

ANALISA PERFORMANSI SISTEM WCDMA MENGGUNAKAN MIMO DAN AMC

Nur Adi Nugroho¹, A. Ali Muayyadi², Arfianto Fahmi³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Sistem komunikasi celluler saat ini telah memasuki generasi ketiga yang dikenal dengan 3G. Sistem ini menggunakan standar komunikasi wireless wide band code division multiple access (WCDMA). WCDMA adalah teknologi direct spread yang berarti sistem ini akan menyebarkan transmisinya melalui bandwidth dengan lebar 5MHz. Teknologi ini digunakan dalam 3G-UMTS dengan kecepatan data mencapai 2Mbps yang dapat melayani pengiriman video, data, gambar untuk layanan mobile internet.

Untuk memenuhi layanan data kecepatan tinggi secara realtime dengan performansi yang baik dan mampu bekerja pada kanal multipath fading digunakan teknik MIMO (Multiple Input Multiple Output) sehingga kecepatan data mencapai 20 Mbps. AMC (Adaptive Modulation and Coding) digunakan untuk mendukung transmisi kecepatan beragam untuk tipe yang berbeda dari layanan multimedia. Dalam AMC, level modulasi dan kecepatan coding diatur menurut kondisi kanal.

Tugas akhir ini menganalisa dan membandingkan kinerja sistem WCDMA menggunakan MIMO dan AMC yang akan dimodelkan pada kanal propagasi mobile yang berdistribusi Rayleigh Fading. Skema MIMO yang digunakan adalah skema Space Time Block Code 2x2.

Hasil analisa menunjukkan bahwa teknik MIMO memberikan perbaikan performansi berkisar antara 0,7 dB sampai 1 dB pada kecepatan rendah (3 km/jam) dan antara 0,7 dB sampai 1,2 dB pada kecepatan menengah (30 km/jam). Sedangkan pada kecepatan tinggi (120 km/jam), MIMO masih belum bisa memberikan perbaikan sistem untuk mencapai target BER 10-3. Algoritma adaptif modulasi memberikan perbaikan performansi terhadap sistem WCDMA menggunakan MIMO dengan modulasi tetap. Pada kecepatan 3 km/jam, adaptif modulasi memberikan perbaikan berkisar antara 4,3 dB sampai 10,9 dB terhadap setiap jenis modulasi. Sedangkan pada kecepatan 30 km/jam, adaptif modulasi memberikan perbaikan pada BER 10-1 berkisar antara 3 dB sampai 18 dB.

Kata Kunci : -

Abstract

For now, wireless communication system has come third generation which called 3G. This system use wireless communication standard wide band code division multiple access (WCDMA). WCDMA is direct spread technology, which means that it will spread its transmissions over a wide, 5MHz carrier. WCDMA is the technology used in UMTS, and with data rates up to 2Mbps it has the capacity to easily handle bandwidth-intensive applications such as video, data, and image transmission necessary for mobile internet services.

For services high speed data in real time with good performance and can good work in multipath fading channel used MIMO (Multiple Input Multiple Output) technology so data speed up to 20 MBps. AMC is used to support multiple rate transmission for different types of multimedia services. In AMC, the modulation level and coding rate are set by the channel condition.

This final task analyze and compare performance of WCDMA system with MIMO and AMC that will modelling in mobile propagation channel which distributed Rayleigh Fading. MIMO scheme use Space Time Block Code 2x2

The results show that MIMO technology give improvement performance between 0,7 dB until 1 dB in low speed (3 km/hour) and between 0,7 dB until 1,2 dB in medium speed (30 km/hour), MIMO still not give good performance for system to get BER 10-3. Adaptive modulation algorithm gives improvement performance for WCDMA system with MIMO and fixed modulation. In speed 3 km/hour, adaptive modulation give good performance between 0,8 dB until 11,9 dB for every kind of modulation. In the other way, in speed 30 km/hour, adaptive modulation give good performance in BER 10-1 between 3 dB until 18 dB.

Keywords : -

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem komunikasi celluler saat ini telah memasuki generasi ketiga yang dikenal dengan 3G. Sistem ini menggunakan standar komunikasi wireless wide band code division multiple access (WCDMA). WCDMA adalah teknologi *direct spread* yang berarti sistem ini akan menyebarkan transmisinya melalui bandwidth dengan lebar 5MHz. Teknologi ini dipakai sebagai sebuah standar oleh ITU dengan nama "IMT-2000 direct spread ". Teknologi ini digunakan dalam 3G-UMTS dengan kecepatan data mencapai 2MBps yang dapat melayani pengiriman video, data, gambar untuk layanan mobile internet.

