

**RANCANG BANGUN SISTEM NOTIFIKASI PELANGGARAN BATAS
MARITIM PADA KAPAL NELAYAN BERBASIS *LORA-MQTT* DENGAN
METODE *GEOFENCING***

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi



Disusun Oleh :

Putu Satya Wirananda

40040321650010

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2025

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN SISTEM NOTIFIKASI PELANGGARAN BATAS
MARITIM PADA KAPAL NELAYAN BERBASIS LORA-MQTT DENGAN
METODE *GEOFENCING***

Diajukan Oleh:
Putu Satya Wirananda
40040321650010

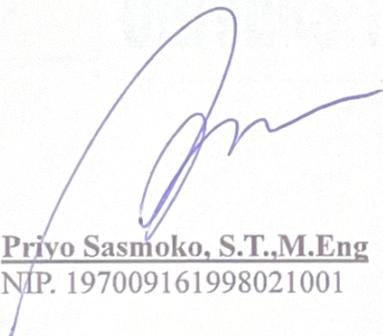
TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA DENGAN BAIK OLEH

Menyetujui,
Pembimbing



Ahmad Ridlo Hanifudin Tahier, S.Si., M.Si.
NPPU H.7.199504152022041001

Mengetahui,
Ketua
Program Studi S.Tr Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro



Priyo Sasmoko, S.T.,M.Eng
NIP. 197009161998021001

30 September 2025

HALAMAN PENGESAHAN
RANCANG BANGUN SISTEM NOTIFIKASI PELANGGARAN BATAS
MARITIM PADA KAPAL NELAYAN BERBASIS LORA-MQTT DENGAN
METODE GEOFENCING

Diajukan Oleh:
Putu Satya Wirananda
40040321650010

Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji Pada
Selasa, 30 September 2025

Tim Penguji

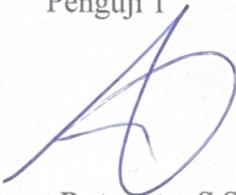
Pembimbing



Ahmad Ridlo Hanifudin Tahier, S.Si., M.Si.

NPPU H.7.199504152022041001

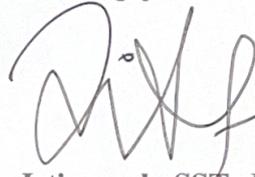
Penguji 1



Ari Bawono Putranto, S.Si, M.Si

NIP. 198501252019031007

Penguji 2



Aulia Istiqomah, SST., M.T.

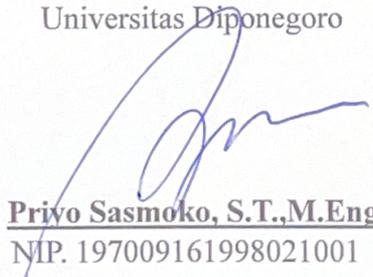
NIP. 199306122024062002

Mengetahui,

Ketua Program Studi S.Tr Teknologi Rekayasa Otomasi

Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro



Priyo Sasmoko, S.T.,M.Eng

NIP. 197009161998021001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Putu Satya Wirananda
NIM : 40040321650010
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Notifikasi Pelanggaran
Batas Maritim Pada Kapal Nelayan Berbasis *LoRa-MQTT* dengan Metode *Geofencing*

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ini ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Peraturan Perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 18 September 2025

Penulis



Putu Satya Wirananda

40040321650010

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadapan Ida Sang Hyang Widhi Wasa atas asung kerta wara nugraha-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Notifikasi Pelanggaran Batas Maritim Pada Kapal Nelayan Berbasis LoRa-MQTT Dengan Metode *Geofencing*”. Tersusunnya laporan ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan semangat, dukungan, doa, dan support lainnya kepada penulis.
2. Bapak Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi Universitas Diponegoro
3. Bapak Ahmad Ridlo Hanifudin Tahier, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir atas waktu, kesempatan dan bimbingan yang diberikan selama proses bimbingan dan penyusunan Tugas Akhir.
4. Rekan-rekan Mavros Kavalaris 2021, yang telah menjadi teman dan rekan seperjuangan selama 4 Tahun Berkuliah di Universitas Diponegoro.
5. Teman – Teman Kost Wisma Tentrem, yang telah membantu dan menjadi teman diskusi penulis.
6. Ayyash Dhia Ulhaq, Azka Dzaky, Hayyan, dan rekan-rekan stereo otomasi yang telah membantu memberikan support kepada penulis selama keberjalanan Tugas Akhir.
7. I Wayan Aditya Yoghisvara, Ni Putu Savitri, I Putu Aritya K, dan Gede Yoga A, yang telah menjadi pendukung dan rekan yang menemani proses keberjalanan Tugas Akhir.
8. Elizabeth Ekariesa Ayu P., yang selalu sabar memberikan dukungan, doa, perhatian, dan semangat di setiap proses penyusunan Tugas Akhir ini, serta menjadi sumber motivasi penulis untuk terus maju dan berjuang hingga akhir.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Semarang, 18 September 2025

