

ANALISA KINERJA PENERAPAN SUBKANALISASI PADA SISTEM MIMO SESUAI STANDAR IEEE 802.16E

Sri Ariyanti¹, Sugihartono², Rina Pudji Auti³

¹Magister Elektro Komunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Subkanalisasi merupakan mekanisme pemakaian jumlah subcarrier secara adaptif berdasarkan karakteristik fading. Teknik ini digunakan untuk mengatur daya yang dipancarkan pada Subscriber Station. Caranya yaitu dengan mengonsentrasikan daya pancar pada subkanal tertentu. WiMax menggunakan teknik OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) yang berfungsi untuk meningkatkan performansi pada lingkungan multipath atau Non Line Of Sight. OFDM merupakan teknik multicarrier dimana satu data stream dikirimkan dengan sejumlah subcarrier yang ratenya rendah. Subkanalisasi sangat cocok diterapkan pada sistem yang menggunakan teknik multicarrier karena prinsip subkanalisasi yaitu pemakaian jumlah subcarrier secara adaptif berdasarkan karakteristik fading.

WiMax IEEE 802.16e mempunyai kelemahan yaitu asymmetric coverage antara Subscriber Station dengan Base Tranceiver Station (BTS) akibat keterbatasan daya pancar SS. Masalah ini dapat diatasi dengan menggunakan teknik subkanalisasi karena subkanalisasi dapat mengatur besar kecilnya daya pancar pada SS sehingga sinyal yang diterima sesuai dengan sinyal yang diinginkan. Penerapan subkanalisasi berpengaruh terhadap data rate. Ketika subkanal yang digunakan sedikit, maka data rate menjadi rendah dan sebaliknya. Untuk mengimbangi rendahnya data rate tersebut digunakan adaptif modulasi. Jenis modulasi pada adaptif modulasi dan jumlah subkanal pada subkanalisasi sangat tergantung pada kondisi kanal.

Selain teknik subkanalisasi, MIMO (Multiple Input Multiple Output) juga diterapkan pada penelitian ini. Sistem MIMO merupakan salah satu teknik untuk memperbaiki performansi akibat multipath fading dengan menggunakan multi antena disisi transmitter dan receiver (M,N). MIMO yang digunakan pada penelitian ini yaitu MIMO STBC (Space Time Block Code) 2x2. Kanal yang digunakan dalam simulasi adalah kanal rayleigh yang bersifat quasi static.

Hasil penelitian pada kecepatan 30km/jam sistem MIMO dengan subkanalisasi dan modulasi adaptif memberikan perbaikan kinerja sebesar ± 5 dB terhadap sistem SISO ketika BER 3 10 .

Kata Kunci : subkanalisasi, MIMO, WiMax, IEEE 802.16e

Telkom
University

Abstract

Adaptive sub channel represents the usage mechanism sum of the sub carriers adaptively pursuant to characteristic fading. This technique is used to arrange the energy transmitted at subscriber station. Its way that is with the power concentration for the certain sub channel. WiMax use OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) technique to improve performance in multi path environment or Non Line Of Sight. OFDM is special form of multi carrier modulation (MCM), where a single data stream is transmitted over a number of lower rate sub carriers. Adaptive sub channel is very compatible applied at system using multi carrier technique because the principle adaptive sub channel is usage sum up the sub carriers adaptively pursuant to characteristic fading.

WiMax IEEE 802.16e has a weakness that is asymmetric coverage between Subscriber Station with the Base Transceiver Station (BTS) that is influenced by limitation of SS transmit power. This problem can be overcome by using adaptive sub channel technique because this technique can arrange the power transmit of SS so receiver will receive desired signal. Applying adaptive sub channel has an effect on to data rate. When we used a few of sub channel, data rate became lower conversely. To balance low data rate we use adaptive modulation. Modulation type of adaptive modulation and the number of sub channel for adaptive sub channel is very depend on channel condition.

Besides adaptive sub channel, MIMO (Multiple of Input of Multiple Output) is also applied at this research. MIMO System represents one of technique to improve the performance that is influenced by multi path fading by using multi antenna; beside transmitter and receiver (M,N). MIMO that is used at this research is MIMO STBC (Space Time Block Code) 2x2. Channel used in simulation is rayleigh channel with quasi static character.

