

ANALISIS PERFORMANSI MIMO MC-CDMA DENGAN EIGEN BEAMFORMING PADA SISI TRANSMITTER

Nur Haerani¹, Budi Prasetya², Fikky Yosef.s.³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Kebutuhan akan komunikasi data dengan kecepatan tinggi adalah target terwujudnya generasi ke-4. Ini akan berimplikasi pada kebutuhan bandwidth yang cukup lebar. Multi Carrier-Code Division Multiple Access (MC-CDMA) merupakan skema modulasi dan teknik multiple access yang ditawarkan untuk mengatasi masalah efisiensi bandwidth dan frekuensi selective fading yang biasa terjadi pada skema modulasi high data rate. Masalah yang muncul pada sistem MC-CDMA adalah jumlah user yang sangat dibatasi oleh kualitas sinyal. Sistem Multiple Input Multiple Output (MIMO) merupakan teknik yang dikembangkan untuk memperbaiki kualitas sinyal dan meningkatkan throughput, sebagaimana telah diketahui bahwa penggunaan teknik MIMO mampu meningkatkan performansi sistem. Namun sistem konvensional MIMO belum bisa mengatasi interferensi antar user. Hal ini dapat diatasi dengan teknik penggunaan beamforming pada antena transmitter. Beamforming adalah proses pembentukan beam menuju ke arah user yang diinginkan serta menekan sinyal ke arah lain. Teknik ini menggunakan algoritma Zero Forcing dan eigen beamforming pada antena transmitter sedangkan di sisi receiver tidak menggunakan beamforming. Tugas akhir ini menganalisa performansi sistem MC-CDMA dengan MIMO Eigen beamforming, MC-CDMA dengan MIMO tanpa beamforming, serta MC-CDMA dengan metode SISO. Performansi yang diamati yaitu perbandingan BER terhadap SNR sistem. Dari hasil simulasi diperlihatkan bahwa sistem MC-CDMA dengan MIMO tanpa beamforming dan MIMO menggunakan Eigen beamforming memiliki perbandingan BER terhadap SNR yang hampir sama, sedangkan sistem MC-CDMA SISO memiliki performansi yang paling buruk.

Kata Kunci : MC-CDMA, MIMO, SISO, Zero Forcing, Eigen beamforming

Abstract

The needs of data communication with high rate is the main purpose for four generation (4G) system. It will implies the needs of wide bandwidth. Multi Carrier-Code Division Multiple Access (MC-CDMA) is a modulation scheme and a multiple access technique to overcome the bandwidth efficiency problem and selective fading frequency that commonly happen in high data rate modulation scheme. The problem in MC-CDMA system is the user quantity is been restricted by signal quality. Multiple Input Multiple Output (MIMO) system is a technique to fix the signal quality and increase throughput, as we know that the used of MIMO has been believed to increase the system performances. However, conventional MIMO is still cannot overcome interferences between users. That can be fixed with beamforming technique in transmitter antennas. Beamforming is a beam-form process towards specific user and also suppresses signal to the other way. This technique uses zero forcing algorithm and eigen beamforming in transmitter antennas and without beamforming in receiver antennas. This final project analyze the performance of MC-CDMA with MIMO Eigen beamforming, MC-CDMA with non-beamforming MIMO, and also MC-CDMA with SISO. The comparison between BER to SNR system will be analyzed to know the performances systems. From the simulation, it shows that MC-CDMA with MIMO non-beamforming almost has the same BER to SNR comparison as MC-CDMA with MIMO Eigen beamforming and MC-CDMA SISO has the worst performances among others.

Keywords : MC-CDMA, MIMO, SISO, Zero Forcing, Eigen beamforming

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi akan diikuti dengan kebutuhan komunikasi data dengan kecepatan tinggi sehingga akan berakibat pada peningkatan *resource bandwidth* yang cukup lebar. Masalah yang muncul pada sistem komunikasi dengan kecepatan tinggi adalah munculnya *frekuensi selective fading* yang berakibat pada penurunan kualitas sinyal. MC-CDMA yang merupakan kombinasi dari sistem *Orthogonal Frekuensi Division Multiplexing* (OFDM) dengan CDMA merupakan solusi yang tepat untuk mengatasi hal tersebut diatas, karena dengan skema *modulasi multi carrier* dapat memecah bandwidth menjadi beberapa *subcarrier* yang saling *orthogonal* dengan kondisi *flat fading*.

