

**PEMODELAN DOPPLER SPECTRUM DARI KANAL
CORRELATED DOUBLE RING UNTUK KOMUNIKASI
VEHICLE -TO-VEHICLE**

**MODELING DOPPLER SPECTRUM OF CORRELATED
DOUBLE RING CHANNEL FOR VEHICLE-TO-VEHICLE
COMMUNICATION**

SKRIPSI



Disusun Oleh

NURUL FITRI AWALIYAH
16101030

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNIK TELKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO
2021**

**PEMODELAN DOPPLER SPECTRUM DARI KANAL CORRELATED
DOUBLE RING UNTUK KOMUNIKASI VEHICLE -TO-VEHICLE**

***MODELING DOPPLER SPECTRUM OF CORRELATED DOUBLE RING
CHANNEL FOR VEHICLE-TO-VEHICLE COMMUNICATION***

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

Disusun Oleh
NURUL FITRI AWALIYAH
16101030

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

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNIK TELKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

PEMODELAN DOPPLER SPECTRUM DARI KANAL CORRELATED DOUBLE RING UNTUK KOMUNIKASI VEHICLE-TO-VEHICLE

MODELING DOPPLER SPECTRUM OF CORRELATED DOUBLE RING CHANNEL FOR VEHICLE-TO-VEHICLE COMMUNICATION

Disusun oleh
Nurul Fitri Awaliyah
16101030

Telah dipertanggungjawabkan di hadapan Tim Penguji pada tanggal 01 Juli 2021
Susunan Tim Penguji

Pembimbing Utama : Wahyu Pamungkas., S.T.,M.T. ()

NIDN.0606037801

Pembimbing Utama : Dr. Anggun Fitrian Isnawati., S.T., M.Eng. ()

NIDN.0604097801

Penguji 1 : Khoirun Ni'amah, S.T., M.T. ()

NIDN.0619129301

Penguji 2 : Reni Dyah Wahyuningrum, S.T., M.T. ()

NIDN. 0606079501

Mengetahui,

Ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi

Institut Teknologi Telkom Purwokerto

Herryawan Pujiharsono, S.T., M.Eng.

NIDN.0617068801

Skripsi/Tugas Akhir ini sudah diujikan dan dinyatakan sah
tanpa tanda tangan pembimbing dan penguji
Purwokerto,

Dekan Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO



Dr. Anggun Fitrian Isnawati, S.T., Kom., M.Eng.
NIDN. 0604097801

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya, NURUL FITRI AWALIYAH, menyatakan bahwa skripsi dengan judul "**PEMODELAN DOPPLER SPECTRUM DARI KANAL CORRELATED DOUBLE RING UNTUK KOMUNIKASI VEHICLE -TO-VEHICLE**" adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan kecuali melalui pengutipan sesuai dengan etika kelilmuan yang berlaku. Saya bersedia menanggung risiko ataupun sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila ditemukan pelanggaran terhadap etika kelilmuan dalam skripsi saya ini.

Purwokerto, 23 Juni 2021



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan kasih dan sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*PEMODELAN DOPPLER SPECTRUM DARI KANAL CORRELATED DOUBLE RING UNTUK KOMUNIKASI VEHICLE TO VEHICLE*”. 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.

Penyelesaian penulisan laporan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan, dukungan, motivasi serta bantuan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis sampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak, Ibu dan adik beserta keluarga besar saya yang telah mendoakan, mendukung, menasehati serta memberikan semangat agar dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Wahyu Pamungkas, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing I atas arahan, ilmu dan kesabaran beliau dalam proses membimbing dan penggerjaan skripsi.
3. Ibu Dr. Anggun Fitrian Isnawati, S.T., M.Eng, selaku dosen pembimbing II atas arahan, ilmu dan kesabaran beliau dalam proses membimbing dalam proses penggerjaan skripsi.
4. Bapak Herryawan Pujiharsono, S.T., M.Eng. selaku ketua program studi S1 Teknik Telekomunikasi.
5. Seluruh dosen, staff dan karyawan Program studi S1 Teknik Telekomunikasi Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
6. Teman-teman dan sahabat saya kelas S1 TT-A 2016 yang memberikan kenangan arti kekeluargaan dalam keadaan merantau mencari ilmu untuk berjuang bersama dalam menjalani perkuliahan.
7. Pengurus dan purna pengurus HMTT yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk bergabung dan belajar banyak ilmu.
8. Pengurus dan semua anggota keluarga besar UKM SKI Institut Teknologi Telkom Purwokerto yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk

bergabung dan senantiasa memberikan ilmu agama serta mengingatkan saya dalam kebaikan selama perkuliahan.

