

**MIMO OFDM UNTUK KOMUNIKASI WLAN
DENGAN PENGKODEAN *SPACE TIME*
BLOCK CODE (STBC)**

TESIS

Oleh

**MUHAMMAD IRHAMSyah
NPM. 64 05 03 03 68**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM PASCASARJANA BIDANG ILMU TEKNIK
UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2007/2008**

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis dengan judul :

MIMO OFDM UNTUK KOMUNIKASI WLAN DENGAN PENGKODEAN *SPACE TIME BLOCK CODE* (STBC)

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Magister Teknik pada Kekhususan Teknik Telekomunikasi Program Studi Teknik Elektro Program Pascasarjana Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tesis yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 9 Juni 2008

Muhammad Irhamsyah

NPM 6405030368

PENGESAHAN

Tesis dengan judul :

MIMO OFDM UNTUK SISTEM KOMUNIKASI WLAN DENGAN PENGKODEAN SPACE TIME BLOCK CODE (STBC)

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Magister Teknik pada Kekhususan Teknik Telekomunikasi Program Studi Teknik Elektro Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Tesis ini telah diujikan pada sidang ujian tesis pada tanggal 3 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai tesis pada Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 11 Juli 2008
Dosen Pembimbing

Ir. Muhammad Asvial, Msc., PhD.

NIP. 132 094 574

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Ir. Muhammad Asvial, Msc., PhD.

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga tesis ini dapat selesai dengan baik.

Muhammad Irhamsyah
NPM 64 05 03 03 68
Departemen Teknik Elektro

Dosen Pembimbing
Ir. Muhammad Asvial, Msc., PhD

MIMO OFDM UNTUK KOMUNIKASI WLAN DENGAN PENGKODEAN *SPACE TIME BLOCK CODE* (STBC)

ABSTRAK

Untuk penggunaan *wireless* dalam area *Wireless Local Access Network* (WLAN) yang cakupannya terbatas atau berada dalam lingkungan *indoor*, yang banyak terjadi pantulan, dibutuhkan suatu teknologi yang mampu membuat sinyal pantulan tidak menghilangkan sinyal utama, untuk itu diperlukan skema MIMO (*Multiple Input Multiple Output*). Dengan teknologi MIMO, perangkat mampu mengirimkan lebih dari satu sinyal sehingga sebuah *transmitter* atau *receiver* mempunyai lebih dari satu antena. Melalui berbagai konfigurasi antenanya, akan mempunyai potensi meningkatkan kemampuan dan kecepatan data untuk komunikasi *wireless* tanpa memerlukan *bandwidth* tambahan.

Pada Tesis ini digunakan skema MIMO OFDM dengan menggunakan pengkodean STBC (*Space Time Block Code*) yang dapat meningkatkan BER dari sistem. Dengan menggunakan skema ini, performansi dari sistem dilihat menggunakan skema Tarokh dengan modulasi MPSK dengan konstelasi yang berbeda untuk penggunaan pada komunikasi WLAN. Performansi yang dianalisis tidak terbatas hanya pada BER, namun juga dilihat *throughput* dari sistem.

Dari hasil simulasi terlihat dengan penambahan jumlah antena pada *transmitter* akan memperbaiki BER dan *throughput* dari sistem. Menggunakan antena dengan matrik yang mempunyai *code rate* $\frac{1}{2}$ menghasilkan BER dan *throughput* yang lebih baik dibandingkan menggunakan matrik dengan *code rate* $\frac{3}{4}$. Sedangkan dengan menggunakan modulasi 4 PSK akan mempunyai BER dan *throughput* yang lebih baik jika dibandingkan dengan menggunakan 8 PSK ataupun 16 PSK.

