

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAU KUALITAS  
UDARA MENGGUNAKAN PROTOKOL KOMUNIKASI DATA  
BERBASIS LoRa DENGAN TOPOLOGI *TREE***



**TUGAS AKHIR**

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

**OLEH :**

**SALSABILA DINA SARI**

**0619 4035 0256**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

**PALEMBANG**

**2023**

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAU KUALITAS  
UDARA MENGGUNAKAN PROTOKOL KOMUNIKASI DATA  
BERBASIS LoRa DENGAN TOPOLOGI TREE**



**TUGAS AKHIR**

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

**OLEH:  
SALSABILA DINA SARI  
0619 4035 0256**

**Palembang, 20 September 2023  
Pembimbing II**

**Pembimbing I**

**Sopian Soim, S.T., M.T  
NIP. 197103142001121001**

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

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**Koordinator Program Studi  
Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi**

**Iskandar Lutfi, S.T., M. T.  
NIP. 196501291991031002**

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

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan:

Nama : Salsabila Dina Sari  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 10 Agustus 2001  
Alamat : Jl. Mayjen H.M Ryacudu Lr.Sabar NO.1423  
NIM : 061940350256  
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi  
Jurusan : Teknik Elektro  
Judul Skripsi/Laporan : RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAU  
Akhir KUALITAS UDARA MENGGUNAKAN  
PROTOKOL KOMUNIKASI DATA BERBASIS  
LoRa DENGAN TOPOLOGI TREE

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

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





(Salsabila Dina Sari)

**Mengetahui,**

Pembimbing I Sopian Soim, S.T., M.T.

Pembimbing II Lindawati, S.T., M.T.I.

  
.....  
  
.....

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“ *Allah* tidak akan membebani seseorang, melainkan sesuai dengan kesanggupannya (Qs. Al-Baqarah:286) “

“ Untuk masa-masa sulitmu, biarlah *Allah* yang menguatkanmu. Tugasmu hanya berusaha agar jarak antara kamu dengan *Allah* tidak pernah jauh “

“ Orang lain ga akan bisa paham *struggle* dan masa sulitnya kita, yang mereka ingin tahu hanya bagian *succses stories*nya. Berjuanglah untuk diri sendiri walaupun ga ada yang tepuk tangan, kelak diri kita di masa depan akan sangat bangga dengan apa yang kita perjuangkan hari ini “

**Alhamdulillah Rabbil’Aalamiin, dengan mengucapkan syukur atas rahmat Allah SWT. sebagai ungkapan Terimakasih, Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk :**

- ❖ Dua orang hebat dalam hidup saya, yaitu Ayahanda Rudi Hartono dan Ibunda Herlina. Yang tidak henti-hentinya selalu memberikan kasih sayang, motivasi dan cintanya kepadaku dan selalu memberikan semangat untuk mewujudkan cita-citaku. Terimakasih atas do’a dan dukungan yang selalu diberikan untukku. Terimakasih telah menjadi penyemangat dalam hidupku untuk selalu berjuang dan berusaha.
- ❖ Terkasih kedua adikku Muhammad Rahmadi dan Muhammad Tamim yang selalu membersamaiku dan sudah menjadi adik yang baik dalam kehidupanku.
- ❖ Dosen pembimbing Tugas Akhir saya, Bapak Sopian Soim, S.T., M.T dan Ibu Lindawati, S.T., M.T.I. Terimakasih atas waktu dan kesabarannya dalam membimbing saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- ❖ Terkhusus M.Ichsan Alfiansyah yang selalu memberi dukungan, semangat, dan bantuannya hingga Tugas Akhir bisa terselesaikan.
- ❖ Sahabat seperjuangan perkuliahanku RA.Jihan Ulima Achva, Ayu Antika Sekar Kinasih, Atika Juliadrianni, Fadhila Desti Rahmaniar, dan Renata Anggielita.
- ❖ Terakhir, terimakasih untuk diri sendiri karena telah mampu berusaha keras dan berjuang sejauh ini. Mampu mengendalikan diri dari berbagai tekanan diluar keadaan, tidak pernah memutuskan untuk menyerah, dan telah mampu menguatkan dan meyakinkan tanpa jeda bahwa semuanya akan selesai pada waktunya.

