

ANALISIS KINERJA SISTEM DIRECT SEQUENCE UWB MIMO

Novyanna Wisudamayanty Sembodho¹, Rina Pudji Astuti², Gelar Budiman³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Ultrawideband (UWB) merupakan teknologi aplikasi wireless yang beroperasi pada frekuensi 3.1 GHz - 10.6 GHz dan memiliki bandwidth transmisi lebih besar dari 500 MHz. Pengembangan teknologi ini sudah mendapatkan perhatian yang besar dari industri maupun kalangan pendidikan di dunia internasional. UWB memiliki banyak keuntungan antara lain data rate yang tinggi, path loss yang rendah, transceiver yang lebih sederhana dan murah, serta daya kirim yang rendah dan low interference.

Dengan daya kirim rendah yang dimilikinya, sistem UWB lebih cocok digunakan pada kanal indoor. Kondisi kanal indoor yang memiliki lebih banyak komponen multipath, menyebabkan UWB membutuhkan sistem tambahan agar dapat lebih tahan terhadap kondisi kanal multipath ini. Multiple Input Multiple Output (MIMO) telah terbukti dapat meningkatkan performansi sistem dalam kondisi kanal multipath [2],[3]. Dengan menggunakan teknik Space Time Coding, MIMO memberikan keuntungan diversitas dan peningkatan terhadap coding gain.

Pada tugas akhir ini dilakukan penelitian untuk mengetahui performansi singleband DS UWB dengan menggunakan MIMO. Mapper yang digunakan sebagai perbandingan adalah mapper BPSK dan QPSK, sehingga dapat diketahui mapper manakah yang dapat memberikan performansi lebih baik pada sistem DS UWB MIMO yang menggunakan kanal indoor dengan pemodelan kanal Saleh Valenzuela.

Dari hasil simulasi dapat diketahui bahwa mapper BPSK memberikan performansi yang lebih baik daripada mapper QPSK pada sistem DS UWB MIMO dengan memberikan coding gain sebesar 3 - 3.2 dB untuk mencapai BER 10⁻⁴. Dan dengan menggunakan MIMO STBC 2x2 pada sistem DS UWB memberikan peningkatan coding gain dari sistem DS UWB SISO hingga 3.5 dB pada BER 10⁻³.

Kata Kunci : DS UWB, MIMO, Saleh Valenzuela, BPSK, QPSK

Abstract

Ultra-wideband (UWB) is a wireless technology application that operates on 3.1 GHz - 10.6 GHz frequency and has transmission bandwidth bigger than 500 MHz. Development of this technology has obtained huge attention either from industry or education circle in international. UWB has many advantages such as high data rate, low path loss, simpler and cheaper transceiver, also low power transmit, and low interference.

With the low power transmit, UWB system is more appropriate to use in indoor channel. Indoor channel condition that has more multi-path component causing the UWB system to need addition system so that it can robust more towards the multi-path channel condition. Multiple Input Multiple Output (MIMO) had already proven can increase the system performance in multi-path channel condition [2],[3]. By using Space Time Coding technique, MIMO gives diversity advantage and escalation towards coding gain.

In this final project is done experiment to know the performance of single-band DS UWB by using MIMO. Mapper that is used as a comparison are BPSK and QPSK mapper, so that can be noticed which mapper gives better performance in DS UWB MIMO system that using indoor channel with Saleh Valenzuela channel modeling.

From the simulation result can be noticed that BPSK mapper gives better performance than QPSK mapper on DS UWB MIMO by giving 3 - 3.2 dB coding gain to reach BER 10⁻⁴. And by using MIMO STBC 2x2 on DS UWB system gives coding gain escalation from DS UWB SISO until 3.5 dB on BER 10⁻⁴.

