



**PERFORMANCE OF MU-MIMO PRECODING BASED
ON ZERO FORCING (ZF) DAN MAXIMIZING
SIGNAL-TO-LEAKAGE RATIO (SLR)**

TESIS

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program Pasca
Sarjana Program Magister Teknik Elektro

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

Oleh :

NILLA RACHMANINGRUM

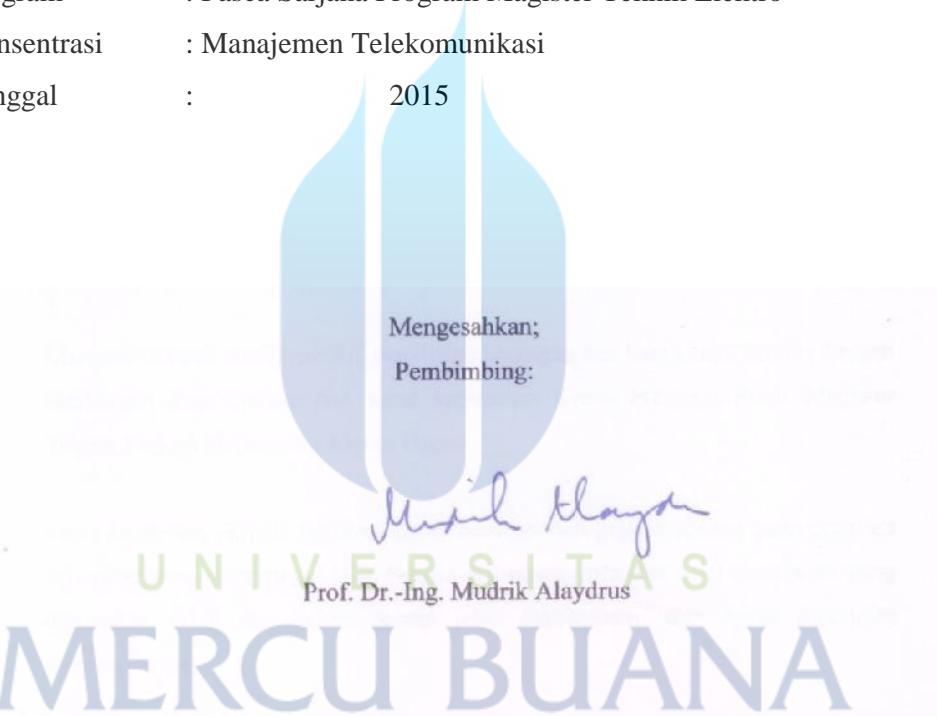
554 111 200 17

**UNIVERSITAS MERCU BUANA
PROGRAM PASCA SARJANA**

Perpustakaan Universitas Mercu Buana
Kampus B Menteng Gedung Tedja Buana
Jl. Menteng Raya No.29 Jakarta Pusat
Telp : 021-92983731

PENGESAHAN TESIS

Judul : Performance of MU-MIMO Precoding on Zero-Forcing (ZF)
and Maximizing Signal-to-Leakage Ratio (SLR)
Nama : Nilla Rachmaningrum
NIM : 55411120017
Program : Pasca Sarjana Program Magister Teknik Elektro
Konsentrasi : Manajemen Telekomunikasi
Tanggal : 2015



Direktur Pasca Sarjana

Prof. Dr. Ir. Didik J. Rachbini

Kaprodi Magister Teknik Elektro

Prof. Dr.-Ing. Mudrik Alaydrus

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan yang sebenar-benarnya bahwa seluruh tulisan dan pernyataan tesis ini :

Judul : Performance of MU-MIMO Precoding on Zero-Forcing (ZF)
and Maximizing Signal-to-Leakage Ratio (SLR)

Nama : Nilla Rachmaningrum

NIM : 55411120017

Program : Pasca Sarjana Program Magister Teknik Elektro

Konsentrasi : Manajemen Telekomunikasi

Tanggal : 2015

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan dan karya saya sendiri dengan bimbingan Pembimbing dan surat keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data dan hasil penolahan yang digunakan telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperjelas kebenarannya.

MERCU BUANA



Nilla Rachmaningrum

KATA PENGANTAR

Rasa syukur teramat dalam tentunya penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan salah satu nikmat dan karunia-Nya dengan memberikan kelancaran dan kesuksesan dalam penyelesaian Tesis yang berjudul **“Performance of MU-MIMO Precoding on Zero-Forcing (ZF) and Maximizing Signal-to-Leakage Ratio (SLR)”**. Tesis ini disusun untuk memenuhi syarat kelulusan Program PascaSarjana Srata-2 Magister Teknik Elektro, Konsentrasi Manajemen Telekomunikasi Universitas Mercu Buana.

