

TUGAS AKHIR

UNJUK KERJA MIMO-OFDM DENGAN ADAPTIVE MODULATION AND CODING (AMC) PADA SISTEM KOMUNIKASI NIRKABEL DIAM DAN BERGERAK

Diajukan Guna Melengkapi Syarat
Dalam Mencapai Gelar Sarjana Strata Satu (S1)



**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

Disusun Oleh :

Nama : Amir Mafady
NIM : 41405120036
Jurusan : Teknik Elektro
Peminatan : Teknik Telekomunikasi
Pembimbing : Ir. Bambang Hutomo Bc,TT

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2009**

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Amir Mafady
NIM : 41405120036
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknilogi Industri
Peminatan : Teknik Telekomunikasi
Judul Tugas Akhir : Unjuk Kerja MIMO-OFDM dengan Adaptive Modulation and Coding (AMC) pada Sistem Komunikasi Nirkabel Diam dan Bergerak

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan tugas akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila di kemudian hari penulisan tugas akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus menerima sanksi berdasarkan aturan dan tata tertib di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Penulis,

Amir Mafady

LEMBAR PENGESAHAN

Proposal Tugas Akhir dengan Judul:

UNJUK KERJA MIMO-OFDM DENGAN ADAPTIVE MODULATION AND CODING (AMC) PADA SISTEM KOMUNIKASI NIRKABEL DIAM DAN BERGERAK

Disusun Oleh :

Nama : Amir Mafady
NIM : 41405120036
Jurusan : Teknik Elektro
Peminatan : Teknik Telekomunikasi
Pembimbing : Ir. Bambang Hutomo Bc,TT

Menyetujui,

Mengetahui,

Dosen Pembimbing,

Ketua Program Studi Teknik Elektro

(Ir. Bambang Hutomo, Bc,TT)

(Ir. Yudhi Gunardi, MT)

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur kami panjatkan kepada ALLAH SWT yang telah memberikan petunjuk serta ilmu-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul

UNJUK KERJA MIMO-OFDM DENGAN ADAPTIVE MODULATION AND CODING (AMC) PADA SISTEM KOMUNIKASI NIRKABEL DIAM DAN BERGERAK

Selawat serta salam semoga selalu tercurah dan terlimpah keharibaan junjungan kami Nabi Muhammad saw, keluarga, sahabat dan para pengikutnya yang tetap istiqomah hingga hari kiamat.

Tugas akhir yang mempunyai beban 4 SKS (Satuan Kredit Semester) ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan program studi Strata-1 pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Mercu Buana. Melalui tugas akhir ini mahasiswa dapat melakukan kegiatan laporan yang bersifat penelitian ilmiah dan menghubungkannya dengan teori yang telah diperoleh dalam perkuliahan maupun dari literatur-literatur yang ada.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini penulis menyadari akan adanya kekurangan baik dalam penyusunan maupun pembahasan masalah. Karena itu, penulis mengharapkan kritik serta saran yang membangun dari semua pihak.

Besar harapan penulis bahwa buku tugas akhir ini dapat memberikan informasi dan manfaat bagi penulis sendiri, pembaca pada umumnya dan mahasiswa Jurusan Teknik elektro pada khususnya.

Jakarta, Desember 2009

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

“Dan (ingatlah juga) tatkala Tuhanmu memaklumkan: "Sesungguhnya jika kamu bersyukur, pasti Kami akan menambah (nikmat) kepadamu, dan jika kamu mengingkari (nikmat-Ku), maka sesungguhnya azab-Ku sangat pedih”.
QS Ibrahim (14) : 7

Ucapan terima kasih kami tujukan kepada :

