ANALISIS PERFORMANSI MIMO MC-CDMA DENGAN SMART ANTENNA MENGGUNAKAN ALGORITMA LMS

Elsa Prafitri[1], Budi Prasetya[2], Bambang Setia Nugroho[3]

[1]Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Saat ini perkembangan teknologi komunikasi wireless di dunia begitu pesat dan beragam yaitu dengan karakteristik memiliki kecepatan tinggi dan layanan multimedia. Untuk mendukung teknologi wireless tersebut, tidak akan lepas dari sebuah device yang bernama antena. Antena didefinisikan sebagai transformator gelombang terbimbing yang dilewatkan pada saluran transmisi menjadi gelombang ruang bebas maupun sebaliknya.

Dan dalam beberapa tahun sekarang, antena sebagai device dalam teknologi wireless terus dikembangkan. Salah satunya yakni adaptive antenna, yaitu kemampuannya dalam menjawab banyaknya permintaan user untuk mendapatkan kecepatan bit rate tinggi atau kualitas yang tinggi dalam melakukan mobile internet atau layanan multimedia, dengan memanfaatkan algoritma adaptive beamforming (LMS)

Sistem MIMO merupakan salah satu teknologi dimana masing-masing transmitter dan receiver dilengkapi dengan array antenna (antena susunan). Teknologi ini mampu memperbaiki dalam menyediakan kecepatan bit rate yang tinggi dalam transmisi dan meningkatkan performansi dalam kanal multipath fading dan interferensi. Salah satu pengembangan sistem MIMO saat ini adalah MIMO MCCDMA, yakni suatu bentuk modulasi/ multiple access dimana merupakan suatu kombinasi Orthogonal Frequency Divison Multiplex (OFDM) dan Code Divison Multiple Access (CDMA)

Tugas akhir ini membahas analisis performansi MIMO MCCDMA dengan smart antenna menggunakan algoritma LMS. Dengan penggunaan algoritma adaptive beamforming pada sistem berbasis MIMO-MCCDMA, dilihat ketahanan sistem, secara efisien dalam melawan efek multipath dan fleksibilitas untuk multi user, serta pemasukan simbol pilot-pilot secara periodik ke dalam sinyal yang ditransmisikan untuk mendukung estimasi kanal

Dari hasil simulasi didapatkan bahwa sistem MIMO MCCDMA yang diberikan pembobotan algoritma LMS memberikan perbaikan SNR sebesar ±7.6 dB dengan sistem yang tidak diberikan pembobotan untuk 2 user. Bertambahnya jumlah user berdampak pada penurunan performansi pada LMS MIMO MCCDMA, hingga 4 user sampai 16 user tidak tercapai BER 10-3. Penurunan performansi juga terjadi ketika kecepatan user semakin besar, hingga kecepatan 90 km/jam, BER sebesar 10-2 tidak tercapai.

Kata Kunci :

Abstract

Today, wireless communication technology become growth so fast and has a lot of kind which the characteristic of high speed and multimedia service. For support that wireless technology, it can not be rid of a device which named by antenna. Antena is defined as guided waveform transformer which through by transmission line, become a free waveform even the other way

In recent years, antenna as device in wireless technology keep always developed. One of it is adaptive antenna, which the capabilities to answer some user request to get a high speed bit rate and high quality to do mobile internet activity or some other multimedia service, that use adaptive beamforming algorithm (LMS)

MIMO system is one of technology where each transmitter and receive is fully equipped by array antenna. This technology can fix in provide a high speed bit rate in transmission and increase the performances in multipath fading channel and interference. One of development in MIMO system is MIMO MCCDMA, which a kind of modulation or multiple access, where is a combination between Orthogonal Frequency Divison Multiplex (OFDM) and Code Division Multiple Access (CDMA)

This final project discuss performance analysis of MIMO MCCDMA with smart antenna using LMS algorithm. With the used of adaptive beamforming algorithm in system based on MIMO MCCDMA, we see tenacity of the system, in efficiently to against multipath effect and flexibility of multi user, and then the insertion of pilot symbols in continuesly to the signal which transmitted to support the channel estimation