Dengan segala kerendahan hati dan dengan tidak mengurangi rasa hormat, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penyusunan tesis ini. Serta juga kami memohon maaf sebesar-besarnya jika ada keterlambatan dalam penyelesaian hasil penelitian ini karena satu dan lain hal.

Mudah-mudahan seluruh pihak yang berkontribusi terhadap kelancaran pelaksanaan penelitian ini diberikan balasan yang berlipat ganda dari Tuhan Yang Maha Kuasa. Kami berharap penelitian ini dapat memberikan kontribusi untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dan khususnya untuk memajukan institusi kita. Kritik dan saran yang bersifat membangun akan selalu kami nantikan demi kesempurnaan penelitian ini.

Jakarta, 20 Maret 2015

Penulis



*Kupersembahkan kepada kedua orang tua
dan keluargaku tercinta*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Perpustakaan Universitas Mercu Buana
Kampus B Menteng Gedung Tedja Buana
Jl. Menteng Raya No.29 Jakarta Pusat
Telp : 021-92983731

v

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini, penulis bermaksud memberikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya pada orang-orang yang telah memberikan pengaruh besar terhadap diri penulis dan kelancaran dalam menyelesaikan studi di Universitas Mercu Buana, beliau-beliau yang terhormat adalah

1. ALLAH SWT dan Rosululloh Muhammad SAW yang telah membimbing dan memberikan petunjuk selama menjalani hidup, semoga tetap selalu dalam lindungan-NYA.
2. Keluargaku tercinta, Ibu Sumarmi dan Bapak A.Kusnan Kusmadi. Saudara-saudaraku mbak Dian Malikhatius Sholehah, mbak Dini Zauharul Ma'nun, dik Noorlaily Rochma dan dik Akbar Waliyah (welly). Terima kasih selama ini telah menyayangi, mendidik dan memotivasi dalam setiap langkah hidupku, memberi arti dalam setiap hembusan nafas dan memberi warna dalam setiap impianku.
3. Bapak **Prof. DR.-Ing. Mudrik Alaydrus**, selaku **Dosen Pembimbing** dan **Ketua Jurusan Program Magister Teknik Elektro UMB**. Terima kasih banyak bapak atas semua kesempatan, dorongan dan masukan dalam menyelesaikan studi dan tesis penulis.
4. Seluruh Dosen dan Staf Program PascaSarjana Srata-2 Magister Teknik Elektro, Konsentrasi Manajemen Telekomunikasi Universitas Mercu Buana.
5. Sahabat dan rekan-rekanku, ibu Dr.Savitri Galih, S.Si., M.T, ibu Falahah S.T., M.T., CD., Mustofa Lutfi S.T., M.T dan bos Yoki Muchsam. Terima kasih atas semua bantuan, pengertian dan cerita-ceritanya.
6. Teman-teman di adhyaksa27 dan Cilengsi Indah, Iyeett.
7. Semua Pihak yang telah membantu menyelesaikan pembuatan dan penyelesaian tesis ini.

Jakarta,

2015

Penulis

DAFTAR ISI

Lembar Judul.....	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Lembar Pernyataan.....	iii
Abstrak.....	iv
Kata Pengantar.....	vi
Ucapan Terima Kasih.....	vii
Daftar Isi.....	viii
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Tabel.....	xii

BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Metode Penelitian.....	5
1.7 Sistematika Penulisan	5
UNIVERSITAS	
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Sistem Multi Input Multi Outpot (MIMO).....	9
2.2 Sistem model dan kapasitas kanal.....	12
2.2.1 Channel State Information at Transmitter (CSIT).....	13
2.2.2 Kapasitas Kanal MIMO.....	15
2.2.2.1 Kanal Deterministik.....	15
2.2.2.1 Kanal Fading.....	17
2.3 Multiuser MIMO (MU MIMO)	19
2.4 Precoding	19
2.5 Zero Forcing (ZF)	21
2.6 Maximizing Signal to Leakage Ratio (SLR).....	23
2.7 Kanal AWGN	23

