

TUGAS AKHIR

Kajian Teknologi dan Simulasi Modulasi WIMAX

**Diajukan Guna Melengkapi Sebagian Syarat
Dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1)**



Disusun Oleh :

Nama : **Teddy Aprilianto**
NIM : 0140311-194
Program Studi : Teknik Elektro

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2007**

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

N a m a : Teddy Aprilianto

N.I.M : 0140311-194

Jurusan : Elektro

Fakultas : Teknologi Industri

Judul Skripsi : Kajian Teknologi dan Simulasi Modulasi

WIMAX

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

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Penulis,

Mtr 6K

[TEDDY APRILIANTO]

LEMBAR PENGESAHAN

**Kajian Teknologi
dan
Simulasi Modulasi WIMAX**



Disusun Oleh :

Nama : **Teddy Aprilianto**
NIM : 0140311-194
Jurusan : Teknik Elektro
Peminatan : Telekomunikasi

Menyetujui,

Pembimbing

Koordinator TA

(Ir. Said Attamimi)

(Ir. Yudhi Gunardi, MT)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro

(Ir. Budi Yanto Husodo, MT)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan ridhonya, akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul :

“Pengkajian Teknologi dan Simulasi Modulasi WIMAX”

Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi salah satu persyaratan akademis untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro pada Bidang Studi Teknik Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Mercubuana.

Akhirnya penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan sumbangan pengetahuan yang bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Jakarta, Maret 2007

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT , atas ketentuan-Nya jualan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
2. Umak dan Bapak tercinta yang telah memberikan bantuan dan dorongan baik berupa do'a, moril dan materil yang tiada habis-habisnya.
3. Mami 'Dede' Astri yang selalu mendukung dan mendoakan Papi.
4. Ir. Said Attamimi selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan dan memberikan waktu serta pikirannya untuk membantu penulis dalam menyusun tugas akhir ini.
5. Ir. Yudhi Gunardi, MT, selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro
6. Ir. Budi Yanto Husodo, MT , selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercubuana.
7. Ir. Yenon Orsa, MT selaku Ketua PKSM Unversitas Mercubuana yang telah memberikan kesempatan untuk mengikuti perkuliahan di Universitas Mercubuana.
8. Seluruh staf tata usaha Program Studi Teknik Elektro yang telah membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir.
9. Adik-adik tercinta: Dina, Yayan dan Gelta yang sudah memberi dukungan selama ini.

10. Keluarga Mertua yang selalu memberikan dukungan dan doa serta si kecil

Dinda atas pertanyaannya yang selalu bikin lucu.

11. Teman-teman seperjuangan khususnya Setiadi, Sutanto, Tony serta

Mulyadi atas saran-saran Tugas Akhir ini.

12. Kawan-kawan seangkatan di Teknik Elektro khususnya Bidang Studi

Telekomunikasi Mercubuana angkatan III.

13. Semua orang yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah

membantu sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Semoga Allah SWT membalas semua bantuan dan amal kebaikan yang telah diberikan. Amin.

Jakarta, Maret 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Judul.....	i
Lembar Pernyataan.....	ii
Lembar Pengesahan.....	iii
Abstrak.....	iv
Kata Pengantar.....	v
Ucapan Terima Kasih.....	vi
Daftar Isi.....	ix
Daftar Gambar.....	xvii
Daftar Tabel.....	xxi
Daftar Lampiran.....	xxii

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang	1
I.2 Permasalahan	2
I.3 Batasan Masalah	2
I.4 Metodologi	3
I.5 Tujuan	3
I.6 Relevansi	3
I.7 Sistematika Studi	3

BAB II TEORI-TEORI WIMAX

II.1 Nirkabel Pita Lebar	5
II.2 Definisi Wimax	7
II.3 Standar Wimax	8
II.3.1 Standar IEEE 802.16	8
II.3.2 Standar IEEE 802.16a	8
II.3.3 Standar IEEE 802.16b	8
II.3.4 Standar IEEE 802.16c	9
II.3.5 Standar IEEE 802.16d	9
II.3.3 Standar IEEE 802.16e	9
II.4 Spesifikasi WiMax	10
II.4.1 Modulasi-modulasi Wimax	11
II.4.1.1 BPSK	11
II.4.1.2 QPSK	11
II.4.1.3 QAM	11
II.4.1.5 OFDM	12
II.4.2 Teknik Multiple Akses	14
II.4.2.1 TDMA	16
II.4.2.2 FDMA	17
II.4.2.3 CDMA	17
II.4.2.4 OFDM	18
II.4.2.5 OFDMA.....	18

