

## ANALISIS PENGARUH PENERAPAN MIMO PADA SISTEM OFDM UWB MELALUI KANAL SALEH VALENZUELA

Ni Putu Wahyuni<sup>1</sup>, Dharu Arseno<sup>2</sup>, Rina Pudji Auti<sup>3</sup>

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

---

### Abstrak

Ultrawideband (UWB) merupakan teknologi yang beroperasi pada frekuensi 3,1 GHz - 10,6 GHz dan memiliki bandwidth transmisi lebih besar dari 500 MHz. Tahun 2002, group standarisasi 802.15.3a mengusulkan standard IEEE untuk physical layer pada komunikasi UWB adalah Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM). Teknik OFDM pada UWB mampu mengatasi masalah selective fading yang dapat merusak sinyal informasi. UWB sendiri memiliki banyak keuntungan antara lain data rate yang tinggi, path loss yang rendah, serta daya kirim yang rendah dan low interference.

Dengan daya kirim yang rendah, 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 meningkatkan performansi sistem dalam kondisi kanal multipath.

Pada tugas akhir ini dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh dari penerapan MIMO pada sistem OFDM UWB melalui kanal Saleh-Valenzuela. Pada penelitian ini, akan digunakan variasi jumlah antena transceiver dan akan membandingkan performansi dua jenis detektor, Zero Forcing (ZF) dan V-BLAST.

Dari hasil simulasi dapat diketahui bahwa dengan penggunaan MIMO memberikan perbaikan performansi sebesar 4,5 dB - 6 dB dibandingkan dengan MIMO pada sistem OFDM UWB. Dan dengan menggunakan MIMO 2x4 memberikan diversity gain sebesar 3 - 3,5 dB untuk mencapai BER 10<sup>-4</sup> jika dibandingkan dengan MIMO 2x2. Serta untuk perbandingan dua detektor, V-BLAST memiliki performansi yang lebih baik bila dibandingkan dengan ZF yaitu sekitar 3,1 - 3,6 dB untuk BER 10<sup>-3</sup>.

**Kata Kunci :** MIMO, OFDM UWB, Saleh-Valenzuela, V-BLAST, ZF.

---

### Abstract

Ultra-wideband (UWB) is a wireless technology application that operates on 3,1 - 10,6 GHz frequency and has transmission bandwidth bigger than 500 MHz. In 2002, Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) is purposed by 802.15.3a as the IEEE standard for physical layer on UWB communication. OFDM method in UWB is able to overcome selective fading that can damage information. UWB has many advantages such as high data rates, low path loss, low power transmit, and low interference.

With 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 needs addition system so 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.

In this final project is done experiment to know the effect of MIMO application on OFDM UWB system in Saleh-Valenzuela channel. In this research, the variation number of transceiver is used and comparing the performance of two detectors, Zero Forcing (ZF) and V-BLAST.

From the simulation result can be noticed that by using MIMO gives better performance than without MIMO on OFDM UWB by giving 4,5 - 6 dB on BER 10<sup>-4</sup>. And by using MIMO 2x4 can gives performance improvement than MIMO 2x2 by giving 3 - 3,5 dB diversity gain to reach BER 10<sup>-4</sup>. And about the comparison of two detectors, VBLAST has better performance than ZF that around 3,1 - 3,6 dB for BER 10<sup>-3</sup>.

**Keywords :** MIMO, OFDM UWB, Saleh-Valenzuela, V-BLAST, ZF.

---

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi informasi menuntut sistem komunikasi *wireless* untuk menyediakan layanan data kecepatan tinggi (*high data rate*) dengan QoS yang *reliable*. *Ultra wideband* (UWB) berpotensi untuk memenuhi permintaan tersebut. UWB adalah sistem komunikasi jarak pendek yang mempunyai bandwidth yang sangat lebar, agar dapat dikategorikan sebagai komunikasi ultra wideband maka syarat lebar bandwidth 20% dari frekuensi tengahnya atau lebih besar dari 500MHz. Sistem komunikasi UWB sendiri telah diajukan oleh *Federal Communication Commission* (FCC) pada tahun 2002 untuk beroperasi pada spektrum frekuensi 3.1 GHz - 10.6 GHz .