Penulis

Putu Satya Wirananda

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
ABSTRAK	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah.....	4
1.3 Tujuan Tugas Akhir	4
1.4 Manfaat Tugas Akhir	5
1.5 Batasan masalah	5
1.6 Metodologi Penelitian	6
1.7 Sistematika Laporan Tugas Akhir.....	7
BAB II	8
DASAR TEORI	8
2.1 Tinjauan Pustaka	8
2.2 Pelanggaran Batas Maritim Indonesia	9
2.3 Nelayan	11
2.4 Komponen Utama (<i>Transmitter, Repeater, Receiver</i>)	12
2.4.1 <i>Transmitter (GPS-Based Alarm)</i>	13
2.4.2 <i>Repeater</i>	13
2.4.3 <i>Receiver (Gateway)</i>	13
2.5 <i>GPS-Based Alarm</i>	13
2.6 Protokol Komunikasi	15
2.6.1 <i>SPI (Serial Peripheral Interface)</i>	15
2.6.2 <i>UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)</i>	16
2.6.3 <i>I2C (Inter-Integrated Circuit)</i>	17
2.6.4 <i>LoRa (Long Range)</i>	18
2.6.5 <i>MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)</i>	20

2.7	Mikrokontroler ESP 32	21
2.8	Modul GPS.....	24
2.8.1	GPS Neo-6M	24
2.8.2	GPS Neo-M8N	25
2.9	<i>Buzzer</i> 3-24 V.....	28
2.10	Metode <i>Geofencing</i>	29
2.10.1	<i>Line crossing detection</i>	31
2.11	LoRa SX 1278.....	32
2.12	Catu Daya (Baterai Li-Ion 18650)	34
2.12.1	Step-Up Regulator 3.7V – 5V	36
2.13	LCD I2C 16 x 2.....	37
2.14	Arduino IDE.....	39
2.15	<i>Dashboard Pemantauan</i>	40
BAB III	.....	42
METODE PENELITIAN	.....	42
3.1	Diagram Blok Sistem.....	42
3.2	Gambar 3D.....	46
3.2.1	Perangkat <i>Transmitter (GPS-Alarm)</i>	46
3.2.2	Perangkat <i>Repeater & Receiver</i>	47
3.3	Spesifikasi dan Fitur	48
3.3.1	Perangkat GPS-Alarm	48
3.3.2	Perangkat <i>Repeater</i>	49
3.3.3	Perangkat <i>Receiver</i>	49
3.4	Prinsip Kerja	49
3.5	Teknik Fabrikasi Alat	54
3.5.1	Flowchart	54
3.5.2	Perancangan Sistem Elektrik.....	58
3.5.3	Skematik PCB	62
3.5.4	Perancangan <i>Software</i>	64
BAB IV	.....	67
PENGUJIAN DAN HASIL ANALISA	.....	67
4.1	Peralatan Pengujian.....	67

4.2	Prosedur Pengujian	68
4.3	Pengukuran Dan Pengujian Komponen	69
4.3.1	Pengukuran Catu Daya	70
4.3.2	Pengujian Modul GPS	72
4.3.3	Pengujian Modul LoRa Ra-02 SX1278.....	78
4.3.4	Pengujian Responsi <i>Software</i> Terhadap Data	84
4.4	Pengujian Sistem.....	88
4.4.1	Metode <i>Geofencing</i>	89
BAB V	.....	94
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	94
5.1	Kesimpulan	94
5.2	Saran	95
DAFTAR PUSTAKA	.....	97
LAMPIRAN	.....	102