II.4.3 Modulasi Adaptive	18
II.4.4 Teknik Koreksi Kesalahan	19
II.4.5 Diversity Pengirim dan Penerima	20
II.4.6 Kontrol Daya	21
II.4.7 Multipel Akses Point dan Roaming	21
II.4.8 Sub-kanalisasi	22
II.4.9 Penggunaan Antena Directional	23
II.5 Perangkat Lunak Matlab	24
BAB III PENGKAJIAN TEKNOLOGI WIMAX	
III.1 Sistem Komunikasi Nirkabel	25
III.2 Analisa OFDM Secara Umum	25
III.2.1 Teknik Multicarrier Modulation	26
III.2.2 Generator Sinyal OFDM	28
III.2.3 Deskripsi Matematika OFDM	30
III.2.4 Penggunaan FFT pada OFDM	32
III.2.5 Implementasi Interval Guard pada OFDM	35
III.2.5.1 Intersymbol Interference (ISI)	36
III.2.5.2 Panjang Interval Jaga (Guard Interval).....	37
III.2.5.3 Efek Doppler.....	38
III.3 Spesifikasi OFDM IEEE 802.16	39
III.3.1 Standar Parameter IEEE 802.16.2004	40
III.3.2 Band Frekuensi	44
III.3.3 Modulasi Adaptiv (Analisa)	42

III.3.3.1 BPSK (Binary Phase Shift Keying).....	43
III.3.3.1.1 Spektrum dan Bandwith BPSK.....	44
III.3.3.1.2 Pendeteksian BPSK	45
III.3.3.2 QPSK (Quadrature Phase Shift Keying).....	47
III.3.3.2.1 Spektrum dan bandwidth sinyal QPSK.....	50
III.3.3.2.2 Transmisi QPSK dan Teknik Deteksi	51
III.3.3.3 QAM (Quadrature Amplitude Modulation).....	52
III.3.3.3.1 Pemancar QAM.....	54
III.3.3.3.2 Penerima QAM.....	56
III.3.4 Sub-kanalisasi (Analisa)	57
III.3.5 Teknik Duplexing	58
III.3.5.1 TDD (Time Division Duplex)	58
III.3.5.1 TDD (Time Division Duplex)	59
III.3.6 Struktur Frame Wimax	59
III.3.7 QoS pada Wimax	59
III.3.7.1 Kebutuhan QoS.....	59
III.3.7.2 Mekanisme IEEE 802.16	60
III.3.7.3 Adaptiv Burst Profile	61
III.3.7.4 QoS Provisioning.....	61
III.3.7.4.1 Klasifikasi Layanan	61
III.3.7.4.2 Pembentukan Layanan Dinamis	62
III.3.7.4.3 Model Aktivasi Dua Phase.....	63
III.3.4 Filter Raised Cosine	65

BAB IV SIMULASI DAN UNJUK KERJA MODULASI WIMAX

IV.1 Pemodelan Simulasi Baseband	68
IV.1.1 Model Modulasi Baseband	68
IV.1.2 Parameter Simulasi	70
IV.1.3 AWGN	71
IV.1.4 BER (Bit Error Rate)	71
IV.2 Analisa Modulasi BPSK	72
IV.2.1 Pemodelan Simulasi Metode BPSK	73
IV.2.2 Proses di Pemancar	74
IV.2.3 Pembagkitan Data Input	74
IV.2.4 Proses Pemfilteran dengan Filter Raised Cosine	75
IV.2.5 Konstelasi Sinyal BPSK pada Pemancar	76
IV.2.6 Proses di Kanal	76
IV.2.7 Sinyal dengan Noiose AWGN	76
IV.2.8 Proses di Penerima	77
IV.2.9 Konstelasi Sinyal BPSK pada Penerima	77
IV.2.10 Proses Pemfilteran pada Penerima	78
IV.2.11 Proses Demodulasi	79
IV.3 Analisa Modulasi QPSK	79
IV.3.1 Pemodelan Simulasi Metode QPSK	80
IV.3.2 Proses di Pemancar	81
IV.3.3 Pembagkitan Data Input	81
IV.3.4 Proses Pemfilteran dengan Filter Raised Cosine	82
IV.3.5 Konstelasi Sinyal QPSK pada Pemancar	83

