

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE KOMUNIKASI LORA DENGAN
MANAJEMEN DAYA DEEP SLEEP BERBASIS ESP32-S3 DAN UJI
COBA KLASIFIKASI ANOMALI**



**Universitas
Harkat Negeri**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Studi
Jenjang Program Diploma Tiga**

Oleh:

Nama : Faiz Ahnaf Maulana

NIM : 23040007

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK KOMPUTER
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS HARKAT NEGERI**

2026

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Faiz Ahnaf Maulana
NIM : 23040007
Jurusan / Program Studi : D-3 Teknik Komputer
Jenis Karya : Tugas Akhir

Adalah mahasiswa Program Studi D-3 Teknik Komputer Sekolah Vokasi Universitas Harkat Negeri, dengan ini menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir yang berjudul **“RANCANG BANGUN PROTOTIPE KOMUNIKASI LORA DENGAN MANAJEMEN DAYA DEEP SLEEP BERBASIS ESP32-S3 DAN UJI COBA KLASIFIKASI ANOMALI”** Merupakan hasil pemikiran dan kerjasama sendiri secara orisinil dan saya susun secara mandiri dan tidak melanggar kode etika hak karya cipta. Pada pelaporan Tugas Akhir ini juga bukan merupakan karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik tertentu di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari ternyata Laporan Tugas Akhir ini terbukti melanggar kode etika karya cipta atau merupakan karya yang dikategorikan mengandung unsur plagiarisme, maka saya bersedia untuk melakukan penelitian baru dan menyusun laporannya sebagai Laporan Tugas Akhir, sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan sesungguhnya.

Tegal, 24 Juni 2026



(Faiz Ahnaf Maulana)

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPERLUAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademika Universitas Harkat Negeri, Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Faiz Ahnaf Maulana
NIM : 23040007
Jurusan / Program Studi : D-3 Teknik Komputer
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Harkat Negeri **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Node-exclusive Royalty Free Right*) atas tugas akhir saya yang berjudul: **“RANCANG BANGUN PROTOTIPE KOMUNIKASI LORA DENGAN MANAJEMEN DAYA DEEP SLEEP BERBASIS ESP32-S3 DAN UJI COBA KLASIFIKASI ANOMALI”** Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Harkat Negeri berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Universitas Harkat Negeri

Pada Tanggal : 24 Juni 2026

Yang menyatakan,



(Faiz Ahnaf Maulana)

UNIVERSITAS HARKAT NEGERI	Kode/No :
	Tanggal :
FORMULIR LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	Revisi :
	SEKOLAH VOKASI

HALAMAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR (TA)

RANCANG BANGUN PROTOTIPE KOMUNIKASI LORA DENGAN MANAJEMEN DAYA DEEP SLEEP BERBASIS ESP32-S3 DAN UJI COBA KLASIFIKASI ANOMALI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Melaksanakan Tugas Akhir

Oleh:

Nama : Faiz Ahnaf Maulana

NIM : 23040007

Tegal, 10 Agustus 2026

Menyetujui,

Pembimbing I,



Abdul Basit, S. Kom., MT.
NIPY. 01.015.198

Pembimbing II,



Very Kurnia Bakti, M.Kom.
NIPY. 09.008.044

UNIVERSITAS HARKAT NEGERI	Kode/No :
	Tanggal :
FORMULIR LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	Revisi :
	SEKOLAH VOKASI

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR (TA)

RANCANG BANGUN PROTOTIPE KOMUNIKASI LORA DENGAN MANAJEMEN DAYA DEEP SLEEP BERBASIS ESP32-S3 DAN UJI COBA KLASIFIKASI ANOMALI

Oleh:

Nama : Faiz Ahnaf Maulana

NIM : 23040007

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik Komputer pada Program Studi Diploma III Teknik Komputer, Universitas Harkat Negeri.

