

**SKRIPSI**  
**ANALISIS UNJUK KERJA DVB-T PADA KANAL V2V**  
**DENGAN MITIGASI MMSE**  
*PERFORMANCE ANALYSIS OF DVB-T ON V2V CHANNEL*  
*WITH MMSE MITIGATION*



Disusun oleh  
**DEA AMELIA PUTRI**  
**20101008**

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

**ANALISIS UNJUK KERJA DVB-T PADA KANAL V2V  
DENGAN MITIGASI MMSE**

***PERFORMANCE ANALYSIS OF DVB-T ON V2V CHANNEL  
WITH MMSE MITIGATION***

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

Disusun oleh  
**DEA AMELIA PUTRI  
20101008**

**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 UNJUK KERJA DVB-T PADA KANAL V2V**  
**DENGAN MITIGASI MMSE**

***PERFORMANCE ANALYSIS OF DVB-T ON V2V CHANNEL***  
***WITH MMSE MITIGATION***

Disusun oleh  
DEA AMELIA PUTRI  
20101008

Telah dipertanggung jawabkan di hadapan Tim Penguji pada tanggal 11 Juli 2024

Susunan Tim Penguji

Pembimbing Utama : Dr. Wahyu Pamungkas, S.T., M.T.

NIDN. 0606037801

Pembimbing Pendamping : Dr. Anggun Fitriani Isnawati, S.T., M.Eng.

NIDN. 0604097801

Penguji 1 : Solichah Larasati, S.T., M.T.

NIDN. 0617069301

Penguji 2 : Khoirun Ni'amah, S.T., M.T.

NIDN. 0619129301

**Mengetahui,**

Ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi  
Institut Teknologi Telkom Purwokerto

  
Prasetyo Ni'amah, S.T., M.T.

NIDN. 0620079201

## HALAMAN ORISINALITAS

Dengan ini saya, **DEA AMELIA PUTRI**, menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**Analisis Unjuk Kerja DVB-T Pada Kanal V2V Dengan Mitigasi MMSE**” merupakan 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, 03 Juli 2024

Yang menyatakan,



Dea Amelia Putri

## PRAKATA

*Assalamu 'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh*

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat NYA-lah penyusunan skripsi yang berjudul “**Analisis Unjuk Kerja DVB-T Pada Kanal V2V Dengan Mitigasi MMSE**” dapat terselesaikan dengan mudah dan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Tanpa pertolongannya mungkin skripsi ini tidak akan selesai tepat pada waktunya.

Maksud dari penyusunan skripsi ini yaitu untuk memenuhi salah satu syarat dalam menempuh ujian sarjana Teknik Telekomunikasi pada Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro Institut Teknologi Telkom Purwokerto.

Skripsi ini dapat terselesaikan tidak lepas dari bimbingan, petunjuk, bantuan, dan waktu yang sangat berguna saat penyusunan laporan ini berlangsung. Oleh karena itu terima kasih kepada pihak terkait yaitu:

1. Ibu Dr. Tenia Wahyuningrum, S.Kom., M.T. selaku Rektor Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
2. Ibu Dr. Anggun Fitriani Isnawati, S.T., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Telekomunikasi & Elektro serta pembimbing II yang selalu membimbing dan memberikan semangat kepada penulis.
3. Bapak Prasetyo Yuliantoro, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi.
4. Bapak Dr. Wahyu Pamungkas, S.T., M.T. selaku pembimbing I yang selalu membimbing dan memberikan semangat kepada penulis.
5. Teman-teman yang telah memberikan dukungannya selama penyusunan skripsi berlangsung.
6. Serta semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga skripsi ini dapat memberikan wawasan yang lebih luas kepada pembaca. Walaupun skripsi ini masih terdapat beberapa kekurangan, dikarenakan kurang sempurnanya skripsi ini. Tidak ada suatu apapun yang sempurna di dunia, demikian juga kiranya skripsi ini. Oleh karena itu, kritik yang membangun dari pembaca sangatlah diharapkan.