Teknologi UWB telah muncul sebagai teknologi yang dapat digunakan untuk aplikasi jaringan *wireless* dengan kecepatan data yang sangat tinggi. Karena kemampuannya ini, maka IEEE membentuk group standarisasi 802.15.3a yang bertujuan untuk menetapkan *standard physical layer* pada komunikasi UWB. Tahun 2002, group standarisasi 802.15.3a mengusulkan *standard IEEE* untuk *physical layer* pada komunikasi UWB adalah *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM). Teknik OFDM ini digunakan untuk mengatasi adanya kondisi kanal yang bersifat *frequency selective*. Dengan teknik OFDM, *bandwidth* sistem UWB yang lebar akan dibagi menjadi beberapa *subcarrier* sehingga *bandwidth* setiap *subcarrier* lebih kecil dibandingkan dengan *bandwidth coherent* kanal.

Namun pada kenyataannya, tidak ada teknologi yang sempurna. Hal ini dapat disebabkan oleh kondisi kanal propagasi yang sering berubah-ubah. Salah satu cara untuk mengatasi pengaruh kanal propagasi yang buruk tersebut yaitu dengan memperbaiki metode pengiriman informasi dan proses penerimaannya. Banyak cara yang dapat dilakukan, salah satunya yaitu dengan menggunakan MIMO (*multiple input multiple output*). Jenis MIMO yang digunakan pada tugas akhir ini adalah *spatial multiplexing* yang mampu memberikan peningkatan laju data untuk bandwidth yang sama. Pada Tugas akhir ini diteliti mengenai pengaruh penerapan MIMO-*spatial multiplexing* pada sistem OFDM UWB melalui kanal Saleh-Valenzuela.

## 1.2 TUJUAN

Tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. Membandingkan performansi sistem OFDM-UWB MIMO dan tanpa MIMO.
2. Membandingkan performansi sistem OFDM UWB MIMO dengan adanya variasi antena tranceiver.
3. Membandingkan performansi dari dua detektor yaitu ZF dan V-BLAST pada sistem OFDM UWB MIMO.
4. Menganalisis performansi OFDM UWB MIMO dengan pemodelan kanal Saleh-Valenzuela.

## 1.3 RUMUSAN dan BATASAN MASALAH

### 1.3.1 Rumusan Masalah

Permasalahan diangkat pada pembahasan Tugas Akhir ini adalah bagaimana perbandingan performansi dari OFDM UWB-MIMO pada kanal Saleh-Valenzuela.

Adapun komponen dirumuskan dalam tugas akhir ini :

1. Bagaimana mendisain dan mensimulasikan sistem OFDM UWB MIMO pada kanal Saleh-Valenzuela.
2. Bagaimana pengaruh sistem MIMO pada performansi OFDM UWB.
3. Bagaimana pengaruh variasi jumlah antena tranceiver pada sistem OFDM UWB MIMO.
4. Bagaimana performansi OFDM UWB MIMO dengan menggunakan ZF dan V-BLAST.
5. Bagaimana pengaruh kanal Saleh-Valenzuela pada sistem OFDM UWB MIMO.

### 1.3.2 Batasan Masalah

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

1. Unjuk kerja sistem yang diamati adalah Bit Error Rate (BER) vs  $E_b/N_0$ .
2. Model kanal yang digunakan adalah model kanal Saleh-Vanezuela pada indoor.
3. Asumsi user diam dan single user.
4. Noise yang digunakan adalah AWGN dan *multipath fading*.

5. Analisa hanya dibahas pada level *baseband*.
6. Sinkronisasi sempurna antara pemancar dan penerima.
7. Simulasi menggunakan Matlab R2007a.
8. Jumlah maksimal antena *transmitter* maupun *receiver* adalah empat.
9. Estimasi kanal menggunakan bit pilot.
10. MIMO *decoder* yang digunakan adalah ZF dan V-BLAST.
11. Analisa menggunakan satu band dalam group band *multiband* OFDM yang pertama.

