

TUGAS AKHIR
PEMANFAATAN TEKNOLOGI *LONG RANGE* UNTUK
TRANSMISI DATA IDENTIFIKASI KENDARAAN
HAK UTAMA PADA KENDALI LAMPU LALU LINTAS

Ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
gelar Sarjana Terapan



Disusun oleh :
MOHAMAD AZMI KHAERUL UMAM
21.02.3076

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2025

TUGAS AKHIR
PEMANFAATAN TEKNOLOGI *LONG RANGE* UNTUK
TRANSMISI DATA IDENTIFIKASI KENDARAAN
HAK UTAMA PADA KENDALI LAMPU LALU LINTAS

Ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
gelar Sarjana Terapan



Disusun oleh :
MOHAMAD AZMI KHAERUL UMAM
21.02.3076

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2025

HALAMAN PERSETUJUAN

PEMANFAATAN TEKNOLOGI *LONG RANGE* UNTUK TRANSMISI DATA IDENTIFIKASI KENDARAAN HAK UTAMA PADA KENDALI LAMPU LALU LINTAS

*USE OF LONG RANGE TECHNOLOGY FOR TRANSMISSION OF VEHICLE
IDENTIFICATION DATA PRIMARY RIGHTS IN TRAFFIC LIGHT CONTROL*

disusun oleh :

MOHAMAD AZMI KHAERUL UMAM

21.02.3076

Telah disetujui oleh:

Pembimbing



Ethys Pranoto, S.T., M.T.
NIP. 198006022009121001

Tanggal 25 Juli 2025

HALAMAN PENGESAHAN
PEMANFAATAN TEKNOLOGI *LONG RANGE* UNTUK
TRANSMISI DATA IDENTIFIKASI KENDARAAN
HAK UTAMA PADA KENDALI LAMPU LALU LINTAS

*USE OF LONG RANGE TECHNOLOGY FOR TRANSMISSION OF VEHICLE
IDENTIFICATION DATA PRIMARY RIGHTS IN TRAFFIC LIGHT CONTROL*

disusun oleh :

MOHAMAD AZMI KHAERUL UMAM
21.02.3076

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada tanggal 29 Juli 2025

Ketua Seminar

Helmi Wibowo, S.Pd., M.T.
NIP. 199006212019021001

Tanda tangan



Penguji 1

Ir. Dwi Wahyu Hidayat, M.T.
NIP. 198402292019021001

Tanda tangan



Penguji 2

Ethys Pranoto, S.T., M.T.
NIP. 198006022009121001

Tanda tangan



Mengetahui, Ketua Program Studi
Teknologi Rekayasa Otomotif



Dr. Ery Muthorig, S.T., M.T.
NIP. 198307042009121004

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mohamad Azmi Khaerul Umam

Notar : 21.02.3076

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Otomotif

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir dengan judul "(Pemanfaatan Teknologi *Long Range* untuk Transmisi Data Identifikasi Kendaraan Hak Utama pada Kendali Lampu Lalu Lintas)" ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam laporan ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap di daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila laporan Tugas Akhir ini kemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain atau dengan sengaja mengaunkan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Tegal, 12 Agustus 2025

Yang menyatakan,



Mohamad Azmi Khaerul Umam

KATA PENGANTAR

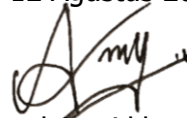
Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Pemanfaatan Teknologi *Long Range* untuk Transmisi Data Identifikasi Kendaraan Hak Utama pada Kendali Lampu Lalu Lintas" guna memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan program studi Teknologi Rekayasa Otomotif pada Politeknik Keselamatan Transportasi jalan Tegal.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Bapak Bambang Istiyanto, SSiT, MT. selaku direktur PKTJ yang telah memberikan izin dalam penulisan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Ery Muthoriq, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi TRO yang telah memberikan kelancaran pelayanan dan urusan Akademik.
3. Bapak Ethys Pranoto, S.T., M.T. selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan dorongan dalam penulisan skripsi ini.
4. Kepada kedua orang tua saya yang selalu memberikan semangat, nasihat dan doa yang tiada henti selama penulisan penelitian ini.
5. Kepada tiga kakak saya yang selalu memberikan dorongan semangat dan dukungan yang mampu menunjang kelancaran penulis dalam menyusun penelitian dan penulisan ini.
6. Kepada seluruh dosen dan pihak akademik yang memberikan kelancaran pelayanan dan urusan di PKTJ.
7. Kepada teman-teman yang sudah membantu dan memberikan dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Tegal, 12 Agustus 2025



Mohamad Azmi Khaerul Umam

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
INTISARI.....	xi
<i>ABSTRACT</i>	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Identifikasi Masalah	3
I.3. Rumusan Masalah	4
I.4. Batasan Masalah	4
I.5. Tujuan Penelitian.....	5
I.6. Manfaat Penelitian	5
I.7. Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
II.1. Transportasi.....	8
II.2. Lalu-lintas.....	9
II.3. Regulasi Keselamatan Lalu Lintas.....	9
II.4. Simpang	10
II.5. Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL)	10
II.6. Kendaraan dengan Hak Utama	12
II.7. <i>Long Range</i> (LoRa).....	13
II.8. Heltec LoRa	14