Tim Penguji,

Ketua Penguji : Lukmanul Khakim, S.Kom.,
NIDN. 0604059004 M.Tr.T., IPP

()

Anggota Penguji I : Rais, S.Pd, M.Kom
NIDN. 0614108501

()

Anggota Penguji II : Very Kurnia Bakti, M.Kom
NIDN. 0625118301

()

Tegal, 10 Agustus 2026
Menyetujui,

Sekolah Vokasi
Dekan

Program Studi Diploma III Teknik Komputer
Ketua Program Studi

 **Universitas
Harkat Negeri**
Sekolah Vokasi

Dr. apt. Heru Nurcahyo, S.Farm, M.Sc.
NIPY. 10.007.038

 **Universitas
Harkat Negeri**
DIII Teknik Komputer

Arif Rakhman, S.E, S.Pd, M.Kom.
NIPY. 05.016.291

HALAMAN MOTO

"No man is an island"

(John Donne)

"Any program is only as good as it is useful."

(Linus Torvalds)

"Computers are incredibly fast, accurate, and stupid. Human beings are incredibly slow, inaccurate, and brilliant. Together they are powerful beyond imagination."

(Albert Einstein)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, Tugas Akhir ini kupersembahkan kepada:

1. Allah SWT, Atas segala rahmat, karunia, dan kemudahan yang telah diberikan-Nya, sehingga hamba dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan tepat pada waktunya.
2. Ayah dan Ibu, atas doa yang tak pernah putus, kasih sayang yang tak pernah habis, dan pengorbanan yang tak ternilai harganya. Kalian adalah kekuatan terbesar dalam setiap langkah perjuanganku.
3. Kakak dan Adikku Tersayang Yang selalu hadir dengan semangat, canda, dan dukungan di setiap suka maupun duka. Kebersamaan kita adalah motivasi yang tak pernah padam.
4. Teman-teman, Sahabat, dan Saudara Terima kasih atas doa, dukungan, dan semangat yang telah kalian berikan tanpa henti. Kalian adalah bagian dari perjalanan dan keberhasilan ini.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **"RANCANG BANGUN PROTOTIPE KOMUNIKASI LORA DENGAN MANAJEMEN DAYA DEEP SLEEP BERBASIS ESP32-S3 DAN UJI COBA KLASIFIKASI ANOMALI"** ini dengan baik dan tepat pada waktunya.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi DIII Teknik Komputer di Universitas Harkat Negeri Tegal. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan berbagai pihak. Oleh *karena* itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Sudirman Said, S.E., M.B.A. selaku Rektor Universitas Harkat Negeri Tegal.
2. Bapak Dr. apt. Heru Nurcahyo, S.Farm., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Sekolah Vokasi Universitas Harkat Negeri Tegal.
3. Bapak Arif Rakhman, SE, S.Pd, M.Kom., selaku Ketua Program Studi DIII Teknik Komputer Universitas Harkat Negeri Tegal.
4. Bapak Abdul Basit, S.Kom., M.T., selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak Very Kurnia Bakti, M.Kom., selaku Dosen Pembimbing II.
6. Bapak Hasan Suhadi, S.E., selaku Pimpinan Direktur Utama Perumda Air Minum Tirta Bahari Tegal
7. Seluruh narasumber di tempat observasi.
8. Teman satu tim, atas kerja sama dan kekompakan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Seluruh Dosen dan Staf Program Studi DIII Teknik Komputer Universitas Harkat Negeri Tegal.

Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan sumbangan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Tegal, 24 Juni 2026

