

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN CAKUPAN JARINGAN *LONG RANGE*
(LORA) MENGGUNAKAN FREKUENSI 923 MHz PADA
WILAYAH KABUPATEN KULON PROGO**

***LONG RANGE NETWORK COVERAGE PLANNING
USING 923 MHz FREQUENCY IN KULON PROGO REGENCY***



Disusun oleh

**SITA WINDANA
21201008**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2024

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN CAKUPAN JARINGAN *LONG RANGE*
(LORA) MENGGUNAKAN FREKUENSI 923 MHz PADA
WILAYAH KABUPATEN KULON PROGO**

***LONG RANGE NETWORK COVERAGE PLANNING
USING 923 MHz FREQUENCY IN KULON PROGO REGENCY***



Disusun oleh

**SITA WINDANA
21201008**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2024

**PERENCANAAN CAKUPAN JARINGAN *LONG RANGE*
(LORA) MENGGUNAKAN FREKUENSI 923 MHz PADA
WILAYAH KABUPATEN KULON PROGO**

***LONG RANGE NETWORK COVERAGE PLANNING
USING 923 MHz FREQUENCY IN KULON PROGO REGENCY***

**Tugas Akhir ini digunakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Ahli Madya Teknik (A.Md.T.)
Di Institut Teknologi Telkom Purwokerto
2024**

Disusun oleh

**SITA WINDANA
21201008**

DOSEN PEMBIMBING

**Agung Wicaksono, S.T., M.T.
Eka Wahyudi, S.T., M.Eng.**

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK TELEKOMUNIKASI

FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO

INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO

2024

HALAMAN PENGESAHAN

PERENCANAAN CAKUPAN JARINGAN *LONG RANGE* (LORA) MENGUNAKAN FREKUENSI 923 MHz PADA WILAYAH KABUPATEN KULON PROGO

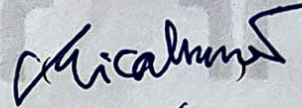
LONG RANGE NETWORK COVERAGE PLANNING USING 923 MHz FREQUENCY IN KULON PROGO REGENCY

Disusun oleh
SITA WINDANA
21201008

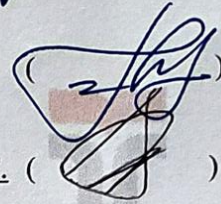
Telah dipertanggungjawabkan di hadapan Tim Penguji pada tanggal 19 Juni 2024

Susunan Tim Penguji

Pembimbing Utama : Agung Wicaksono, S.T., M.T.
NIDN. 0614059501

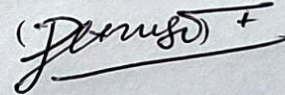


Pembimbing Pendamping : Eka Wahyudi, S.T., M.Eng.
NIDN. 0617117601



Penguji 1 : Dr. Wahyu Pamungkas, S.T., M.T. ()
NIDN. 0606037801

Penguji 2 : Petrus Kerowe Goran, S.T., M.T.
NIDN. 0620018502



Mengetahui,

Ketua Program Studi D3 Teknik Telekomunikasi
Institut Teknologi Telkom Purwokerto



Agung Wicaksono, S.T., M.T.
NIDN. 0614059501

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya, **SITA WINDANA**, menyatakan bahwa skripsi dengan judul **“PERENCANAAN CAKUPAN JARINGAN LONG RANGE (LORA) MENGGUNAKAN FREKUENSI 923 MHz PADA WILAYAH KABUPATEN KULON PROGO”** adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan kecuali melalui pengutipan sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Saya bersedia menanggung risiko ataupun sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam skripsi saya ini.

Purwokerto, 10 Juni 2024

Yang menyatakan,



(Sita Windana)

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan kasih dan sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Perencanaan Cakupan Jaringan Long Range (LoRa) Menggunakan Frekuensi 923 MHz Pada Wilayah Kabupaten Kulon Progo**”.

