

**SKRIPSI**

**ANALISA MODULASI *CHIRP SPREAD SPECTRUM* (CSS)  
PADA SISTEM KOMUNIKASI *LONG RANGE*(LoRa)**

***CHIRP SPREAD SPECTRUM (CSS) MODULATION ANALYSIS  
ON LONG RANGE (LoRa) COMMUNICATION SYSTEM***



Disusun Oleh

**SEFFA HARYA ARTIKA**

**18101103**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI  
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO  
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

**2023**

**ANALISA MODULASI *CHIRP SPREAD SPECTRUM* (CSS)  
PADA SISTEM KOMUNIKASI *LONG RANGE*(LoRa)**

***CHIRP SPREAD SPECTRUM (CSS) MODULATION ANALYSIS  
ON LONG RANGE (LoRa) COMMUNICATION SYSTEM***

**Skripsi ini digunakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik (S.T.)  
Di Institut Teknologi Telkom Purwokerto  
2023**

Disusun oleh

**SEFFA HARYA ARTIKA  
18101103**

**DOSEN PEMBIMBING**

**Petrus Kerowe Goran, S.T., M.T.  
Eka Setia Nugraha, S.T., M.T.**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI  
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO  
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

**2023**

**HALAMAN PENGESAHAN**

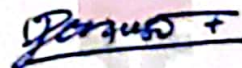
**ANALISA MODULASI CHIRP SPREAD SPECTRUM (CSS) PADA  
SISTEM KOMUNIKASI LONG RANGE (LoRa)**

**CHIRP SPREAD SPECTRUM (CSS) MODULATION ANALYSIS ON LONG  
RANGE (LoRa) COMMUNICATION SYSTEM**

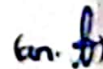
Disusun oleh  
**SEFFA HARYA ARTIKA**  
18101103

Telah dipertanggungjawabkan di hadapan Tim Penguji pada tanggal  
15 Agustus 2023  
Susunan Tim Penguji

Pembimbing Utama : Petrus Kerowe Goran, S.T., M.T.  
NIDN. 0620018502



Pembimbing Pendamping : Eka Setia Nugraha, S.T., M.T.  
NIDN. 0629018602



Penguji 1 : Shinta Romadhona, S.T., M.T.  
NIDN. 0611068402




Penguji 2 : Muhammad Panji Kusuma Praja, S.T.,  
M.T.  
NIDN. 0625029301



**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi  
Institut Teknologi Telkom Purwokerto**

  
**Praseyo Walantoro, S.T., M.T.**  
NIDN. 0620079201

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya, **SEFFA HARYA ARTIKA**, menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “**ANALISA MODULASI *CHIRP SPREAD SPECTRUM (CSS)* PADA SISTEM KOMUNIKASI *LONG RANGE(LoRa)*” adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan kecuali melakukan pengutipan sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Saya bersedia menanggung risiko ataupun sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam tugas akhir saya ini.**

Purwokerto, 6 Juli 2023

Yang menyatakan.



(Seffa Harya Artika)

## PRAKATA

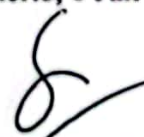
Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan kasih dan sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul **“ANALISA MODULASI CHIRP SPREAD SPECTRUM (CSS) PADA SISTEM KOMUNIKASI LONG RANGE(LoRa)”**.

Maksud dari penyusunan proposal skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat dalam menempuh ujian sarjana Teknik Telekomunikasi pada Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro Institut Teknologi Telkom Purwokerto. Pada penyusunan proposal skripsi ini, banyak pihak yang sangat membantu penulis dalam berbagai hal. Oleh karena itu, penulis sampaikan rasa terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan baik moral maupun materiil kepada penulis.
2. Bapak Petrus Kerowe Goran, S.T., M.T. selaku Pembimbing I.
3. Bapak Eka Setia Nugraha, S.T., M.T. selaku Pembimbing II.
4. Ibu Shinta Romadhona S.T., M.T. selaku penguji.
5. Bapak Muhammad Panji Kusuma Praja S.T., M.T.
6. Seluruh dosen, staf dan karyawan Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
7. Serta rekan-rekan mahasiswa Angkatan 2018 yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih jauh dari sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran serta kritik yang membangun dari berbagai pihak.