The result of this research at a speed of 30km/hour, MIMO system use adaptive subchannel and adaptive modulation give the performance improvement equal to ± 5 dB to system of SISO of moment BER 3 10 .

Keywords : adaptive sub channel, MIMO, WiMax, IEEE 802.16e

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permintaan untuk suatu sistem global yang mendukung layanan multimedia interaktif seperti *teleconference* dan *wireless* Internet telah mendorong lahirnya teknologi *Broadband Wireless Access* (BWA) terbaru, WiMax IEEE 802.16. WiMax merupakan teknologi BWA yang dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan jaringan *wireline* untuk memenuhi kebutuhan layanan *broadband* akses ke pelanggan..

Salah satu kelemahan dari WiMax IEEE 802.16e adalah keterbatasannya daya pancar antena *Subscriber Station* yang mengakibatkan adanya *asymmetric coverage* yaitu ketidakseimbangan jangkauan antara *uplink* dan *downlink* yang disebabkan karena daya pancar yang dihasilkan oleh *Subscriber Station* dengan BTS berbeda jauh, dimana daya pancar *Subscriber Station* jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan BTS. Untuk mengatasi hal tersebut maka dilakukan *adaptive subcarrier* yang berguna untuk mengatur besarnya daya pancar pada *Subscriber Station* .

Pada sistem *wireless* masalah yang sangat mempengaruhi kualitas sinyal yang diterima adalah adanya pengaruh kanal *multipath*. *Multipath* ini dapat meredam daya yang diterima sehingga mempengaruhi kualitas sinyal di penerima. Untuk mengatasi hal ini, maka pada penelitian ini juga diterapkan sistem MIMO agar kualitas sinyal dapat menjadi lebih baik jika dibandingkan tanpa menggunakan teknik MIMO.

Penelitian ini akan difokuskan bagaimana menerapkan mekanisme *Uplink sub-channelization* dalam standar IEEE 802.16e pada sistem MIMO. Mekanisme subkanalisasi adaptif lebih ditujukan untuk mencari algoritma yang efektif dalam pemakaian jumlah *subcarrier*. Sedangkan MIMO yang digunakan disini adalah *Space Time Block Code*. Tujuan akhir dari penelitian ini adalah mampu menggabungkan kedua teknik tersebut dalam satu subsistem.

Diharapkan dari hasil penelitian ini akan memberikan solusi untuk perbaikan kinerja dan kualitas sinyal dengan menggunakan teknik subkanalisasi dalam sistem MIMO pada WiMax IEEE 802.16e.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini mempunyai tujuan antara lain:

- ❖ Dengan adanya teknik subkanalisasi adaptif dapat mengatasi adanya masalah *asymmetric coverage*
- ❖ Memberikan kualitas sinyal yang lebih baik dengan adanya penambahan sistem MIMO
- ❖ Membandingkan dan menganalisis :
 - Kinerja *fixed* subkanal pada SISO dan MIMO
 - Kinerja *fixed* modulasi pada SISO dan MIMO
 - Kinerja adaptif subkanal pada SISO dan MIMO
 - Kinerja adaptif modulasi pada SISO dan MIMO
 - Kinerja adaptif modulasi dan subkanal pada SISO dan MIMO

1.3 Rumusan Masalah

Masalah keterbatasan daya pancar *Subscriber Station* dan adanya faktor *multipath fading*, mempengaruhi kualitas sinyal yang diterima. Sehingga pada penelitian ini diharapkan memberikan solusi pada masalah tersebut diatas dengan cara menerapkan sistem subkanalisasi adaptif dan MIMO.

