MONITORING TERINTEGRASI UNTUK MENDUKUNG DIGITALISASI KEAMANAN DI DESA KARANGGENENG, KABUPATEN BOYOLALI"

Tabel 4. 1 Rancangan Anggaran dan Biaya

NO.	KETERANGAN	VOL	SAT	FREK	JML	HARGA SATUAN (Rupiah)	JUMLAH (Rupiah)	PAJAK (Rupiah)	TOTAL
A.	**BELANJA BAHAN HABIS PAKAI**								
1	Solar Panel Surya PV 180 Wp	2	unit	1	2	800.000	1.600.000	0	1.600.000
2	Box Panel Indoor 60×80	1	unit	1	1	486.000	486.000	0	486.000

3	Baterai LiFePO4 12V 100Ah + BMS	1	unit	1	1	1.710.000	1.710.000	0	1.710.000
4	Inverter Low Frequency 12V 1000VA	1	unit	1	1	1.775.792	1.775.792	0	1.775.792
5	MCB Schneider 4A 1P	2	unit	1	2	114.683	229.366	0	229.366
6	MCB Schneider 16A 2P	2	unit	1	2	242.328	484.656	0	484.656
7	DWIN Smart Display 4.3"	1	unit	1	1	335.500	335.500	0	335.500
8	ESP32 DevKit V1	1	unit	1	1	60.000	60.000	0	60.000
9	Relay Module 1 Channel	5	unit	1	5	23.020	115.100	0	115.100
10	Sensor SHT31	1	unit	1	1	70.442	70.442	0	70.442
11	Push Button	2	unit	1	2	30.000	60.000	0	60.000
12	Kabel Duct	1	unit	3	3	7.050	21.150	0	21.150
13	DIN Rail MCB	1	unit	1	1	12.600	12.600	0	12.600
14	Mini Sirene 12V	1	unit	1	1	75.900	75.900	0	75.900
15	*Running Text* LED 1,65 Meter	1	set	1	1	1.100.000	1.100.000	0	1.100.000
16	Resistor 10K (10 pcs)	1	unit	10	10	1.500	15.000	0	15.000
17	Resistor 4K7	1	unit	10	10	5.800	58.000	0	58.000
18	Dioda 1N4007	1	unit	10	10	500	5.000	0	5.000
19	DC-DC Converter MINI560	1	unit	1	1	13.000	13.000	0	13.000
20	Kabel AWG 20	3	meter	1	3	2.990	8.970	0	8.970
21	Kabel AWG 18	10	meter	1	10	4.000	40.000	0	40.000
22	Kabel AWG 8	3	meter	1	3	46.886	140.658	0	140.658
23	Kabel NYY	1	unit	1	1	70.094	70.094	0	70.094
24	Kabel & Konektor PLTS	1	set	1	1	257.550	257.550	0	257.550
25	*Pilot Lamp* DC 12V	1	unit	3	3	9.900	29.700	0	29.700
26	PZEM-017 + Shunt	1	unit	1	1	260.000	260.000	0	260.000
27	MAX3485 RS485 to TTL	1	unit	1	1	92.990	92.990	0	92.990
28	RTC DS3231	1	set	1	1	42.000	42.000	0	42.000

29	Micro SD Reader Module	1	unit	1	1	7.422	7.422	0	7.422
30	MicroSD 4 GB	1	unit	1	1	27.170	27.170	0	27.170
31	Mounting Bracket Panel Surya	2	set	1	2	171.600	343.200	0	343.200
32	L Feet Mounting Solar Panel	4	set	1	4	23.700	94.800	0	94.800
33	End Clamp Mounting Solar Panel	4	set	1	4	14.000	56.000	0	56.000
34	Mid Clamp Mounting Solar Panel	2	set	1	2	15.120	30.240	0	30.240
35	LED 5mm	6	unit	1	6	150	900	0	900
36	Voltmeter Digital	2	unit	1	2	19.400	38.800	0	38.800
37	Konektor XT60	1	set	1	1	32.000	32.000	0	32.000
B.	**BELANJA BAHAN NON OPERASIONAL LAINNYA**								
1	Jasa Cetak PCB	1	unit	1	1	200.000	200.000	0	200.000
C.	**HONORARIUM**								
D.	**BELANJA PERJALANAN**								
E.	**BELANJA OPERASIONAL LAINNYA**								
TOTAL ANGGARAN									**Rp 10.000.000**

Catatan: Rincian Anggaran Biaya dalam bentuk file excel dapat diakses melalui link

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1mz_VgnE6PgcFywXBfRkCVUJvBGzHedBkSFsZOoL6FF8/edit?usp=sharing

Ketua Kelompok

Annisa Kumalasari

NIM. I0724008

Daftar Pustaka

Hadi, N. T., Muslim, M. P., Gusti, K. W., & Prasetyo, R. T. (2025). Pemberdayaan masyarakat berbasis energi surya untuk mendukung desa cerdas energi dan meningkatkan kesejahteraan. *Jurnal Inovasi Hasil Pengabdian Masyarakat (JIPEMAS), 8*(3), 765–777. https://doi.org/10.33474/jipemas.v8i3.24287

Erina, L., et al. (2026). Integrasi energi terbarukan dan sistem pengawasan digital untuk mendukung pembangunan *smart village*. *Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat (JP2M), 7*(2), 385–393.