From the simulation results that MIMO MCCDMA system which given by weightned LMS algorithm, give repaired SNR ±7.6 dB than system which not given by weightned algorithm for 2 user. The amount of user become bigger, give the effect of descent performance in LMS MIMO MCCDMA, for 4 user until 16 user, BER 10-3 can not be reached. The descent of performance is also happening when the velocity of user become more fast, for the velocity 90 km/hour, BER 10-2 can't be reached

Keywords : Keywords : Adaptive Beamforming, LMS Algorithm , MCCDMA, MIMO System,

---

BAB I
PENDAHULUAN

1. 1 Latar Belakang

Teknologi *wireless communication* saat ini terus mengalami perkembangan yang sangat pesat dan diminati oleh para user, karena kebutuhan user akan mobilitas sistem, yakni mampu mengakses informasi dimana saja dan kapan saja dengan layanan yang memuaskan dan kecepatan akses yang tinggi. Namun permintaan yang tinggi akan teknologi ini oleh user, menimbulkan peningkatan pada kapasitas kanal pada bandwidth yang terbatas.

Dengan respon kanal wireless yang berubah-ubah terhadap waktu yang berkaitan dengan terjadinya multipath fading dan perubahan macam-macam interferensi pada kanal. Secara khusus sistem wireless didesign dengan menggunakan skema modulasi tertentu untuk menghadapi kondisi yang terburuk yang terjadi pada sinyal informasi sehingga menggunakan mekanisme kontrol daya untuk menyesuaikan dengan perubahan pola kanal.

Salah satu dalam masalah komunikasi wireless adalah fenomena multipath fading. Efek multipath disebabkan oleh lingkungan kanal propagasi. Sinyal yang diterima merupakan penjumlahan sinyal langsung dan sejumlah sinyal terpantul dari berbagai objek. Multipath didefinisikan sebagai lintasan jamak dari sinyal informasi yang dikirimkan sehingga dapat menyebabkan perubahan fasa antara sinyal langsung dan sinyal tidak langsung, sedangkan fading adalah fluktuasi level daya terima akibat perubahan kondisi kanal.

Dengan menggunakan sistem MIMO mampu mengatasi performansi sistem dalam kanal multipath fading dan interferensi serta mampu menyediakan transmisi *bit rate* yang tinggi. Pada tugas akhir ini, teknik MIMO dan MCCDMA dikombinasikan untuk meningkatkan efisiensi bandwidth selama dalam menjaga ketahanan terhadap selektivitas kanal

Pada tugas akhir ini dimasukkan algoritma LMS pada *receiver* sistem MIMO-MCCDMA, agar mampu mengatasi tiga jenis interferensi berbeda yang terjadi bila menggunakan sistem MIMO, yakni *Co-channel Interference*(CCI), *Interference Intersymbol (ISI),*dan *Multiple Antenna Interference* (MAI) dengan pemasukan pilot simbol secara periodik ke dalam sinyal yang ditransmisikan untuk mendukung estimasi kanal.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang dan menganalisis unjuk kerja bagian pengkodean *Least Mean Square* (LMS) dengan melakukan pengujian sistem MIMO MCCDMA untuk metode *Space Time Block Code* (STBC)
2. Menganalisa unjuk kerja sistem LMS MIMO MCCDMA saat melakukan pengubahan nilai DoA (*Dirrectional of Arrival*)
3. Menganalisa unjuk kerja sistem MIMO MCCDMA sebelum dan sesudah pemberian pembobotan algoritma LMS
4. Menganalisa unjuk kerja (kualitas) sistem LMS MIMO MCCDMA pada arah downlink saat mengubah kecepatan user
5. Menganalisa kapasitas user untuk sistem MIMO-MCCDMA dengan maksimal user 16
6. Menganalisa *beampattern* antena hasil sistem kerja algoritma LMS-MIMO MCCDMA

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh algoritma LMS dalam meningkatkan performansi untuk MIMO MCCDMA
2. Bagaimana kapasitas untuk sistem MIMO MCCDMA setelah diberi algoritma LMS
3. Bagaimana performansi sistem LMS MIMO MCCDMA dalam mengatasi perubahan kecepatan user
4. Bagaimana pengaruh algoritma LMS dalam sistem MIMO MCCDMA sehingga dapat menghasilkan *beam*, ke arah kedatangan user

1.4 Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini terdapat beberapa batasan masalah :