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Batas Maritim Indonesia [12].....	10
Gambar 2. 2 Nelayan Tradisional [15].....	12
Gambar 2. 3 Ilustrasi Komponen Utama	12
Gambar 2. 4 Ilustrasi Komunikasi SPI [16].....	15
Gambar 2. 5 Ilustrasi Komunikasi UART [17].....	16
Gambar 2. 6 Ilustrasi Komunikasi I2C [18].....	18
Gambar 2. 7 Perbandingan Protokol Komunikasi LoRa [19].....	19
Gambar 2. 8 Ilustrasi MQTT Process [21].....	20
Gambar 2. 9 ESP 32 Dev Kit V1 [22].....	23
Gambar 2. 10 Skematik ESP32 DevKit V1 [24]	23
Gambar 2.11 Sensor GPS Neo-6M [26]	25
Gambar 2. 12 Skematik Modul GPS Ublox Neo-6M [25]	25
Gambar 2. 13 Sensor GPS Neo-M8N [27].....	26
Gambar 2. 14 Skematik Modul GPS Ublox Neo-M8N [27].....	27
Gambar 2. 15 <i>Buzzer</i> 3-24V [28].....	29
Gambar 2. 16 Modul LoRa SX 1278 [30]	34
Gambar 2. 17 Skematik LoRa Ra-02 SX1278 [31]	34
Gambar 2. 18 Baterai Li-Ion 18650 [33]	35
Gambar 2. 19 LCD I2C 16x2 [35]	38
Gambar 2. 20 Logo Arduino [36]	39
Gambar 3. 1 Diagram Blok Keseluruhan.....	42
Gambar 3. 2 Diagram Blok Perangkat <i>Transmitter</i>	43
Gambar 3. 3 Diagram Blok Perangkat <i>Repeater</i>	44
Gambar 3. 4 Diagram Blok Perangkat Gateway	45
Gambar 3. 5 Gambar Sketsa <i>Transmitter</i>	46
Gambar 3. 6 Gambar Sketsa <i>Repeater & Receiver</i>	47
Gambar 3. 7 Diagram Alir Keseluruhan	54
Gambar 3. 8 Rancangan Rangkaian Elektrik Perangkat <i>Transmitter</i>	58
Gambar 3. 9 Rancangan Rangkaian Elektrik Perangkat <i>Repeater & Receiver</i>	60
Gambar 3. 10 Skematik PCB Perangkat <i>Transmitter</i>	62

Gambar 3. 11 Skematik PCB Perangkat <i>Repeater & Receiver</i>	63
Gambar 3. 12 Keluaran Data MQTT <i>Subscriber</i>	64
Gambar 3. 13 Tampilan <i>Database</i> Pada phpMyAdmin.....	65
Gambar 3. 14 Tampilan Perancangan <i>Dashboard</i>	66
Gambar 4. 1 Hasil Pengukuran Arus Pada 3 Perangkat.....	72
Gambar 4. 2 Pengambilan Data Waktu Inisiasi Modul GPS Neo-6M.....	74
Gambar 4. 3 Pengambilan Data Waktu Inisiasi Modul GPS Neo-M8N.....	76
Gambar 4. 4 Keluaran Serial Monitor Uji Coba LoRa	78
Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan Keberhasilan Pengiriman Data	81
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan RSSI.....	82
Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan SNR.....	83
Gambar 4. 8 Konfigurasi MQTT <i>Broker</i> dan Tabel <i>Database</i> MySQL	84
Gambar 4. 9 <i>Script</i> Code Perhitungan dan Klasifikasi Metode <i>Geofencing</i>	89
Gambar 4. 10 Tampilan <i>dashboard</i> dan hasil perhitungan Metode <i>Geofencing</i> pada kondisi AMAN	90
Gambar 4. 11 Tampilan <i>dashboard</i> dan hasil perhitungan Metode <i>Geofencing</i> pada kondisi WASPADA.....	91
Gambar 4. 12 Tampilan <i>dashboard</i> dan hasil perhitungan Metode <i>Geofencing</i> pada kondisi PELANGGARAN	93