Kata Kunci : WLAN, MIMO, OFDM, STBC

Muhammad Irhamsyah
NPM 64 05 03 03 68
Departemen Teknik Elektro

Dosen Pembimbing
Ir. Muhammad Asvial, Msc., PhD

MIMO OFDM FOR WLAN COMMUNICATION USING SPACE TIME BLOCK CODE (STBC) CODING

ABSTRACT

The use of indoor Wireless Local Access Network (WLAN) often meets the trouble of limited signal coverage and enormous reflection signal. In order to create reflection signal without eliminating the main signal, the Multiple Input Multiple Output (MIMO) technology is strongly recommended. MIMO technology can accommodate the device in delivering more than one signal, therefore the transmitter or receiver might have more than one antennas. By using various antenna configuration, the device will be able to increase its capacity and data speed for wireless communication without additional bandwidth installment.

This thesis talks about the MIMO OFDM scheme using STBC (Space Time Block Code) coding that can increase BER of one system. In this thesis, Tarokh scheme using MPSK modulation with different constellation can analyze the system performance for WLAN communication purpose. The performance analysis will also take account for BER and throughput of the system.

Based on the simulation result, it can be seen that the additional cumulative of antennas of transmitter can increase BER and system throughput. By using antennas with $\frac{1}{2}$ code rate matrix, the transmitter can generate higher BER and throughput than using $\frac{3}{4}$ code rate matrix. Furthermore, a transmitter using BPSK modulation will generate higher BER and throughput than using 4 PSK, 8 PSK or 16 PSK modulation.

Keywords : WLAN, MIMO, OFDM, STBC

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.3 Sistematika Penulisan Tesis	3
BAB II KOMUNIKASI WLAN DAN SKEMA STBC	
2.1 <i>Wireless Local Area Network (WLAN)</i>	4
2.1.1 Frekuensi dan Standar	4
2.1.2 Topologi	5
2.2 Modulasi Digital	7
2.2.1 <i>Amplitude Shift Keying (ASK)</i>	7
2.2.2 <i>Frequency Shift Keying (FSK)</i>	8
2.2.3 <i>Phase Shift Keying (PSK)</i>	9
2.2.3.1 <i>Binary PSK</i>	9
2.2.3.2 <i>4 Phase Shift Keying (4 PSK)</i>	11
2.2.3.3 <i>8 Phase Shift Keying (8 PSK)</i>	12

2.3	Mimo	14
	2.3.1 Spatial Multiplexing (SM)	14
	2.3.2 Space Time Coding (STC)	15
	2.3.2.1 Space Time Block Code (STBC)	16
	2.3.2.2 Space Time Trellis Code (STTC)	23
2.4	Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)	23
	2.4.1 Prinsip Dasar OFDM	23
	2.4.2 Keuntungan dari OFDM	26
	2.4.3 Kelemahan Dari OFDM	28
 BAB III PERANCANGAN SISTEM		
3.1	Blok Diagram Sistem	29
3.2	Space Time Block Code Skema Tarokh	30
	3.2.1 Space Time Block Encoder	30
	3.2.2 STBC Untuk Konstelasi Sinyal Nyata	32
	3.2.3 STBC Untuk Konstelasi Sinyal Kompleks	34
	3.2.4 Mendecoding STBC	36
3.3	Parameter Performansi	39
	3.3.1 Laju Kesalahan Bit (BER)	39
	3.3.2 <i>Throughput</i>	39
3.4	Diagram Alir Perancangan	39
 BAB IV HASIL SIMULASI		
4.1	Kondisi Sistem	41
4.2	Simulasi BER Terhadap SNR	43
	4.2.1 Menggunakan Jumlah Antena Yang Berbeda Pada Transmitter Dengan 1 Antena Receiver Dan Modulasi 4 PSK	43
	4.2.2 Menggunakan Jumlah Antena Yang Berbeda Pada Transmitter Dengan 2 Antena Receiver Dan Modulasi 4 PSK	45
	4.2.3 Menggunakan 4 Antena Transmitter Dan 2 Antena Receiver Dengan Jumlah Konstelasi Pada MPSK Yang Berbeda	46