Adapun beberapa rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Pendefinisian model sistem sesuai standar WiMax IEEE 802.16e beserta parameter - parameter kerjanya.
2. Menentukan jenis algoritma yang sesuai untuk sistem subkanalisasi adaptif.
3. Bagaimana cara menggabungkan sistem adaptif subkanalisasi dan MIMO STBC.
4. Bagaimana performansi teknik subkanalisasi dan modulasi adaptif pada sistem SISO
5. Bagaimana performansi teknik subkanalisasi dan modulasi adaptif pada sistem MIMO
6. Bagaimana perbandingan antara sistem SISO dan MIMO yang menggunakan teknik subkanalisasi dan modulasi adaptif
7. Bagaimana menganalisis data hasil simulasi

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian menjadi terarah, maka parameter yang tidak menjadi objek penelitian diasumsikan ideal, tidak variatif dan mengikuti standar yang ada. Maka dari itu perlu dibuat batasan masalah, yaitu:

- a. Parameter sistem WiMax mengacu pada standart IEEE 802.16e 2004 khususnya *Wireless MAN-OFDM*

Magister IT Telkom
Sri Ariyanti - 211050005

Telkom
University

- b. Tidak terjadi kesalahan *feedback information* untuk proses *update* informasi *sub-channelization*.
- c. Kecepatan *user* rata-rata di dalam sel adalah 3, 30, 120, km/jam [24].
- d. *Single user*
- e. Tidak memperhitungkan efek *Multiple Access Interference (MAI)*
- f. MIMO yang digunakan adalah STBC.
- g. Kanal *multipath fading* terdistribusi Rayleigh, memiliki sifat *quasi static*, dimana koefisien kanal yang terdistribusi Rayleigh adalah tetap selama 1 *frame* kirim, dan berubah secara random untuk *frame* berikutnya

1.5 Hipotesis

Rumusan hipotesis awal Tesis ini antara lain:

- a. Dengan menerapkan teknik subkanalisasi adaptif mampu mengatasi masalah *power limited* pada *Subscriber Station*
- b. Dengan menerapkan MIMO STBC akan meningkatkan kualitas sinyal.
- c. Dengan menggabungkan teknik subkanalisasi adaptif dan MIMO mampu mengatasi *asymmetric coverage* dan mampu meningkatkan kualitas sinyal

1.6 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam Tesis ini antara lain :

- a. Studi Literatur

- Mempelajari berbagai referensi tentang BWA IEEE 802.16e, subkanalisasi adaptif, modulasi adaptif, sistem MIMO STBC, pengolahan sinyal, dan proses stokastik.
 - Diskusi dan konsultasi
- b. Simulasi/Metodologi Eksperimental
- Simulasi dilakukan untuk merepresentasikan kinerja sistem dalam bentuk grafik-grafik atau tabel sesuai dengan parameter – parameter.
- c. Analisis hasil Simulasi
- Menganalisis hasil simulasi dengan berbagai aspek peninjauan dan beberapa pendekatan.

1.7 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan tentang permasalahan dengan memperhatikan latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan, pembatasan masalah serta sistematika pembahasan.

BAB II DASAR TEORI

Menjelaskan konsep dasar WiMax IEEE 802.16e, sistem MIMO STBC, subkalisasi, OFDM, karakteristik kanal *multipath fading*, sistem modulasi.

BAB IIIPEMODELAN SIMULASI

Membahas proses desain dan pembuatan simulasi algoritma untuk menggabungkan teknik subkanalisasi adaptif pada sistem MIMO sesuai standar IEEE 802.16e.

BAB IV ANALISIS HASIL SIMULASI

Menganalisis kinerja sistem *Broadband Wireless Access* IEEE 802.16e dengan menerapkan mekanisme subkalisasi adaptif pada sistem MIMO. Parameter kinerja yang diukur adalah BER

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dari hasil simulasi serta saran - saran yang dapat digunakan untuk penelitian berikutnya.