## ABSTRAK

### RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAU KUALITAS UDARA MENGUNAKAN PROTOKOL KOMUNIKASI DATA BERBASIS LoRa DENGAN TOPOLOGI *TREE*

(2023 : xv + 64 halaman + 38 gambar + 15 tabel + 8 lampiran)

---

**SALSABILA DINA SARI**

**0619 4035 0256**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK TELEKOMUNIKASI  
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

Penelitian ini membahas tentang rancangan sistem pemantau kualitas udara menggunakan teknologi komunikasi LoRa dengan topologi pohon (*tree*) dalam kondisi lingkungan *Line of Sight* (LOS) dan *Non Line of Sight* (NLOS). Sistem melibatkan node koordinator dan tiga node lainnya, masing-masing dilengkapi dengan sensor MQ7 dan MQ135 untuk mendeteksi kadar CO dan CO<sub>2</sub> di lokasi pemasangan. Hasil perancangan perangkat keras menunjukkan penggunaan Arduino Uno dan modul LoRa Ra-02 SX1278 untuk semua node. Perangkat lunak membantu memvisualisasikan data secara real-time melalui serial monitor pada *software* Arduino IDE. Pengujian dilakukan untuk membandingkan nilai RSSI, SNR, *delay* pengiriman data, serta pembacaan kadar CO dan CO<sub>2</sub> pada kedua kondisi lingkungan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dalam kondisi LOS, nilai RSSI dan SNR cenderung lebih optimal daripada NLOS. *Delay* pengiriman data juga lebih efisien pada LOS. Meskipun demikian, pembacaan sensor CO dan CO<sub>2</sub> tidak menunjukkan perbedaan signifikan antara kondisi LOS dan NLOS. Temuan ini mengindikasikan bahwa sistem ini mampu mengatasi tantangan NLOS, dengan hasil pengujian menunjukkan beberapa perbedaan dalam kinerja antara kondisi LOS dan NLOS dalam pemantauan kualitas udara.

**Kata Kunci:** *LoRa, Air Pollution System, Wireless Sensor Network, Topologi Tree*

## ***ABSTRACT***

### ***DESIGN AND DEVELOPMENT OF AIR QUALITY MONITORING SYSTEM USING DATA COMMUNICATION PROTOCOL BASED ON LORA WITH TREE TOPOLOGY***

***(2023 : xv + 64 pages + 38 pictures + 15 tables + 8 appendixes)***

---

**SALSABILA DINA SARI**

**0619 4035 0256**

***DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING***

***STUDY PROGRAM OF BACHELOR APPLIED OF***

***TELECOMMUNICATION ENGINEERING***

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

This study discusses the design of an air quality monitoring system using LoRa communication technology with a tree topology in Line of Sight (LOS) and Non Line of Sight (NLOS) environmental conditions. The system involves a coordinating node and three other nodes, each equipped with sensors MQ7 and MQ135 to detect CO and CO<sub>2</sub> levels at the installation site. The results of the hardware design show the use of Arduino Uno and the LoRa Ra-02 SX1278 module for all nodes. The software helps visualize data in real-time through a serial monitor on the Arduino IDE software. Tests were carried out to compare the values of RSSI, SNR, data transmission *delay*, and readings of CO and CO<sub>2</sub> levels in both environmental conditions. The test results show that under LOS conditions, the RSSI and SNR values tend to be more optimal than NLOS. Data transmission *delay* is also more efficient at LOS. However, CO and CO<sub>2</sub> sensor readings did not show a significant difference between LOS and NLOS conditions. These findings indicate that the system is capable of addressing the NLOS challenge, with test results showing some differences in performance between LOS and NLOS conditions in air quality monitoring.

**Keywords:** LoRa, Air Pollution System, Wireless Sensor Network, Tree Topology

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji dan syukur kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAU KUALITAS UDARA MENGGUNAKAN PROTOKOL KOMUNIKASI DATA BERBASIS LoRa DENGAN TOPOLOGI *TREE*”**. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu kurikulum di Jurusan Teknik Elektro Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.

Dalam penyelesaian tugas akhir ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada **Bapak Sopian Soim, S.T., M.T dan Ibu Lindawati. S.T., M.T.I**, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan masukan yang membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Selain itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua serta seluruh anggota keluarga yang telah memberikan dukungan moral maupun material selama menempuh kegiatan Tugas Akhir.
2. Bapak Dr. Ing Ahmad Taqwa, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.
3. Bapak Ir. Iskandar Luthfi, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.
4. Bapak Destra Andika Pratama, S.T., M.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.
5. Ibu Lindawati, S.T.,M.T.I selaku Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang juga selaku Dosen Pembimbing 2.
6. Bapak Sopian Soim, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing 1.
7. Sahabat yang selalu mendukung dan tak henti-hentinya memberikan dorongan semangat.
8. Teman - teman seperjuangan Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi angkatan 2019. Terkhusus 8 TEA, terimakasih telah mewarnai kehidupan perkuliahanku selama 4 tahun ini.