IV.3.6 Proses di Kanal	84
IV.3.7 Sinyal dengan Noiose AWGN	84
IV.3.8 Proses di Penerima	85
IV.3.9 Konstelasi Sinyal QPSK pada Penerima	85
IV.3.10 Proses Pemfilteran pada Penerima	85
IV.3.11 Proses Demodulasi	86
IV.4 Analisa Modulasi M-QAM	86
IV.4.1 Pemodelan Simulasi Metode 4-QAM	87
IV.4.2 Proses di Pemancar	88
IV.4.3 Pembagkitan Data Input	88
IV.4.4 Proses Pemfilteran dengan Filter Raised Cosine	89
IV.4.5 Konstelasi Sinyal 4-QAM pada Pemancar	90
IV.4.6 Proses di Kanal	91
IV.4.7 Sinyal dengan Noiose AWGN	91
IV.4.8 Proses di Penerima	91
IV.4.9 Konstelasi Sinyal 4-QAM pada Penerima	92
IV.4.10 Proses Pemfilteran pada Penerima	92
IV.4.11 Proses Demodulasi	93
IV.5 Model Simulasi Metode OFDM	93
IV.5.1 Proses di Pemancar	94
IV.5.2 Pembagkitan Data Input	94
IV.5.3 Proses Modulasi	95
IV.5.4 Serial to Paralel Converter (Tx)	95
IV.5.5 IDFT (Inverse Discrete Fourier Transform)	96

IV.5.6 Paralel to Serial Converter (Tx)	97
IV.5.7 Proses di Kanal	97
IV.5.8 Noise AWGN	97
IV.5.9 Proses di Penerima	97
IV.5.10 Serial to Paralel Converter (Rx)	98
IV.5.11 DFT (Discrete Fourier Transform).....	98
IV.5.12 Paralel to Serial Converter (Rx)	98
IV.5.13 Proses Demodulasi dan Pengambilan Informasi	98
IV.6 Unjuk Kerja Hasil Simulasi	99
IV.7 Analisa Hasil Simulasi Metode BPSK	100
IV.8 Analisa Hasil Simulasi Metode QPSK	101
IV.9 Analisa Hasil Simulasi Metode 4-QAM	102
IV.10 Analisa Hasil Simulasi Metode OFDM	103
IV.11 Analisa Perbandingan Hasil Simulasi Beberapa Modulasi Wimax.....	104
IV.11 Analisa Perbandingan Hasil Simulasi Modulasi Adaptiv OFDM.....	105
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
V.1 Kesimpulan	107
V.2 Saran	108
 DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN 1	111
LAMPIRAN 2	112
LAMPIRAN 3	113

LAMPIRAN 4	114
LAMPIRAN 5	115
LAMPIRAN 6	116

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Konfigurasi dasar Wimax.....	8
Gambar 2.2 Konsep OFDM.....	13
Gambar 2.3 Domain Waktu OFDM.....	13
Gambar 2.4 Domain Frekuensi OFDM.....	13
Gambar 2.5 Time Division Multiple Access (TDMA).....	16
Gambar 2.6 Frequency Division Multiple Access (FDMA).....	17
Gambar 2.7 Code Division Multiple Access (CDMA).....	18
Gambar 2.8 Sel relative untuk modulasi adaptive	19
Gambar 2.9 Jaringan multiple akses point	22
Gambar 2.10 Spektrum OFDM downstream terkirim dari BS	22
Gambar 2.11 Spektrum OFDM upstream terkirim dari CPE	23
Gambar 2.12 Spektrum OFDM upstream terkirim dari CPE $\frac{1}{4}$ level	23
Gambar 2.13 WMAN menggunakan Antena Directional	24
Gambar 3.1 Perbedaan teknik single carrier dan multi carrier	27
Gambar 3.2 Transmitter dan Receiver OFDM.....	29
Gambar 3.3 Spektrum OFDM	30
Gambar 3.4 Blok Diagram Pengirim dan Penerima OFDM menggunakan FFT	33
Gambar 3.5 Contoh Rapat Daya spektrum sinyal OFDM dengan interval	34
Gambar 3.6 Intersymbol Interference (ISI).....	36
Gambar 3.7 Simbol OFDM dengan Guard Interval	37
Gambar 3.8 Path langsung dan Path pantulan	38

Gambar 3.9 Akibat dari Pergeseran Doppler	39
Gambar 3.10 Blok Diagram Detektor BPSK.....	45
Gambar 3.11 Diagram konstelasi BPSK	47
Gambar 3.12 Konstelasi QPSK	49
Gambar 3.13 Blok diagram pemancar QPSK	51
Gambar 3.14 Blok diagram penerima QPSK	52
Gambar 3.15 Modulator QAM	54
Gambar 3.16 Diagram phasor QAM.....	56
Gambar 3.17 Diagram Konstelasi QAM	56
Gambar 3.18 Blok diagram penerima QAM.....	56
Gambar 3.19 Konsep Sub-kanalisis	58
Gambar 3.20 Arsitektur QoS Wimax	65
Gambar 3.21 Layer Fisik dan MAC pada Wimax.....	65
Gambar 3.22 Spektrum Frekuensi Raised Cosine	65
Gambar 4.1 Pemodelan Simulasi Baseband	69
Gambar 4.2 Blok Diagram Pemodelan BPSK	73
Gambar 4.3 Bentuk Sinyal Input	74
Gambar 4.4 Bentuk Sinyal modulasi BPSK	75
Gambar 4.5 Bentuk Sinyal Filter BPSK Pemancar	75
Gambar 4.6 Bentuk konstelasi sinyal BPSK pada Pemancar.....	76
Gambar 4.7 Bentuk Sinyal BPSK pada kanal AWGN	77
Gambar 4.8 Bentuk konstelasi sinyal BPSK pada Penerima	78
Gambar 4.9 Bentuk Sinyal Filter BPSK Penerima	78