Magister ITTelkom
Sri Ariyanti - 211050005

Telkom
University

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan simulasi yang sesuai dengan parameter – parameter pemodelan sistem, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Penggunaan jumlah sub-kanal akan berpengaruh terhadap kinerja sistem. Semakin sedikit jumlah subkanal yang digunakan, semakin bagus kualitas sistem dengan asumsi kanal bersifat *quasi static* dimana koefisien kanal yang terdistribusi *Rayleigh* adalah tetap selama 1 *frame* kirim, dan berubah secara random untuk *frame* berikutnya.
2. Pada Sistem subkanalisasi adaptif, MIMO memberikan performansi yang lebih baik jika dibandingkan dengan SISO untuk jenis modulasi yang sama. Untuk modulasi QPSK, MIMO memberikan *gain* sebesar ± 5 dB terhadap SISO, MIMO dengan modulasi 16-QAM memberikan *gain* sebesar ± 3 dB terhadap SISO, dan MIMO modulasi 64-QAM memberikan *gain* sebesar ± 10 dB terhadap SISO pada BER 10^{-3} .
3. Pada kondisi lingkungan fading dengan distribusi *rayleigh*, sistem adaptif modulasi (tanpa subkanalisasi adaptif) dari tiap jumlah subkanal yang digunakan, performansi MIMO lebih baik jika dibandingkan dengan SISO. Untuk jumlah subkanal 2, MIMO memberikan *gain* sebesar ± 4 dB, sedangkan untuk jumlah subkanal

4, 8 dan 16, MIMO memberikan *gain* masing-masing sebesar ± 4 dB, ± 2.5 dB dan ± 2 dB terhadap SISO pada BER 10^{-3} .

4. Dengan adanya penerapan sistem adaptif modulasi pada *mobile* WiMax, spektral efisiensi dapat ditingkatkan.
5. Penerapan sistem MIMO dengan adaptif subkanal dan adaptif modulasi pada *mobile* WiMax memberikan kualitas yang baik, dapat mengatasi adanya masalah keterbatasan daya pancar disisi pemancar (*Subscriber Station*), serta dapat meningkatkan spektral efisiensi.

5.2 Saran

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan *mobile* WiMax. Tesis ini tentunya tidak luput dari kekurangan, oleh karena itu disarankan untuk penelitian yang akan datang adalah sebagai berikut :

1. Penggunaan teknik adaptif subkanal untuk akses jamak OFDMA, sehingga bisa dianalisis pengaruh *Multiple Access Interference* (MAI).
2. Perlu diteliti algoritma adaptif *subcarrier* yang lain seperti Algoritma adaptasi *fixed-threshold* dengan menggunakan SNR sebagai *threshold*, Algoritma adaptasi *subband* BER *estimation* dengan menggunakan nilai rata-rata nilai SNR untuk tiap-tiap *subband* untuk melakukan proses adaptasi. Sehingga dapat dilakukan perbandingan algoritma mana yang lebih baik
3. Perlu diterapkan juga teknik *power control*, sehingga kinerja sistem semakin bagus.

Magister IT Telkom
Sri Ariyanti - 211050005

Telkom
University

4. Perlu dianalisa kapasitas *user* untuk penerapan sistem MIMO dan adaptif subkanal.



Magister ITTelkom
Sri Ariyanti - 211050005

Telkom
University

DAFTAR PUSTAKA

- [1] 3GPP TR.25-996 (V6.1.0 2003-09) “*Technical Specification Group Radio Access Network; Spatial channel model for Multiple Input Multiple Output (MIMO) simulations*”, 3GPP, 2003.
- [2] A.Paulraj, “*802.16e-A worldwide broadband mobile internet standart*”, One day workshop on WiMAX:Beceem Communication Inc, New Delhi, 2004.
- [3] Alamouti SM, “*A Simple Transmit Diversity Technique for Wireless Communication*”, IEEE Journal on Selected Areas in Communication, vol 16 No.8, October 1998.
- [4] Ayman F. Naguib, Vahid Tarokh, Nambi Seshadri, and A. R. Calderban, “*Space-Time Coding And Signal Processing For High Data Rate Wireless Communications*”, AT&T Labs Research, Florham Park, 1998.
- [5] Budiman, Gelar, “*Konfigurasi MIMO MC-CDMA Pada Kanal Fading Rayleigh*”, Tesis, STTTelkom, 2005.
- [6] Chengshan Xiao, “*Rayleigh Channel Fading Simulator : Problem and Solutions*”, Dept. of Electrical and Computer Engineering, University of Missouri-Columbia, USA, 2001
- [7] 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.