Keywords : DS UWB, MIMO, Saleh Valenzuela, BPSK, QPSK

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ultrawideband (UWB) merupakan teknologi aplikasi *wireless* yang beroperasi pada frekuensi 3.1 GHz – 10.6 GHz dan memiliki bandwidth transmisi lebih besar dari 500 MHz. Pengembangan teknologi ini sudah mendapatkan perhatian yang besar dari industri maupun kalangan pendidikan di dunia internasional. UWB memiliki banyak keuntungan antara lain *data rate* yang tinggi, *path loss* yang rendah, lebih tahan terhadap *multipath propagation*, *transceiver* yang lebih sederhana dan murah, serta daya kirim yang rendah dan *low interference*.

Direct Sequence Spread Spectrum merupakan teknik penyebaran yang digunakan pada sistem *singleband* UWB yang dapat meningkatkan kemampuan *multiple acces* sistem. Sistem DS UWB ini merupakan pendekatan yang lebih sederhana dan dapat memberikan performansi yang lebih baik daripada teknik penyebaran lainnya ^{[1],[2],[3]}.

Sistem *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) adalah sistem yang telah terbukti dapat meningkatkan performansi sistem dalam kondisi kanal *multipath*. Dengan menggunakan teknik *Space Time Coding*, MIMO memberikan keuntungan diversitas dan peningkatan terhadap *coding gain*.

Pada tugas akhir ini dilakukan penelitian untuk mengetahui performansi teknik *Direct Sequence* UWB dengan menggunakan sistem MIMO. *Mapper* yang digunakan sebagai perbandingan adalah *mapper* BPSK dan QPSK, sehingga dapat diketahui *mapper* manakah yang dapat memberikan performansi yang lebih baik pada sistem DS UWB MIMO. Sistem ini dilewatkan pada kanal *indoor* Saleh Valenzuela yang merupakan rekomendasi pemodelan kanal pada IEEE 802.15.3a.

1.2 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam Tugas Akhir ini adalah:

- 1 Menganalisis pengaruh *mapper* yang berbeda terhadap kinerja sistem DS UWB MIMO
- 2 Menganalisis kinerja sistem DS UWB MIMO pada kondisi model kanal Saleh Valenzuela yang berbeda
- 3 Membandingkan kinerja sistem DS UWB MIMO dengan DS UWB SISO

1.3 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas pada tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana mendesain dan mensimulasikan *transceiver* DS UWB MIMO
2. Bagaimana pengaruh *mapper* BPSK dan QPSK pada sistem DS UWB MIMO
3. Bagaimana kinerja sistem DS UWB MIMO pada kondisi model kanal Saleh Valenzuela yang berbeda-beda

1.4 Batasan Masalah

Dalam pembahasan tugas akhir ini, masalah dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Analisis yang dilakukan hanya pada tingkat baseband
2. Kanal yang digunakan adalah kanal *indoor* dengan pemodelan kanal Saleh Valenzuela
3. Asumsi user diam dan jumlah user 1
4. Skema mapper yang digunakan BPSK dan QPSK
5. Multiple antena yang digunakan adalah MIMO STBC 2x2
6. Estimasi kanal menggunakan sinyal pilot metode konvensional
7. Sinkronisasi pengirim dan penerima dianggap sempurna
8. Sistem di penerima tidak menggunakan *rake receiver*
9. Parameter yang dianalisis adalah BER terhadap E_b/N_0

1.5 Metode Penelitian

Beberapa metode penelitian yang digunakan :

1. Bentuk penelitian
Penelitian berupa simulasi pada program aplikasi serta menganalisa performansi dari hasil simulasi tersebut.
2. Teknik pengumpulan data
Data diperoleh dari sumber pustaka dan dari pihak yang mempunyai keterkaitan dengan penelitian ini, sedangkan analisa bersumber dari hasil simulasi pada *software* yang digunakan.
3. Tahap perancangan model dan simulasi program
Tahapan yang dilalui dalam perancangan dan simulasi program antara lain :
 - a. Studi literatur
Merupakan kegiatan pembelajaran materi melalui berbagai sumber pustaka baik berupa buku maupun jurnal ilmiah.

b. Implementasi pada program aplikasi

Pada tahapan ini dilakukan implementasi metode menggunakan program Matlab 7.0.1.

