

**PERANCANGAN SISTEM MANAJEMEN SAMPAH DENGAN
PENGAPLIKASIAN MULTI-NODE SENSOR MENGGUNAKAN
*SIMPLE LORA PROTOCOL (SLP)***



TUGAS AKHIR

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi
Politeknik Negeri Sriwijaya

Oleh :
TRISA AZAHRA
0619 4035 1957

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2023**

TUGAS AKHIR
PERANCANGAN SISTEM MANAJEMEN SAMPAH DENGAN
PENGAPLIKASIAN MULTI-NODE SENSOR MENGGUNAKAN
SIMPLE LORA PROTOCOL (SLP)



Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi
Politeknik Negeri Sriwijaya

Oleh :

Nama : Trisa Azahra (061940351957)

Dosen Pembimbing I : Mohammad Fadhli, S.Pd., M.T.

Dosen Pembimbing II : Sopian Soim, S.T., M.T.

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG

2023

**PERANCANGAN SISTEM MANAJEMEN SAMPAH DENGAN
PENGAPLIKASIAN MULTI-NODE SENSOR MENGGUNAKAN
SIMPLE LORA PROTOCOL (SLP)**



TUGAS AKHIR

**Disusun untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Sarjana
Terapan Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik
Telekomunikasi**

Oleh :

TRISA AZAHRA

0619 4035 1957

Palembang, September 2023

Pembimbing I

Mohammad Fadhli, S.Pd., M.T.
NIP. 199004032018031001

Pembimbing II

Sopian Salm, S.T., M.T.
NIP. 197103142001121001

Mengetahui

**Ketua Jurusan
Teknik Elektro**

Ir. Iskandar Lutfi, M.T.
NIP. 196501291991031002

**Koordinator Program Studi
Sarjana Terapan
Teknik Telekomunikasi**

Lindawati, S.T., M.T.I.
NIP. 197105282006042001

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan :

Nama : Trisa Azahra
Jenis Kelamin : Perempuan
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 11 Mei 2001
Alamat : Jl. Kapten Robani Kadir, Lr.Hikmah II No.01 RT 24 RW 06
NIM : 61940351957
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Skripsi/Laporan : Perancangan Sistem Manajemen Sampah dengan Pengaplikasian Multi-node Sensor Menggunakan Simple LoRa Protocol (SLP)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Skripsi/Laporan Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri serta bebas dari Tindakan plagiasi dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk setelah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Skripsi/Laporan Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Skripsi/Laporan Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian Skripsi/Laporan Akhir.

Apabila dikemudian hari diketahui ada pernyataan yang terbukti tidak benar dan tidak dapat dipenuhi, maka saya siap bertanggung jawab dan menerima sanksi tidak diikutsertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukkan ke dalam daftar hitam oleh jurusan Teknik Elektro sehingga berdampak tertundanya pengambilan Ijazah & Transkrip (ASLI & COPY). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.

Palembang, Agustus 2023

Yang Menyatakan



(Trisa Azahra)

Mengetahui,
Pembimbing I
Pembimbing II

Mohammad Fadhli, S.Pd., M.T.
Sopian Soim, S.T., M.T.

.....

.....

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Trisa Azahra

NIM : 0619 4035 1957

Judul : Perancangan Sistem Manajemen Sampah dengan Pengaplikasian
Multi-node Sensor Menggunakan Simple Lora Protocol (SLP)

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir ini merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil penjiplakan / plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan / plagiat dalam laporan tugas akhir ini kecuali yang telah disebutkan sumbernya, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Politeknik Negeri Sriwijaya

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Palembang, Agustus 2023

Penulis,



Trisa Azahra

NIM. 0619 4035 1957

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Hatiku tenang karena mengetahui bahwa apa yang melewatkanmu tidak akan pernah menjadi takdirmu, dan apa yang ditakdirkan untukmu tidak akan pernah melewatkanmu”

(Umar bin Khattab)

“Never be ashamed of trying, Effortlessness is a myth. I lose perspective all the time. Sometimes everything just feels completely pointless. I know the pressure of living your life through the lens of perfectionism”

(Taylor Swift)

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada :

1. Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa
2. Yang terkasih, kedua orang tuaku, nenek dan kakak-kakak perempuanku.
3. Keluarga besarku tersayang atas doa dan support yang diberikan.
4. Bapak Mohammad Fadhli, S.Pd., M.T. dan bapak Sopian Soim, S.T., M.T. yang telah banyak membantu dan memberikan motivasi.
5. Sahabat-sahabat seperjuangan Angkatan 2019, TEA, TEB dan TEM.