Purwokerto, 6 Juli 2023



Seffa Harya Artika

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iii
PRAKATA .....	iv
ABSTRAK .....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL .....	ii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1    LATAR BELAKANG .....	1
1.2    RUMUSAN MASALAH .....	2
1.3    BATASAN MASALAH .....	2
1.4    TUJUAN.....	2
1.5    MANFAAT.....	2
1.6    SISTEMATIKA PENULISAN.....	3
BAB II .....	4
DASAR TEORI.....	4
2.1    KAJIAN PUSTAKA.....	4
2.2    DASAR TEORI .....	5
2.2.1    Sistem Komunikasi .....	5
2.2.2    Frekuensi LoRa .....	5
2.2.3    Modulasi.....	6
2.2.4    Long Range (LoRa).....	12
2.2.5    Modulasi <i>Chirp Spread Spectrum (CSS)</i> .....	13
2.2.6    Bit Error Rate (BER).....	15
2.2.7 <i>Bandwidth</i> .....	15
2.2.8 <i>Data Rate</i> .....	16
BAB III.....	17
METODE PENELITIAN .....	17

<b>3.1</b>	<b>ALUR PENELITIAN.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2</b>	<b>ALAT DAN BAHAN.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3</b>	<b>PERANCANGAN SISTEM.....</b>	<b>19</b>
<b>3.3.1</b>	<b>BIT GENERATOR.....</b>	<b>20</b>
<b>3.3.2</b>	<b>PEMBENTUKAN SINYAL KONTINYU.....</b>	<b>22</b>
<b>3.3.3</b>	<b>PEMBENTUKAN SINYAL MODULASI CSS.....</b>	<b>27</b>
<b>3.4</b>	<b>PENGUJIAN SISTEM.....</b>	<b>30</b>
<b>3.4.1</b>	<b>Pengujian pada sistem modulasi BPSK.....</b>	<b>31</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Pengujian pada sistem modulasi QPSK.....</b>	<b>31</b>
<b>BAB IV</b>	<b>.....</b>	<b>32</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>.....</b>	<b>32</b>
<b>4.1.</b>	<b>HASIL SKENARIO PENGUJIAN.....</b>	<b>32</b>
<b>4.2</b>	<b>PEMBAHASAN DAN ANALISIS.....</b>	<b>66</b>
<b>BAB V</b>	<b>.....</b>	<b>75</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>.....</b>	<b>75</b>
<b>5.1</b>	<b>KESIMPULAN.....</b>	<b>75</b>
<b>5.2</b>	<b>SARAN.....</b>	<b>75</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>.....</b>	<b>76</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Blok Diagram Sistem Komunikasi [1] .....	5
Gambar 2.2 Alokasi Frekuensi LoRa di Berbagai Negara [2].....	5
Gambar 2.3 Varian Modulasi Analog .....	6
Gambar 2.4 Sinyal Modulasi BPSK [7] .....	7
Gambar 2.5 Diagram modulasi BPSK [8] .....	8
Gambar 2.6 Diagram Konstelasi BPSK [8] .....	8
Gambar 2.7 Modulasi QPSK [7].....	10
Gambar 2.8 Diagram Modulasi QPSK [8].....	10
Gambar 2.9 Konstelasi Modulasi QPSK [8].....	11
Gambar 2.10 Blok Diagram LoRa [10].....	12
Gambar 2.11 Blok Diagram Modulasi CSS [13] .....	14
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian .....	17
Gambar 3.2 Alur sistem modulasi CSS.....	20
Gambar 3.3 Bit Generator pada 1 <i>byte</i> .....	20
Gambar 3.4 Bit Generator pada 2 <i>byte</i> .....	21
Gambar 3.5 Bit Generator pada 128 <i>byte</i> .....	21
Gambar 3.6 Bit Generator pada 256 <i>byte</i> .....	22
Gambar 3.7 Bentuk sinyal saat bit “0” pada BPSK .....	22
Gambar 3.8 Bentuk sinyal saat bit “1” pada BPSK .....	23
Gambar 3.9 Bentuk sinyal pada saat bit “0” dan “1” .....	24
Gambar 3.10 Bentuk Sinyal pada saat pasangan bit “00” pada QPSK.....	24
Gambar 3.11 Bentuk Sinyal pada saat pasangan bit “01” pada QPSK.....	25
Gambar 3.12 Bentuk sinyal pada saat pasangan bit “10” pada QPSK .....	25
Gambar 3.13 Bentuk sinyal pada saat pasangan bit “11” pada QPSK .....	26
Gambar 3.14 Bentuk sinyal saat “00” “01” .....	27
Gambar 3.15 Bentuk sinyal modulasi CSS .....	28
Gambar 3.16 Baris program untuk mensimulasikan BER CSS BPSK .....	28
Gambar 3.17 Nilai BER CSS BPSK (a)1 <i>byte</i> , (b) 2 <i>byte</i> , (c) 128 <i>byte</i> , (d) 256 <i>byte</i> , dan (e) Nilai BER CSS BPSK secara teori.....	29
Gambar 3.18 Baris program untuk mensimulasikan BER CSS QPSK.....	29
Gambar 3.19 Nilai BER CSS QPSK (a)1 <i>byte</i> , (b) 2 <i>byte</i> , (c) 128 <i>byte</i> , (d) 256 <i>byte</i> , dan (e) Nilai BER CSS QPSK secara teori.....	30
Gambar 4.1 Bentuk sinyal CSS BPSK 1 <i>byte</i> pada saat SF = 7 .....	32
Gambar 4.2 (a) Grafik BER CSS BPSK 1 <i>byte</i> SF = 7 simulasi (b) Grafik BER CSS BPSK 1 <i>byte</i> SF = 7 teori .....	33
Gambar 4.3 Grafik BER CSS BPSK 1 <i>byte</i> SF = 7 .....	33
Gambar 4.4 Bentuk sinyal CSS BPSK 2 <i>byte</i> pada SF = 7 .....	34
Gambar 4.5 (a) Grafik BER CSS BPSK 2 <i>byte</i> SF = 7 simulasi (b) Grafik BER CSS BPSK 2 <i>byte</i> SF = 7 teori .....	34
Gambar 4.6 Grafik BER CSS BPSK 2 <i>byte</i> SF = 7 .....	35
Gambar 4.7 Bentuk sinyal CSS BPSK 128 <i>byte</i> pada saat SF = 7 .....	35
Gambar 4.8 (a) Grafik BER CSS BPSK 128 <i>byte</i> SF = 7 simulasi (b) Grafik BER CSS BPSK 128 <i>byte</i> SF = 7 teori .....	36