Maksud dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat dalam menempuh ujian Ahli Madya Teknik Telekomunikasi pada Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro Institut Teknologi Telkom Purwokerto.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, banyak pihak yang sangat membantu penulis dalam berbagai hal. Oleh karena itu, rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya disampaikan kepada:

1. Diri sendiri yang telah menyelesaikan penelitian dari awal hingga selesai.
2. Kedua Orangtua yang telah memberikan do'a beserta dukungannya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Bapak Agung Wicaksono, S.T., M.T. selaku pembimbing I dan Ketua Program Studi D3 Teknik Telekomunikasi.
4. Bapak Eka Wahyudi, S.T., M.Eng. selaku pembimbing II.
5. Ibu Dr. Anggun Fitriani Isnawati, S.T., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro.
6. Seluruh dosen, staf dan karyawan Program studi D3 Teknik Telekomunikasi Institut Teknologi Telkom Purwokerto, serta teman-teman yang telah memberi dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir.

Purwokerto, 10 Juni 2024

(Sita Windana)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	3
1.3 BATASAN MASALAH.....	3
1.4 TUJUAN	4
1.5 MANFAAT.....	4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB 2 DASAR TEORI.....	6
2.1 KAJIAN PUSTAKA	6
2.2 DASAR TEORI	9
2.2.1 <i>Long Range</i> (LoRa).....	9
2.2.2 Teknologi <i>Long Range</i> (LoRa).....	10
2.2.3 Keunggulan dan Kekurangan LoRa.....	12
2.2.4 Arsitektur LoRaWan	13
2.2.5 Parameter <i>Long Range</i>	14
2.2.5.1 <i>Received Signal Strength Indicator</i> (RSSI).....	14
2.2.5.2 <i>Signal to Noise Ratio</i> (SNR)	15
2.2.5.3 <i>Bandwidth</i>	16
2.2.5.4 <i>Spreading factor</i> (SF).....	17
2.2.5.5 Modulasi <i>Long Range</i>	18
2.2.6 Alokasi Frekuensi LoRaWan	19

2.2.7	<i>Coverage Planning</i>	19
2.2.8	<i>Link Budget</i>	21
2.2.8.1	<i>Sensitivity LoRaWan</i>	21
2.2.8.2	<i>Maximum Allowable Path Loss (MAPL)</i>	21
2.2.8.3	Model Propagasi Okumura-Hatta	22
2.2.8.4	Luas <i>Cell</i>	23
2.2.8.5	Jumlah <i>Gateway</i>	23
BAB 3 METODE PENELITIAN		24
3.1	METODE PENELITIAN.....	24
3.2	ALAT YANG DIGUNAKAN	24
3.3	ALUR PENELITIAN	25
3.4	TAHAPAN PENELITIAN.....	26
3.4.1	Studi Literatur	26
3.4.2	Penentuan Lokasi	26
3.4.3	Perencanaan Jaringan <i>Long Range</i> Berdasarkan <i>Coverage</i>	27
3.4.4	Simulasi <i>Software Atoll 3.4.0</i>	28
3.4.5	Pengambilan Data, Analisis, dan Pembahasan.....	28
3.5	Desain Sistem Penelitian.....	28
3.6	Skenario Penelitian.....	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1	PARAMETER DAN SKENARIO PENELITIAN.....	31
4.1.1	Parameter Penelitian.....	31
4.1.2	Skenario Penelitian.....	31
4.2	ANALISIS HASIL SIMULASI.....	32
4.2.1	Analisis <i>Link Budget</i> Berdasarkan <i>Coverage Area</i>	32
4.2.2	Sensitivitas LoRa	32
4.2.3	<i>Maximum Allowable Path Loss (MAPL)</i>	33
4.2.4	<i>Cell Radius</i>	35
4.2.5	Luas <i>Cell</i>	38
4.2.6	Jumlah <i>Gateway</i>	40
4.2.7	Analisis Parameter <i>Signal to Noise Ratio</i> Berdasarkan Simulasi .	41
4.2.7.1	Analisis Parameter <i>Signal to Noise Ratio Spreading Factor 7</i>	42