4.3	Simulasi Throughput Terhadap SNR	47
4.3.1	Menggunakan Jumlah Antena Yang Berbeda Pada Transmitter Dengan 1 Antena Receiver Dan Modulasi 4 PSK	47
4.3.2	Menggunakan Jumlah Antena Yang Berbeda Pada Transmitter Dengan 2 Antena Receiver Dan Modulasi 4 PSK	48
4.3.3	Menggunakan 4 Antena Transmitter Dan 2 Antena Receiver Dengan Jumlah Konstelasi Pada MPSK Yang Berbeda	49
4.4	Analisa hasil Simulasi	50
BAB V	KESIMPULAN	52
DAFTAR REFERENSI		



DAFTAR GAMBAR

No	Gambar	Halaman
2.1	Alokasi kanal pada frekuensi ISM (2,4 GHz)	5
2.2	Jaringan ad-hoc	6
2.3	Jaringan tersentralisasi	6
2.4	Konstelasi pada BPSK	10
2.5	Modulasi BPSK	11
2.6	Konstelasi pada 4 PSK	12
2.7	Modulasi 4 PSK	12
2.8	Konstelasi 8 PSK	13
2.4	Diagram dasar MIMO	14
2.5	Skema alamauti konvensional	18
2.6	Skema alamauti 2 X 1	20
2.7	Skema alamauti 2 X 2	22
2.8	Blok diagram OFDM	24
2.9	Perbandingan OFDM dengan SCM dan FDM	27
3.1	Blok Diagram MIMO STBC	29
3.2	Encoder STBC	30
3.3	Diagram alir proses simulasi	40
4.1	Hasil simulasi BER vs SNR untuk jumlah antena <i>transmitter</i> yang berbeda dan 1 antena <i>receiver</i>	44
4.2	Hasil simulasi BER vs SNR untuk jumlah antena <i>transmitter</i> yang berbeda dan 2 antena <i>receiver</i>	45
4.3	Hasil simulasi BER vs SNR untuk jumlah antena <i>transmitter</i> yang berbeda dan 2 antena <i>receiver</i> pada konstelasi MPSK yang berubah	46
4.4	Hasil simulasi <i>throughput</i> vs SNR untuk jumlah antena <i>transmitter</i> yang berbeda dan 1 antena <i>receiver</i>	48
4.5	Hasil simulasi <i>throughput</i> vs SNR untuk jumlah antena <i>transmitter</i> yang berbeda dan 2 antena <i>receiver</i>	49

- 4.6 Hasil simulasi *throughput* vs SNR untuk jumlah antena *transmitter* 50
Yang berbeda dan 2 antena *receiver* pada konstelasi MPSK yang berubah



DAFTAR TABEL

No	Tabel	Halaman
2.1	Urutan pengkodean dan transmisi untuk 2 antena <i>transmitter</i>	15
2.2	Definisi pada antena <i>transmitter</i> dan <i>receiver</i>	18
2.3	Notasi sinyal pada 2 antena <i>receiver</i>	18
4.1	Parameter simulasi	39
4.2	Hasil simulasi BER vs SNR untuk jumlah antena <i>transmitter</i> yang berbeda dan 1 antena <i>receiver</i>	41
4.3	Hasil simulasi BER vs SNR untuk jumlah antena <i>transmitter</i> yang berbeda dan 2 antena <i>receiver</i>	43
4.4	Hasil simulasi BER vs SNR untuk jumlah antena <i>transmitter</i> yang berbeda dan 2 antena <i>receiver</i> pada konstelasi MPSK yang berubah	44

DAFTAR SINGKATAN



AP	Access Point
ASK	Amplitude Shift Keying
BER	Bit Error Rate
BLAST	Bell Labs Layered Space Time Architecture
BPSK	Binary Phase Shift Keying
DFT	Discrete Fourier Transform
FDM	Frequency Division Multiplexing
FFT	Fast Fourier Transform
FSK	Frquency Shift Keying
ISM	Industrial Scientific and Medical
MIMO	Multiple Input Multiple Output
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
PDA	Personal Digital Assistant
PC	Personal Computer
PSK	Phase Shift Keying
STBC	Space Time Block Code
SM	Spatial Multiplexing
STC	Space Time Coding
STTC	Space Timt Trellis Code
SVD	Singular Value Decomposition
WLAN	Wireless Local Area Network