Gambar 4.9 Grafik BER CSS BPSK 128 <i>byte</i> SF = 7 .....	36
Gambar 4.10 Bentuk sinyal CSS BPSK 256 <i>byte</i> pada saat SF = 7 .....	37
Gambar 4.11 (a) Grafik BER CSS BPSK 256 <i>byte</i> SF = 7 simulasi (b) Grafik BER CSS BPSK 256 <i>byte</i> SF = 7 teori .....	37
Gambar 4.12 Grafik BER CSS BPSK 256 <i>byte</i> SF = 7 .....	38
Gambar 4.13 Bentuk sinyal CSS QPSK 1 <i>byte</i> pada saat SF = 7.....	38
Gambar 4.14 (a) Grafik BER CSS QPSK 1 <i>byte</i> SF = 7 simulasi (b) Grafik BER CSS QPSK 1 <i>byte</i> SF = 7 teori.....	38
Gambar 4.15 Grafik BER CSS QPSK 1 <i>byte</i> SF = 7.....	39
Gambar 4.16 Bentuk sinyal CSS QPSK 2 <i>byte</i> pada SF = 7.....	39
Gambar 4.17 (a) Grafik BER CSS QPSK 2 <i>byte</i> SF = 7 simulasi (b) Grafik BER CSS QPSK 2 <i>byte</i> SF = 7 teori.....	40
Gambar 4.18 Grafik BER CSS QPSK 2 <i>byte</i> SF = 7.....	40
Gambar 4.19 Bentuk sinyal CSS QPSK 128 <i>byte</i> pada saat SF = 7.....	41
Gambar 4.20 (a) Grafik BER CSS QPSK 128 <i>byte</i> SF = 7 simulasi (b) Grafik BER CSS QPSK 128 <i>byte</i> SF = 7 teori.....	41
Gambar 4.21 Grafik BER CSS QPSK 128 <i>byte</i> SF = 7.....	42
Gambar 4.22 Bentuk sinyal CSS QPSK 256 <i>byte</i> pada saat SF = 7.....	42
Gambar 4.23 (a) Grafik BER CSS QPSK 256 <i>byte</i> SF = 7 simulasi (b) Grafik BER CSS QPSK 256 <i>byte</i> SF = 7 teori.....	42
Gambar 4.24 Grafik BER CSS QPSK 256 <i>byte</i> SF = 7.....	43
Gambar 4.25 Bentuk sinyal CSS BPSK 1 <i>byte</i> pada saat SF = 10 .....	43
Gambar 4.26 (a) Grafik BER CSS BPSK 1 <i>byte</i> SF = 10 simulasi (b) Grafik BER CSS BPSK 1 <i>byte</i> SF = 10 teori .....	44
Gambar 4.27 BER CSS BPSK 1 <i>byte</i> pada saat SF = 10 .....	44
Gambar 4.28 Bentuk sinyal CSS BPSK 2 <i>byte</i> pada SF = 10.....	45
Gambar 4.29 (a) Grafik BER CSS BPSK 2 <i>byte</i> SF = 10 simulasi (b) Grafik BER CSS BPSK 2 <i>byte</i> SF = 10 teori .....	45
Gambar 4.30 BER CSS BPSK 2 <i>byte</i> pada saat SF = 10 .....	45
Gambar 4.31 Bentuk sinyal CSS BPSK 128 <i>byte</i> pada saat SF = 10 .....	46
Gambar 4.32 (a) Grafik BER CSS BPSK 128 <i>byte</i> SF = 10 simulasi (b) Grafik BER CSS BPSK 128 <i>byte</i> SF = 10 teori .....	46
Gambar 4.33 BER CSS BPSK 128 <i>byte</i> pada saat SF = 10 .....	47
Gambar 4.34 Bentuk sinyal CSS BPSK 256 <i>byte</i> pada saat SF = 10 .....	47
Gambar 4.35 (a) Grafik BER CSS BPSK 256 <i>byte</i> SF = 10 simulasi (b) Grafik BER CSS BPSK 256 <i>byte</i> SF = 10 teori .....	48
Gambar 4.36 BER CSS BPSK 256 <i>byte</i> pada saat SF = 10 .....	48
Gambar 4.37 Bentuk sinyal CSS QPSK 1 <i>byte</i> pada saat SF = 10.....	49
Gambar 4.38 (a) Grafik BER CSS QPSK 1 <i>byte</i> SF = 10 simulasi (b) Grafik BER CSS QPSK 1 <i>byte</i> SF = 10 teori.....	49
Gambar 4.39 BER CSS QPSK 1 <i>byte</i> pada saat SF = 10.....	49
Gambar 4.40 Bentuk CSS QPSK 2 <i>byte</i> pada SF = 10.....	50
Gambar 4.41 (a) Grafik BER CSS QPSK 2 <i>byte</i> SF = 10 simulasi (b) Grafik BER CSS QPSK 2 <i>byte</i> SF = 10 teori.....	50
Gambar 4.42 BER CSS QPSK pada 2 <i>byte</i> SF = 10.....	51