4. Analisis Hasil Simulasi

Pada tahap ini dilakukan analisis parameter-parameter kinerja sistem untuk berbagai kondisi yang disimulasikan.

5. Penarikan Kesimpulan

Mengambil kesimpulan akhir terhadap hasil simulasi yang diperoleh serta memberikan saran untuk penelitian selanjutnya

1.6 Sistematika Penulisan

Tugas Akhir ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I Pendahuluan

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

BAB II Landasan Teori

Bab ini berisikan teori-teori yang mendukung dan melandasi penulisan tugas akhir, meliputi teori mengenai sistem UWB, konsep dasar MIMO, *mapper* BPSK dan QPSK, serta pemodelan kanal transmisi.

BAB III Pemodelan Sistem dan Simulasi

Bab ini menguraikan perancangan model dari teknik sistem DS UWB MIMO yang terdiri dari subsistem pengirim dan penerima DS UWB MIMO serta subsistem kanal Saleh Valenzuela yang disimulasikan dengan menggunakan program Matlab 7.0.1.

BAB IV Analisis Kinerja Sistem

Bab ini menguraikan analisis dari hasil simulasi yang telah dibuat dan dari data-data tambahan yang diperoleh dari *paper* dan referensi lainnya.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Bab ini akan memaparkan kesimpulan hasil simulasi dan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Tugas akhir tentang analisis kinerja sistem DS UWB MIMO dengan konfigurasi jumlah antena kirim 2 dan jumlah antena terima 2 untuk *single user* menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Secara umum, kinerja sistem DS UWB MIMO dengan menggunakan *mapper* BPSK maupun *mapper* QPSK dapat bekerja dengan baik pada kanal *indoor* dengan pemodelan kanal Saleh Valenzuela. Hal ini dapat dilihat dari nilai Eb/No yang diperlukan oleh masing-masing *mapper* untuk mencapai BER 10^{-3} pada kondisi kanal ekstrim SV4 adalah sebesar 5 dB untuk *mapper* BPSK dan 8.2 dB saat *mapper* QPSK digunakan.
2. Kinerja sistem DS UWB MIMO dengan *mapper* BPSK memberikan perbaikan kualitas sinyal terima sebesar 3 – 3.2 dB dari sistem DS UWB MIMO dengan *mapper* QPSK saat BER mencapai 10^{-3} .
3. Kinerja sistem DS UWB MIMO memberikan performansi yang lebih baik daripada sistem DS UWB SISO yaitu dengan adanya *gain* sebesar 3.5 dB saat sistem menggunakan *mapper* BPSK dan peningkatan *gain* sebesar 2.8 dB saat *mapper* QPSK digunakan untuk mencapai BER 10^{-3} .
4. Selain itu, sistem DS UWB MIMO juga memberikan performansi yang lebih baik daripada sistem DS UWB SISO pada setiap model kanal *indoor* Saleh Valenzuela baik saat kondisi LOS, NLOS, maupun saat kondisi ekstrim sekalipun. Yaitu dengan adanya peningkatan *gain* hingga 3.5 dB saat BER mencapai 10^{-3} .

5.2 Saran

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

1. Menganalisis performansi sistem DS UWB MIMO pada pemodelan kanal *indoor* lainnya seperti pada model kanal modified Δ -K model atau Ray Tracing model.
2. Menganalisis performansi sistem DS UWB MIMO dengan menggunakan *mapper* 4-BOK dan membandingkannya dengan sistem saat menggunakan *mapper* BPSK.