Telkom
University

- [8] Efendi, Rustam, "Limited Feedback Precoding dan MIMO Spatial Multiplexing Untuk Aplikasi 802.16e", Thesis, STTTelkom, 2007
- [9] IEEE, "802.16a Standard and WiMax Igniting Broadband Wireless Access", Wimax Forum, 2004
- [10] IEEE, "802.16TM IEEE Standard for Local and metropolitan area networks, Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems", IEEE Standards, 2004.
- [11] IEEE Standard for local and metropolitan area network : 802.16TM, part 16 : air interface for fixed broadband wireless access systems, 2004.
- [12] Indriani, Lidya, "Desain dan Analisis Kinerja Penggabungan Modulasi Adaptif dan Algoritma Adaptif Beamforming Untuk Sistem IEEE 802.16e", Thesis, STTTelkom, 2006
- [13] Jakes, W.C., "Microwave Mobile Communication", Wiley, New York, 1974
- [14] Karen Su, "Space Time Coding: From Fundamental To The Future", University of Cambridge, 2003.
- [15] Kritsada Chongcharoenrisiri, "Sequential Decoding of GMSK in a Rayleigh Fading Channel", Asian Institute of Technology, Thailand, 1997.
- [16] P. Jain "On the Impact of Channel and Channel Quality Estimation on Adaptive Modulation", December 2002
- [17] Paltenghi, Giovanni, "Functional specifications of the adaptive modem IEEE 802.16", Multichannel adaptive Information System, 2004

- [18] Primasari, Anissa Rr. “*Analisis Performansi Sistem MIMO/OFDM Dengan Beamforming*”, Tugas Akhir, 2006
- [19] Putra, Y., “Perancangan Model dan Simulasi Akses Wireless Pita Lebar dengan Standar IEEE 802,” Tugas Akhir, STTTelkom, 2005 .
- [20] Rick S. Blum, Ye (Geoffrey) Li, Jack H. Winters, and Qing Yan, “*Improved Space–Time Coding for MIMO-OFDM Wireless Communications*”, IEEE Transaction On Communications, Vol. 49, No. 11, November, 2001.
- [21] Richard van Nee, Ramjee Prasad, “*OFDM For Wireless Multimedia Communications*”. Boston : Artech House, 2000
- [22] Rohde, Ulrich L., and Jerry C. Whitaker, “*Communications Receivers : Principles and Design*”, 3rd ed., McGraw-Hill, New York, N.Y., 2000
- [23] Siti Rohmah, Yuyun,”*Analisa Kinerja Sistem MIMO Pada Kanal Rayleigh Dengan Beamforming*”, Tugas Akhir, 2006
- [24] Shinzuke Hara, Ramjee Prasad, “ *Multicarrier Technique for 4G Mobile Communications*”, Artech House, 2003.
- [25] Shu Lin, Daniel J. Costello Jr, “ *Error Correcting Codes* ”, New Jersey : Prentice-Hall, 1983.
- [26] Theodore S. Rappaport, “*Wireless Communications*”, Prentice Hall, 2002.
- [27] Theodore S. Rappaport, “*Fundamentals of WiMax, Understanding Broadband Wireless Networking*”, Prentice Hall, 2005.

- [28] Tjondronegoro, S. DR., "*Topik Khusus Pengkodean Sumber dan Kanal*", STEI ITB, 2006.
- [29] V. Tarokh, N. Seshadri , and A. R. Calderbank, "*Space-time coding for high data rate wireless communication : performance criteria and code construction,* " *IEEE Trans, Inform, Theory*, Mar. 1998
- [30] 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.
- [31] Wahyudi, R.,"*Desain dan Analisis Kinerja Algoritma Untuk Menggabungkan Teknik Sub-kanalisasi dan Modulasi Adaptif Pada Broadband Wireless Access IEEE 802.16e*", Tesis, STTTelkom, 2006.
- [32] Wicker,"*Error Control System for Digital Communication and Storage*", Prentice-Hall,1995
- [33] Yaghoobi, hasan, "*802.16 Broadband Wireless Access: the nex big thing in wireless*", Intel Broadband Wireless division Wireless Networking group, 2003