

SKRIPSI

**ANALISIS APLIKASI DVB-T2 PADA SISTEM KOMUNIKASI
*HIGH SPEED TRAIN***

***ANALYSIS OF DVB-T2 APPLICATION IN HIGH SPEED TRAIN
COMMUNICATION SYSTEM***



Disusun oleh

Nicolas Yonara Tarigan

20101021

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

2024

HALAMAN JUDUL
ANALISIS APLIKASI DVB-T2 PADA SISTEM KOMUNIKASI
HIGH SPEED TRAIN

ANALYSIS OF DVB-T2 APPLICATION IN HIGH SPEED TRAIN
COMMUNICATION SYSTEM

Skripsi ini digunakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Di Institut Teknologi Telkom Purwokerto
2024

Disusun oleh
NICOLAS YONARA TARIGAN
20101021

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Wahyu Pamungkas, S.T., M.T.
Dr. Anggun Fitriani Isnawati, S.T., M.Eng.

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO
2024

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS APLIKASI DVB-T2 PADA SISTEM KOMUNIKASI
HIGH SPEED TRAIN**

**ANALYSIS OF DVB-T2 APPLICATION IN HIGH SPEED TRAIN
COMMUNICATION SYSTEM**

Disusun oleh
NICOLAS YONARA TARIGAN
20101021

Telah dipertanggungjawabkan di hadapan Tim Penguji pada tanggal 23 Januari
2024

Susunan Tim Penguji

Pembimbing Utama : Dr. Wahyu Pamungkas, S.T., M.T. (A)
NIDN. 0606037801

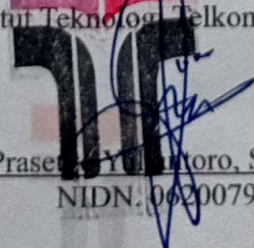
Pembimbing Pendamping : Dr. Anggun Fitriani Isnawati, S.T., M.Eng (E)
NIDN. 0604097801

Penguji 1 : Agung Wicaksono, S.T., M.T.
NIDN. 0614059501

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

Mengetahui,

Ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi
Institut Teknologi Telkom Purwokerto


Prasetio Yudhanoro, S.T., M.T.
NIDN. 0620079201

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya NICOLAS YONARA TARIGAN, menyatakan bahwa skripsi dengan judul “ANALISIS APLIKASI DVB-T2 PADA SISTEM KOMUNIKASI *HIGH SPEED TRAIN*” adalah benar – benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan kecuali melalui pengutipan sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Saya bersedia menanggung resiko ataupun sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila saya ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam skripsi saya ini.

Purwokerto, 17 Januari 2024



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yesus Kristus yang telah melimpahkan kasih dan sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Analisis Aplikasi Dvb-T2 Pada Sistem Komunikasi *High Speed Train***”. Maksud dari penyusunan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat dalam menempuh ujian sarjana Teknik Telekomunikasi pada Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro Institut Teknologi Telkom Purwokerto. Dalam penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang sangat membantu penulis dalam berbagai hal. Oleh karena itu, penulis sampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Dr. Wahyu Pamungkas, S.T., M.T. selaku Pembimbing I yang telah memberikan waktu, ilmu, arahan, kesabaran, doa, serta motivasi yang beliau berikan dalam penyelesaian skripsi.
2. Ibu Dr. Anggun Fitriani Isnawati, S.T., M.Eng. selaku Pembimbing II yang telah memberikan waktu, ilmu, arahan, kesabaran, doa, serta motivasi yang beliau berikan dalam penyelesaian skripsi.
3. Bapak Prasetyo Yuliantoro, S.T., M.T. Ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi.
4. Ibu Dr. Tenia Wahyuningrum, S.Kom., M.T selaku Rektor Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
5. Kedua orang tua saya, Papa dan Mama serta kakak dan kedua adik saya serta keluarga besar atas dukungan dan doa yang tak pernah putus.
6. Alicia Kinanti yang selalu membantu, memberikan dukungan, dan doa dalam penyusunan skripsi ini.
7. Mas Arif Ramadha yang selalu direpotin dan minta diajarin dan memberikan motivasi, bantuan, kritik, saran, dan segala dukungan dalam penyelesaian skripsi.
8. Mas Goki Folder Purba yang membantu analisis pengerjaan tugas akhir.
9. Teman – Teman Hexacomm yang selalu saling menyemangati dan memberikan dukungan satu sama lain.

10. Teman – teman laboratorium IOE dan ELC yang selalu saling menyemangati dan memberikan dukungan satu sama lain.
11. Teman-teman ITTP khususnya kelas S1-TT08A yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi.

Laporan skripsi ini tentu saja masih jauh dari sempurna, untuk itu semua saran, kritik, dan masukan yang bersifat membangun sangat di harapkan. Semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat dan memberikan wawasan tambahan bagi yang lain.