Masalah yang muncul pada sistem MC-CDMA adalah *power control* yang harus baik dan kualitas sinyal yang akan menentukan kapasitas sistem. Pada tugas akhir kali ini akan difokuskan untuk mengatasi permasalahan yang kedua yaitu peningkatan kualitas sinyal. Sistem MIMO adalah teknik yang tepat untuk memperbaiki kualitas sinyal dan meningkatkan throughput. Teknik MIMO konvensional yang telah dikembangkan dimana hanya menerapkan *transmitter diversity* dan *receiver diversity* belum mampu mengatasi permasalahan *Multiple Access Interference* (MAI) pada sistem CDMA. Kombinasi antara sistem MIMO dengan *beamforming* diyakin merupakan solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut. MIMO *beamforming* yang dimaksud adalah sistem MC-CDMA yang menerapkan teknik *Zero Forcing* dan *eigen beamforming* di sisi pengirim.

Tugas akhir kali ini akan membahas kinerja sistem MIMO *beamforming* pada sistem MC-CDMA dimana parameter yang diukur adalah *Bit Error Rate* terhadap SNR.

1.2 Perumusan Masalah

Beberapa rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah :

- 1.2.1 Bagaimana kinerja sistem MC-CDMA pada sistem SISO.
- 1.2.2 Bagaimana kinerja sistem MC-CDMA dengan sistem MIMO.
- 1.2.3 Bagaimana kinerja sistem MC-CDMA dengan sistem MIMO *beamforming* pada sisi transmitter.
- 1.2.4 Pendefinisian beberapa parameter yang memberikan pengaruh terhadap kinerja sistem yang dirancang.
- 1.2.5 Bagaimana memodelkan sistem untuk diimplementasikan pada bahasa pemrograman MATLAB 7.01.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah :

- 1.3.1 Sistem MC-CDMA yang digunakan adalah sistem MC-CDMA kombinasi MIMO *-eigen beamforming*.
- 1.3.2 Teknik MIMO yang digunakan adalah MIMO deteksi *zero forcing* dengan antena 2 x 2.
- 1.3.3 Konfigurasi antena yang digunakan adalah ULA (Uniform Linier Array).
- 1.3.4 Model kanal yang digunakan untuk uji performansi sistem MIMO adalah *multipath rayleigh fading*.
- 1.3.5 Jumlah user yang disimulasikan adalah *single user*.
- 1.3.6 Performansi sistem MIMO MC-CDMA yang dibahas adalah perbandingan BER terhadap SNR.
- 1.3.7 Program simulasi sistem MIMO MC-CDMA menggunakan software MATLAB 7.01.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah :

- 1.4.1 Membuat suatu pemodelan sistem MIMO MC-CDMA dengan *beamforming* pada transmitter.
- 1.4.2 Menganalisis kinerja sistem MC-CDMA tanpa MIMO dan dengan MIMO *beamforming*.
- 1.4.3 Mengetahui pengaruh beberapa parameter yang ada pada sistem MIMO MC-CDMA dengan *beamforming* terhadap kinerja sistem.

1.5 Metodologi Penelitian

Adapun metode yang digunakan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini adalah :

- 1.5.1 Studi literatur
 - Dengan mempelajari permasalahan serta parameter-parameter yang berkaitan dengan sistem MIMO MC-CDMA dan teknik *eigen beamforming*.
 - Diskusi dan konsultasi.
- 1.5.2 Perancangan dan pemodelan sistem MIMO MC-CDMA berdasarkan hasil studi literatur.
- 1.5.3 Implementasi sistem model pada perangkat lunak yang dalam hal ini adalah software MATLAB 7.01.
- 1.5.4 Analisa dan evaluasi model sistem yaitu membuat analisa dari perancangan desain perangkat lunak yang dibuat sesuai batasan masalah yang telah ditetapkan.
- 1.5.5 Pelaporan hasil penelitian.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

- BAB I** : Pendahuluan
Menjelaskan mengenai latar belakang penelitian, tujuan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan tugas akhir.
- BAB II** : Dasar Teori
Menjelaskan teori-teori pendukung yang melandasi penulisan tugas akhir ini, yang dalam hal ini adalah konsep dasar MC-CDMA, MIMO, dan *eigen beamforming*.
- BAB III** : Perancangan Model dan Simulasi
Menjelaskan tahapan, langkah-langkah, dan proses kerja sistem yang dirancang yang kemudian akan dianalisa.
- BAB IV** : Analisa Hasil
Berisi analisa hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap sistem yang dirancang berdasarkan parameter-parameter yang telah ditentukan.
- BAB V** : Kesimpulan dan Saran
Memberikan kesimpulan akhir terhadap analisa yang telah dilakukan dan kemudian memberikan saran untuk penelitian lebih lanjut di bidang ini.