Untuk memenuhi layanan data kecepatan tinggi secara realtime dengan performansi yang baik dan mampu bekerja pada kanal multipath fading digunakan teknik Multiple Input Multiple Output (MIMO) sehingga kecepatan data mencapai 20 Mbps. MIMO merupakan kanal yang terbentuk saat teknik diversitas pada bagian antena pengirim dan antena penerima diterapkan. Teknik diversitas adalah metode yang digunakan untuk merekonstruksi sinyal informasi dari beberapa sinyal yang ditransmisikan melalui kanal *fading* yang saling *independent*. Pada tiap-tiap antena *transmitter* akan dikirimkan sinyal informasi yang nantinya akan diterima oleh semua antena *receiver*. Teknik diversitas ini dapat meminimalisasi efek dari *multipath fading*

Modulasi adaptif pada dasarnya merupakan salah satu metode yang dapat meningkatkan efisiensi penggunaan *bandwidth* dengan melakukan penyesuaian skema modulasi terhadap perubahan kondisi kanal. Teknik ini akan menjadikan sistem WCDMA dapat mengatur skema modulasi sinyalnya sesuai dengan kondisi SNR (*Signal-to-Noise Ratio*) dari kanal radionya. Jika kondisi kanal bagus (SNR tinggi) maka skema modulasi tertinggi akan digunakan sehingga akan memberikan kapasitas lebih pada sistem. Sejalan dengan kondisi kanal yang berubah-ubah, maka sistem WCDMA dapat bergeser menggunakan skema modulasi yang lebih rendah untuk menjaga kualitas dan keseimbangan sistem.

Pada penelitian Tugas Akhir ini, sistem WCDMA dirancang menggunakan MIMO dan AMC (*Adaptif Modulation and Coding*) yang selanjutnya merancang

∴ ANALISA PERFORMANSI SISTEM W-CDMA MENGGUNAKAN MIMO DAN AMC

sebuah algoritma modulasi adaptif yang dapat mengkompromikan *trade off* antara level daya dan efisiensi *bandwidth* untuk sistem *mobile* WCDMA yang kemudian akan di evaluasi kinerjanya. Setelah itu, dari pemodelan dan simulasi yang dilakukan akan dianalisa performansi kinerja dari algoritma skema modulasi adaptif yang dirancang.

1.2 Tujuan

Tujuan penulisan tugas akhir ini yaitu :

1. Memahami prinsip kerja sistem WCDMA menggunakan MIMO dan AMC
2. Menganalisa dan membandingkan kualitas performansi antara sistem WCDMA menggunakan MIMO dan modulasi adaptif dengan sistem WCDMA menggunakan modulasi tetap.

1.3 Perumusan Masalah

Dari uraian latar belakang diatas dapat diidentifikasi beberapa masalah, yaitu:

1. Merancang algoritma modulasi adaptif untuk sistem WCDMA menggunakan MIMO dan AMC
2. Pemodelan dan simulasi sistem WCDMA menggunakan MIMO dan AMC
3. Analisa dan evaluasi hasil kinerja sistem WCDMA meliputi :
 - a. Analisa kinerja sistem WCDMA pada kanal AWGN.
 - b. Analisa kinerja sistem WCDMA pada kanal Rayleigh Fading.
 - c. Analisa kinerja sistem WCDMA menggunakan MIMO dengan modulasi tetap pada kanal AWGN.
 - d. Analisa kinerja sistem WCDMA menggunakan MIMO dengan modulasi tetap pada kanal Rayleigh Fading pada berbagai kecepatan user.
 - e. Perbandingan Kinerja Antara Sistem WCDMA dengan Sistem WCDMA Menggunakan MIMO pada kanal AWGN dan kanal Rayleigh Fading
 - f. Perbandingan kinerja antara sistem WCDMA menggunakan MIMO dengan modulasi tetap dan modulasi adaptif.

:: ANALISA PERFORMANSI SISTEM W-CDMA MENGGUNAKAN MIMO DAN AMC

1.4 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini dilakukan pembatasan sebagai berikut:

- a. Parameter yang digunakan dalam analisis dan simulasi adalah rekomendasi dari standar sistem WCDMA UMTS.
- b. Kanal transmisi diasumsikan kanal Rayleigh Fading
- c. Skema modulasi yang digunakan dalam perancangan algoritma modulasi adaptif ini adalah QPSK *code rate* 1/2 dan 3/4, 16QAM *code rate* 1/2 dan 3/4.
- d. Kondisi kanal *feedback* dianggap ideal, sehingga informasi *feedback* diasumsikan tanpa eror
- e. Sinkronisasi antara *transmitter* dan *receiver* dianggap sempurna
- f. Target kualitas layanan adalah layanan *voice* dengan target BER 10^{-3} .
- g. Model sistem disimulasikan dengan M-File pada software Matlab

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan digunakan untuk memecahkan permasalahan dalam Tugas Akhir ini terdiri dari 4 tahap, yaitu :

1. Studi Literatur

Pencarian dan pengumpulan literatur-literatur dan kajian-kajian yang berkaitan dengan masalah-masalah yang ada pada Tugas Akhir ini, baik berupa artikel, buku referensi, internet, dan sumber-sumber lain yang berhubungan dengan masalah Tugas Akhir.

