

Simulasi MIMO-OFDM Pada Sistem Wireless LAN

Warta Qudri / 0122140

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha
Jl. Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH 65, Bandung, Indonesia,

Email : jo_sakato@yahoo.com

ABSTRAK

Kombinasi antara MIMO dan OFDM diharapkan bisa menjadi solusi untuk meningkatkan *datarate* pada sistem komunikasi wireless. Sistem komunikasi wireless mengalami banyak *scattering* yang menyebabkan sinyal mengalami *multipath fading*, sinyal yang dikirimkan cenderung mengalami respon *frequency selective fading* akibat *bandwidth* yang sangat lebar. Dengan teknik OFDM kanal *frequency selective fading* akan dirasakan *flat fading* oleh setiap *subcarriernya*. Oleh karena itu dengan teknik MIMO efek *multipath fading* dapat diperbaiki.

Untuk mengimplementasikan teknik MIMO-OFDM diperlukan beberapa perubahan pada *baseband signal processing*, di antaranya, *channel estimation*, *synchronization tracking* dan *MIMO detection*. Pada Tugas Akhir disimulasikan MIMO-OFDM pada wireless LAN menggunakan 2 antena pemancar dan 2 antena penerima serta modulasi yang digunakan adalah 16 QAM dan 64 QAM.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa 16 QAM memerlukan E_b/N_0 yang lebih kecil dibanding 64 QAM untuk BER yang sama sebagai contoh untuk mencapai BER 10^{-5} terjadi perbaikan daya sekitar 12 dB. Pada sistem MIMO OFDM terjadi perbaikan E_b/N_0 sekitar 8 dB dari sistem SISO-OFDM. Pada sistem MIMO-OFDM 64 QAM dengan *coding rate* $\frac{3}{4}$ memiliki *throughput* paling besar dibanding MIMO-OFDM 16 QAM. Dengan menggunakan sistem MIMO (2,2) juga dapat meningkatkan kapasitas kanal sekitar dua kali dibanding sistem SISO.

Kata Kunci : MIMO, OFDM, Wireless LAN

MIMO-OFDM Simulation For Wireless LAN System

Warta Qudri / 0122140

Departement of Electrical Engineering, Faculty Of Technique, Maranatha Christian
University
Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH 65, Bandung, Indonesia

Email : jo_sakato@yahoo.com

ABSTRACT

A combination between MIMO and OFDM expected become solution to increase datarate in wireless communication. Wireless communication scattering that can make the signal face multipath fading, where the signal actually face frequency selective fading respon. With OFDM technique frequency selective fading channel will become flat fading in every subcarrier. And with MIMO technique caused multipath fading effect will be handled.

To implement MIMO-OFDM technique needed changing in baseband signal processing, such as channel estimation, synchronization tracking and MIMO detection. In this final research will be simulate MIMO-OFDM in wireless LAN and use 2 antenna transmitter and 2 antenna receiver, also use 16 QAM modulation and 64 QAM modulation.

The result shown that 16 QAM performance need E_b/N_0 more less than 64 QAM for the same BER, for example to reach BER 10^{-5} improve power 12 dB. MIMO-OFDM system with frequency selective rayleigh fading condition has better than SISO-OFDM, improve power 8 dB. In MIMO OFDM system 64QAM with coding rate $\frac{3}{4}$ is the best throughput than other system. And using MIMO(2,2) system also can increase channel capacity twice compared SISO.

Keyword : MIMO, OFDM, Wireless LAN

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PENGESAHAN	
PERNYATAAN ORISINILITAS LAPORAN TUGAS AKHIR	
PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR	
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Identifikasi Masalah	1
I.3 Tujuan	2
I.4 Pembatasan Masalah	2
I.5 Sistematika Penulisan	2
BAB II LANDASAN TEORI	
II.1 <i>Orthogonal Frequency Divison Multiplexing</i> (OFDM)	4
II.1.1 Orthogonalitas <i>Subcarrier</i> OFDM	6
II.2 <i>Multiple Input Multiple Output</i> (MIMO)	8
II.2.1 Model Sinyal Tercuplik MIMO	10
II.2.1.1 <i>Frequency Flat Channel</i>	10
II.2.1.2 <i>Frequency Selective Channel</i>	11
II.2.2 Kapasitas Kanal MIMO	12
II.2.2.1 Kondisi <i>Frequency Flat Fading</i>	12

II.2.2.2 Kondisi <i>Frequency Selective Fading</i>	13
II.2.3 Algoritma <i>Zero Forcing (ZF)</i>	14
II.3 Kanal Propagasi	15
II.3.1 Kanal AWGN	15
II.3.2 <i>Multipath Rayleigh Fading</i>	16
II.3.3 Pergeseran Doppler	18
II.3.4 <i>Delay Spread</i>	20
BAB III PEMODELAN SISTEM MIMO-OFDM	
III.1 Pemilihan Parameter-parameter OFDM	22
III.2 Pemodelan system MIMO-OFDM pada 802.11a	24
III.3 Deskripsi Sistem	24
III.4 Pemodelan Bagian Pengirim	25
III.4.1 Generator Data Kirim	25
III.4.2 <i>Serial to Parallel MIMO</i>	25
III.4.3 Pengkodean Konvolusi	26
III.4.4 <i>Interleaver</i>	26
III.4.5 <i>QAM Mapping</i>	27
III.4.6 <i>Serial to parallel OFDM</i>	27
III.4.7 Penyisipan Sinyal Pilot	27
III.4.8 Penambahan Sinyal Nol (<i>Zero Padding</i>)	28
III.4.9 <i>Inverse Fast Fourier Transform (IFFT)</i>	28
III.4.10 <i>Parallel to Serial OFDM</i>	28
III.4.11 Penambahan Ekstensi Siklis (<i>Cyclic Prefix</i>)	28
III.5 Pemodelan Bagian Penerima	29
III.5.1 Pembuangan Ekstensi Siklis (<i>Remove Cyclic Prefix</i>)	29
III.5.2 <i>Serial to Parallel OFDM</i>	29
III.5.3 <i>Fast Fourier Transform (FFT)</i>	30
III.5.4 Penghilangan Sinyal Pilot	30
III.5.5 <i>Parallel to Serial OFDM</i>	30
III.5.6 Estimasi Kanal MIMO	30