4.2.7.2	Analisis Parameter <i>Signal to Noise Ratio Spreading Factor</i> 8	44
4.2.7.3	Analisis Parameter <i>Signal to Noise Ratio Spreading Factor</i> 9	47
4.2.7.4	Analisis Parameter <i>Signal to Noise Ratio Spreading Factor</i> 10 ...	50
4.2.7.5	Analisis Parameter <i>Signal to Noise Ratio Spreading Factor</i> 11 ...	53
4.2.7.6	Analisis Parameter <i>Signal to Noise Ratio Spreading Factor</i> 12 ...	56
4.2.7.7	Analisis Optimasi Parameter <i>Signal to Noise Ratio Spreading Factor</i> 12	59
4.2.7.8	Analisis Perbandingan Hasil Prediksi Sebelum dan Sesudah Optimasi pada parameter <i>Signal to Noise Ratio Spreading Factor</i> 12	62
4.2.8	Analisis Parameter <i>Received Signal Strength Indicator</i> Berdasarkan Simulasi	65
4.2.8.1	Analisis Parameter <i>Received Signal Strength Indicator Spreading Factor</i> 7	65
4.2.8.2	Analisis Parameter <i>Received Signal Strength Indicator</i> Pada <i>Spreading Factor</i> 8.....	68
4.2.8.3	Analisis Parameter <i>Received Signal Strength Indicator</i> Pada <i>Spreading Factor</i> 9.....	71
4.2.8.4	Analisis Parameter <i>Received Signal Strength Indicator</i> Pada <i>Spreading Factor</i> 10.....	74
4.2.8.5	Analisis Parameter <i>Received Signal Strength Indicator</i> Pada <i>Spreading Factor</i> 11.....	77
4.2.8.6	Analisis Parameter <i>Received Signal Strength Indicator</i> Pada <i>Spreading Factor</i> 12.....	80
4.2.8.7	Analisis Optimasi Parameter <i>Received Signal Strength Indicator</i> Pada <i>Spreading Factor</i> 12.....	83
4.2.8.8	Perbandingan Hasil Prediksi Sebelum dan Sesudah Optimasi pada parameter <i>Received Signal Strength Indicator Spreading Factor</i> 12	86
4.2.9	Analisis Jumlah <i>Gateway</i> Berdasarkan <i>Spreading Factor</i>	89
4.2.10	Lokasi Penempatan <i>Gateway</i> LoRa yang Optimal Untuk Mencakup Wilayah Kabupaten Kulon Progo	90
4.2.11	Perbandingan RSSI Dengan SNR.....	91
4.2.12	Rekapitulasi Hasil Perencanaan Jaringan LoRa.....	92

BAB 5 PENUTUP.....	94
5.1 KESIMPULAN.....	94
5.2 SARAN.....	95
DAFTAR PUSTAKA.....	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Protokol Teknologi LoRa	9
Gambar 2.2 Arsitektur Long Range	11
Gambar 2.3 Komunikasi Pada LoRa.....	12
Gambar 2.4 Arsitektur LoRaWan.....	13
Gambar 2.5 Skema penerimaan data dalam sudut pandang daya	14
Gambar 2.6 <i>Spreading factor</i>	17
Gambar 2.7 Ilustrasi <i>Chip Spread Spectrum</i> LoRa.....	18
Gambar 2.8 Klasifikasi Wilayah Rural	20
Gambar 2.9 Klasifikasi Wilayah Suburban.....	20
Gambar 2.10 Klasifikasi Wilayah Urban	21
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Alur Penelitian.....	25
Gambar 3.2 Peta Wilayah Kabupaten Kulon Progo.....	26
Gambar 3.3 Flowchart Desain Sistem Penelitian.....	28
Gambar 4.1 Hasil SNR SF 7	42
Gambar 4.2 Histogram Area SNR SF 7	43
Gambar 4.3 Histogram Persentase SNR SF 7.....	44
Gambar 4.4 SNR SF 8.....	45
Gambar 4.5 Histogram Area SNR SF 8	46
Gambar 4.6 Histogram Persentase SNR SF 8.....	47
Gambar 4.7 SNR SF 9.....	48
Gambar 4.8 Histogram Area SNR SF 9	49
Gambar 4.9 Histogram Persentase SNR SF 9.....	50
Gambar 4.10 SNR SF 10.....	51
Gambar 4.11 Histogram Area SNR SF 10	52
Gambar 4.12 Histogram Persentase SNR SF 10.....	53
Gambar 4.13 SNR SF 11	54
Gambar 4.14 Histogram Area SNR SF 11	55
Gambar 4.15 Histogram Persentase SNR SF 11	56
Gambar 4.16 Hasil Simulasi SNR SF 12	57
Gambar 4.17 Histogram Area SNR SF 12	58