2. Analisa Masalah

Setelah pengumpulan data-data literatur, lalu menganalisa permasalahan berdasarkan data-data literatur tersebut dan berdiskusi dengan pembimbing.

3. Perancangan Sistem

Perancangan sistem berdasarkan dari hasil studi literatur, setiap blok dari sistem tersebut diterjemahkan ke program simulasi dengan Matlab,

:: ANALISA PERFORMANSI SISTEM W-CDMA MENGGUNAKAN MIMO DAN AMC

kemudian setiap blok itu divalidasi sebelum digabungkan menjadi satu program simulasi.

4. Simulasi Sistem dan Analisa

Setelah tahap perancangan berdasarkan standar yang ada, tahap selanjutnya adalah melakukan simulasi sistem (*running program*) sehingga didapatkan grafik-grafik dan data yang merepresentasikan sistem tersebut. Kemudian dianalisa hasilnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB PENDAHULUAN

I Bab ini membahas latar belakang masalah, maksud dan tujuan, batasan masalah, metoda penyelesaian masalah, dan sistematika penulisan yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir.

BAB DASAR TEORI

II Bab ini membahas teori-teori dasar tentang Sistem WCDMA, MIMO, Adaptive Modulation and Coding sehingga dapat menunjang dalam perancangan sistem.

BAB PEMODELAN DAN SIMULASI SISTEM

III Bab ini membahas tentang perancangan blok sistem WCDMA menggunakan MIMO dan AMC serta simulasi.

BAB ANALISA HASIL SIMULASI SISTEM

IV Bab ini membahas analisa hasil simulasi, apakah sesuai dengan yang diharapkan.

BAB PENUTUP

V Berisi kesimpulan akhir dan saran pengembangan

∴ ANALISA PERFORMANSI SISTEM W-CDMA MENGGUNAKAN MIMO DAN AMC

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian Tugas Akhir ini dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Teknik MIMO memberikan perbaikan performansi pada sistem WCDMA dengan perbaikan berkisar antara 0,7 dB sampai 1 dB pada kecepatan rendah (3 km/jam). Sedangkan pada kecepatan menengah (30 km/jam), MIMO memberikan perbaikan berkisar antara 0,7 dB 1,2 dB. Sedangkan pada kecepatan tinggi (120 km/jam), MIMO masih belum bisa memberikan perbaikan sistem untuk mencapai target BER 10^{-3} .
2. Pada sistem WCDMA menggunakan MIMO, target BER 10^{-3} dicapai ketika kecepatan user 3 km/jam pada SNR 7,8 dB dengan perbaikan sebesar 0,9 dB dibandingkan dengan sistem WCDMA tanpa menggunakan teknik MIMO pada modulasi QPSK code rate $\frac{1}{2}$. Akan tetapi, pada kecepatan user 30 km/jam dan 120 km/jam, target BER 10^{-3} tidak tercapai. Namun demikian, teknik MIMO tetap memberikan perbaikan performansi pada sistem.
3. Pemakaian algoritma adaptif modulasi memberikan perbaikan performansi terhadap sistem WCDMA menggunakan MIMO dengan modulasi tetap. Pada kecepatan 3 km/jam, adaptif modulasi memberikan perbaikan berkisar antara 4,3 dB sampai 11,9 dB terhadap setiap jenis modulasi. Sedangkan pada kecepatan 30 km/jam, adaptif modulasi memberikan perbaikan pad BER 10^{-1} berkisar antara 3 dB sampai 18 dB terhadap setiap jenis modulasi.
4. Sistem modulasi adaptif bekerja baik pada SNR yang cukup tinggi, sedangkan pada SNR rendah, sistem modulasi adaptif tidak memberikan performansi begitu baik terhadap sistem khususnya ketika kecepatan user cukup tinggi.

∴ ANALISA PERFORMANSI SISTEM W-CDMA MENGGUNAKAN MIMO DAN AMC.