ABSTRAK

Kehilangan air (Non-Revenue Water/NRW) pada jaringan distribusi Perumdam Tirta Bahari Kota Tegal mencapai 35,28%, melebihi standar nasional 25%, salah satunya akibat belum tersedianya mekanisme pemantauan parameter hidrolika secara periodik yang hemat energi. Penelitian ini menganalisis kinerja komunikasi LoRa SX1278 dan manajemen daya deep sleep pada ESP32-S3 dalam sebuah purwarupa berbasis komunikasi Point-to-Point, dengan interval transmisi data 15 menit serta uji coba klasifikasi anomali menggunakan model logistic regression sebagai eksperimen pendukung. Pengujian komunikasi dilakukan pada jarak 20 meter dalam kondisi Non-Line-of-Sight dengan parameter Packet Delivery Ratio (PDR), RSSI, SNR, dan Time on Air, sedangkan pengujian manajemen daya dilakukan pada fase inisialisasi, transmisi, dan deep sleep menggunakan sensor INA219. Hasil pengujian menunjukkan PDR mencapai 100% dengan Time on Air 5 detik per paket, jauh lebih kecil dibandingkan interval pengiriman. Total energi per siklus tercatat 3,72 mWh dengan estimasi umur baterai 11 hari, meskipun arus deep sleep sebesar 11,4 mA menunjukkan masih adanya komponen yang belum sepenuhnya dinonaktifkan. Model klasifikasi anomali menghasilkan akurasi sekitar 90% sebagai indikator awal potensi kebocoran. Hasil ini memberikan gambaran kuantitatif mengenai trade-off antara keandalan komunikasi dan efisiensi energi pada sistem berbasis LoRa untuk mendukung upaya penurunan NRW.

Kata kunci: komunikasi LoRa, manajemen daya, deep sleep, Packet Delivery Ratio, Non-Revenue Water.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Penelitian Terkait.....	8
2.2 Landasan Teoretis.....	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Prosedur Penelitian	26
3.2 Metode Pengumpulan Data	29
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	30
BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM.....	33
4.1 Analisa Permasalahan.....	33
4.2 Analisa Kebutuhan Sistem	34
4.2.1 Kebutuhan Perangkat Keras.....	34
4.2.2 Kebutuhan Perangkat Lunak	34
4.3 Perancangan Sistem.....	35
4.3.1 Arsitektur Sistem.....	35
4.3.2 Perancangan <i>Node</i>	36

4.3.3 Perancangan <i>Gateway</i>	38
4.3.4 Perancangan Manajemen Daya	40
4.3.5 Perancangan Eksperimen Klasifikasi Anomali	40
4.4 Desain Interface Fisik	41
4.4.1 Desain Interface Fisik <i>Node</i>	41
4.4.2 Desain Interface Fisik <i>Gateway</i>	42
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	44
5.1 Implementasi Sistem	44
5.2 Hasil Pengujian	44
5.2.1 Pengujian Eksperimen Klasifikasi Anomali	44
5.2.2 Pengujian Komunikasi LoRa	46
5.2.3 Pengujian Manajemen Daya	49
5.3 Hasil Desain Interface Fisik	50
BAB VI SIMPULAN DAN SARAN	53
6.1 Simpulan	53
6.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	63

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu	8
Tabel 2.2 Matriks Perbandingan Penelitian Terdahulu	10
Tabel 5.1 Sampel Data Uji Fungsional Sensor	45
Tabel 5.2 Sampel Data Uji Manajemen Daya	49

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Module LoRa SX1278	13
Gambar 2.2 ESP32S3 DevKit.....	15
Gambar 2.3 sensor INA219	18
Gambar 2.4 Baterai Lithium-Ion	19
Gambar 2.5 Simbol Flowchart Sumber: dicoding.com	22
Gambar 3.1 Tahapan Metode Penelitian Prototype	26
Gambar 4.1 Diagram Blok Arsitektur Sistem.....	36
Gambar 4.2 Flowchart Perancangan.....	37
Gambar 4.3 Skema Elektronika	38
Gambar 4.4 Flowchart Perancangan Gateway.....	39
Gambar 4.5 Desain Interface Fisik Node.....	42
Gambar 4.6 Desain Interface Fisik Gateway	43
Gambar 5.1 Hasil Evaluasi Logistic Regression Pada ESP32S3.....	45
Gambar 5.2 Hasil Data RSSI	47
Gambar 5.3 Hasil Data SNR.....	47
Gambar 5.4 Hasil Data Frequency Error	48
Gambar 5.5 Hasil Data Tim eon Air.....	48
Gambar 5.6 Interface Fisik Node.....	51
Gambar 5.7 Interface Fisik Gateway	52

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Surat Kesediaan Dosen Pembimbing I.....	64
Lampiran 2. Surat Kesediaan Dosen Pembimbing II	65
Lampiran 3. Surat Observasi	66
Lampiran 4. Dokumentasi.....	67