

ANALISA DAN SIMULASI PERBANDINGAN KINERJA MC CDMA DAN MC DS-CDMA PADA KANAL MULTIPATH

Firman Hadi Sukma Pratama¹, Bambang Sumajudin², Budi Prasetya³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

CDMA sebagai salah satu teknik multiple akses dapat mengalami penurunan kapasitas akibat interferensi antar pengguna, efisiensi spektral yang tidak baik, dan *loss* pada *multipath propagation*. Penggunaan teknik modulasi *spread spectrum* untuk komunikasi digital terbukti tahan terhadap jamming, mampu mentransmisikan data dengan daya yang cukup. Selain penggunaan teknik tersebut, teknik modulasi *multicarrier* ternyata mampu mengurangi efek *Inter Symbol Interference* (ISI) yang diakibatkan oleh *multipath* dan mampu menyediakan efisiensi spektral yang maksimum dan kapasitas yang besar.

Multicarrier Code Division Multiple Access (MC-CDMA) merupakan penggabungan teknik CDMA dengan teknik modulasi *multicarrier* (OFDM). Dengan menggunakan OFDM ada dua pilihan *spreading domain*, *time domain* (MC-DS-CDMA) dan *frequency domain* (MC-CDMA). Perbedaan *spreading domain* tersebut mengakibatkan perbedaan kehandalan dalam kanal *multipath*

Pada tugas akhir ini akan menganalisa dan membandingkan kinerja sistem MC-CDMA dengan MC-DS-CDMA yang dimodelkan pada kanal propagasi mobile yang berdistribusi Rayleigh. Pada kedua sistem, di sisi penerima akan ditambahkan detektor decorrelator sebagai multiuser detector dan MRC (Maximal Ratio Combining) untuk combining sinyal terima.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kinerja sistem MC-CDMA lebih baik daripada MC-DS-CDMA pada kanal Rayleigh. Analisa dilakukan dengan variasi jumlah subcarrier, jumlah user dan perbedaan frekuensi doppler. Penambahan jumlah subcarrier cenderung memperbaiki kinerja performansi kedua sistem dengan batas maksimal 32 subcarrier. Untuk BER $\times \times$ pada frekuensi doppler, jumlah subcarrier dan user yang sama MC-CDMA memiliki performansi lebih bagus dengan selisih gain sekitar 5dB dengan MC-DS-CDMA. MC-CDMA memiliki performansi yang baik dibandingkan MC-DS-CDMA pada kondisi adanya *Multi User Interference*.

Kata Kunci : *

Telkom
University

Abstract

CDMA as one of multiple technique access can be decline in capacity because of interference among user, inadequate spectral efficiency and propagation loss. Utilization of modulation technique spread spectrum fir digital communication has proved that it hardy from the jamming, transmit with low power and mitigate the noise. It also can decrease the effect of Inter Symbol Interference (ISI) that caused by multipath and has big capacity.

Multicarrier Code Division Multiple Access (MC CDMA) is a fusion technique of CDMA and OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing). There are two choice technique by OFDM. Time domain (MC DS-SS) and frquency domain (MC CDMA). That difference of spreading domain make the difference of reliability on multipath channel.

This research will analyze and compare the performance of MC-SS with MC-DS-SS on mobile propagation channel that distributed on Rayleigh. In both sistem at the receiver side is added with deccorelator detector as multiuser detection and MRC (Maxial Ratio Combining) to combine received signal..

The research show that the performance of MC-SS has better than the performance of MC-DS-SS on Rayleigh channel. Analysis is done by using variant of subcarrier quantity, user quantity and difference of Doppler frequency. The increase of subcarrier tends to revise the performance of both of the two system by maximal limit of subcarrier on 32. For BER \times on the same Doppler Frequency MC-SS has better performance than MC-DS-SS with a different of 5dB, MC-SS has better performance than MC-DS-SS on Multi User Interference condition.

Keywords : *

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pertumbuhan teknologi telekomunikasi terus berkembang sampai pada generasi ke tiga atau 3G yang dapat memberikan layanan data, suara dan video dengan data rate sampai 2 Mbps. Untuk memenuhi kualifikasi tersebut, dilakukan penelitian menerapkan sistem akses jamak CDMA.

DS-CDMA merupakan merupakan teknik multiple akses yang banyak dipakai pada sistem komunikasi berbasis CDMA. Tetapi sistem ini tidak tahan terhadap kanal yang selektif terhadap frekuensi sehingga kapasitasnya dibatasi oleh interferensi pengguna lain. Dengan adanya teknik multicarrier, Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) yang lebih tahan terhadap kanal yang selektif terhadap frekuensi. Di tahun 1993 pada konferensi Personal Indoor Mobile Radio Communication (PIMRC) mulai dipikirkan untuk menggabungkan CDMA dengan multi carrier modulation untuk mendapatkan suatu sistem yang lebih baik. Dua diantara sistem-sistem yang muncul adalah MC-CDMA dan MC-DS-CDMA.