Gambar 4.10	Bentuk Sinyal Demodulasi BPSK	79
Gambar 4.11	Blok Diagram Pemodelan QPSK	80
Gambar 4.12	Bentuk Sinyal Input pada blok QPSK	81
Gambar 4.13	Bentuk Sinyal modulasi QPSK pada kanal Inphase (I).....	82
Gambar 4.14	Bentuk Sinyal QPSK Filter Pemancar	83
Gambar 4.15	Bentuk konstelasi sinyal QPSK pada Pemancar.....	83
Gambar 4.16	Bentuk Sinyal QPSK pada kanal AWGN.....	84
Gambar 4.17	Bentuk konstelasi sinyal QPSK pada Penerima.....	85
Gambar 4.18	Bentuk Sinyal QPSK pada Filter Penerima	86
Gambar 4.19	Bentuk Sinyal Demodulasi QPSK.....	86
Gambar 4.20	Blok Diagram Pemodelan 4-QAM	87
Gambar 4.21	Bentuk Sinyal Input pada Blok 4-QAM.....	88
Gambar 4.22	Bentuk Sinyal modulasi 4-QAM.....	89
Gambar 4.23	Bentuk Sinyal Filter Pemancar 4-QAM.....	90
Gambar 4.24	Bentuk konstelasi sinyal 4-QAM pada Pemancar.....	90
Gambar 4.25	Bentuk Sinyal 4-QAM pada kanal AWGN.....	91
Gambar 4.26	Bentuk konstelasi sinyal 4-QAM pada Penerima.....	92
Gambar 4.27	Bentuk Sinyal Filter Penerima 4-QAM.....	93
Gambar 4.28	Bentuk Sinyal Demodulasi 4-QAM.....	93
Gambar 4.29	Blok Diagram Pemodelan OFDM.....	94
Gambar 4.30	Sinyal Input OFDM.....	95
Gambar 4.31	Bentuk sinyal baseband OFDM.....	97
Gambar 4.32	Bentuk statistik Noise pada Kanal.....	98

Gambar 4.33 Sinyal Output OFDM.....	99
Gambar 4.34 Grafik Perbandingan Pe untuk simulasi BPSK.....	101
Gambar 4.35 Grafik Perbandingan Pe untuk simulasi QPSK.....	102
Gambar 4.36 Grafik Perbandingan Pe untuk simulasi 4-QAM.....	103
Gambar 4.37 Grafik Perbandingan Pe untuk simulasi BPSK dengan OFDM....	104
Gambar 4.38 Grafik Perbandingan berbagai modulasi.....	105
Gambar 4.39 Perbandingan SNR dan BER Modulasi Adaptiv OFDM.....	106

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbandingan Teknologi Nirkabel Pita lebar.....	6
Tabel 2.2 Perbandingan beberapa standar Wimax	10
Tabel 3.1 Parameter Standar Wimax.....	40
Tabel 3.2 Band Frekuensi Wimax.....	41
Tabel 3.3 Tabel sinyal BPSK.....	44
Tabel 3.4 Pemetaan bit ke simbol QPSK (Gray Encoding).....	48
Tabel 3.5 Tabel kebenaran untuk M-QAM dengan M=4	55
Tabel 3.6 Kelas Layanan QoS Wimax.....	62
Tabel 3.7 Tipe Parameter QoS Wimax.....	63
Tabel 4.1 Perbandingan P_e untuk modulasi BPSK.....	100
Tabel 4.2 Perbandingan P_e untuk modulasi QPSK	101
Tabel 4.3 Perbandingan P_e untuk modulasi 4-QAM	102
Tabel 4.4 Perbandingan P_e modulasi BPSK dengan metode OFDM.....	103
Tabel 4.5 Perbandingan P_e berbagai modulasi.....	104

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Struktur Frame Wimax.....	111
Lampiran 2 Bagan Alur Menu Simulasi Modulasi Wimax.....	112
Lampiran 3 Bagan Alur Simulasi Modulasi BPSK	113
Lampiran 4 Bagan Alur Simulasi Modulasi QPSK.....	114
Lampiran 5 Bagan Alur Simulasi Modulasi 4-QAM.....	115
Lampiran 6 Bagan Alur Simulasi Modulasi OFDM.....	116