Gambar 4.18 Histogram Persentase SF 12.....	59
Gambar 4.19 Hasil Optimasi SNR SF 12	60
Gambar 4.20 Histogram Area Hasil Optimasi SNR SF 12.....	61
Gambar 4.21 Histogram Persentase Hasil Optimasi SNR SF 12.....	62
Gambar 4.22 Hasil RSSI SF 7	66
Gambar 4.23 Histogram Area RSSI SF 7	66
Gambar 4.24 Histogram Persentase RSSI SF 7	67
Gambar 4.25 Hasil RSSI SF 8	69
Gambar 4.26 Histogram Area SF 8.....	69
Gambar 4.27 Histogram Persentase SF 8.....	70
Gambar 4.28 Hasil RSSI SF 9	72
Gambar 4.29 Histogram Area SF 9	72
Gambar 4.30 Histogram Persentase SF 9.....	73
Gambar 4.31 Hasil RSSI SF 10	75
Gambar 4.32 Histogram Area SF 10.....	75
Gambar 4.33 Histogram Persentase SF 10.....	76
Gambar 4.34 Hasil RSSI SF 11	78
Gambar 4.35 Histogram Area SF 11	78
Gambar 4.36 Histogram Persentase SF 11.....	79
Gambar 4.37 Hasil RSSI SF 12	81
Gambar 4.38 Histogram Area SF 12.....	81
Gambar 4.39 Histogram Persentase SF 12.....	82
Gambar 4.40 Hasil Optimasi RSSI SF 12.....	84
Gambar 4.41 Histogram Area Hasil Optimasi SF 12.....	85
Gambar 4.42 Histogram Persentase Optimasi RSSI SF 12.....	86
Gambar 4.43 Grafik Perbandingan Jumlah <i>Gateway</i> berdasarkan <i>Spreading Factor</i>	89

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hubungan Bit Rate, Spreading factor dan Sensitivitas Receiver	10
Tabel 2.2 Parameter Standar RSSI	15
Tabel 2.3 SNR Limit LoRa	15
Tabel 2.4 <i>Range</i> SNR	16
Tabel 2.5 Alokasi Frekuensi Pada LoRaWan	19
Tabel 3.1 Data Wilayah Kabupaten Kulon Progo	27
Tabel 3.2 Klasifikasi Wilayah Berdasarkan Kepadatan Penduduk	27
Tabel 3.3 Link Budget LoRaWan	27
Tabel 3.4 Skenario Penelitian	30
Tabel 4.1 Sensitivitas LoRa	33
Tabel 4.2 <i>EIRP Value</i>	34
Tabel 4.3 <i>MAPL Value</i>	35
Tabel 4.4 Cell Radius	38
Tabel 4.5 Luas Cell	40
Tabel 4.6 Jumlah Gateway	41
Tabel 4.7 Perbandingan Histogram Area Hasil Prediksi SNR SF 12	62
Tabel 4.8 Perbandingan Histogram Persentase Hasil Prediksi SNR SF 12	63
Tabel 4.9 Optimasi Pada SF 12	64
Tabel 4.10 Perbandingan Histogram Area Hasil Prediksi	87
Tabel 4.11 Perbandingan Histogram Persentase Hasil Prediksi	88
Tabel 4.12 Penempatan Gateway LoRa Spreading Factor 10	90
Tabel 4.13 Rekapitulasi Hasil Perencanaan Jaringan LoRa	92