9. Teman-teman dan pembina keluarga besar UKM Manggala Institut Teknologi Telkom Purwokerto yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk bergabung dan belajar banyak hal didalamnya.
10. Semua pihak yang telah memberi doa, bantuan dan dukungan yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Purwokerto, 23 Juni 2021



(Nurul Fitri Awaliyah)

ABSTRAK

Sistem komunikasi *Vehicle-to-Vehicle* memiliki peran penting dalam *Intelligent Transportation System*. Pada komunikasi *Vehicle-to-Vehicle*, baik pengirim maupun penerima berada dalam keadaan bergerak dalam lingkungan *multipath fading*. Pergerakan pengirim dan penerima tersebut menyebabkan efek *Doppler* yang dikenal dengan istilah *Doppler shift*. Penelitian ini memodelkan *Doppler spectrum* dengan menggunakan metode *transfomasi Fourier* dari fungsi autokorelasi *complex envelope*. Fungsi autokorelasi membandingkan sinyal *complex envelope* pada kondisi *vehicle to vehicle Rician fading*. Pengamatan kinerja sistem menggunakan proses validasi distribusi *Rayleigh* dan *Rician* dan selanjutnya melakukan proses validasi fungsi autokorelasi. Hasil yang diperoleh pada proses validasi distribusi *Rayleigh* dan *Rician* menghasilkan amplitudo sinyal *Rician fading channel* lebih besar daripada *Rayleigh fading channel*. Maka pengaruh kecepatan dalam keakuratan teori distribusi yang digunakan dalam penelitian ini valid mendekati hasil teorinya. Proses validasi fungsi autokorelasi sinyal *complex envelope* pada komunikasi *vehicle to vehicle Rician fading channel*, memiliki korelasi yang tinggi atau berkorelasi tinggi, dengan hasil nilai rata-rata koefisien adalah = 1, pada kecepatan 20 m/s, 60 m/s dan 100 m/s. Hasil *Doppler spectrum* dari transformasi *Fourier* fungsi autokorelasi *channel gain*, menghasilkan *Doppler spread* deteksi yang sesuai dengan *Doppler spread* aktual, dengan nilai tingkat akurasi adalah sebesar 99,77%. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa pemodelan *Doppler spectrum* dapat memodelkan kondisi *Doppler shift* terhadap kecepatan yang muncul dalam lingkungan *multipath fading* dengan tingkat akurasi mencapai 99,77% dalam penelitian ini pada komunikasi *vehicle to vehicle Rician fading channel*.

Kata Kunci: Komunikasi *Vehicle-to-Vehicle*, *Multipath Fading*, *Doppler Spectrum*, Transformasi *Fourier*, Autokorelasi.

ABSTRACT

The Vehicle-to-Vehicle communication system has an important role in the Intelligent Transportation System. In Vehicle-to-Vehicle communication, both the sender and receiver are in motion in a multipath fading environment. The movement of the sender and receiver causes a Doppler effect known as the Doppler shift. This study modeled the Doppler spectrum using the Fourier transform method of the complex envelope autocorrelation function. The autocorrelation function compares the complex envelope signal under Rician fading vehicle to vehicle conditions. Observation of system performance using the validation process of the Rayleigh and Rician distribution and then carry out the validation process of the autocorrelation function. The results obtained in the validation process of the Rayleigh and Rician distributions produce a signal amplitude of the Rician fading channel that is greater than the Rayleigh fading channel. Then, the effect of speed on the accuracy of the distribution theory used in this study is valid close to the theoretical results. The process of validating the autocorrelation function of the complex envelope signal in the vehicle to vehicle communication Rician fading channel, has a high correlation or high correlation, with the result that the average coefficient value is = 1, at speeds of 20 m/s, 60 m/s, and 100 m/s. The results of the Doppler spectrum from the Fourier transform of the channel gain autocorrelation function, produce a Doppler spread detection that corresponds to the actual Doppler spread, with an accuracy rate of 99.77%. The results obtained indicate that the Doppler spectrum modeling can model the Doppler shift conditions on the speed that appears in a multipath fading environment with an accuracy rate of 99.77% in this study on vehicle-to-vehicle communication Rician fading channel.