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Detail LoRa <i>Physical Layer</i>	19
Tabel 2. 2 Spesifikasi ESP 32 DevKit V1	22
Tabel 2. 3 Spesifikasi Modul GPS Neo-6M.....	24
Tabel 2. 4 Spesifikasi Modul GPS Neo-M8N.....	26
Tabel 2. 5 Spesifikasi <i>Buzzer</i> 3 – 24V	29
Tabel 2. 6 Logika Metode <i>Geofencing</i>	30
Tabel 2. 7 Spesifikasi Modul LoRa Ra-2 SX1278.....	33
Tabel 2. 8 Spesifikasi Baterai Li-Ion 18650	35
Tabel 2. 9 Spesifikasi AKK Voltage Step-Up Regulator.....	36
Tabel 2. 10 Tabel Spesifikasi LCD I2C 16x2	38
Tabel 3. 1 Tabel Status, Logika, dan Output Sistem.....	50
Tabel 3. 2 Pin I/O Perangkat <i>Transmitter</i>	58
Tabel 3. 3 Pin I/O Perangkat <i>Repeater</i> dan <i>Receiver (Gateway)</i>	60
Tabel 4. 1 Tabel Peralatan Pengujian Yang Digunakan	67
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Tegangan Pada Sistem Catu-Daya	70
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Arus, Daya, dan Ketahanan Baterai	71
Tabel 4. 4 Hasil Pengambilan Data Waktu Inisiasi Modul GPS Neo-6M.....	73
Tabel 4. 5 Pengujian Modul GPS Neo-6M	75
Tabel 4. 6 Hasil Pengambilan Data Waktu Inisiasi Modul GPS Neo-M8N	76
Tabel 4. 7 Pengujian Modul GPS Neo-M8N	77
Tabel 4. 8 Pengujian Komunikasi LoRa pada 2 HOP.....	79
Tabel 4. 9 Pengujian Komunikasi LoRa pada Kondisi Banyak <i>Noise</i>	81
Tabel 4. 10 Tabel Payload Data MQTT Publisher dan <i>Subscriber</i>	84
Tabel 4. 11 Tampilan <i>Dashboard</i> Pemantauan.....	86
Tabel 4. 12 Hasil data Metode <i>Geofencing</i> pada kondisi AMAN	90
Tabel 4. 13 Hasil data Metode <i>Geofencing</i> pada kondisi WASPADA.....	91
Tabel 4. 14 Hasil data Metode <i>Geofencing</i> pada kondisi PELANGGARAN.....	92

ABSTRAK

RANCANG BANGUN SISTEM NOTIFIKASI PELANGGARAN BATAS MARITIM PADA KAPAL NELAYAN BERBASIS LoRa-MQTT DENGAN METODE *GEOFENCING*

Putu Satya Wirananda

Teknologi Rekayasa Otomasi, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro

Pelanggaran batas maritim oleh kapal nelayan tradisional masih sering terjadi akibat keterbatasan teknologi navigasi dan minimnya sistem peringatan dini. Kondisi ini tidak hanya merugikan sumber daya laut, tetapi juga berpotensi menimbulkan konflik antarnegara. Untuk mengantisipasi permasalahan tersebut, penelitian ini merancang sistem notifikasi pelanggaran batas maritim berbasis *GPS-based* alarm yang memanfaatkan komunikasi LoRa dan protokol MQTT. Sistem terdiri dari tiga perangkat utama, yaitu *transmitter*, *repeater*, dan *receiver*. Metode *Geofencing* berbasis *line crossing detection* digunakan untuk menentukan status posisi kapal dalam tiga kategori: Aman, Waspada, dan Pelanggaran. Data berupa koordinat GPS, status zona, waktu, serta parameter komunikasi (RSSI dan SNR) dikirim secara *real-time* ke *dashboard* pemantauan untuk ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik, dan peta interaktif. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan komunikasi hingga jarak 3 km dengan tingkat keberhasilan pengiriman data 79,37% dan latensi 1,6 detik. Modul GPS Neo-M8N terbukti lebih akurat 46.7% dibandingkan Neo-6M, sedangkan pengujian komunikasi pada kondisi pantai berbeda menunjukkan keberhasilan komunikasi di pantai utara lebih baik 13.2% pada jarak 2 km dikarenakan adanya pengaruh *noise* terhadap kualitas sinyal LoRa di pantai selatan. Dengan implementasi ini, sistem dapat dikatakan berhasil memberikan notifikasi dini terhadap pelanggaran batas maritim dan mendukung pemantauan posisi kapal secara *real-time* dengan memanfaatkan MQTT sebagai protokol komunikasi berbasis internet dengan keberhasilan pengiriman data sekitar 99%. Oleh karena itu, sistem ini dapat menjadi solusi alternatif dalam meningkatkan keamanan serta efektivitas pengawasan maritim di wilayah perbatasan Indonesia.

Kata Kunci : LoRa, MQTT, *Geofencing*; GPS Alarm, *Transmitter*, *Repeater*, *Receiver*, *Monitoring* Batas Maritim.