ABSTRAK

PERANCANGAN SISTEM MANAJEMEN SAMPAH DENGAN PENGAPLIKASIAN MULTI-NODE SENSOR MENGGUNAKAN *SIMPLE LORA PROTOCOL* (SLP)

(2023 : xvii + 79 halaman + 59 gambar + 14 tabel + 34 lampiran)

TRISA AZAHRA

0619 4035 1957

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK TELEKOMUNIKASI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Indonesia perlu mengelola masalah sampah secara efektif dan efisien. Selama ini, pengelolaan sampah masih dilakukan secara tradisional dengan sistem pengangkutan langsung dengan intensitas yang tidak jelas. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pemantauan sampah berbasis Internet of Things (IoT) yang terdiri dari mikrokontroler Arduino Uno, sensor ultrasonik, DHT22, dan GPS. Setiap sensor berfungsi untuk menangkap tingkat pengisian, kelembapan, dan lokasi sampah. Selain itu, sistem ini juga menggunakan modul LoRa RFM95, sebuah media transmisi data jarak jauh. Pengujian performansi modul LoRa menerapkan propagasi non-line-of-sight (NLOS) untuk menentukan jarak maksimum yaitu dengan hasil 650 m dengan RSSI -108 dBm. Selain itu *packet loss* bernilai 90% pada jarak maksimum dengan *delay* 162 ms. Penelitian ini menggunakan aplikasi sensor multi-node untuk memantau empat tempat sampah di daerah pinggiran kota berskala besar. Prototipe terdiri dari empat node dan satu *gateway*. Simple LoRa Protocol (SLP) diimplementasikan pada *gateway* untuk menghindari terjadinya *data collision* selama transmisi. Kemudian, *gateway* meneruskan data sensor ke Firebase. Data yang tersimpan dalam database *real-time* kemudian disajikan dalam aplikasi Trash Monitor, sehingga memungkinkan untuk melacak setiap perubahan data sensor. Prototipe ini dapat membuat sistem manajemen sampah menjadi lebih efektif dan efisien dengan cara memantau kondisi tempat sampah dari jarak jauh tanpa harus mengecek langsung ke tempat sampah.

Kata Kunci: IoT, LoRa, Manajemen Sampah, Multi-node Sensor

ABSTRACT

DESIGN OF WASTE MANAGEMENT SYSTEM WITH MULTI-NODE SENSOR APPLICATION USING SIMPLE LORA PROTOCOL (SLP)

(2023 : xvii +79 pages + 59 pictures + 14 tables + 34 appendixes)

TRISA AZAHRA

0619 4035 1957

**DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
STUDY PROGRAM OF BACHELOR APPLIED OF
TELECOMMUNICATION ENGINEERING
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

Indonesia needs to manage its waste problem effectively and efficiently. So far, waste management is still done traditionally with a direct transport system with unclear intensity. This research aims to design an Internet of Things (IoT)-based waste monitoring system consisting of an Arduino Uno microcontroller, ultrasonic sensor, DHT22, and GPS. Each sensor captures the waste's filling level, humidity, and location. In addition, the system also uses the LoRa RFM95 module, a remote data transmission medium. Performance testing of the LoRa module applies non-line-of-sight (NLOS) propagation to determine the maximum distance resulting from 650 m with RSSI -108 dBm. In addition, packet loss is 90% at the maximum distance with a delay of 162 ms. This research uses a multi-node sensor application to monitor four rubbish bins in a large-scale suburban area. The prototype consists of four nodes and one gateway. Simple Lora protocol is implemented on the gateway to avoid data collision during transmission. Then, the gateway forwards the sensor data to Firebase. The data stored in the real-time database is then presented in the Trash Monitor Application, making it possible to track any changes in sensor data. This prototype can make the waste management system more effective and efficient by monitoring the condition of the bins remotely without having to check directly into the bins.

Keywords: *IoT, LoRa, Waste Management, Multi-node Sensor*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Perancangan Sistem Manajemen Sampah dengan Pengaplikasian Multi-node Sensor Menggunakan *Simple Lora Protocol* (SLP)”**. Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu kurikulum di Jurusan Teknik Elektro Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada **Bapak Mohammad Fadhli, S.Pd., M.T.** dan **Bapak Sopian Soim, S.T., M.T.** selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan nasihatnya kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas segala nikmat yang telah diberikan, sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir dalam keadaan yang sehat dan tanpa kekurangan apapun.
2. Kedua orang tua yang telah memberikan bantuan baik secara moril dan finansial untuk penulis.
3. Bapak Dr. Dipl. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Ir. Iskandar Lutfi, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ibu Lindawati, S.T., M.TI. selaku Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Bapak / Ibu Dosen Program Studi Teknik Telekomunikasi.
7. Pemilik NPM 061940351957 atas kerja keras, motivasi, semangat, dan dedikasinya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
8. Kakak perempuan saya, Windi Luvita dan Dwika Ramadini atas dukungan yang tiada hentinya diberikan kepada penulis.