Gambar 4.43 Bentuk sinyal CSS QPSK 128 <i>byte</i> pada saat SF = 10.....	51
Gambar 4.44 (a) Grafik BER CSS QPSK 128 <i>byte</i> SF = 10 simulasi (b) Grafik BER CSS QPSK 128 <i>byte</i> SF = 10 teori.....	52
Gambar 4.45 BER CSS QPSK 128 <i>byte</i> pada saat SF = 10.....	52
Gambar 4.46 Bentuk sinyal CSS QPSK 256 <i>byte</i> pada saat SF = 10.....	53
Gambar 4.47 (a) Grafik BER CSS QPSK 256 <i>byte</i> SF = 10 simulasi (b) Grafik BER CSS QPSK 256 <i>byte</i> SF = 10 teori.....	53
Gambar 4.48 BER CSS QPSK 256 <i>byte</i> pada saat SF = 10.....	54
Gambar 4.49 Bentuk sinyal CSS BPSK 1 <i>byte</i> pada saat SF = 12.....	54
Gambar 4.50 (a) Grafik BER CSS BPSK 1 <i>byte</i> SF = 12 simulasi (b) Grafik BER CSS BPSK 1 <i>byte</i> SF = 12 teori.....	55
Gambar 4.51 BER CSS BPSK 1 <i>byte</i> pada saat SF = 12.....	55
Gambar 4.52 Bentuk sinyal CSS BPSK 2 <i>byte</i> pada SF = 12.....	56
Gambar 4.53 (a) Grafik BER CSS BPSK 2 <i>byte</i> SF = 12 simulasi (b) Grafik BER CSS BPSK 2 <i>byte</i> SF = 12 teori.....	56
Gambar 4.54 BER pada CSS BPSK 2 <i>byte</i> SF = 12.....	57
Gambar 4.55 Bentuk sinyal CSS BPSK 128 <i>byte</i> pada saat SF = 12.....	57
Gambar 4.56 (a) Grafik BER CSS BPSK 128 <i>byte</i> SF = 12 simulasi (b) Grafik BER CSS BPSK 128 <i>byte</i> SF = 12 teori.....	58
Gambar 4.57 BER CSS BPSK 128 <i>byte</i> pada saat SF = 12.....	58
Gambar 4.58 Bentuk sinyal CSS BPSK 256 <i>byte</i> pada saat SF = 12.....	59
Gambar 4.59 (a) Grafik BER CSS BPSK 256 <i>byte</i> SF = 12 simulasi (b) Grafik BER CSS BPSK 256 <i>byte</i> SF = 12 teori.....	59
Gambar 4.60 BER CSS BPSK 256 <i>byte</i> pada saat SF = 12.....	60
Gambar 4.61 Bentuk sinyal CSS QPSK 1 <i>byte</i> pada saat SF = 12.....	60
Gambar 4.62 (a) Grafik BER CSS QPSK 1 <i>byte</i> SF = 12 simulasi (b) Grafik BER CSS QPSK 1 <i>byte</i> SF = 12 teori.....	61
Gambar 4.63 BER CSS QPSK 1 <i>byte</i> pada saat SF = 12.....	61
Gambar 4.64 Bentuk sinyal CSS QPSK 2 <i>byte</i> pada saat SF = 12.....	62
Gambar 4.65 (a) Grafik BER CSS QPSK 2 <i>byte</i> SF = 12 simulasi (b) Grafik BER CSS QPSK 2 <i>byte</i> SF = 12 teori.....	62
Gambar 4.66 BER CSS QPSK 2 <i>byte</i> pada saat SF = 12.....	63
Gambar 4.67 Bentuk sinyal CSS QPSK 128 <i>byte</i> pada saat SF = 12.....	63
Gambar 4.68 (a) Grafik BER CSS QPSK 128 <i>byte</i> SF = 12 simulasi (b) Grafik BER CSS QPSK 128 <i>byte</i> SF = 12 teori.....	64
Gambar 4.69 BER CSS QPSK 128 <i>byte</i> pada saat SF = 12.....	64
Gambar 4.70 Bentuk sinyal CSS QPSK 256 <i>byte</i> pada saat SF = 12.....	64
Gambar 4.71 (a) Grafik BER CSS QPSK 256 <i>byte</i> SF = 12 simulasi (b) Grafik BER CSS QPSK 256 <i>byte</i> SF = 12 teori.....	65
Gambar 4.72 BER CSS QPSK 256 <i>byte</i> pada saat SF = 12.....	65
Gambar 4.73 Perbandingan nilai BER CSS BPSK teori dan simulasi.....	70
Gambar 4.74 Perbandingan nilai BER CSS QPSK teori dan simulasi.....	72
Gambar 4.75 Perbandingan nilai BER CSS tanpa implementasi PSK teori dan simulasi.....	74