3. Menganalisis pengaruh jumlah user terhadap kinerja sistem DS UWB MIMO mengingat pada tugas akhir ini sistem dibuat hanya untuk *single user*.
4. Menganalisis pengaruh penambahan jumlah *multiple* antena yang digunakan pada sistem DS UWB MIMO.
5. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menganalisis *rake receiver* yang dapat digunakan sebagai sistem penerima pada DS UWB MIMO.
6. Menganalisis perbandingan kinerja sistem *singleband* DS UWB MIMO dengan sistem *multiband* MB-OFDM UWB MIMO.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Oppermann, Ian, and Matti Ha" ma" la" inen and Jari Iinatti. "*UWB theory and applications*", John Willey and Sons. 2004.
- [2] W. Pam Siringpairat, "*Multiband OFDM MIMO Coding Frameworks for UWB Communication System*", IEEE Transactions on Signal Processing, vol.54, No.1, January 2006.
- [3] W. Siringpairat, M. Olfat, and K. J. R. Liu, "*Performance Analysis and Comparison of Time-Hopping and Direct-Sequence UWB-MIMO System*" EURASIP Journal on Applied Signal Processing vol.3, page.328–345,2005.
- [4] Mikko Leimio, and Kari Nokkala, "*IEEE 802.15.3a Ultrawideband Techniques*", TUT: 83180 Wireless LANs, 2007.
- [5] Henry, and Yonas Djamianto, "*Performance of Coherence Receivers of Pulsed Multiband UWB Transceiver*", Department of Signals and Systems Chalmers University of Technology, 2004
- [6] Evan R. Green and Sumit Roy, "*System Architectures for High-rate Ultrawideband Communication Systems: A Review of Recent Development*", Intel Labs, 2004.
- [7] Hung-Quoc Duc Lai, "*Baseband Implementation and Performance Analysis of the Multiband OFDM UWB System*", Thesis submitted to the Faculty of the Graduate School of the University of Maryland, 2006.
- [8] Dr. Fatin Said, "Introduction to Channel Coding", CTR Room F4A
- [9] W. Zhuang, Xuemin (Sherman) Shen, and Qi Bi. "*Ultra-wideband wireless communication. Wireless Communication and Mobile Computing*". Wireless Communications and Mobile Computing, Vol.3, Page. 663-685, 2003.
- [10] Reed Fisher, and Ryuji Kohno, "*DS-UWB Physical Layer Submission to 802.15 Task Group 3a.*", September 2005
- [11] Gesbert, David, "*MIMO Space Time Coded Wireless System*", Dept of Informatics, *University of Oslo*. From Theory to Practice: An Overview of MIMO Space–Time Coded Wireless Systems, 2003.
- [12] Alamouti SM, "*A Simple Transmit Diversity Technique for Wireless Communication*", IEEE Journal on Selected Areas in Communication, vol 16 No.8, October 1998

- [13] L.Hanzo, T.H.Liew, “*Turbo Coding, Turbo Equalization and Space Time Codes, for Transmission over Fading Channels*”, IEEE Press, John Wiley & Sons, 2002
- [14] 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.
- [15] Jafarkhani, Hamid, “*A Quasi-Orthogonal Space Time Block Code*”, IEEE Transactions On Communications Letter, Vol. 49, No. 1, January 2001.
- [16] Richard van Nee, Ramjee Prasad, “*OFDM for Wireless Multimedia Communications*”, Artech House, Boston, London, 2000
- [17] Rick S. Blum, Ye (Geoffrey) Li, Jack H. Winters, and Qing Yan, “*Improved Space-Time Coding for MIMO-OFDM Wireless Communications*”, IEEE Transactions On Communications, vol. 49, no. 11, November 2001.
- [18] 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
- [19] Theodore S. Rappaport, “*Wireless Communications*”, Prentice Hall, 2002
- [20] Omura, J.K., “*On the Viterbi Decoding Algorithm*” (correspondence), IEEE Trans.Inf.Theory, vol IT15, Januari 1969, pp. 177-179
- [21] Vijaya Chandran Ramasami, “*BER Performance of Baseband Binary Transmission*”, EECS 862 Project, 2001