II.9. Sensor Kompas	16
II.10. Relay.....	17
II.11. Baterai Lithium Polymer (LiPo).....	18
II.12. LED Traffic Light	18
II.13. Arduino IDE	19
II.14. Penelitian Relevan	20
BAB III METODE PENELITIAN	23
III.1. Lokasi dan Waktu Penelitian	23
III.2. Metode Penelitian	24
III.3. Diagram Alir Penelitian.....	26
III.4. Pengumpulan Data	28
III.5. Bahan dan Alat Penelitian.....	29
III.6. Perancangan Perangkat	29
III.6.1 Ilustrasi Kerja Perangkat	29
III.6.2 Skema Rangkaian	30
III.6.3 Flowchart Sistem	33
III.7. Pengujian	35
III.7.1 Pengujian Jarak Koneksi LoRa.....	35
III.7.2 Pengujian Kinerja Sistem	36
III.7.3 Pengujian Validasi.....	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
IV.1. Implementasi dan Perakitan Perangkat	44
IV.1.1 Perakitan Perangkat Node.....	44
IV.1.2 Pemrograman Perangkat Node	46
IV.1.3 Perakitan Perangkat Gateway.....	48
IV.1.4 Pemrograman Perangkat Gateway	53
IV.1.5 Kendala dan Solusi	55
IV.2. Hasil Pengujian	57
IV.2.1 Pengujian Jarak dan Koneksi LoRa.....	57
IV.2.2 Pengujian Kinerja Sistem.....	62

IV.2.3 Pengujian Validasi Expert Judgment.....	64
IV.3. Pembahasan	72
IV.3.1 Analisis Pemanfaatan Teknologi LoRa untuk Prioritas Real-Time.....	72
IV.3.2 Analisis Estimasi Jarak Menggunakan Kalibrasi RSSI	75
IV.3.3 Evaluasi Sistem Berdasarkan Para Validator.....	78
IV.3.4 Implikasi dan Rekomendasi Teknis.....	81
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	84
V.1. Kesimpulan	84
V.2. Saran	84
DAFTAR PUSTAKA.....	87
LAMPIRAN.....	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Heltec Wifi LoRa32 V3	15
Gambar II.2	Sensor Kompas HMC5883L.....	17
Gambar II.3	Relay.....	17
Gambar II.4	Baterai Lithium Polymer (Li-Po)	18
Gambar II. 5	LED Traffic Light.....	18
Gambar II.6	Tampilan Antarmuka Arduino IDE 2.x.....	19
Gambar III.1	Lokasi Penelitian	23
Gambar III.2	Tahapan Model Waterfall.....	24
Gambar III.3	Diagram Alir Penelitian	26
Gambar III.4	Ilustrasi Kerja Perangkat	30
Gambar III.5	Skema Rangkaian Node.....	31
Gambar III.6	Skema Rangkaian Gateway.....	32
Gambar III.7	Flowchart Sistem	33
Gambar IV.1	Pemasangan Sensor Kompas	45
Gambar IV.2	Pemasangan Baterai.....	45
Gambar IV.3	Perangkat Node	46
Gambar IV.4	Pemasangan Mini APILL.....	49
Gambar IV.5	Pemasangan Relay	51
Gambar IV.6	Komponen Catu Daya.....	52
Gambar IV.7	Perangkat Gateway	52
Gambar IV.8	Grafik RSSI Arah Utara	75
Gambar IV.9	Grafik RSSI Arah Timur	76
Gambar IV.10	Grafik RSSI Arah Selatan	77
Gambar IV.11	Grafik RSSI Arah Barat	77