5.2 Saran

1. Pada penelitian lebih lanjut disarankan untuk menggunakan *channel coding* jenis lain seperti Turbo Coding
2. Pada tugas akhir ini, asumsi kanal feedback sempurna (error 0 %), maka dari itu perlu dilakukan penelitian jika terjadi feedback error.
3. Pada penelitian lebih lanjut disarankan untuk menggunakan skema MIMO jenis lain seperti *Per Antenna Rate Control (PARC)*.
4. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan penelitian terhadap pengaruh jumlah antena penerima terhadap performansi sistem.



DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Proakis, John.G., *Digital Communication*, McGraw-Hill, New York, 1995.
- [2]. Rappaport, Theodore S., *Wireless Communication*. Prentice-Hall : New Jersey, 1996.
- [3]. Keller, Thomas and Hanzo, Lajos., “*Adaptive Modulation Techniques For Duplex OFDM Transmission*”. IEEE Transactions On Vehicular Technology, Vol. 49, No.5, September 2000.
- [4]. Byun, Jungsub., “*3GPP2/3GPP Coding Turbo Code and Turbo Interleaver*”. 2000.
- [5]. Haykin, Simon., *Communication System*. (4th ed.). John Wiley & Sons, Inc : New York, 2001.
- [6]. Mendoza, Osvaldo. *Measurement of EVM (Error Vector Magnitude) for 3G Receivers*. Chalmers University of Technology : Gothenburg, Sweden, 2002.
- [7]. Garg, Vijay K., *Wireless Network Evolution 2G to 3G*. Prentice-Hall : New Jersey, 2002.
- [8]. Coleri, Sinem., Ergen, Mustafa., Puri, Anuj., and Bahai, Ahmad., “*Channel Estimation Techniques Based on Pilot Arrangement in OFDM Systems*”. IEEE Transactions On Broadcasting, Vol.48, No.3, September, 2002.
- [9]. Kharisman, Herdik., *Modulasi Adaptif pada System OFDM Menggunakan Algoritma Adaptive Loading*. STT Telkom : Bandung, 2003.
- [10]. Horng, J Henry., Zang, Jinyun., and Lao, Debang., “*Throughput Analysis for WCDMA System with MIMO and AMC*”. IEEE Vehicular Technology Society News, Februari 2003.
- [11]. Chan, Raymond., *Channel Prediction for Adaptive Modulation in Wireless Communication*. Faculty of Virginia Polytechnic and State University : Virginia, Juli 2003.
- [12]. Chatterjee, S., Fernando, W.A.C., and Wasantha, M.K. “*Adaptive Modulation based MC-CDMA Systems for 4G Wireless Consumer*

:: ANALISA PERFORMANSI SISTEM W-CDMA MENGGUNAKAN MIMO DAN AMC

- Applications*". IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 4, No. 4, November 2003.
- [13]. "Adaptive Modulation (QPSK, QAM)". Intel in Communications. 2004
- [14]. Setyawan, Andy., *Analisa Kinerja Modulasi Adaptif Dengan Menggunakan Prediksi Kanal Pada Kanal Fading Rayleigh*. STT Telkom : Bandung, 2004.
- [15]. Nurohim, Muh.Nurohman., *Perancangan Algoritma Modulasi Adaptif Pada Standar IEEE 802.16e (Mobile WiMAX)*. STT Telkom : Bandung, 2006.
- [16]. Habibi, Moh.Kautsar, *Analisis Kinerja Sistem Multicarrier DS-CDMA (MC-DS-CDMA) Dengan Modulasi Adaptif*. STT Telkom : Bandung, 2006.
- [17]. Oh, Min-seok., "MIMO-OFDM Technology for Networking Engineers". LG Electronics. 2006.
- [18]. Ericsson, Nilo C., "Adaptive Modulation and Scheduling For Fading Channels". Uppsala University : Uppsala, Sweden,
- [19]. Hanzo, L., Wong, C.H., and Yee, M.S., *Adaptive Transceivers: Turbo-Coded, Turbo-Equalised, and Space-Time Coded TDMA, CDMA, MC-CDMA, and OFDM Systems*. Dept. of Electronics and Computer Science, University of Southampton, UK.
- [20]. Hu, Shengquan., Duel-hallen, Alexandra., Hallen, Hans., "Adaptive Modulation Using Long Range Prediction for Flat Rayleigh Fading Channels". Dept. of Electrical and Computer Engineering. North Carolina State University.
- [21]. Song, Yi., and Blostein, Steven D., "Adaptive Modulation for MIMO Systems with Imperfect Channel Knowledge". Department of Electrical and Computer Engineering Queen's University, Kingston, Ontario, Canada.