Sistem MC-CDMA menyebarkan sinyal informasi di domain frekuensi, sedangkan sistem MC-DS-CDMA menyebarkan sinyal informasi di domain waktu. Keduanya mempunyai reaksi yang berbeda terhadap kanal multipath.

Melalui tugas akhir ini akan dilihat kinerja sistem apa yang lebih baik diantara keduanya dengan BER, dan kapasitas pengguna dengan variabel banyak subcarrier dan frekuensi doppler sebagai parameternya jika diterapkan dalam kondisi yang sama.

I.2 Perumusan Masalah

Dalam tugas akhir ini akan dibahas masalah performansi MC-CDMA dan MC-DS-CDMA yang keduanya merupakan pengkombinasian modulasi orthogonal dan CDMA, sebagai alternatif mengatai masalah dalam sistem CDMA untuk memasuki era generasi ke tiga atau 3G. Hal-hal yang akan dilakukan dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Pemodelan sistem MC-CDMA dan MC-DS-CDMA pada kanal AWGN dan kanal fading yang terdistribusi secara rayleigh
2. Pemodelan untuk mendeteksi multi user dan combining menggunakan Maximum Ratio Combining (MRC) di penerima.
3. Analisa sistem meliputi :
Performansi sitem yang ditunjukkan dengan Bit Error Rate (BER) dan pengaruh terhadap jumlah user yang bertambah.

I.3 Tujuan Penelitian

Penelitian pada Tugas Akhir ini bertujuan untuk

1. Mengevaluasi performansi sistem MC-CDMA dan MC-DS-CDMA dengan jumlah user lebih dari satu (multi user)
2. Melakukan evaluasi terhadap pengaruh fading rayleigh terhadap kinerja sistem MC-CDMA dan MC-DS-CDMA dengan jumlah subcarrier yang bervariasi.

I.4 Pembatasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil yang optimal dan bermanfaat dari Tugas Akhir ini, maka masalah akan dibatasi sebagai berikut :

1. Pemodelan sistem CDMA dilakukan pada arah *uplink*, yaitu : dari arah *Mobile Station (MS)* ke *Base Transmitter Station (BTS)*.
2. Kode penebar yang digunakan adalah walsh hadamard
3. Kanal yang digunakan adalah kanal AWGN dan kanal fading yang terdistribusi Rayleigh
4. Menggunakan channel coding konvolusi

5. Menggunakan multi user detection jenis decorrelator
6. Performansi sistem yang diamati adalah *Bit Error Rate* (BER) dan *Signal to Noise Ratio* (SNR),
7. Modulasi yang digunakan adalah modulasi BPSK

I.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah :

1. Studi Kepustakaan yaitu mempelajari bahan-bahan pembahasan melalui literatur seperti buku dan referensi lain
2. Mengadakan konsultasi dengan dosen pembimbing
3. Simulasi dengan software Matlab 6.5

I.6 Sistematika Penulisan

Sistematika pembahasan Tugas Akhir ini dibuat dalam bab demi bab dengan lampiran sebagai pelengkap, yaitu:

- **BAB I : PENDAHULUAN**

Berisi tentang latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

- **BAB II : DASAR TEORI**

Berisi konsep dan prinsip modulasi, kanal multipath, sistem transmisi single carrier dan multi carrier, konsep OFDM, kelebihan dan kekurangan OFDM, konsep CDMA, combining, deteksi multi user, spread spectrum dan walsh spreading disertai dengan perumusan matematis.

- **BAB III : MODEL SIMULASI**

Berisi penjelasan serta pembuatan model apa yang akan disimulasikan mulai dari pembuatan diagram blok sistem sampai penjelasan setiap diagram blok.

- **BAB IV : ANALISA DATA HASIL SIMULASI**

Berisi analisa hasil simulasi MC-CDMA dan MC-DS-CDMA pada kanal multipath dengan SNR, BER, subcarier dan jumlah user yang bervariasi

- **BAB V : PENUTUP**

Berisi kesimpulan hasil penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.