Keywords: *Vehicle-to-Vehicle Communication, Multipath Fading, Doppler Spectrum. Fourier transform, Autocorrelation.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	4
1.3 BATASAN MASALAH	4
1.4 TUJUAN	4
1.5 MANFAAT	4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB 2 DASAR TEORI	6
2.1 KAJIAN PUSTAKA	6
2.2 DASAR TEORI	8
2.2.1 Sistem Komunikasi <i>Vehicle to Vehicle</i>	8
2.2.2 Arsitektur VANET / V2V	10
2.2.3 Standarisasi Sistem Komunikasi VANET / V2V	13
2.2.4 Power Spectral Density	15
2.2.5 Fading	18
1. Large-Scale Fading	18
a. <i>Pathloss</i>	19
b. <i>Shadowing</i>	19
2. Small-Scale Fading	20
a. <i>Time Variance of the Channel</i>	20
b. <i>Time Spreading of the Signal atau MultiPath Fading</i>	21

2.2.6 Efek <i>Doppler</i>.....	23
a. Doppler Shift	23
b. Doppler Spread	24
2.2.7 Pemodelan Kanal dengan menggunakan <i>Correlated Double Ring</i>	25
2.2.8 Distribusi <i>Rayleigh</i> dan <i>Rician</i>	30
a. Distribusi Rayleigh.....	30
b. Distribusi Rician	32
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	35
3.1. Alat Yang Digunakan.....	35
3.2. Alur Penelitian.....	35
3.2.1. Penetapan Kanal Transmisi	37
3.2.2. Parameter Pada Kanal <i>Correlated Double Ring</i>	37
3.2.3. System Model.....	38
3.2.3.1. Correlated Double Ring Scattering Model	38
3.2.3.2. Pemodelan Untuk Komponen Line Of Sight (LOS)	40
3.2.3.3. Vehicular Rayleigh & Rician Fading Channel.....	42
a. Proses Validasi Distribusi <i>Rayleigh Fading Channel</i>.....	43
b. Proses Validasi Distribusi <i>Rician Fading Channel</i>	45
3.2.4. Autokorelasi	46
3.2.5. Menentukan <i>Doppler Spectrum</i>	48
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	51
4.1. Validasi Distribusi Sinyal <i>Complex Envelope</i>	51
4.1.1. Validasi Secara <i>Magnitude</i> Sinyal.....	51
4.1.2. Validasi Menggunakan PDF.....	54
4.2. <i>Autocorrelation Function</i>	56
4.3. <i>Doppler Spectrum</i>	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Alur Penelitian	36
Gambar 3.2 Rancangan Proses Simulasi <i>Sytem Model</i>	39
Gambar 3.3 Alur menentukan komponen LOS	41
Gambar 3.4 Alur Proses Validasi Distribusi <i>Rayleigh</i>	43
Gambar 3. 5 Alur Proses Validasi Distribusi <i>Rician</i>	45
Gambar 3. 6 Alur proses autokorelasi <i>Rayleigh fading channel</i>	47
Gambar 3. 7 Alur proses autokorelasi <i>Rician fading channel</i>	47
Gambar 3.8 Alur proses menentukan <i>Doppler Spectrum</i> dari Autokorelasi <i>Rayleigh fading channel</i>	49
Gambar 3. 9 Alur proses menentukan <i>Doppler Spectrum</i> dari	50
Gambar 4. 1 Sinyal yang diterima pada <i>Rayleigh</i> dan <i>Rician fading channel</i> :	51
Gambar 4. 2 Nilai Amplitudo sinyal yang diterima <i>Rician fading</i> dan	53
Gambar 4. 3 Hasil validasi dalam <i>Rayleigh Fading Channel</i>	54
Gambar 4. 4 Hasil validasi pdf dalam <i>Rician Fading Channel</i>	55
Gambar 4. 5 Autokorelasi Sinyal Rayleigh pada kecepatan 20 m/s,	56
Gambar 4.6 Autokorelasi Sinyal Rician pada kecepatan 20 m/s,	57
Gambar 4.7 <i>Doppler Spectrum</i> dikecepatan 20 m/s	58
Gambar 4.8 <i>Doppler Spectrum</i> dikecepatan 60 m/s	59
Gambar 4.9 <i>Doppler Spectrum</i> dikecepatan 100 m/s	60
Gambar 4.10 Perbedaan <i>Doppler Spread</i> Teori dan Deteksi.....	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan IEEE 802.11p dan IEEE 802.11a [17]	14
Tabel 2.2 Perbandingan WAVE dan Teknologi Nirkabel Lain [16]	15
Tabel 3.1 Parameter	37
Tabel 4.1 Selisih <i>Doppler Spread</i> Teori dan Deteksi	61