Telkom
University

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil simulasi dan analisa sistem dapat disimpulkan beberapa hal :

1. Performansi sistem MC-CDMA dengan MIMO Eigenbeamforming memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan MIMO tanpa beamforming maupun sistem SISO. Hal ini ditunjukkan dengan BER yang lebih rendah yang dapat dicapai MIMO Eigenbeamforming yaitu 10^{-5} . Namun pada kondisi tertentu dapat terlihat bahwa MC-CDMA dengan MIMO tanpa beamforming memberikan performansi yang hampir sama dengan MIMO Eigenbeamforming yaitu saat BER 10^{-4} untuk MIMO tanpa beamforming dibutuhkan SNR 4dB, sedangkan MIMO dengan Eigenbeamforming SNR berkisar 8 dB. Performansi paling buruk ditunjukkan oleh system MC-CDMA dengan single antena
2. Pergerakan user yang semakin cepat akan menyebabkan penurunan kinerja sistem. Semakin cepat user bergerak, maka BER yang didapat semakin besar. Dari hasil simulasi terlihat bahwa saat kondisi user diam dengan kecepatan 0 km/jam, SNR yang dibutuhkan untuk mendapatkan BER 10^{-1} adalah -2.5 dB, sedangkan bagi user dengan kecepatan 3 km/jam dibutuhkan SNR sebesar 12.5 dB untuk targer BER yang sama, dan bagi user dengan kecepatan 60 km/jam dibutuhkan SNR yang lebih besar yaitu 15 dB.
3. Semakin banyak jumlah subcarrier yang digunakan, maka kinerja sistem akan semakin baik. Dari hasil simulasi terlihat bahwa dengan 16 subcarrier, untuk mencapai BER 10^{-4} dibutuhkan SNR 16.5 dB. Sedangkan dengan 128 subcarrier dibutuhkan SNR sekitar 12 dB untuk mencapai BER yang sama, dan dengan 256 subcarrier dibutuhkan SNR 8 dB.
4. Penggunaan modulasi BPSK dalam sistem MC-CDMA dengan Eigenbeamforming membrikan performansi yang lebih baik jika menggunakan modulasi QPSK. Hal ini dapat kita lihat dari hasil simulasi yang menunjukkan bahwa dengan modulasi BPSK untuk mendapatkan BER 10^{-3} dibutuhkan SNR 2.5 dB, sedangkan pada modulasi QPSK dibutuhkan SNR yang lebih besar yaitu 7 dB untuk kondisi BER yang sama.

5.2 Saran

Berikut adalah beberapa hal yang dapat dilakukan untuk pengembangan lebih lanjut dari tugas akhir ini :

1. Perlu dilakukan percobaan dengan metode MIMO beamforming lainnya.
2. Perlu dilakukan percobaan dengan teknik MIMO lainnya.
3. Perlu dilakukan percobaan dengan menggunakan multi user.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Evma, Shaumiati. *Analisa Performansi MIMO-Unitary Group Code dengan Skema Coding Cyclic pada Kanal Rayleigh Fading*, STT Telkom, Bandung, 2005.
- [2] Haykin, Simon. *Communication System*, John Wiley & Sons, Ontario, 2000.
- [3] Gesbert, David, *From Theory to Practice: An Overview of MIMO Space-Time Coded Wireless System*, IEEE Journal on Selected Areas in Communication, vol.21, No.3, April 2003.
- [4] Adriansyah, Nachwan Mufti (2003), *Diklat Kuliah Sistem Komunikasi Bergerak*, STT Telkom, Bandung
- [5] Dwi Hapsari, Daisy, *Analisa Kapasitas MIMO pada Kanal Fading*. STT Telkom, Bandung, 2006.
- [6] Haykin, Simon. *Communication System*, John Wiley & Sons, Ontario, 2000.
- [7] Ita Damayanti, Riski. “*Analisis Perbandingan Performansi MIMO 4 x2 pada Kanal Rayleigh Fading*”.STT Telkom, Bandung, 2006.
- [8] Pandu Sasmita,Siswoyo.“ *Analisis Penerapan Algoritma Adaptif Equalizer LMS pada Sistem Komunikasi UWB*”, Tugas Akhir, STT Telkom, 2008
- [9] Nur Rahmawati,Dewi. “*Simulasi dan Analisa Kinerja MC-CDMA pada Sistem Komunikasi Satelit LEO*”,Tugas Akhir,STT Telkom,2007
- [10] Azka,Puti. “*Analisis Performansi MIMO STBC dengan Perbedaan Nilai Transmission Rate Pada Kanal Rayleigh Fading*”.Tugas Akhir,STT Telkom,2007