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 TEKNONOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2009

https://lib.mercubuana.ac.id

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 sangsi berdasarkan aturan dan tata tertib di Universitas Mercu Buana.

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

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Penulis,

Amir Mafady

https://lib.mercubuana.ac.id

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,

Dosen Pembimbing,

(Ir. Bambang Hutomo, Bc,TT)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro

(Ir. Yudhi Gunardi, MT)

Buku ini milik
PERPUSTAKAAN UMI

KATA PENGANTAR

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

Jakarta, Desember 2009

Penulis

https://lib.mercubuana.ac.id

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 menginspirasikanku untuk berjuang dan menuntut ilmu selalu.
- Keluarga besarku di Kayumanis, khususnya Abahku tercinta, **Ust. HM. Fakih** 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 silaturrahmi 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

https://lib.mercubuana.ac.id

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

https://lib.mercubuana.ac.id

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

UNIVERSITAS MERCU BUANA

https://lib.mercubuana.ac.id

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 b*andwidth* untuk OFDM dan FDM..... 8
Gambar 2.7 Spektrum frekuensi pada OFDM..... 9
Gambar 2.8 Pengaruh toleransi waktu dari penambahan *guard interval*. 11
Gambar 2.9 Contoh *guard interval*. Setiap simbol dibagi dalam dua bagian ... 11
Gambar 2.10 Posisi *cyclic prefix*..... 12
Gambar 2.11 Respon *impuls* 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 *coding rate* 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 kontelasi 16-QAM..... 25
Gambar 2.26 Diagram konstelasi 64-QAM 26
Gambar 2.27 Bagan ilustrasi rangkaian *Convolutional Encoder* 2/3..... 27
Gambar 2.28 Logo Matlab versi 7.1.0.246 (R14) service pack 3 28

https://lib.mercubuana.ac.id

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 `biterr` pada matlab 43
Gambar 4.1 BER terhadap Eb/No pada 2x2 MIMO-OFDM dengan v = 0 m/s (kiri) dan v = 10 m/s (kanan) 45
Gambar 4.2 Kapasitas kanal terhadap Eb/No pada 2x2 MIMO-OFDM dengan v = 0 m/s (kiri) dan v = 10 m/s (kanan) 46
Gambar 4.3 Throughput terhadap Eb/No pada 2x2 MIMO-OFDM dengan v = 0 m/s (kiri) dan v = 10 m/s (kanan) 47
Gambar 4.4 BER terhadap Eb/No dengan menggunakan ECC coderate 2/3 (kiri) dan coderate 1/3 (kanan) 48
Gambar 4.5 Kapasitas kanal terhadap Eb/No dengan menggunakan ECC coderate 2/3 (kiri) dan coderate 1/3 (kanan) 49
Gambar 4.6 Throughput terhadap Eb/No 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 Eb/No dengan skema AMC awal 51
Gambar 4.8 BER terhadap Eb/No dengan menggunakan AMC untuk v=0 m/s (kiri) dan v=10 m/s (kanan) 53
Gambar 4.9 Kapasitas kanal terhadap Eb/No dengan menggunakan AMC untuk v=0 m/s (kiri) dan v=10 m/s (kanan) 53
Gambar 4.10 Throughput terhadap Eb/No dengan menggunakan AMC untuk v=0 m/s (kiri) dan v=10 m/s (kanan) 54

UNIVERSITAS MERCU BUANA

https://lib.mercubuana.ac.id

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

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

https://lib.mercubuana.ac.id

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	Forwar 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 Simbol Interference
LAN	Local Area Network
LOS	Loss Of Sight
MIMO	Multiple Input Multiple Output
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
SFBC	Space Frequency Blok Code
SISO	Single Input Single Output
SM	Spatial Multiplexing
SNR	Signal to Noise Ratio
STBC	Space Time Blok Code
STTD	Space Time Transmit Diiversity
TDM	Time Division Multiplexing
QAM	Quadrature Amplitude Modulation

UNIVERSITAS MERCU BUANA

https://lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR ISTILAH

Antenna diversity	Sistem antena yang mempropagasikan sinyal pada beberapa arah yang berbeda.
Bandwidth	Lebar pita frekuensi yang digunakan dalam mengirimkan sinyal dalam sistem komunikasi nirkabel.
Cyclic prefix	Rangkaian bit ulangan dari akhir simbol yang ditempatkan pada awal simbol agar sinyal tetap terjaga pada kanal multipath.
Delay spread	Jenis distorsi disebabkan oleh multipath fading yang menyebabkan sinyal sama sampai pada tujuan dalam waktu yang berbeda.
Downlink	Proses pengiriman sinyal dari base station ke terminal user.
Error detection	Kemampuan untuk dapat mendeteksi error yang disebabkan oleh noise atau yang lainnya selama proses transmisi.
Guard interval	interval waktu (pada TDM) atau frekuensi (pada FDM) untuk memastikan tidak ada interferensi antar sinyal pada sistem transmisi.
Intercell interference	interferensi pada sinyal komunikasi yang disebabkan oleh terminal user yang berada di luar sel yang diinginkan.
Multipath propagation	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

https://lib.mercubuana.ac.id

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

UNIVERSITAS MERCU BUANA

https://lib.mercubuana.ac.id