2.8	Parameter Performansi Sistem	25
2.8.1	Signal to Noise Ratio (SNR).....	25
2.8.2	Bit Error Rate (BER).....	26
2.9	Eigen Value dan Eigen Vektor.....	27
2.9.1	Pendahuluan.....	27
2.9.2	Definisi.....	27
BAB III	METODOLOGI.....	29
3.1	Transmiter Umum	30
3.2	Precoding SLR	31
3.3	Precoding Zero forcing	33
3.4	Precoding selective user zero forcing	34
BAB IV	ANALISA HASIL SIMULASI.....	35
4.1	Pendahuluan	35
4.2	Simulasi Multiuser MIMO untuk K=3, M=3	35
4.2.1	Hasil Simulasi Multiuser MIMO N=5, K=3, M=3	35
4.2.2	Hasil Simulasi Multiuser MIMO N=4, K=3, M=3	37
4.2.3	Hasil Simulasi Multiuser MIMO N=3, K=3, M=3	38
4.3	Simulasi Multiuser MIMO K=4, M=4	40
4.3.1	Hasil Simulasi Multiuser MIMO N=6, K=4, M=4	40
4.3.2	Hasil Simulasi Multiuser MIMO N=5, K=4, M=4	41
4.3.3	Hasil Simulasi Multiuser MIMO N=4, K=4, M=4	43
4.4	Simulasi Multiuser MIMO K=5, M=5	45
4.4.1	Hasil Simulasi Multiuser MIMO N=7, K=5, M=5	45
4.4.2	Hasil Simulasi Multiuser MIMO N=6, K=5, M=5	46
4.4.3	Hasil Simulasi Multiuser MIMO N=5, K=5, M=5	48
BAB V	KESIMPULAN	51
5.1	Kesimpulan.....	51
5.2	Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem MIMO secara umum.....	10
Gambar 2.2. MIMO dengan skema <i>Space Time Block Code</i> (STBC).....	12
Gambar 2.3. MIMO dengan skema <i>Spatial Multiplexing</i> (SM).....	12
Gambar 2.4 Model Transceiver dengan Kanal Feedback.....	15
Gambar 2.5 Hubungan antara symbol, precoding dan kanal.....	20
Gambar 2.6 Diagram blok MIMO precoding feedback terbatas.....	21
Gambar 2.7 fungsi kerapatan daya AWGN.....	24
Gambar 3.1 Skema Tahapan Penelitian.....	29
Gambar 3.2 Blok diagram Transmitter Umum.....	30
Gambar 3.3 Blok diagram Precoding Signal-to-Leakage Ratios (SLR).....	32
Gambar 3.4 Blok diagram Precoding Zero forcing (ZF).....	33
Gambar 4.1 Kinerja Multiuser MIMO dengan antena transmit $N = 5$, user $K = 3$ dan antena receiver $M = 3$	36
Gambar 4.2 Kinerja Multiuser MIMO dengan antena transmit $N = 4$, user $K = 3$ dan antena receiver $M = 3$	37
Gambar 4.3 Kinerja Multiuser MIMO dengan antena transmit $N = 3$, user $K = 3$ dan antena receiver $M = 3$	39
Gambar 4.4 Kinerja Multiuser MIMO dengan antena transmit $N = 6$, user $K = 4$ dan antena receiver $M = 4$	40
Gambar 4.4 Kinerja Multiuser MIMO dengan antena transmit $N = 6$, user $K = 4$ dan antena receiver $M = 4$	42
Gambar 4.6 Kinerja Multiuser MIMO dengan antena transmit $N = 4$, user $K = 4$ dan antena receiver $M = 4$	43
Gambar 4.7 Kinerja Multiuser MIMO dengan antena transmit $N = 7$, user $K = 5$ dan antena receiver $M = 5$	45
Gambar 4.8 Kinerja Multiuser MIMO dengan antena transmit $N = 6$, user $K = 5$ dan antena receiver $M = 5$	47
Gambar 4.9 Kinerja Multiuser MIMO dengan antena transmit $N = 5$, user $K = 5$ dan antena receiver $M = 5$	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penelitian-penelitian yang sudah dilakukan.....	6
Tabel 4.1	Perbandingan Kinerja SNR vs VER untuk N=5, K=3 dan M=3	36
Tabel 4.2	Perbandingan Kinerja SNR vs BER untuk N=4, K=3 dan M=3.....	38
Tabel 4.3	Perbandingan Kinerja SNR vs BER untuk N=3, K=3 dan M=3...	39
Tabel 4.4	Perbandingan kinerja terbaik pada Selective user Zero forcing (SUZF) pada K=3 M=3.....	40
Tabel 4.5	Perbandingan Kinerja SNR vs BER untuk N=6, K=4 dan M=4...	41
Tabel 4.6	Perbandingan Kinerja SNR vs BER untuk N=5, K=4 dan M=4...	43
Tabel 4.7	Perbandingan Kinerja SNR vs BER untuk N=4, K=4 dan M=4.....	44
Tabel 4.8	Perbandingan kinerja terbaik pada Selective user Zero forcing (SUZF) pada K=4 M=4.....	44
Tabel 4.9	Perbandingan Kinerja SNR vs BER untuk N=7, K=5 dan M=5.....	46
Tabel 4.10	Perbandingan Kinerja SNR vs BER untuk N=6, K=5 dan M=5.....	47
Tabel 4.11	Perbandingan Kinerja SNR vs BER untuk N=5, K=5 dan M=5.....	49
Tabel 4.12	Perbandingan kinerja terbaik pada Selective user Zero forcing (SUZF) pada K=5 dan M=5.....	49
Tabel 4.13	Perbandingan kinerja terbaik pada Selective user Zero forcing (SUZF).....	50

MERCU BUANA