- **ALLAH SWT** dan **ROSUL SAW** atas karunia dan petunjuk-Nya.
- Keluargaku tercinta, istriku **Rosmaniar** yang selalu mendukung setiap langkahku, kaka **Filzah** dan dede **Azka** yang dengan senyum serta candanya menginspirasi untuk berjuang dan menuntut ilmu selalu.
- Keluarga besarku di Kayumanis, khususnya Abahku tercinta, **Ust. HM. Fakhir** yang tak henti-hentinya berdoa demi keberhasilan anak-anaknya.
- Bapak **Ir. Bambang Hutomo, Bc,TT** sebagai dosen pembimbing yang selalu sabar mengarahkanku untuk melakukan yang terbaik pada tugas akhir ini.
- Dosen-dosenku di almamater ini, yang telah memberikan ilmunya selama ini.
- Sahabat baikku, **Muttakin**, yang telah sudi menjadi “**my hidden teacher**” dalam penyusunan tugas akhir ini.
- Teman-teman kantorku (**PT. Citra Sari Makmur**), khususnya kepada pimpinan Divisi Terrestrial Network Operation, Bapak **Nurganda** yang dengan ikhlas mengizinkan anak buahnya untuk menggunakan sebagian waktu kerjanya untuk menyelesaikan tugas-tugas kuliah.
- Sobat-sobat seperjuanganku satu angkatan, semoga silaturahmi kita tetap terjaga, walau kita sudah tidak dalam satu kampus lagi

Juga kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan baik moral maupun material.

Semoga **ALLAH SWT** mengganjar segala kebaikan dengan pahala yang berlimpah.

Jakarta, Desember 2009

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
DAFTAR ISTILAH	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	1
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Sistematika Penulisan	2
BAB II TEKNOLOGI MIMO-OFDM DAN AMC	3
2.1 Konsep Komunikasi Nirkabel (Wireless)	3
2.1.1 Konsep Dasar Komunikasi Nirkabel (Wireless)	3
2.1.2 Propagasi Sinyal	4
2.2 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)	8
2.2.1 FFT dan IFFT	10
2.2.2 Guard Interval dan Implementasinya	11
2.2.3 Cyclic Prefix	11
2.2.4 Keuntungan Penggunaan Teknik OFDM	12
2.3 MIMO (Multiple Input Multiple Output)	13
2.3.1 Model Sistem MIMO-OFDM	17
2.3.2 Algoritma Alamouti	17
2.4 AMC (Adaptive Modulation and Coding)	19

2.4.1	Pengertian Adaptive Modulation and Coding (AMC)	20
2.4.2	Modulasi	21
2.4.3	Error Correction Coding (ECC)	26
2.5	MATLAB 7.1.0.246 (R14) Service Pack 3	27
2.5.1	Lingkungan Kerja Matlab	28
2.5.2	Variabel pada Matlab	30
2.5.3	Operator	31
2.5.4	Fungsi Matematika lainnya	31
2.5.5	M File	31
BAB III PEMODELAN MIMO OFDM DENGAN AMC		34
3.1	Pemodelan Sistem	34
3.2	Parameter Simulasi	35
3.3	Sisi Pemancar	36
3.4	Sisi Penerima	38
3.5	Pemodelan Kanal	39
3.6	Teknik AMC	40
3.7	Parameter Performansi	42
3.7.1	Kapasitas Kanal pada Sistem MIMO-OFDM	42
3.7.2	Throughput	42
3.7.3	BER (Bit Error Rate)	43
BAB IV ANALISA HASIL SIMULASI		44
4.1	Parameter Simulasi Sistem	44
4.2	Hasil Simulasi	44
4.2.1	Tanpa Menggunakan Error Control Coding	44
4.2.2	Penggunaan ECC dengan Convolutional Encoding.	47
4.2.3	Penggunaan AMC pada Sistem 2x2 MIMO-OFDM	51
BAB V PENUTUP		55
5.1	Kesimpulan	55
5.2	Saran-Saran	57
DAFTAR PUSTAKA		58
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Komunikasi nirkabel	3
Gambar 2.2	Ilustrasi 3 hal penting mekanisme propagasi radio	4
Gambar 2.3	Ilustrasi 3 sinyal multipath	6
Gambar 2.4	Dua sinyal multipath.....	7
Gambar 2.5	Sistem OFDM.....	8
Gambar 2.6	Perbandingan pemakaian <i>bandwidth</i> untuk OFDM dan FDM.....	8
Gambar 2.7	Spektrum frekuensi pada OFDM.....	9
Gambar 2.8	Pengaruh toleransi waktu dari penambahan <i>guard interval</i>	11
Gambar 2.9	Contoh <i>guard interval</i> . Setiap simbol dibagi dalam dua bagian ...	11
Gambar 2.10	Posisi <i>cyclic prefix</i>	12
Gambar 2.11	Respon <i>impuls</i> kanal.....	12
Gambar 2.12	Cyclic Prefix.....	12
Gambar 2.13	(a) Model SISO. (b) Model SIMO. (c) Model MISO. (d) Model MIMO.....	13
Gambar 2.14	Klasifikasi MIMO	14
Gambar 2.15	Open Loop MIMO.....	15
Gambar 2.16	Kanal fisik MIMO	16
Gambar 2.17	Sistem Q x L MIMO OFDM.....	17
Gambar 2.18	Ilustrasi Alamouti Encoding.....	18
Gambar 2.19	Penentuan teknik modulasi dan <i>coding rate</i> berdasarkan jarak	21
Gambar 2.20	Modulator QPSK.....	22
Gambar 2.21	Diagram fasa QPSK modulation	23
Gambar 2.22	Demodulator QPSK.....	23
Gambar 2.23	Modulator QAM.....	24
Gambar 2.24	Demodulator QPSK.....	24
Gambar 2.25	Diagram konstelasi 16-QAM.....	25
Gambar 2.26	Diagram konstelasi 64-QAM	26
Gambar 2.27	Bagan ilustrasi rangkaian <i>Convolutional Encoder 2/3</i>	27
Gambar 2.28	Logo Matlab versi 7.1.0.246 (R14) service pack 3	28