#### 1.4 METODELOGI

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

1. Studi literatur  
Pencarian dan pengumpulan literatur-literatur dan kajian-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-data literatur, lalu menganalisis permasalahan berdasarkan data-data literatur tersebut dan berdiskusi dengan pembimbing.
3. Perancangan sistem  
Perancangan sistem berdasarkan dari hasil studi literature 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.

## 1.5 SISTEMATIKA PENULISAN

Tugas Akhir ini disusun dengan sistematika pembahasan sebagai berikut :

- BAB I                      Pendahuluan**
- Berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, metodologi penelitian, hipotesa dan sistematika penulisan.
- BAB II                     Dasar Teori**
- Berisi tentang teori yang mendukung dan mendasari penulisan tugas akhir ini, yaitu teori tentang UWB, OFDM, MIMO, *spatial multiplexing*, ZF, V-BLAST dan kanal Saleh-Valenzuela.
- BAB III                   Perancangan Sistem dan Simulasi**
- Bab ini berisikan blok diagram transceiver OFDM UWB MIMO-*spatial multiplexing* pada kanal saleh-valenzuela yang disimulasikan dengan Matlab R2007a.
- BAB IV                   Analisa Hasil Simulasi**
- Berisi analisa terhadap hasil yang diperoleh dari tahap perancangan sistem dan simulasi.
- BAB V                    Kesimpulan dan Saran**
- Berisi kesimpulan dari analisa yang telah dilakukan dan saran untuk pengembangan lebih lanjut.

Telkom  
University

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini diuraikan beberapa kesimpulan yang didapat berdasarkan analisis pangaruh penerapan MIMO pada sistem OFDM UWB pada pemodelan kanal Saleh-Valenzuela serta saran mengenai masalah yang dibahas sebagai kelanjutan tugas akhir ini.

#### 5.1 KESIMPULAN

Dari hasil simulasi pada bab sebelumnya maka dapat disimpulkan :

1. Penerapan MIMO pada sistem OFDM UWB dapat memberikan perbaikan performansi yang cukup besar. Hal ini dapat dibuktikan dari hasil simulasi pada kondisi LOS dan NLOS terdapat perbaikan sebesar 6 dB dan 4,5 dB untuk mencapai BER  $10^{-4}$ . Hal ini dikarenakan adanya *gain diversity* yang menjadi nilai lebih dari penerapan sistem MIMO.
2. Pemakaian antena *receiver* dengan jumlah yang lebih besar dari antena *transmitter* dapat memberikan perbaikan performansi pada sistem OFDM UWB MIMO. Hal ini dapat dibuktikan dengan adanya perbaikan performansi sebesar 2 dB dengan penggunaan MIMO 2x4 jika dibandingkan dengan MIMO 2x3 serta perbaikan sebesar 3,5 dB jika dibandingkan dengan MIMO 2x2 untuk mencapai BER  $10^{-3}$ .
3. Penggunaan V-BLAST sebagai detektor memberikan performansi yang lebih baik jika dibandingkan ZF. Hal ini dapat dilihat dengan adanya perbaikan sebesar 3,6 dB pada kondisi LOS dan sebesar 3,1 dB pada kondisi NLOS untuk mencapai BER  $10^{-3}$ .
4. Penerapan sistem pada model kanal Saleh-Valenzuela, pada CM1 sistem mencapai performansi terbaik bila dibandingkan dengan CM2, CM3, dan CM4. Hal ini dapat dilihat dengan adanya penurunan daya sebesar 1 dB untuk CM2, 3,8 dB untuk CM3, dan 5,6 dB untuk CM4 bila dibandingkan dengan CM 1 untuk mencapai BER  $10^{-3}$ .

## 5.2 SARAN

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

1. Analisis performansi MIMO dilakukan dengan menggunakan jenis detektor yang lain seperti MMSE dan *maximum likelihood*.
2. Analisis sistem OFDM UWB MIMO dilakukan pada level RF.
3. Analisis performansi sistem OFDM UWB pada lingkungan kanal *outdoor* dan *mobile user*.
4. Menganalisis pengaruh penambahan jumlah user terhadap kinerja sistem OFDM UWB MIMO mengingat pada tugas akhir ini sistem dibuat untuk *single user*.