9. Rekan - rekan Komunitas ARCoS (*Automation & Robotic Club of Sriwijaya*) dan BEM KM POLSRI Kabinet Laksamana Sriwijaya, yang turut menghiiasi pengalaman perkuliahanku.
10. Terkasih sahabat terdekatku Nafisah Aliah Sari.
11. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata, penyusun menyadari bahwa dalam pembuatan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan maupun kesalahan. Untuk itu penyusun membuka diri atas segala kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan ini. Semoga Laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, 20 September 2023

Salsabila Dina Sari



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN DEPAN</b> .....	<b>I</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>II</b>
<b>SURAT PERNYATAAN</b> .....	<b>III</b>
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>IV</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>V</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>VI</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>VII</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>IX</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>XI</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>XIII</b>
<b>DAFTAR PERSAMAAN</b> .....	<b>XIV</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>XV</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Metode Penelitian.....	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
2.1 <i>Long Range</i> (LoRa).....	7
2.2 <i>Wireless Sensor Network</i> (WSN).....	8
2.2.1 Pengertian dan Perkembangan WSN.....	8
2.2.2 Penerapan dan penggunaan WSN.....	9
2.2.3 Arsitektur WSN.....	10
2.2.4 Bagian-Bagian WSN.....	11
2.3 Topologi Jaringan.....	12
2.3.1 Topologi <i>Bus</i> .....	12
2.3.2 Topologi <i>Ring</i> .....	13
2.3.3 Topologi <i>Star</i> .....	14
2.3.4 Topologi <i>Mesh</i> .....	15
2.3.5 Topologi <i>Tree</i> .....	16
2.4 <i>Prototyping</i> .....	19
2.5 Perangkat Keras dalam Rancangan <i>Prototype</i> .....	19
2.5.1 Arduino UNO.....	19
2.5.2 LoRa Ra-02 SX1278.....	21

2.5.3	Sensor Gas MQ-7 .....	22
2.5.4	Sensor Gas MQ-135 .....	23
2.6	Perangkat Lunak dalam Rancangan <i>Prototype</i> .....	23
2.6.1	<i>Software</i> Arduino IDE.....	23
2.7	Parameter <i>Quality of Service</i> (QoS).....	25
2.7.1	<i>Received Signal Strength Indicator</i> (RSSI).....	25
2.7.2	<i>Signal to Noise Ratio</i> (SNR).....	25
2.7.3	<i>Delay</i> .....	26
2.8	Perbandingan Penelitian Sebelumnya .....	26
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>29</b>
3.1	Metode Penelitian.....	29
3.2	Kerangka Penelitian .....	30
3.3	Studi Literatur .....	32
3.4	Perancangan Perangkat Keras .....	32
3.5	Konfigurasi Modul WSN Tiap Node .....	34
3.6	Perancangan Perangkat Lunak .....	35
3.7	Pembuatan Tugas Akhir.....	35
3.7.1	Langkah-langkah Pengujian Perangkat .....	36
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>37</b>
4.1	Hasil Rancangan Sistem Pemantau Kualitas Udara.....	37
4.1.1	Hasil Perancangan Perangkat Keras.....	37
4.1.2	Hasil Perancangan Perangkat Lunak .....	40
4.2	Hasil Pengujian Perangkat .....	44
4.2.1	Hasil Pengujian RSSI .....	44
4.2.2	Hasil Pengujian SNR.....	47
4.2.3	Hasil Pengujian <i>Delay</i> .....	49
4.2.4	Hasil Pengujian Pembacaan Kadar CO dan CO <sub>2</sub> .....	52
4.3	Analisa Hasil Perbandingan RSSI, SNR, <i>Delay</i> , CO, dan CO <sub>2</sub> pada kondisi NLOS dan LOS .....	56
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>59</b>
5.1	Kesimpulan .....	59
5.2	Saran.....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>61</b>
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Perbandingan Kecepatan Transmisi dan Jarak Jangkau.....	8
Gambar 2. 2 Ilustrasi Skenario Penggunaan WSN .....	10
Gambar 2. 3 Arsitektur WSN Secara Umum .....	10
Gambar 2. 4 Komponen Penyusun Node dalam WSN .....	11
Gambar 2. 5 Topologi <i>Bus</i> .....	12
Gambar 2. 6 Topologi <i>Ring</i> .....	13
Gambar 2. 7 Topologi <i>Star</i> .....	15
Gambar 2. 8 Topologi <i>Mesh</i> .....	16
Gambar 2. 9 Topologi <i>Tree</i> .....	17
Gambar 2. 10 Arduino UNO .....	20
Gambar 2. 11 LoRa Ra-02 SX1278 .....	21
Gambar 2. 12 Sensor Gas MQ-7 .....	22
Gambar 2. 13 Sensor Gas MQ-135 .....	23
Gambar 2. 14 Tampilan Arduino IDE Versi 2.2.1 .....	24
Gambar 3. 1 Pemasangan Node dengan Topologi <i>Tree</i> .....	29
Gambar 3. 2 Diagram Alir Langkah Penelitian .....	31
Gambar 3. 3 Blok Diagram Langkah Perancangan Perangkat Keras .....	32
Gambar 3. 4 <i>Skematik</i> Wiring Diagram <i>LoRa SX1278 dan Arduino Uno</i> .....	33
Gambar 3. 5 Desain Perancangan Perangkat Keras .....	34
Gambar 3. 6 Blok Diagram Konfigurasi Modul pada Node 1, Node 2, dan Node 3 .....	34
Gambar 3. 7 Blok Diagram Konfigurasi Modul pada Node Master .....	34
Gambar 3. 8 Blok Diagram Langkah Perancangan Perangkat Lunak .....	35
Gambar 3. 9 Diagram Alir Pengujian Alat.....	36
Gambar 4. 1 Hasil Perancangan Perangkat Keras (Node <i>Coordinator</i> ).....	38
Gambar 4. 2 Hasil Perancangan Perangkat Keras (Node 1, 2, dan 3).....	39
Gambar 4. 3 Tampilan <i>Serial Monitor</i> Node <i>Coordinator</i> .....	40
Gambar 4. 4 Tampilan <i>Serial Monitor</i> Node 1 .....	41
Gambar 4. 5 Tampilan <i>Serial Monitor</i> Node 2 .....	42
Gambar 4. 6 Tampilan <i>Serial Monitor</i> Node 3 .....	43
Gambar 4. 7 Grafik Nilai RSSI Kondisi NLOS.....	46
Gambar 4. 8 Grafik Nilai RSSI Kondisi NLOS dan LOS.....	46
Gambar 4. 9 Grafik Nilai SNR Kondisi NLOS.....	49
Gambar 4. 10 Grafik Nilai SNR Kondisi LOS .....	49
Gambar 4. 11 Grafik Nilai <i>Delay</i> Kondisi NLOS.....	52
Gambar 4. 12 Grafik Nilai <i>Delay</i> Kondisi LOS.....	52
Gambar 4. 13 Grafik Nilai CO Kondisi NLOS dan LOS .....	55