Gambar 2.29	Tampilan antar muka Matlab.....	29
Gambar 2.30	Windows M-File.....	33
Gambar 3.1	Sistem transmisi MIMO-OFDM dengan AMC.....	34
Gambar 3.2	Blok diagram pemancar MIMO-OFDM	36
Gambar 3.3	Blok diagram pemancar MIMO-OFDM	39
Gambar 3.4	Blok diagram AMC	41
Gambar 3.5	Ilustrasi kerja fungsi <code>biterr</code> pada matlab	43
Gambar 4.1	BER terhadap E_b/N_0 pada 2x2 MIMO-OFDM dengan $v = 0$ m/s (kiri) dan $v = 10$ m/s (kanan).....	45
Gambar 4.2	Kapasitas kanal terhadap E_b/N_0 pada 2x2 MIMO-OFDM dengan $v = 0$ m/s (kiri) dan $v = 10$ m/s (kanan).....	46
Gambar 4.3	Throughput terhadap E_b/N_0 pada 2x2 MIMO-OFDM dengan $v = 0$ m/s (kiri) dan $v = 10$ m/s (kanan)	47
Gambar 4.4	BER terhadap E_b/N_0 dengan menggunakan ECC coderate 2/3 (kiri) dan coderate 1/3 (kanan)	48
Gambar 4.5	Kapasitas kanal terhadap E_b/N_0 dengan menggunakan ECC coderate 2/3 (kiri) dan coderate 1/3 (kanan).....	49
Gambar 4.6	Throughput terhadap E_b/N_0 dengan menggunakan ECC coderate 2/3 (kiri) dan coderate 1/3 (kanan)	50
Gambar 4.7	BER (atas kiri), kapasitas kanal (atas kanan) dan throughput (bawah) terhadap E_b/N_0 dengan skema AMC awal	51
Gambar 4.8	BER terhadap E_b/N_0 dengan menggunakan AMC untuk $v=0$ m/s (kiri) dan $v=10$ m/s (kanan).....	53
Gambar 4.9	Kapasitas kanal terhadap E_b/N_0 dengan menggunakan AMC untuk $v=0$ m/s (kiri) dan $v=10$ m/s (kanan).....	53
Gambar 4.10	Throughput terhadap E_b/N_0 dengan menggunakan AMC untuk $v=0$ m/s (kiri) dan $v=10$ m/s (kanan)	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Simbol data Alamouti pada pemancar	18
Tabel 2.2	Simbol data pada penerima.....	19
Tabel 2.3	Keadaan sinyal QPSK.....	22
Tabel 2.4	Penggunaan operator aritmatika	31
Tabel 3.1	Parameter multipath rayleigh fading.....	40
Tabel 3.2	Parameter skema AMC	41
Tabel 4.1	Parameter skema awal AMC	44
Tabel 4.2	Parameter skema AMC untuk $v = 0$ m/s.....	52
Tabel 4.3	Parameter skema AMC untuk $v > 0$ m/s.....	52
Tabel 4.4	Hasil BER MIMO-OFDM dengan AMC	53
Tabel 4.5	Kapasitas kanal (b/s/Hz) MIMO-OFDM dengan AMC	54
Tabel 4.6	Throughput (Mbps) MIMO-OFDM dengan AMC	54
Tabel 5.1	Perbandingan nilai BER tanpa dan dengan AMC	55
Tabel 5.2	Perbandingan nilai kapasitas kanal tanpa dan dengan AMC	56
Tabel 5.3	Perbandingan nilai Throughput tanpa dan dengan AMC	57