III.5.7	<i>Algoritma Zero Forcing</i>	31
III.5.8	<i>Demapping Sinyal</i>	31
III.5.9	<i>Deinterleaver</i>	31
III.5.10	<i>Decoding</i>	31
III.5.11	<i>Parallel to Serial MIMO</i>	32
III.6	Pemodelan Kanal	32
III.6.1	Kanal AWGN	32
III.7	Parameter Simulasi	33
III.7.1	Parameter Layer Fisik	33
III.7.2	Parameter kanal	33

BAB IV ANALISA HASIL SIMULASI SISTEM MIMO-OFDM

IV.1	Performansi Sistem dalam <i>Bit Error Rate (BER)</i>	36
IV.2	Hasil Simulasi dan Analisa	37
IV.2.1	Performansi	37
IV.2.2	Performansi 16 QAM tanpa <i>Convolutional Coding</i>	40
IV.2.3	Performansi 64 QAM tanpa <i>Convolutional Coding</i>	42
IV.2.4	<i>Throughput</i>	45
IV.2.5	Kapasitas Kanal	47

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

V.1	Kesimpulan	49
V.2	Saran	49

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A

LAMPIRAN B

LAMPIRAN C

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Parameter OFDM Standart IEEE 802.11a	33
Tabel 4.1 <i>Datarate</i> sistem SISO-OFDM dan MIMO-OFDM	36
Tabel 4.2 Eb/No yang dibutuhkan untuk BER 10^{-5} pada 16 QAM	37
Tabel 4.3 Eb/No yang dibutuhkan untuk BER 10^{-5} pada 64 QAM	39
Tabel 4.4 Eb/No yang dibutuhkan pada 16 QAM CR $\frac{1}{2}$ tanpa encoding	40
Tabel 4.5 Eb/No yang dibutuhkan pada 16 QAM CR $\frac{3}{4}$ tanpa encoding	42
Tabel 4.6 Eb/No yang dibutuhkan pada 64 QAM CR $\frac{2}{3}$ tanpa encoding	43
Tabel 4.7 Eb/No yang dibutuhkan pada 64 QAM CR $\frac{3}{4}$ tanpa encoding	44

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Modulator OFDM dengan N <i>subcarrier</i>	4
Gambar 2.2 Penerima OFDM dengan N <i>subcarrier</i>	5
Gambar 2.3 Spektral sinyal <i>multicarrier</i> (a) FDM, (b) OFDM	5
Gambar 2.4 Representasi 4 buah <i>subcarrier</i> dalam satu simbol OFDM	8
Gambar 2.5 Spektrum sinyal OFDM (domain frekuensi)	8
Gambar 2.6 MIMO dengan skema STBC	9
Gambar 2.7 MIMO dengan skema <i>Spatial Multiplexing</i>	9
Gambar 2.8 Respon kanal <i>Selective Fading</i>	11
Gambar 2.9 Pemodelan Kanal AWGN	16
Gambar 2.10 PDF tegangan sinyal pada kanal AWGN	16
Gambar 2.11 Model <i>tapped delay line</i> kanal <i>multipath fading</i>	17
Gambar 2.12 Generator Pembangkit Koefisien Terdistribusi <i>Rayleigh</i>	17
Gambar 2.13 PDF tegangan sinyal pada kanal <i>Rayleigh</i>	18
Gambar 2.14 Efek Doppler dalam sistem komunikasi bergerak	19
Gambar 3.1 <i>Transmitter</i> sistem MIMO-OFDM	24
Gambar 3.2 <i>Receiver</i> Sistem MIMO-OFDM	24
Gambar 3.3 Enkoder konvolusi dengan laju kode $\frac{1}{2}$	26
Gambar 3.4 Diagram konstelasi dari modulasi digital (a) 16 QAM dan (b) 64 QAM	27
Gambar 3.5 Proses penambahan <i>guard interval</i>	29
Gambar 3.6 Kanal MIMO 2 x 2	32
Gambar 4.1 Performansi sistem (BER) untuk 16 QAM	37
Gambar 4.2 Performansi sistem (BER) 64 QAM	38
Gambar 4.3 Performansi sistem (BER) 16 QAM CR $\frac{1}{2}$ tanpa encoding	40
Gambar 4.4 Performansi sistem (BER) 16 QAM CR $\frac{3}{4}$ tanpa encoding	41
Gambar 4.5 Performansi sistem (BER) 64 QAM CR $\frac{2}{3}$ tanpa encoding	43

Gambar 4.6 Performansi sistem (BER) 64 QAM CR $\frac{3}{4}$ tanpa encoding	44
Gambar 4.7 Throughput 16 QAM	45
Gambar 4.8 Throughput 64 QAM	46
Gambar 4.9 Kapasitas Kanal	47