9. Teman-teman seperjuangan TEA, TEB, dan TEM Angkatan 2019 yang telah berjuang bersama penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan dan kekeliruan mengenai isi maupun struktur kepenulisan. Untuk itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi banyak orang, umumnya para pembaca dan khususnya penulis serta bagi mahasiswa Politeknik Negeri Sriwijaya Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi.

Palembang, Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN.....	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.1 Batasan Masalah.....	4
1.2 Tujuan.....	4
1.3 Manfaat.....	5
1.4 Metode Penelitian.....	5
1.5 Sistematika Penelitian.....	6
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 7
2.1 LoRa.....	7
2.2 Regulasi Frekuensi LPWAN di Indonesia.....	11
2.3 Multi-nodes Sensor.....	11
2.4 <i>Simple Lora Protocol</i>	12
2.5 <i>Hypertext Transfer Protocol (HTTP)</i>	13
2.6 <i>Prototyping</i>	13
2.7 <i>Hardware dalam Rancangan Prototype</i>	14
2.7.1 Arduino Uno.....	14
2.7.2 NodeMCU ESP8266.....	15
2.7.3 Lora Chip RFM95.....	15
2.7.4 Modul GPS.....	17
2.7.5 Sensor Kelembaban.....	18
2.7.6 Sensor Ultrasonik.....	19
2.8 <i>Software dalam Rancangan Prototype</i>	20
2.8.1 <i>Software Arduino IDE</i>	20
2.8.2 Kodular.....	21

2.8.3	Firestore.....	21
2.9	Parameter Quality of Service (QoS).....	22
2.9.1	<i>Received Signal Strength Indicator</i> (RSSI).....	22
2.9.2	<i>Packet loss</i>	23
2.9.3	<i>Delay</i>	23
2.9.4	<i>Throughput</i>	23
2.10	Penelitian Terdahulu.....	24
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	30
3.1	Kerangka Penelitian.....	31
3.1.1	Studi Literatur.....	31
3.1.2	Tahap Persiapan.....	31
3.1.3	Perancangan Hardware.....	31
3.1.4	Perancangan <i>Software</i>	36
3.1.5	Integrasi Hardware dan Software.....	42
3.1.6	Pengujian dan Pengambilan Data.....	49
3.1.8	Analisis Hasil.....	50
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	52
4.1	Hasil Perancangan <i>Hardware</i>	52
4.1.1	Hasil Rangkaian Hardware.....	52
4.2	Hasil Perancangan <i>Software</i>	53
4.3	Hasil Pengujian Performansi Modul LoRa RFM95.....	56
4.3.1	Skenario Pengujian.....	56
4.3.2	Parameter Modulasi LoRa.....	58
4.3.3	Hasil Pengujian RSSI.....	59
4.3.4	Hasil Pengujian Packet Loss.....	60
4.3.5	Hasil Pengujian Delay.....	63
4.4	Hasil Pengujian Performansi Simple LoRaProtocol.....	64
4.3.1	Hasil Pengujian Sistematika Protokol.....	64
4.3.2	Hasil Pengujian Performansi Protokol.....	66
4.3.2.1	Hasil Pengujian Jarak Dekat.....	66
4.3.2.2	Hasil Pengujian Jarak Jauh.....	70
4.5	Hasil Pengujian Fungsionalitas Sistem.....	72
4.5.1	Hasil Pengujian Sensor.....	73
4.5.2	Hasil Pengujian Keberhasilan Implementasi IoT.....	73
4.6	Analisa.....	75
BAB V	PENUTUP.....	78
5.1	Kesimpulan.....	78
5.2	Saran.....	79
	DAFTAR PUSTAKA.....	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Implementasi Teknologi LoRa	7
Gambar 2.2 Struktur Paket LoRa	10
Gambar 2.3 Diagram Sekuen Mode Setup.....	12
Gambar 2.4 Diagram Sekuen Mode Polling	12
Gambar 2.5 Arsitektur Jaringan <i>Simple Lora Protocol</i>	13
Gambar 2.6 Arduino Uno Pin Out.....	14
Gambar 2.7 NodeMCU ESP8266 Pin Out.....	15
Gambar 2.8 Lora Chip RFM95	16
Gambar 2.9 Pin Out GPS Ublox Neo 6m	17
Gambar 2.10 Modul DHT22	18
Gambar 2.11 Cara Kerja Sensor Ultrasonik.....	19
Gambar 2.12 Pin Out Sensor Ultrasonik HC-SR04	19
Gambar 2.13 Tampilan Arduino IDE Versi 1.8.19	20
Gambar 2.14 Kodular.....	21
Gambar 2.15 Logo Firebase	21
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Kerangka Metodologi Penelitian	30
Gambar 3.2 Diagram Keseluruhan Sistem.....	32
Gambar 3.3 Diagram Rangkaian <i>Node</i>	32
Gambar 3.4 Skematik Rangkaian <i>Node</i>	33
Gambar 3.5 Diagram Rangkaian <i>Gateway</i>	35
Gambar 3.6 Skematik Rangkaian <i>Gateway</i>	35
Gambar 3.7 <i>Flowchart</i> Sistem Node.....	36
Gambar 3.8 Diagram Sekuen Alur Komunikasi	37
Gambar 3.9 <i>Flowchart</i> Sistematika Protokol Komunikasi	38
Gambar 3.9 <i>Flowchart</i> Program Pengujian QoS	40
Gambar 3.10 <i>Flowchart</i> Trash Monitor App	41
Gambar 3.11 Mekanisme Penampilan Data pada Trash Monitor App.....	42
Gambar 3.12 Website Kodular Creator	44
Gambar 3.13 Halaman Pembuatan Projek	45
Gambar 3.14 Halaman Konfigurasi Projek.....	45