Demikian skripsi ini disusun dengan sebenar-benarnya dengan harapan dapat dipergunakan dengan sebaik-baiknya oleh pihak yang membutuhkan. Terima kasih.  
*Wassalamu 'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh.*

Purwokerto, 3 Juli 2024

Dea Amelia Putri

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	II
HALAMAN PENGESAHAN .....	III
HALAMAN ORISINALITAS.....	IV
PRAKATA .....	V
ABSTRAK .....	VII
<i>ABSTRACT</i> .....	VIII
DAFTAR ISI.....	IX
DAFTAR GAMBAR.....	XI
DAFTAR TABEL.....	XIII
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	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
<b>BAB II DASAR TEORI</b> .....	6
2.1 KAJIAN PUSTAKA .....	6
2.2 DASAR TEORI.....	7
2.2.1 DVB-T .....	7
2.2.2 <i>Multicarrier</i> .....	Error! Bookmark not defined.
2.2.3 <i>Inter-Carrier Intereference</i> .....	26
2.2.4 <i>Pemodelan Kanal</i> .....	27
2.2.5 <i>Estimasi Kanal</i> .....	33
2.2.6 <i>Parameter Pengujian</i> .....	36
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	41
3.1 ALAT DAN BAHAN .....	41
3.2 ALUR PENELITIAN .....	41
3.3 PARAMETER SIMULASI.....	44
3.4 PEMODELAN SISTEM .....	45

3.4.1	Model Sistem.....	45
3.4.2	Model Estimasi Kanal.....	46
3.4.3	Data Input .....	47
3.4.4	<i>Reed Solomon Encoder</i> .....	47
3.4.5	<i>Interleaver</i> .....	48
3.4.6	<i>Mapping 64 QAM</i> .....	48
3.4.7	<i>OFDM Modulator</i> .....	49
3.4.8	<i>Cyclic Prefix</i> .....	50
3.4.9	Kanal V2V.....	50
3.4.10	<i>Cyclic Prefix Remover dan OFDM Demodulator</i> .....	51
3.4.11	<i>MMSE Channel Estimator</i> .....	52
3.4.12	<i>MMSE Channel Equalization</i> .....	52
3.4.13	<i>Demapping 64 QAM</i> .....	53
3.4.14	<i>Deinterleaver</i> .....	53
3.4.15	<i>Reed Solomon Decoder</i> .....	54
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>55</b>
4.1	ALUR SIMULASI .....	55
4.2	VALIDASI KANAL V2V .....	55
4.2.1	Autokorelasi.....	56
4.2.2	Distribusi Normal.....	57
4.3	VALIDASI SISTEM DVB-T .....	58
4.4	VALIDASI SISTEM MITIGASI MMSE .....	60
4.5	PENGARUH EFEK DOPPLER KANAL V2V PADA DVB-T....	63
4.6	INTEGRASI SISTEM DVB-T DENGAN KANAL V2V.....	64
4.6.1	Integrasi Kanal V2V Pada Sistem DVB-T Tanpa Mitigasi	66
4.6.2	Integrasi Kanal V2V Pada Sistem DVB-T Dengan Mitigasi MMSE .....	68
4.6.3	Perbandingan Sistem DVB-T Pada Kanal V2V Dengan dan Tanpa Mitigasi MMSE .....	70
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>73</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>75</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses sistem DVB-T .....	8
Gambar 2.2 Diagram Blok DVB-T .....	8
Gambar 2.3 Konsep <i>channel coding</i> FEC.....	9
Gambar 2.4 Gambaran pemisahan sinyal <i>de-multiplexer</i> .....	10
Gambar 2.5 <i>Simple Interleaver</i> .....	11
Gambar 2.6 Konstelasi 64-QAM .....	12
Gambar 2.7 Struktur <i>Frame</i> DVB-T OFDM Pilot <i>Sub carrier</i> .....	13
Gambar 2.8 Sinyal dalam (a) domain Frekuensi (b) domain Waktu .....	14
Gambar 2.9 Simbol OFDM .....	15
Gambar 2.10 Struktur Filter FIR .....	16
Gambar 2.11 Zona frekuensi IF dan RF .....	17
Gambar 2.12 Kelas <i>amplifier</i> untuk transistor bipolar NPN .....	17
Gambar 2.13 Rangkaian skematik VCO NE/SE566 .....	19
Gambar 2.14 <i>Bandpass Filter</i> .....	20
Gambar 2.15 Blok Diagram OFDM.....	22
Gambar 2.16 Gelombang sinc OFDM .....	22
Gambar 2.17 Grafik fungsi sinc .....	23
Gambar 2.18 Sinyal sinus yang saling Ortogonal .....	24
Gambar 2.19 Visualisasi <i>Orthogonalitas</i> Sinyal Sinusoidal.....	26
Gambar 2.20 Matriks Hasil Operasi IFFT .....	26
Gambar 2.21 ICI disebabkan oleh <i>frequency offset</i> .....	27
Gambar 2.22 Fenomena <i>Multipath</i> .....	28
Gambar 2.23 Klasifikasi model kanal <i>vehicular</i> .....	28
Gambar 2.24 Infrastruktur V2I terhadap V2X .....	29
Gambar 2.25 Pemodelan kanal dengan konsep GBD .....	30
Gambar 2.26 Skenario propagasi V2V dengan <i>moving scatterer</i> .....	31
Gambar 2.27 Proses sederhana estimasi kanal.....	33
Gambar 2.28 Ekualisasi Analog .....	35
Gambar 2.29 <i>Path Loss</i> pada kanal .....	38
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	42