Gambar 4. 14 Grafik Nilai CO2 Kondisi NLOS dan LOS .....	55
Gambar 4. 15 Perbandingan Hasil Pengujian LOS dan NLOS.....	56

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Parameter Teknologi Komunikasi .....	7
Tabel 2. 2 Kategori Kualitas RSSI [28] .....	25
Tabel 2. 3 Kategori <i>Delay</i> [29] .....	26
Tabel 2. 4 Perbandingan Penelitian Sebelumnya .....	26
Tabel 3. 1 Pin Koneksi Arduino Uno dengan sensor MQ-7 dan MQ-135.....	32
Tabel 3. 2 Pin Koneksi Arduino Uno dengan sensor MQ-7 dan MQ-135.....	33
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian RSSI NLOS.....	44
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian RSSI LOS .....	45
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian SNR NLOS .....	47
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian SNR LOS .....	47
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian <i>Delay</i> NLOS .....	50
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian <i>Delay</i> LOS .....	50
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian CO dan CO2 Kondisi NLOS .....	53
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian CO dan CO2 Kondisi LOS .....	53
Tabel 4. 9 Perbandingan Perbandingan RSSI, SNR, <i>Delay</i> , CO, dan CO2 pada kondisi NLOS dan LOS .....	56

## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2. 1 Rumus untuk menentukan RSSI.....	25
Persamaan 2. 2 Rumus untuk menentukan rata – rata SNR.....	25
Persamaan 2. 3 Rumus untuk menentukan <i>Delay</i> .....	26

## DAFTAR LAMPIRAN

### Lampiran

1. *Letter of Acceptance* (LoA)
2. Jurnal yang diterbitkan
3. Lembar Rekomendasi Ujian Tugas Akhir
4. Lembar Kesepakatan Bimbingan Ujian Tugas Akhir Pembimbing I
5. Lembar Kesepakatan Bimbingan Ujian Tugas Akhir Pembimbing II
6. Lembar Bimbingan Ujian Tugas Akhir Pembimbing I
7. Lembar Bimbingan Ujian Tugas Akhir Pembimbing II
8. Lembar Pelaksanaan Revisi Tugas Akhir