

## ANALISIS PERFORMANSI PADA DS-UWB MIMO DENGAN MODULASI M-PSK MENGUNAKAN RAKE RECEIVER

Mirna Labaho<sup>1</sup>, Rina Pudji Astuti<sup>2</sup>, Dharu Arseno<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

### Abstrak

Meningkatnya jenis servis sistem wireless saat ini maka diperlukan sistem komunikasi wireless yang dapat menyediakan kapasitas dan kecepatan data yang tinggi serta dapat berdampingan dengan sistem komunikasi lain yang telah ada. Sistem komunikasi Ultra Wideband (UWB) dapat memberikan solusi dari permasalahan tersebut. Hal ini disebabkan UWB memiliki bandwidth yang besar (minimal 500 MHz) sehingga dapat menyediakan kapasitas yang tinggi serta kecepatan yang tinggi. Selain itu, UWB memiliki konsumsi daya yang rendah sehingga dapat berdampingan dengan radio sistem narrowband untuk beroperasi pada spektrum yang sama tanpa mengakibatkan interferensi diluar batas.

Akibat konsumsi daya yang rendah, UWB lebih cocok digunakan pada kanal indoor. Kondisi pada kanal indoor yang memiliki banyak komponen multipath, menyebabkan UWB memiliki sistem tambahan agar dapat lebih tahan terhadap kondisi kanal ini. Penggunaan Rake Receiver dan Multiple Input Multiple Output (MIMO) telah terbukti dapat meningkatkan performansi sistem dalam kondisi kanal multipath.

Pada tugas akhir ini dilakukan penelitian untuk menganalisa performansi sistem DS-UWB MIMO dengan menggunakan Rake Receiver pada kanal indoor. Kanal indoor yang digunakan adalah kanal Saleh Valenzuela. Selain itu, mapper yang digunakan adalah M-PSK ( $M=2,4,8$ ) dan jumlah finger Rake receiver yang digunakan adalah 2, 4 dan 6-finger Rake sehingga dapat diketahui mapper dan jumlah finger Rake receiver yang memberikan performansi yang lebih baik pada sistem DS-UWB MIMO.

Dari hasil simulasi dapat diketahui bahwa mapper BPSK memberikan performansi yang lebih baik pada sistem DS-UWB MIMO di kanal Saleh Valenzuela, yaitu membutuhkan  $E_b/N_0$  sebesar 1,8 dB untuk mencapai BER  $10^{-4}$  pada CM-1. Selain itu, performansi sistem DS-UWB MIMO yang lebih baik juga didapatkan dengan menggunakan Rake receiver. Jumlah finger Rake receiver pada sistem DS-UWB MIMO memberikan performansi yang lebih baik pada simulasi ini adalah 6-finger Rake, dimana membutuhkan 2,4 dB untuk mencapai BER  $10^{-4}$  pada CM-1.

Kata Kunci : DS-UWB, MIMO, M-PSK, Rake receiver, Saleh Valenzuela

Telkom  
University

### Abstract

Today, the demand for all types of wireless services is increasing. So, new generation of wireless mobile radio system is needed to provide higher capacity and data rate. Beside that, this system can too coexist with devices operating at various frequency bands. Ultra Wideband (UWB) communication system can offer solutions of these problems. With its wide bandwidth, UWB has potential to offer a higher capacity and data rate. And with its low power consumption, UWB has potential too to coexist with narrowband radio systems operating in the same spectrum without causing undue interference.

With low power transmit, UWB system is more suitable to use in indoor channel indoor channel. Indoor channel condition that has more multipath component causing the UWB system need addition system so that it can robust more towards the multipath channel condition. Rake receiver and Multiple Input Multiple Output (MIMO) had already proven can increase the system performance in multipath channel condition.

In this final project is done experiment to performance analysis of DS-UWB MIMO system with M-PSK modulation using Rake receiver on indoor channel. Indoor channel that used in this experiment is Saleh Valenzuela channel. Beside that, in this experiment, mapper that used is M-PSK ( $M=2,4,8$ ) and amount of finger Rake receiver that used are 2,4 and 6-finger Rake. So mapper and Rake finger that give better performance in DS-UWB MIMO system can be knew. From the simulation result can be noticed that BPSK mapper gives better performance in DS-UWB MIMO system on Saleh Valenzuela channel by require  $E_b/N_0$  in the amount of 1,8 dB to reach BER  $10^{-4}$  on CM-1. Beside that, DS-UWB MIMO system with using Rake receiver gives better performance. Amount of finger Rake receiver in DS-UWB MIMO system in this simulation that gives better performance is 6-finger Rake, that require 2,4 dB to reach BER  $10^{-4}$  on CM-1.