- **LAMPIRAN**

Bab ini berisi data dan grafik hasil simulasi dari software Matlab 6.5

ST **Telkom** *UNIVERSITY*
University

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi dan analisa, kesimpulan yang dapat diambil dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Pada kondisi multiuser, kinerja MC-CDMA lebih baik dari MC-DS-CDMA, hal ini terlihat dari BER MC-CDMA yang lebih kecil pada kondisi simulasi yang sama. Kelebihan MC-CDMA karena proses spreading pada domain frekuensi sehingga penerima dapat selalu menggunakan semua energi sinyal terima yang tersebar didalam domain frekuensi.
2. Untuk sistem MC-CDMA; penambahan jumlah subcarrier memiliki pengaruh yang cukup besar dalam memperbaiki nilai BER. Terjadi penguatan sebesar 8dB untuk perubahan 8 *subcarrier* menjadi 32 *subcarrier*. Hal ini disebabkan oleh perubahan dari *bandwidth* transmisi yang menjadi lebih kecil jika dibandingkan dengan *bandwidth coheren* kanal. Sehingga sinyal mengalami *flat fading* yang lebih tahan terhadap noise.
3. Untuk sistem MC-DS-CDMA; penambahan subcarrier juga mengakibatkan bergesernya nilai SNR untuk mencapai nilai BER minimal. Terjadi penguatan sebesar 7dB untuk perubahan 8 *subcarrier* menjadi 32 *subcarrier*. Hal ini disebabkan oleh perubahan dari *bandwidth* transmisi yang menjadi lebih kecil jika dibandingkan dengan *bandwidth coheren* kanal. Sehingga sinyal mengalami *flat fading* yang lebih tahan terhadap noise.
4. Dari kedua sistem, tampak bahwa penggunaan kode konvolusi dan interleaver mampu memperbaiki performansi sistem MC-CDMA dan MC-DS-CDMA. Hal ini karena dengan kode konvolusi, data yang dikirim lebih tahan terhadap noise dengan adanya penambahan bit yang mengawal data asli.. Coding gain yang dihasilkan kedua sistem sebesar 4dB.

5. Penambahan jumlah user sangat berpengaruh terhadap kinerja dari sistem MC-CDMA dan MC-DS-CDMA. Tetapi penurunan kinerja dapat diatasi dengan menambah jumlah subcarrier dan menaikkan nilai SNR. Hal ini disebabkan karena bertambahnya jumlah user, maka akan meningkatkan komponen *Multiple Access Interference (MAI)*, sehingga menyebabkan $\frac{C}{I}$ total makin turun.
6. Perubahan kecepatan akan mengurangi performansi dari kedua sistem, hal ini disebabkan oleh pergeseran doppler yang sebanding dengan kenaikan kecepatan user. Pergeseran doppler menyebabkan bergesernya susunan antar carrier sehingga tidak saling orthogonal. Performansi terbaik dicapai saat kecepatan user diam.
7. Kinerja MRC ditentukan oleh pengaruh perbedaan fasa dari sinyal terima. Jika terjadi perbedaan fasa yang besar pada sinyal terima MRC, maka akan terjadi penurunan nilai BER. Dengan perbedaan fasa yang semakin besar maka sinyal terima dapat saling melemahkan sehingga menurunkan level daya terima.

5.2 Saran

Setelah menyelesaikan Tugas Akhir ini, saran yang dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Perlu analisa dengan sinkronisasi tidak sempurna pada penerima dan delay spread yang lebih besar
2. Untuk meningkatkan kapasitas dan kualitas dapat dilakukan penambahan antena baik dari pengirim maupun di penerima sehingga menjadi sistem MIMO MC-CDMA .
3. Dapat dikembangkan dengan Algoritma multiuser yang lain seperti PIC , SIC , MMSE dan lainnya .
4. Penggunaan metode *aquisisi* dan *tracking* untuk mendeteksi error sinkronisasi pada MC-CDMA dan MC-DS-CDMA



ST **Telkom** *UM*
University

Sekolah Teknologi Telkom

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dr-Ing Volker Khun, Prof Dr-Ing Karl-Dirk Kammeyer, "Multi-User detection in Multicarrier CDMA System", Departemen of Communication Engineering-Universitat Bremen, 2004
- [2] Eduardus Primus de Rosari, "Analisa Performansi Sistem Wide Band MC CDMA pada Jaringan Komunikasi Radio di dalam Ruangan", STT Telkom Bandung 2004
- [3] Fazel.K and S.Kaiser, "Multicarrier and Spread Spectrum", John Wiley, 2003
- [4] Hanzo L, L-L Yang, E-L.Kuan, K.Yen, "Single and Multicarrier CDMA", IEEE Press-John Wiley, 2000.
- [5] Harri Holma and Antti Toskala, "WCDMA for UMTS", 3rd ed, John Wiley, 2004
- [6] John G. Proakis, "Digital Communication", 3rd ed, McGraw-Hill, New York 1995
- [7] John G. Proakis and Dimitri G. Monolakis, "Digital Signal Processing: Principles, Algorithms, and Application, 3rd ed, Prentice Hall International, 1996
- [8] Rappaport, Theodore S., "Wireless Communications : Principles and Practice", 2nd, Prentice Hall International, Upper Saddle River, 2002
- [9] Rustam Effendi, "Analisa Penerapan Turbo Code pada kanal pita lebar MC CDMA", STT Telkom Bandung 2005
- [10] Samuel C. Yang, "CDMA RF System Engineering", Artech House, London, 1998
- [11] Savo Glisic, "Advance Wireless Communication 4G Technologies", John Wiley, 2004
- [12] S.Moshavi, "Multi-user detection for DS-SS communications," *IEEE Commun. Mag.*, pp. 124–136, Oct. 1996