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Spesifikasi WiFi LoRa32	16
Tabel III.1	Waktu Penelitian	23
Tabel III.2	Pengujian Jarak Koneksi LoRa	36
Tabel III.3	Pengujian Kinerja Sistem	36
Tabel III.4	Pengujian Validasi Ahli	41
Tabel IV.1	Pengujian Arah Utara Kondisi Ideal.....	58
Tabel IV.2	Pengujian Arah Timur Kondisi Ideal	58
Tabel IV.3	Pengujian Arah Selatan Kondisi Ideal.....	59
Tabel IV.4	Pengujian Arah Barat Kondisi Ideal.....	59
Tabel IV.5	Pengujian Arah Utara Kondisi Aktual	60
Tabel IV.6	Pengujian Arah Timur Kondisi Aktual	60
Tabel IV.7	Pengujian Arah Selatan Kondisi Aktual	61
Tabel IV.8	Pengujian Arah Barat Kondisi Aktual	61
Tabel IV.9	Pengujian Kinerja Sistem	63
Tabel IV.10	Pengujian Validasi Bidang Rekayasa Lalu Lintas.....	64
Tabel IV.11	Pengujian Validasi Bidang Elektronika.....	67
Tabel IV.12	Pengujian Validasi Bidang IT.....	70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Dokumentasi Perancangan Perangkat Node.....	90
Lampiran 2	Dokumentasi Perancangan Perangkat Gateway.....	91
Lampiran 3	Dokumentasi Pengujian Jarak Koneksi LoRa (Kondisi Ideal)	92
Lampiran 4	Dokumentasi Pengujian Jarak Koneksi LoRa (Kondisi Aktual)	93
Lampiran 5	Dokumentasi Pengujian Kinerja Sistem.....	94
Lampiran 6	Dokumentasi Wawancara Validitas <i>Expert Judgment</i>	95
Lampiran 7	Hasil pengujian Jarak Koneksi LoRa (Kondisi Ideal)	96
Lampiran 8	Hasil Pengujian Jarak Koneksi LoRa (Kondisi Aktual)	98
Lampiran 9	Hasil Pengujian Kinerja Sistem	100
Lampiran 10	Hasil Pengujian Expert Judgment Bidang Rekayasa Lalu Lintas	101
Lampiran 11	Hasil Pengujian Expert Judgment Bidang Elektronika.....	104
Lampiran 12	Hasil Pengujian Expert Judgment Bidang IT	106
Lampiran 13	Kode Node	110
Lampiran 14	Kode Gateway	113
Lampiran 15	Kode Kalibrasi Sensor Kompas.....	119

INTISARI

Keterlambatan kendaraan hak utama seperti ambulans dan pemadam kebakaran akibat kemacetan lalu lintas merupakan masalah krusial yang dapat membahayakan nyawa. Sistem lampu lalu lintas konvensional tidak mampu memberikan respons cepat untuk memberikan prioritas jalan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah sistem prioritas pada kendali lampu lalu lintas dengan memanfaatkan teknologi *Long Range* (LoRa) untuk transmisi data identifikasi kendaraan. Metode penelitian yang digunakan adalah R&D (*Research and Development*) dengan sistem yang terdiri dari perangkat *Node* pada kendaraan dan *Gateway* di persimpangan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi *Long Range* berhasil dimanfaatkan untuk memberikan prioritas secara *real-time*. Sistem mampu menerima sinyal dan mengubah siklus lampu lalu lintas dalam waktu yang sangat cepat, yaitu antara 1 hingga 4 detik, pada kondisi sinyal yang stabil. Meskipun demikian, keandalan sistem sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, di mana performa dapat menurun dalam bentuk respon yang melambat atau bahkan hilangnya sinyal di area dengan jangkauan yang lemah.

Penelitian ini juga membuktikan bahwa kalibrasi *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) dapat digunakan sebagai metode yang akurat untuk mengestimasi jarak kendaraan. Ditemukan adanya korelasi yang kuat antara jarak dengan kekuatan sinyal, yang memungkinkan penentuan ambang batas untuk memicu mode prioritas. Namun, metode ini memerlukan proses kalibrasi yang spesifik untuk setiap lokasi guna menjamin akurasi tertinggi, mengingat jangkauan sinyal yang terbukti bervariasi antara 60 hingga 90 meter tergantung pada halangan fisik. Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan terbukti layak dan efektif, namun implementasinya di lapangan memerlukan pemetaan jangkauan sinyal (*site survey*) dan kalibrasi spesifik untuk menjamin keandalan yang optimal.

Kata Kunci: LoRa, Lampu Lalu Lintas, Kendaraan Hak Utama, Sistem Prioritas, RSSI.

ABSTRACT

Delays of priority vehicles, such as ambulances and fire trucks, due to traffic congestion are a crucial issue that can endanger lives. Conventional traffic light systems are unable to provide a rapid response to grant right-of-way. This research aims to design and build a priority system for traffic light control by utilizing Long Range (LoRa) technology for vehicle identification data transmission. The research method used is R&D (Research and Development) with a system consisting of a Node device on the vehicle and a Gateway at the intersection.

The research results show that LoRa technology was successfully utilized to provide priority in real-time. The system is capable of receiving signals and changing the traffic light cycle with a very fast response time, between 1 to 4 seconds, under stable signal conditions. Nevertheless, the system's reliability is highly influenced by environmental conditions, where performance can degrade in the form of a delayed response or even signal loss in areas with weak coverage.

This research also proves that the calibration of the Received Signal Strength Indicator (RSSI) can be used as an accurate method to estimate the vehicle's distance. A strong correlation was found between distance and signal strength, which allows for the determination of a threshold to trigger the priority mode. However, this method requires a specific calibration process for each location to ensure the highest accuracy, considering the signal range was proven to vary between 60 and 90 meters depending on physical obstructions. Overall, the developed system is proven to be feasible and effective, but its field implementation requires signal range mapping (site survey) and specific calibration to ensure optimal reliability.

Keywords: LoRa, Traffic Light, Priority Vehicle, Priority System, RSSI.