Keywords : DS-UWB, MIMO, M-PSK, Rake Receiver, Saleh Valenzuela

---

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 LATAR BELAKANG

Meningkatnya jenis servis sistem *wireless* saat ini, maka diperlukan sistem komunikasi *wireless* yang dapat menyediakan kapasitas dan kecepatan data yang tinggi serta dapat berdampingan dengan sistem komunikasi lain yang telah ada. Sistem komunikasi *Ultra Wideband* (UWB) dapat memberikan solusi dari permasalahan tersebut. Hal ini disebabkan UWB memiliki *bandwidth* yang besar (minimal 500 MHz) sehingga dapat menyediakan kapasitas yang besar serta kecepatan yang tinggi. Selain itu, UWB memiliki konsumsi daya yang rendah sehingga dapat berdampingan dengan radio sistem *narrowband* untuk beroperasi pada spektrum yang sama tanpa mengakibatkan interferensi diluar batas.

Akibat konsumsi daya yang rendah pula, UWB lebih cocok digunakan pada kanal *indoor*. Kondisi pada kanal *indoor* yang memiliki banyak komponen *multipath*, menyebabkan UWB memiliki sistem tambahan agar dapat lebih tahan terhadap kondisi kanal ini. Penggunaan *Rake receiver* dan *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) telah terbukti dapat meningkatkan performansi sistem dalam kondisi kanal *multipath*.

*Direct Sequence Spread Spectrum* yang merupakan teknik penyebaran yang digunakan pada sistem *singleband* UWB, akan digunakan pada model sistem dari tugas akhir ini. Hal ini dikarenakan DS-UWB memiliki sistem yang lebih sederhana dan memberikan performansi yang lebih baik dibandingkan sistem *singleband* yang lainnya<sup>[1]</sup>. Sistem DS-UWB ini akan menggunakan sistem tambahan MIMO serta *Rake receiver* pada kanal *indoor*. Kanal *indoor* yang akan digunakan adalah kanal Saleh Valenzuela. Selain itu, *mapper* yang digunakan adalah M-PSK ( $M=2,4,8$ ) dan jumlah *finger Rake receiver* yang digunakan adalah 2,4 dan 6-*finger Rake* sehingga dapat diketahui *mapper* dan jumlah *finger Rake receiver* yang memberikan performansi yang lebih baik pada sistem DS-UWB MIMO.

## 1.2 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis performansi kinerja sistem DS-UWB MIMO dengan variasi *mapper* M-PSK pada kanal Saleh Valenzuela.
2. Menganalisis performansi kinerja sistem DS-UWB MIMO dengan variasi lengan Rake *receiver* pada kanal Saleh Valenzuela.
3. Menganalisis performansi kinerja sistem DS-UWB MIMO dengan dan tanpa menggunakan Rake *receiver* pada kanal Saleh Valenzuela.
4. Menganalisis Performansi Kinerja Sistem DS-UWB MIMO dengan *mapper* M-PSK menggunakan Rake *receiver* pada Kanal Saleh Valenzuela.

## 1.3 RUMUSAN MASALAH

Permasalahan yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana mendesain dan mensimulasikan sistem DS-UWB MIMO dengan *mapper* M-PSK menggunakan Rake *receiver* pada kanal Saleh Valenzuela?
2. Bagaimana menganalisis performansi kinerja sistem DS-UWB MIMO dengan variasi *mapper* M-PSK pada kanal Saleh Valenzuela?
3. Bagaimana menganalisis performansi kinerja sistem DS-UWB MIMO dengan variasi lengan Rake *receiver* pada kanal Saleh Valenzuela?
4. Bagaimana menganalisis performansi kinerja sistem DS-UWB MIMO dengan dan tanpa menggunakan Rake *receiver* pada kanal Saleh Valenzuela?

## 1.4 BATASAN MASALAH

Dalam pembahasan tugas akhir ini permasalahan dibatasi dalam ruang lingkup sebagai berikut :

1. Evaluasi sistem modulasi UWB menggunakan Matlab.
2. Sistem yang digunakan adalah DS-UWB.
3. *Mapper* yang digunakan adalah M-PSK ( $M=2,4,8$ ).
4. *Multiple* antenna yang digunakan adalah MIMO STBC 2x2.
5. Sistem di penerima menggunakan Rake *receiver*.
6. Kanal yang digunakan adalah kanal *indoor* dengan pemodelan kanal Saleh Valenzuela.
7. Asumsi *single user* dan *user* diam.
8. Sinkronisasi sempurna antara pemancar dan penerima.

9. Analisa hanya pada level *baseband*.
10. Unjuk kerja sistem yang diamati adalah *Bit Error Rate* (BER) vs Eb/No.

## 1.5 METODOLOGI PENULISAN

Langkah-langkah yang ditempuh dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini adalah :

### 1. Studi literatur

Pencarian dan pengumpulan literatur dan 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. Analisis masalah

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

### 3. Perancangan sistem

Perancangan sistem berdasarkan dari hasil studi literatur dan diskusi bersama pembimbing, kemudian setiap blok dari sistem tersebut diterjemahkan ke program simulasi dengan Matlab.