Fitrian, Y., & Alkadrie, S. M. R. R. M. (2024). Peningkatan keamanan melalui sinergi teknologi IoT, kearifan lokal, dan pemberdayaan perempuan di Kabupaten Kubu Raya: Perspektif komunitas pedesaan. *Arus Jurnal Sosial dan Humaniora, 4*(3), 2258–2271. https://doi.org/10.57250/ajsh.v4i3.711

Hartoyo, Rosyadi, S., & Nursusanto, U. (2024). Electrical power monitoring system for solar power plants based on the Internet of Things. *Sustinere: Journal of Environment and Sustainability, 8*(3). https://doi.org/10.22515/sustinere.jes.v8i3.442

Aritonang, M. A. S., Candra, J. E., & Nazwan, M. (2026). Integrated performance and IoT-based reliability assessment of off-grid PV systems. *Sinkron: Jurnal dan Penelitian Teknik Informatika, 10*(3), 1261–1266.

Subekti, D. A., Purwadi, H., & Maesaroh, D. T. (2026). Sistem monitoring suhu dan kelembaban ruangan berbasis Internet of Things menggunakan ESP32 dan DHT22. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 14*(2). https://doi.org/10.23960/jitet.v14i2.9467

Syahputra, M. R., Syahputra, A., Sitinjak, M. H. K., Turnip, F. F., & Habib, M. (2026). Penerapan sistem lampu jalan automatis berbasis sensor cahaya dengan integrasi IoT. *Management of Information System Journal, 4*(3), 319–327.

Zubairi, M. Y., Rusimamto, P. W., Anifah, L., & Kholis, N. (2026). Sistem panic button untuk kondisi darurat warga desa berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknik Elektro, 15*(1), 20–29. https://doi.org/10.26740/jte.v15n1.p20-29

Budioko, T. (2025). Sistem IoT pengubah informasi running text berbasis MQTT dan FreeRTOS. *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer), 9*(2), 463–473. https://doi.org/10.26798/jiko.v9i2.1934

Lampiran

SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN KERJA SAMA DARI MITRA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Hartaya, S.E.
Pimpinan Mitra	:	RW
Bidang Kegiatan	:	Kegiatan Guyub Desa
Alamat	:	Ngargosari RT 02 RW 06 Karanggeneng, Boyolali

Dengan ini menyatakan **Bersedia** untuk Bekerja sama dengan pelaksana kegiatan Hibah Pembelajaran Berdampak Skema Proyek Membangun Desa dengan Judul: Implementasi *Smart Renewable Security Post* Berbasis PLTS dan Sistem Monitoring Terintegrasi untuk Digitalisasi Keamanan di Desa Karanggeneng, Kabupaten Boyolali.

Nama Ketua Tim Pengusul	:	Annisa Kumalasari
Nomor Induk Mahasiswa	:	I0724008
Program Studi	:	Teknik Elektro
Nama Dosen Pembimbing	:	Dr. Ir. Mufti Reza Aulia Putra, S.T., M.T., IPP.
Perguruan Tinggi	:	Universitas Sebelas Maret

Guna menerapkan dan mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi di lingkungan Desa Karanggeneng, khususnya pada penerapan *Smart Renewable Security Post* berbasis PLTS dan sistem monitoring terintegrasi untuk digitalisasi keamanan.

Bersama ini pula kami nyatakan dengan sebenarnya bahwa diantara pihak Mitra dan Pelaksana Program tidak terdapat hubungan kekeluargaan dan/atau ikatan usaha dalam wujud apapun.

Demikian Surat Pernyataan Kesediaan Kerja Sama ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 23 Juli 2026
Pimpinan Mitra



(Hartaya, S.E.)

JUDUL PROPOSAL : Implementasi Smart Renewable Security Post Berbasis PLTS dan Sistem Monitoring Terintegrasi untuk Mendukung Digitalisasi Keamanan di Desa Karanggeneng, Kabupaten Boyolali.

ANGGOTA KELOMPOK :

1. Annisa Kumalasari (Ketua) I0724008
2. Naurah Adhwaa Allea I0724017
3. Aditya Rahmat Widodo I0724019
4. Rr. Naura Athifa Elmona Wibisono I0724054
5. Angelina Sarah Pratica I0724055
6. Andhika Galang Pradana I0724057
7. Ardiansyah Bagas Wibisono I0724058
8. Nabil Rizal Fatih I0724083

No.	Mata Kuliah	Kegiatan Assesmen
1.	ST	Perancangan dan Implementasi Firmware Kendali Tertanam ESP32 untuk Monitoring Kelistrikan dan Kontrol Aktuator
2.	ST	Perancangan Sistem Akuisisi Data Lingkungan dan Otomasi Penerangan Panel Box Berbasis Mikrokontroler
3.	ASD	Pengembangan Basis Data dan Algoritma Pengelolaan Data Monitoring Baterai serta Log Sistem
4.	ASD	Perancangan dan Implementasi Dashboard Web Terpadu untuk Monitoring, Pelaporan, dan Pengaturan Running Text
5.	JKD	Perancangan Arsitektur Komunikasi Data dan Protokol Transmisi Sistem IoT (ESP3-Cloud-Dashboard)
6.	JKD	Perancangan Protokol Komunikasi dan Integrasi Sistem Informasi Publik Berbasis Running Text LED
7.	PK-2 & KKN	Implementasi Smart Renewable Security Post Berbasis PLTS dan Sistem Monitoring Terintegrasi untuk Mendukung Digitalisasi Keamanan di Desa Karanggeneng, Kabupaten Boyolali