Gambar 3.15 Halaman <i>Designer</i>	46
Gambar 3.16 Aplikasi Kodular Companion.....	47
Gambar 3.17 Halaman <i>Block</i>	47
Gambar 3.18 Pilihan <i>Layout</i> pada Kodular.....	48
Gambar 3.19 Testing Hasil Desain Tampilan Aplikasi	48
Gambar 3.20 Contoh Hasil <i>Block Programming</i>	49
Gambar 3.21 Export Projek di Kodular	49
Gambar 4.1 Perangkat <i>Node</i>	51
Gambar 4.2 Perangkat Gateway.....	52
Gambar 4.3 Keseluruhan Sistem Manajemen Sampah.....	52
Gambar 4.4 Sistem Manajemen Sampah Untuk Pengaplikasian Jarak Jauh	53
Gambar 4.5 Tampilan Halaman <i>Login</i>	53
Gambar 4.6 Tampilan Halaman <i>Sign up</i>	54
Gambar 4.7 Tampilan Halaman Home.....	54
Gambar 4.8 Tampilan Halaman Humidity Level	55
Gambar 4.9 Tampilan Halaman Track Bin Location	55
Gambar 4.10 Tampilan Halaman Trash Level	56
Gambar 4.11 Lokasi Pengujian	57
Gambar 4.12 Ketinggian <i>Node</i>	57
Gambar 4.13 Lokasi Penempatan Gateway	58
Gambar 4.14 Grafik Nilai Rerata RSSI Terhadap Jarak	60
Gambar 4.15 Diagram Nilai <i>Packet loss</i> Terhadap Jarak.....	61
Gambar 4.16 Grafik <i>Delay</i> Terhadap Jarak.....	63
Gambar 4.17 Hasil Tampilan Serial Monitor pada Node dan Gateway	65
Gambar 4.18 Skenario Penempatan Node untuk Pengujian Jarak Dekat	66
Gambar 4.19 Grafik Packet Loss Pengujian Jarak Dekat	69
Gambar 4.20 Grafik <i>Throughput</i> Pengujian Jarak Dekat.....	69
Gambar 4.21 Skenario Penempatan Node untuk Pengujian Jarak Jauh.....	70
Gambar 4.22 Pengujian Fungsionalitas Sistem Manajemen Sampah.....	72
Gambar 4.23 Ketinggian Tiang Sistem Manajemen Sampah	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Modulasi LoRa.....	8
Tabel 2.2 Studi Pustaka Sejenis.....	24
Tabel 2.3 Perbandingan Penelitian	27
Tabel 4.1 Parameter Modulasi LoRa RFM95.....	58
Tabel 4.2 Hasil Pengujian RSSI.....	59
Tabel 4.3 Hasil Pengujian <i>Packet loss</i>	61
Tabel 4.4 Hasil Pengujian <i>Delay</i>	63
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Jarak Dekat.....	66
Tabel 4.6 Rincian Data Skenario 1.....	67
Tabel 4.7 Rincian Data Skenario 2.....	68
Tabel 4.8 Rincian Data Skenario 3.....	68
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Jarak Jauh.....	71
Tabel 4.10 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Pembacaan HC-SR04.....	73
Tabel 4.11 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Pembacaan DHT22.....	73

DAFTAR LAMPIRAN

1. Daftar Riwayat Hidup
2. Lembar Kesepakatan Bimbingan TA Pembimbing I
3. Lembar Kesepakatan Bimbingan TA Pembimbing II
4. Lembar Konsultasi Pembimbing I
5. Lembar Konsultasi Pembimbing II
6. Lembar Rekomendasi Ujian Tugas Akhir
7. Lembar Pelaksanaan Revisi Tugas Akhir
8. Letter of Acceptance
9. Isi Jurnal Publikasi
10. Data Hasil Pengujian