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Alat dan Bahan .....	19
Tabel 3.2 Parameter simulasi.....	19
Tabel. 3.3 Parameter <i>Spreading Factor</i> (SF) .....	31
Tabel 4.1 Data Rate CSS BPSK SF = 7 .....	66
Tabel 4.2 Data Rate CSS QPSK SF = 7.....	66
Tabel 4.3 Data Rate CSS Tanpa Implementasi PSK SF = 7 .....	66
Tabel 4.4 Data Rate CSS BPSK SF = 10 .....	67
Tabel 4.5 Data Rate CSS QPSK SF = 10.....	67
Tabel 4.6 Data Rate CSS Tanpa Implementasi PSK SF = 10 .....	68
Tabel 4.7 Data Rate CSS BPSK SF = 12 .....	68
Tabel 4.8 Data Rate CSS QPSK SF = 12.....	68
Tabel 4.9 Data Rate CSS Tanpa Implementasi PSK SF = 10 .....	69
Tabel 4.10 Nilai BER pada modulasi CSS BPSK 1 byte .....	69
Tabel 4.11 Nilai BER pada modulasi CSS BPSK 2 byte .....	69
Tabel 4.12 Nilai BER pada modulasi CSS BPSK 128 byte .....	70
Tabel 4.13 Nilai BER pada modulasi CSS BPSK 256 byte .....	70
Tabel 4.14 Nilai BER pada modulasi CSS QPSK 1 byte.....	71
Tabel 4.15 Nilai BER pada modulasi CSS QPSK 2 byte.....	71
Tabel 4.16 Nilai BER pada modulasi CSS QPSK 128 byte.....	71
Tabel 4.17 Nilai BER pada modulasi CSS QPSK 256 byte.....	72
Tabel 4.18 Nilai BER pada modulasi CSS Tanpa Implementasi PSK 1 byte	73
Tabel 4.19 Nilai BER pada modulasi CSS Tanpa Implementasi PSK 2 byte	73
Tabel 4.20 Nilai BER pada modulasi CSS Tanpa Implementasi PSK 128 byte .....	73
Tabel 4.21 Nilai BER pada modulasi CSS Tanpa Implementasi PSK 256 byte .....	73