### 4. Simulasi sistem dan analisis

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 dianalisis hasilnya.

### 5. Kesimpulan

Pengambilan kesimpulan terhadap hasil simulasi yang diperoleh serta memberikan saran-saran untuk penelitian lebih lanjut.

## 1.6 SISTEMATIKA PENELITIAN

Tugas Akhir ini disusun dengan sistematika pembahasan sebagai berikut :

### **BAB I      Pendahuluan**

Bab ini berisi latar belakang masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, perumusan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

### **BAB II     Dasar Teori**

Bab ini berisi teori yang mendukung dan mendasari penulisan tugas akhir ini, yaitu teori sistem komunikasi UWB, MIMO, Rake *receiver*, kanal Saleh Valenzuela dan Sistem Transmisi *Baseband*.

**BAB III Pemodelan dan Simulasi Sistem**

Bab ini berisi blok diagram sistem *transmitter* dan *receiver* DS-UWB MIMO dengan menggunakan Rake *receiver* serta pemodelan kanal MIMO, Saleh Valenzuela dan AWGN

**BAB IV Analisis Kinerja Sistem**

Bab ini berisi analisa terhadap hasil yang diperoleh dari tahap pemodelan dan simulasi sistem.

**BAB V Kesimpulan dan Saran**

Bab ini berisi kesimpulan dari analisis yang telah dilakukan dan saran untuk pengembangan lebih lanjut.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang didapatkan berdasarkan Tugas Akhir tentang analisis performansi pada sistem DS-UWB MIMO dengan *mapper* M-PSK menggunakan Rake *receiver* adalah sebagai berikut:

1. Pada penggunaan *mapper* PSK yang berbeda, sistem DS-UWB MIMO dengan menggunakan *mapper* BPSK memberikan performansi lebih baik dibandingkan dengan menggunakan *mapper* QPSK dan 8-PSK pada kanal Saleh Valenzuela. Hal ini dapat dilihat pada simulasi dimana untuk mencapai BER  $10^{-4}$  pada CM-1, BPSK membutuhkan Eb/No hanya sebesar 1,2 dB sedangkan pada QPSK sebesar 3,6 dB dan 8-PSK sebesar 10 dB.
2. Pada penggunaan jumlah *finger* Rake *receiver* yang berbeda, performansi sistem DS-UWB MIMO dengan menggunakan 6-*finger* Rake *receiver* lebih baik dibandingkan sistem dengan menggunakan 3-*finger* dan 1-*finger* Rake *receiver* pada kanal Saleh Valenzuela, dimana untuk mencapai BER  $10^{-4}$  pada CM-1, sistem dengan 6-*finger* Rake *receiver* hanya membutuhkan Eb/No sebesar 2,4 dB sedangkan sistem dengan 3-*finger* Rake *receiver* sebesar 6,5 dB dan 1-*finger* Rake *receiver* sebesar 9,1 dB.
3. Kinerja sistem DS-UWB MIMO dengan menggunakan Rake *receiver* memberikan performansi yang lebih baik dibandingkan dengan sistem DS-UWB MIMO tanpa menggunakan Rake *receiver*. Hal ini dapat dilihat pada simulasi dimana pada CM-1, sistem dengan Rake *receiver* membutuhkan Eb/No sebesar 2,1 dB untuk mencapai BER  $10^{-4}$  sedangkan sistem tanpa Rake *receiver* membutuhkan Eb/No sebesar 4,1 dB
4. Sistem DS-UWB MIMO dengan *mapper* BPSK dan 6-*finger* Rake *receiver* pada CM-1 memberikan performansi yang terbaik diantara empat model kanal Saleh Valenzuela, dimana untuk mencapai BER  $10^{-4}$ , Eb/No yang dibutuhkan *mapper* BPSK sebesar 1,2 dB dan 6-*finger* Rake *receiver* sebesar 7,9 dB pada CM-1, lebih kecil jika dibandingkan dengan tiga model kanal Saleh Valenzuela yang lainnya

## 5.2 Saran

Berikut adalah beberapa saran yang dapat dilakukan untuk pengembangan lebih lanjut dari Tugas Akhir ini:

1. Menganalisis performansi pada DS-UWB MIMO dengan menggunakan *mapper* PPM (*Pulse Position Modulation*), PAM (*Pulse Ampiltude Modulation*), dan *mapper* yang lainnya.
2. Menganalisis pengaruh jumlah *user* terhadap kinerja sistem DS-UWB MIMO.
3. Menganalisis pengaruh jumlah antena yang digunakan pada sistem pengirim dan penerima DS-UWB MIMO.
4. Menganalisis perbandingan performansi sistem DS-UWB MIMO dengan sistem TH-UWB MIMO.
5. Menganalisis perbandingan kinerja sistem *singleband* DS-UWB MIMO dengan sistem *multiband* MB-OFDM UWB MIMO.





## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Siavash M. Alamouti, "A Simple Transmit Diversity Technique for Wireless Communication", IEEE Journal on Selected Areas in Communication, Vol. 16, No. 8, October 1998.
- [2] Andreas F. Molisch; Jeffrey R. Foerster, "Channel Models for Ultrawideband Personal Area Networks", Mitsubishi Electric Research Laboratories Publishers, December 2003.
- [3] Dongsong Zeng, "Pulse Shaping Filter Design and Interference Analysis in UWB Communication Systems", Dissertation in Faculty of The Bradley Department of Electrical and Computer Engineering Virginia Polytechnic Institute and State University, Northern Virginia Center, Falls Church, Virginia, July 2005.
- [4] David Gesbert; Mansoor Shafi; Da-Shan Shiu; Peter j. Smith; Ayman Naguib, "From Theory to Practice: An Overview of MIMO Space-Time Coded Wireless System", IEEE Journal on Selected Areas in Communication, Vol. 21, No. 3, April 2003.
- [5] Hailiang Mei, "Modeling and Performance Evaluation of a BPPM UWB System", Master Thesis in Electrical Engineering, Delft University of Technology, The Netherlands, July 2003.
- [6] Henry; Yonas Djamiyanto, "Performance of Coherence Receivers of Pulsed Multiband UWB Transceiver", Master Thesis in Department of Signals and Systems, Chalmers University of Technology, Goteborg, Sweden, 2004.
- [7] Hong Zhang. "WCDMA Simulator with Smart Antennas". Master Thesis in Department Electrical and Communication Engineering, Helsinki University of Technology, Espoo, Finland, November 2003.
- [8] Jeffrey R. Foerster; Marcus Pendergrass; Andreas F. Molisch, "A Channel Model for Ultrawideband Indoor Communication", Mitsubishi Electric Research Laboratories Publishers, November 2003.
- [9] Mikko Leimio; Kari Nokkala, "IEEE 802.15.3a Ultrawideband Techniques (UWB)", TUT: 83180 Wireless LANs, 2007.
- [10] Neil Gerein, "A Spatial Diversity Scheme For Fixed Point Indoor Wireless Communication", Master Thesis in Department of Electrical Engineering, University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan, Canada, December 2003.

- [11] Ian Oppermann; Matti Hamalainen; Jari Iinatti, “*UWB Theory and Applications*”, John Willey and Sons, 2004.
- [12] Dr. Saeed S. Ghassemzadeh; Dr. Larry Greenstein; Dr. Oh-Soon Shin; Prof. Vahid Tarokh, “*Parameter Assumptions for The Simulation of The Proposed 802.15.3a PHYs*”, IEEE P802.15 Working Group for Wireless Personal Area Networks (WPANs), September 2004.
- [13] Rick S. Blum; Ye (Geoffrey) Li; Jack H. Winters; Qing Yan, “*Improved Space–Time Coding for MIMO-OFDM Wireless Communications*”, IEEE Transactions On Communications, Vol. 49, No. 11, November 2001.
- [14] Ryuji Kohno; Matt Welborn; Michael Mc Laughlin, “*DS-UWB Physical Layer Submission to 802.15.3 Task Group 3a*”, IEEE P802.15 Working Group for Wireless Personal Area Networks (WPANs), March 2004.
- [15] Seyed Mohammad Sajad Sadough, “*Ultra Wideband OFDM Systems: Channel Estimation and Improved Detection Accounting for Estimation Inaccuracies*”, Master Thesis in University of Paris-Sud 11, January 2008.
- [16] Theodore S. Rappaport, “*Wireless Communications Principles and Practice*”, Prentice Hall PTR, 2002.
- [17] W. Pam Siringopairat; Weifeng Su; Masoud Olfat; K. J. Ray Liu, “*Multiband-OFDM MIMO Coding Framework for UWB Communication Systems*”, IEEE Transactions on Signal Processing, Vol. 54, No. 1, January 2006.
- [18] W. Siringopairat; M. Olfat; 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, pp. 328–345, 2005.
- [19] W. Zhuang; Xuemin (Sherman) Shen; Qi Bi, “*Ultra-wideband Wireless Communications*”, Wireless Communications and Mobile Computing, Vol.3, pp. 663-685, 2003.
- [20] Xuemin (Sherman) Shen; Mohsen Guazani; Robert Caiming Qui; Tho Le-Ngoc, “*Ultra-Wideband Wireless Communication and Networks*”, John Willey and Sons, 2006.