Purwokerto, 23 Januari 2024

(Nicolas Yonara Tarigan)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 BATASAN MASALAH	3
1.4 TUJUAN	3
1.5 MANFAAT	4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II DASAR TEORI	6
2.1 KAJIAN PUSTAKA	6
2.2 DASAR TEORI	7
2.2.1 <i>Digital Video Broadcasting (DVB)</i>	7
2.2.2 <i>Digital Video Broadcasting – Terrestrial (DVB-T / T2)</i>	8
2.2.3 <i>High Speed Train (HST)</i>	9
2.2.4 Model Kanal HST	10
2.2.4.1 Kanal Komunikasi Nirkabel Secara Umum	10
2.2.4.2 Model Kanal <i>Mobile Communication</i>	13
2.2.4.3 Klasifikasi Model Kanal	17
2.2.4.4 Model Kanal HST	20
2.2.4.5 Validasi Model Kanal HST	29
2.2.5 SISTEM KOMUNIKASI HST	32
2.2.5.1 GSM – <i>Railway (GSM-R)</i>	32
2.2.5.2 LTE – <i>Railway (LTE – R)</i>	34

2.2.6	<i>MULTICARRIER</i>	36
2.2.6.1	OFDM.....	36
2.2.6.2	<i>Orthogonalitas</i>	38
2.2.6.3	Blok Diagram Pengirim & Penerima Pada OFDM	38
2.2.6.4	<i>Cyclic Prefix</i>	39
2.2.6.5	IFFT & FFT	40
2.2.6.6	Modulasi 64 – QAM.....	40
2.2.6.7	Ortonormal.....	41
2.2.7	<i>PROBABILITY BIT ERROR RATE 64-QAM</i>	42
2.2.8	<i>Reed Solomon Encoding</i>	43
2.2.9	<i>Reed Solomon Decoding</i>	43
2.2.10	<i>Interleaving / Deinterleaving</i>	44
BAB III METODE PENELITIAN		46
3.1	ALAT DAN BAHAN.....	46
3.2	ALUR PENELITIAN.....	46
3.2.1	Menetapkan Parameter Yang Digunakan	47
3.2.2	Validasi Kanal Dan Menetapkan <i>Multicarrier</i> OFDM	47
3.3.3	Proses Simulasi BER dan SNR.....	47
3.3	BLOK DIAGRAM SISTEM DVB – T2.....	48
3.4	PARAMETER SIMULASI	49
3.5	Data Masukan.....	50
3.6	<i>Reed Solomon Encoding</i>	51
3.7	<i>Interleaver</i>	51
3.8	<i>Convolutional Code</i>	52
3.9	DVB – T <i>Inner Interleaver</i>	52
3.10	<i>Symbol Mapping 64-QAM</i>	53
3.11	OFDM Modulator (IFFT)	54
3.12	<i>Cyclic Prefix Insertion</i>	55
3.13	Kanal HST.....	56
3.14	<i>Remove Cyclic Prefix</i> Dan OFDM Demodulator (FFT)	57
3.15	<i>Symbol Demapping 64-QAM</i>	58
3.16	DVB – T <i>Inner Deinterleaver</i>	58

3.17	<i>Viterbi Decoder</i>	59
3.18	<i>Deinterleaver</i>	59
3.19	<i>Reed Solomon Decoding</i>	60
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		61
4.1	ALUR SIMULASI	61
4.2	VALIDASI KANAL HST	61
4.2.1	<i>Analisis Channel Gain</i>	61
4.2.1	<i>Analisis Fungsi Autokorelasi</i>	63
4.2.2	<i>Analisis Distribusi Normal</i>	64
4.2.3	<i>Analisis Complementary Cumulative Distribution Function</i>	64
4.3	INTEGRASI DVB-T2 DENGAN KANAL HST	65
4.4	PENGARUH EFEK <i>DOPPLER</i> PADA DVB – T2.....	66
4.5	INTEGRASI KANAL HST DENGAN DVB – T2.....	67
4.5.1	<i>Analisis Jumlah Error</i> Dengan Kecepatan 10, 50 dan 100 m/s	67
4.5.2	<i>Analisis Jumlah Error</i> Dengan Kecepatan Jumlah <i>Scatterer</i> 4 dan 11 Pada Kecepatan 10 m/s, 50 m/s dan 100 m/s	68
4.5.3	<i>Analisis Jumlah Error</i> Dengan Sudut Pengirim dan Penerima 30° Pada Kecepatan 10 m/s, 50 m/s dan 100 m/s.....	71
BAB V PENUTUP		74
5.1	KESIMPULAN	74
5.2	SARAN	74
DAFTAR PUSTAKA		76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Blok diagram DVB-T2 [13]	8
Gambar 2.2 High Speed Train (HST) [3].....	10
Gambar 2.3 Fenomena <i>multipath</i> [2]	11
Gambar 2.4 Doppler spread [15].....	14
Gambar 2.5 Skema hubungan antara parameter <i>doppler spread & coherence time</i> [2]	16
Gambar 2.6 Fenomena <i>delay spread</i> akibat <i>multipath</i> [2].....	16
Gambar 2.7 Coherence bandwidth [17]	17
Gambar 2.8 Klasifikasi model kanal komunikasi kendaraan bergerak [2]	18
Gambar 2.9 Model kanal V2V RS-GBSM <i>single bounce</i> dan <i>double bounce</i> [2]	19
Gambar 2.10 Model kanal V2V IS-GBSM pada komunikasi V2V [2]	20
Gambar 2.11 Sistem komunikasi HST menggunakan MRS [18]	21
Gambar 2.12 Hubungan antara CFs <i>for nonstationary</i> dengan kanal HST [18]... ..	21
Gambar 2.13 Kanal HST mimo pita lebar [18].....	25
Gambar 2. 14 Parameter sudut yang bervariasi terhadap waktu dalam model saluran HST [18].....	28
Gambar 2.15 PDF distribusi <i>Rayleigh</i> [19].....	30
Gambar 2.16 PDF distribusi <i>Rician</i> [19].....	30
Gambar 2.17 Kanal AWGN [21].....	31
Gambar 2.18 GSM-R [2].....	32
Gambar 2.19 Spektrum frekuensi pada LTE-R [24]	34
Gambar 2.20 arsitektur LTE-R [24].....	34
Gambar 2.21 Perbandingan FDM & OFDM (a) FDM (b) OFDM [25].....	37
Gambar 2.22 Blok diagram pengirim & penerima pada OFDM [31].....	39
Gambar 2.23 Cyclic Prefix [32].....	40
Gambar 2.24 Konstelasi 64-QAM [34].....	41
Gambar 2.25 <i>Probability Symbol Error Rate</i> 64-QAM <i>In Rayleigh Fading</i> [36]	42
Gambar 2.26 Defenisi Reed Solomon [37]	43
Gambar 2 27 Interleaving [38].....	44
Gambar 2.28 Deinterleaving [38]	45

Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Alur Penelitian	46
Gambar 3.2 Rancangan Blok Diagram Sistem Komunikasi DVB – T2 Pada kanal HST	48
Gambar 3.3 Masukan dalam bentuk bit	50
Gambar 3.4 Diagram konstelasi 64-QAM	53
Gambar 3.5 <i>Output</i> dari IFFT	55
Gambar 3.6 Sinyal setelah <i>Cyclic Prefix</i>	56
Gambar 4.1 <i>Channel gain</i> pada: (a) kondisi LoS dan (b) kondisi NLoS.....	62
Gambar 4.2 Validasi kanal menggunakan fungsi autokorelasi	63
Gambar 4.3 Validasi kanal menggunakan distribusi normal pada kecepatan 50 m/s dan 100 m/s	64
Gambar 4.4 Kurva CCDF pada kecepatan 50 m/s dan 100 m/s.....	65
Gambar 4.5 Perbandingan efek <i>Doppler</i> pada kecepatan 50 m/s dan 100 m/s.....	66
Gambar 4.6 Selisih <i>error</i> pada kecepatan 10 m/s, 50 m/s dan 100 m/s	67
Gambar 4.7 Selisih <i>error</i> dengan jumlah <i>scatterer</i> 4	69
Gambar 4.8 Selisih <i>error</i> dengan jumlah <i>scatterer</i> 11	70
Gambar 4.9 Selisih <i>error</i> dengan sudut 30 derajat.....	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter pembandingan antara DVB-T & DVB-T2 [14].....	9
Tabel 2.2 Penjelasan parameter GBSM untuk kanal hst mimo pita lebar [18]	26
Tabel 2.3 Rangkuman beberapa parameter Dari GSM-R, LTE-R [2].....	36
Tabel 3.1 Parameter Simulasi.....	49
Tabel 3.2 Bit masukan.....	50
Tabel 3.3 Keluaran <i>Reed Solomon</i>	51
Tabel 3.4 <i>Output</i> setelah <i>interleaver</i>	51
Tabel 3.5 Setelah melakukan <i>convolutional code</i>	52
Tabel 3.6 DVB – T <i>inner interleaver</i>	53
Tabel 3.7 <i>Symbol mapping</i> 64-QAM	54
Tabel 3.8 <i>Output</i> dari IFFT	54
Tabel 3.9 Penambahan <i>Cyclic Prefix</i> (CP).....	55
Tabel 3.10 Hasil Perhitungan kanal dan <i>multicarrier</i>	57
Tabel 3.11 Menghapus <i>Cyclic Prefix</i> dan ofdm demodulator	57
Tabel 3.12 Keluaran setelah <i>demapper</i>	58
Tabel 3.13 DVB – T <i>inner deinterleaver</i>	58
Tabel 3.14 Keluaran <i>viterbi decoder</i>	59
Tabel 3.15 Keluaran <i>deinterleaver</i>	59
Tabel 3.16 Keluaran <i>Reed Solomon decoding</i>	60
Tabel 4.1 Hasil perkalian <i>multicarrier</i> dan kanal HST	66
Tabel 4.2 Selisih <i>error</i> pada kecepatan 10 m/s, 50 m/s dan 100 m/s	72
Tabel 4.3 Selisih <i>error</i> pada perbedaan sudut yang digunakan.....	72
Tabel 4.4 Selisih <i>error</i> pada jumlah <i>scatterer</i> 4 dan 11	73