1. Perancangan sistem MIMO-MCCDMA hanya dibatasi pada layar fisik
2. Perancangan sistem MIMO-MCCDMA dibuat dengan spesifikasi kode penebar yang digunakan adalah *Walsh-Hadamard* dengan panjang L = 32
3. Pemodelan kanal pada penelitian ini dibatasi pada kanal multipath fading terdistribusi Rayleigh dengan AWGN (*Additive White Gaussian Noise*)
4. Skema modulasi yang dirancang dibatasi pada modulasi QPSK
5. Jumlah antena yang dipakai MIMO maksimal adalah 2, dengan jarak antena yaitu 0.5λ
6. Analisa Performansi yang dilakukan menggunakan simulasi MATLAB 7.8
7. Batasan ketelitian angka hasil simulasi yang akan digunakan adalah minimal 3 angka dibelakang koma
8. Performansi sistem LMS MIMO MCCDMA yang dibahas adalah perbandingan BER terhadap SNR.
9. Performansi sistem LMS MIMO MCCDMA tidak memperhitungkan adanya pengaruh interferensi

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur
   - Proses pembelajaran teori-teori yang digunakan dan pengumpulan literatur-literatur berupa buku referensi, artikel-artikel, serta jurnal-jurnal untuk mendukung dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Perancangan
   - Proses perancangan sistem MIMO-MCCDMA yang akan bekerja pada kanal yang terdistribusi Rayleigh, AWGN
3. Simulasi
   - Penelitian ini dilakukan dalam bentuk simulasi program dengan menggunakan software MATLAB 7.8 yang memungkinkan peneliti untuk memanipulasi

variabel-variabel input dan meneliti akibatnya terhadap kinerja sistem MIMO-MCCDMA

4. Pengambilan Data
   - Pengambilan data dilakukan dari hasil pengujian simulasi dengan pengubahan data pada subsistem MIMO-MCCDMA yang tetap untuk dilakukan analisis unjuk kerja subsistem
5. Analisis
   - Analisis dilakukan setelah proses perancangan, simulasi, dan pengambilan data dilakukan. Analisis dilakukan untuk melihat performansi unjuk kerja sistem yang kita telah buat

1.6 Sistematika Penulisan

- **Bab I. Pendahuluan**

  Bab ini berisi uraian mengenai latar belakang pembuatan Tugas Akhir, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.
- **Bab II. Landasan Teori**

  Bab ini membahas tentang konsep dasar MIMO-MCCDMA secara umum dengan algoritma LMS sebagai teknik yang dipakai untuk menghasilkan *adaptive beamforming* pada pola pancar antena yang diinginkan
- **Bab III. Pemodelan Sistem dan Simulasi**

  Bab ini membahas tentang perancangan LMS-MIMO-MCCDMA yang dilihat dari pemodelan dan simulasi dengan menggunakan *software* Matlab 7.8.
- **Bab IV. Analisa Hasil Simulasi**

  Bab ini berisi tentang data-data hasil simulasi yang kemudian dilakukan analisa untuk melihat unjuk kerja sistem yang telah kita buat
- **Bab V. Kesimpulan dan Saran**