DAFTAR SINGKATAN

AMC	Adaptive Modulation and Coding
AWGN	Additive White Gaussian Noise
BER	Bit Error Rate
BS	Base Station
DFT	Discrete Fourier Transform
FDM	Frequency Division Multiplexing
FEC	Forward Error Correction
FFT	Fast Fourier Transform
GI	Guard Interval
IDFT	Inverse Discrete Fourier Transform
IEEE	Institute Electrical and Electronics Engineering
IFFT	Inverse Fast Fourier Transform
ISI	Inter Symbol Interference
LAN	Local Area Network
LOS	Loss Of Sight
MIMO	Multiple Input Multiple Output
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
SFBC	Space Frequency Block Code
SISO	Single Input Single Output
SM	Spatial Multiplexing
SNR	Signal to Noise Ratio
STBC	Space Time Block Code
STTD	Space Time Transmit Diversity
TDM	Time Division Multiplexing
QAM	Quadrature Amplitude Modulation

DAFTAR ISTILAH

<i>Antenna diversity</i>	Sistem antena yang mempropagasikan sinyal pada beberapa arah yang berbeda.
<i>Bandwidth</i>	Lebar pita frekuensi yang digunakan dalam mengirimkan sinyal dalam sistem komunikasi nirkabel.
<i>Cyclic prefix</i>	Rangkaian bit ulangan dari akhir simbol yang ditempatkan pada awal simbol agar sinyal tetap terjaga pada kanal multipath.
<i>Delay spread</i>	Jenis distorsi disebabkan oleh multipath fading yang menyebabkan sinyal sama sampai pada tujuan dalam waktu yang berbeda.
<i>Downlink</i>	Proses pengiriman sinyal dari base station ke terminal user.
<i>Error detection</i>	Kemampuan untuk dapat mendeteksi error yang disebabkan oleh noise atau yang lainnya selama proses transmisi.
<i>Guard interval</i>	interval waktu (pada TDM) atau frekuensi (pada FDM) untuk memastikan tidak ada interferensi antar sinyal pada sistem transmisi.
<i>Intercell interference</i>	interferensi pada sinyal komunikasi yang disebabkan oleh terminal user yang berada di luar sel yang diinginkan.
<i>Multipath propagation</i>	fenomena propagasi yang disebabkan oleh atmosfer, pembiasan dan pemantulan oleh ionosfer dan pemantulan oleh objek yang ada di daratan seperti bangunan dan gunung, yang membuat sinyal radio dapat mencapai antena dalam dua atau lebih path

	sehingga dapat menyebabkan interferensi yang destruktif dan pergeseran fasa dari sinyal.
<i>Othogonal</i>	Sifat tegak lurus dari dua vektor yang berbeda atau proyeksi dua vektor satu sama lain yang bernilai nol.
<i>Pilot symbol</i>	Simbol yang memfasilitasi sistem estimasi kanal yang dapat mengurangi energi transmisi data simbol.
<i>Space time block code</i>	Teknik yang digunakan dalam komunikasi nirkabel untuk mengirimkan data stream yang sama melalui sejumlah antena dan mengolah data yang telah diterima untuk meningkatkan reliabilitas data transfer.
<i>Space time transmit diversity</i>	Teknik transmisi yang menjaga keortogonalan sinyal dari 2 sistem transmisi tanpa penambahan daya transmisi yang hanya bisa diaplikasikan pada kondisi <i>flat fading</i> .
<i>Spatial multiplexing</i>	Teknik transmisi pada sistem MIMO untuk mentransmisikan stream data sinyal yang berbeda dari masing-masing multiple antena transmisi.
<i>Subcarrier</i>	Kanal frekuensi pembawa sebagai hasil pembagian pita frekuensi pada teknik OFDM untuk membawa sinyal dari sisi pengirim ke sisi penerima.
<i>Throughput</i>	Banyaknya bit data yang dapat dikirim dalam suatu selang waktu tertentu.
<i>Uplink</i>	Proses pengiriman sinyal dari terminal user ke base station.