Gambar 3.2 Diagram Blok Penelitian .....	45
Gambar 3.3 Sistem mitigasi MMSE .....	46
Gambar 3.4 Data Input Sebanyak 1912 Bit .....	47
Gambar 3.5 <i>Output</i> sinyal setelah proses IFFT .....	49
Gambar 3.6 <i>Output</i> sinyal setelah proses penambahan <i>Cyclic Prefix</i> .....	50
Gambar 4.1 <i>Channel Gain</i> Kanal V2V Pada Kecepatan; (a)10 m/s, (b) 50 m/s, dan (c) 100 m/s.....	56
Gambar 4.2 Fungsi Autokorelasi Kanal V2V Pada Kecepatan; (a) 10 m/s, (b) 50 m/s, dan (c) 100 m/s .....	57
Gambar 4.3 Distribusi Normal Kanal V2V Pada Kecepatan; (a) 10 m/s, (b) 50 m/s, dan (c) 100 m/s .....	58
Gambar 4.4 Sistem DVB-T OFDM <i>Uncoded</i> Pada Modulasi; (a) 16 QAM dan (b) 64 QAM .....	59
Gambar 4.5 Perbandingan Kinerja BER DVB-T OFDM <i>Reed-Solomon Coded</i> dan <i>Uncoded</i> .....	60
Gambar 4.6 Kanal <i>Multipath 2 Taps</i> .....	61
Gambar 4.7 Matriks <i>Autocovariance</i> Estimasi Kanal MMSE.....	61
Gambar 4.8 Perbandingan Performa LS dan MMSE terhadap MSE/SNR dengan variasi data input sebanyak; (a) 64, (b) 128, dan (c) 256 data .....	62
Gambar 4.9 Efek <i>Doppler</i> terhadap; (a) Kecepatan Tx & Rx dan (b) Kecepatan <i>Scatterer</i> .....	63
Gambar 4.10 Penguatan Kanal V2V Pada Kecepatan 10 m/s .....	65
Gambar 4.11 Kanal V2V; (a) sebelum dan (b) sesudah perpanjangan data .....	66
Gambar 4.12 Perbandingan Nilai BER Sistem DVB-T Pada Kanal V2V di Semua Kecepatan Tanpa Mitigasi.....	67
Gambar 4.13 Perbandingan Nilai BER Sistem DVB-T Pada Kanal V2V di Semua Kecepatan Dengan Mitigasi MMSE .....	69
Gambar 4.14 Perbandingan BER Sistem Dengan dan Tanpa Mitigasi MMSE Pada Semua Kecepatan .....	71

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Operasi <i>Demultiplexer</i> 1:2 .....	10
Tabel 3.1 Parameter Simulasi .....	44
Tabel 3.2 Bit Input baris ke-1 .....	47
Tabel 3.3 <i>Reed Solomon</i> 1 x 255.....	47
Tabel 3.4 <i>Interleaver</i> 255 x 1 .....	48
Tabel 3.5 <i>Mapping</i> 64 QAM 340 x 1 .....	48
Tabel 3.6 OFDM <i>Modulator</i> 2048 x 1 .....	49
Tabel 3.7 <i>Cyclic Prefix</i> 2560 x 1.....	50
Tabel 3. 8 Hasil perkalian <i>multicarrier</i> terhadap kanal V2V.....	51
Tabel 3.9 OFDM <i>Demodulator</i> 2048 x 1 .....	51
Tabel 3.10 MMSE Estimation.....	52
Tabel 3. 11 MMSE <i>Equalization</i> .....	52
Tabel 3.12 <i>Demapping</i> 64 QAM.....	53
Tabel 3.13 <i>Deinterleaver</i> .....	53
Tabel 3.14 <i>Reed Solomon Decoder</i> .....	54
Tabel 4.1 Hasil perkalian <i>multicarrier</i> dan kanal <i>multipath</i> .....	61
Tabel 4.2 Hasil Perkalian Kanal V2V dengan <i>Multicarrier</i> .....	66
Tabel 4.3 Nilai BER Sistem DVB-T Pada Kanal V2V Tanpa Mitigasi .....	68
Tabel 4.4 Nilai BER Sistem DVB-T Pada Kanal V2V Dengan Mitigasi MMSE	70
Tabel 4.5 Perbandingan BER Sistem Dengan dan Tanpa Mitigasi MMSE Pada Semua Kecepatan .....	72