  Bab ini membahas kesimpulan-kesimpulan serta saran yang dapat ditarik dari keseluruhan Tugas Akhir ini dan kemungkinan pengembangan topik yang bersangkutan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil kesimpulan Tugas Akhir ini, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Faktor μ (*step size*) tidak akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap performansi sistem. Faktor μ akan berpengaruh pada kecepatan kekonvergenan sistem, tetapi akan membuat nilai *mean square error* menjadi tidak stabil. Pada tugas akhir ini dipilih $\mu = 0.1$ yang memberikan kinerja paling optimum. Perubahan arah sudut DoA *user* juga tidak berpengaruh terhadap performansi sistem untuk *single user*.
2. Sistem MIMO MCCDMA kanal Rayleigh dengan LMS MIMO MCCDMA kanal Rayleigh untuk 2 *user* memberikan performansi yang lebih baik dengan adanya perbaikan SNR sebesar ±7.6 dB untuk target pencapaian BER sebesar 10^{-2}. Sedangkan sistem MIMO MCCDMA dan LMS MIMO MCCDMA untuk kondisi kanal AWGN membutuhkan SNR kurang dari 0 dB
3. Dengan bertambahnya jumlah *user* untuk sistem LMS MIMO MCCDMA, berdampak dengan kenaikan SNR untuk mencapai target BER tertentu. Untuk mencapai target BER 10^{-3} , dengan *single user*, maka SNR yang dibutuhkan adalah 0.3537 dB. Kemudian dengan 2 *user*, diperlukan SNR sebesar 5.497, hingga 4 *user* dan 8 *user*, yang tidak dapat mencapai target
4. Performansi sistem LMS MIMO MCCDMA mengalami penurunan, seiring dengan meningkatnya pergerakan *user*. Untuk mencapai target BER 10^{-2}, *user* dengan kecepatan 0 km/jam (diam), membutuhkan SNR sebesar 4.017 dB, kemudian dengan kecepatan 3 km/jam SNR yang dibutuhkan adalah 7.509 dB, hingga *user* dengan kecepatan 30 km/jam dengan SNR sebesar 19.03 dB. Untuk *user* dengan kecepatan 90 km/jam,target BER tidak tercapai
5. Pola *Beampattern* pada sistem LMS MIMO MCCDMA sudah dapat menghasilkan *beam* ke arah kedatangan user atau *adaptive beamforming* . Terlihat dengan menganalisa dengan memvariasikan DoA (*Directional of Arrival)* untuk 30^0, 60^0,90^0, dan 120^0, dengan hasil posisinya sudah sesuai dengan yang diinginkan

5.2 Saran

1. Membandingkan performansi sistem MIMO *adaptive beamforming* dengan mengubah atau menambahkan jumlah antena.
2. Merancang sistem LMS MIMO MCCDMA dengan algoritma MIMO dan algoritma pembobotan yang lain.
3. Merancang sistem LMS MIMO MCCDMA dengan memperhitungkan adanya pengaruh interferensi

DAFTAR PUSTAKA

[1]. Richard van Nee, Ramjee Prasad, "*OFDM for Wireless Multimedia Communications*", Artech House, Boston, London, 2000.

[2]. Hara, Shinsuke and Prasad, Ramjee, "*Overview Of Multicarrier CDMA*", IEEE Communications Magazine pp. 126-133, December 1997.

[3]. Alamouti, M siavash. *"A Simple Transmit Diversity Technique for Wireless Communications"*. IEEE journal on select areas in communications Vol 16, No 8 ,October 1998

[4]. Theodore S. Rappaport, "*Wireless communications, Principles and Practice*, 2nd Ed", Prentice Hall, 2002

[5]. Shen, Yushi and Martinez, Ed, "*Channel Estimation in OFDM System*".Freescale Semiconductors Application Note Rev.0,1/2006

[6]. Krauss, John D dan Ronald J. Marhefka. 2002. *Antennas For All Applications.* Edisi ketiga. NewYork : McGraw-Hill

[7] J. Proakis, "*Digital Communications*", McGraw Hill, 3rd., 1995.

[8] Proakis John G., Salehi Masoud, "*Communication System Engineering*", Prentice Hall, 1994

[9] Theodore S. Rappaport, "*Wireless Communications*", Prentice Hall, 2002

[10] Haykin, Simon. *Communication System*, John Wiley & Sons, Ontario, 2000.

[11] Azka,Puti. *"Analisis Performansi MIMO STBC dengan Perbedaan Nilai Transmission Rate Pada Kanal Rayleigh Fading"*.Tugas Akhir,STTTelkom,2007

[12] Valenti,M.C, and Baker,D.A, "*The Impact of Channel Estimation Errors on Space-Time Block Codes*", Wireless Communications Research, Lab West Virginia University, 2004.

[13] David Gesbert, Mansoor Shafi, Da-Shan Shiu, Peter J. Smith, Ayman Naguib, "*From Theory to Practice : An Overview of MIMO Space-Time Coded Wireless Systems*", Tutorial Paper, IEEE Journal On Selected Areas In Communication Vol. 21, No.3 April 2003, Oslo University, Norway.

[14] Haerani, Nur, *"Analisis Performansi MIMO MC-CDMA dengan Eigen Beamforming pada sisi Transmitter"*. Tugas Akhir, IT Telkom, 2009

[15] Disaka, Dewa Made Mahendra, *"Estimasi Kanal Sistem MIMO OFDM dengan Metode MMSE dan LMS"*, Tugas Akhir, STT Telkom, 2006