

## ANALISIS PERFORMANSI PENGARUH JUMLAH SUBCARRIER PADA SISTEM MULTIBAND OFDM UWB

Nur'aini<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

UWB (Ultra Wide Band) adalah suatu teknologi aplikasi wireless yang sekarang sudah mendapat perhatian besar di dunia internasional dan Federal Communications Commission (FCC) telah menetapkan bahwa frekuensi operasi UWB 3.1GHz - 10.6GHz. UWB memiliki banyak keuntungan antara lain transmisi data dengan kecepatan yang sangat tinggi dan daya transmit yang sangat rendah. Oleh karena itu penerapan teknologi UWB ini sangat baik untuk lingkungan indoor.

Untuk efisiensi spektrum yang sangat lebar dan tahan terhadap interferensi narrowband dibutuhkan suatu teknik pendekatan yang tepat dan untuk komunikasi wireless indoor UWB juga membutuhkan pemodelan kanal propagasi yang berbeda dengan komunikasi outdoor karena pada lingkungan indoor kemungkinan terjadi sinyal multipath sangat besar.

Teknik pendekatan Multiband OFDM UWB sangat tepat digunakan untuk efisiensi bandwidth yaitu dengan adanya teknik OFDM dan ketahanan terhadap interferensi narrowband yaitu dengan adanya teknik multiband. Pemodelan kanal yang tepat untuk komunikasi menggunakan UWB adalah menggunakan pemodelan kanal indoor Saleh-Valenzuela Model. Di mana model kanal yang dianalisa merupakan model kanal multipath, yang terbagi menjadi dua macam. Yakni model kanal untuk kondisi Line of Sight (LOS) untuk Channel Model 1 (CM1) dan model kanal untuk kondisi Non Line of Sight (NLOS) untuk CM2, CM3, dan CM4. Pada skenario pemodelan ini kondisi LOS berarti Tx-Rx berada di satu ruangan dan kondisi NLOS Tx-Rx berada pada ruangan yang berbeda.

Dari hasil simulasi dapat dilihat bahwa sistem MB-OFDM UWB dapat bekerja dengan baik pada kanal Saleh-Valenzuela dengan jumlah subcarrier 128 terutama pada CM1. Hal ini dapat dibuktikan dari hasil simulasi yaitu untuk mencapai BER 10<sup>-5</sup> membutuhkan SNR sebesar 13.8 dB. Sedangkan untuk 256 subcarrier menunjukkan performansi yang lebih baik pada CM2 dan untuk subcarrier 512 menunjukkan performansi yang lebih baik pada CM3 dan CM4.

**Kata Kunci** : : OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), UWB (Ultra Wide Band), subcarrier, BER (Bit Error Rate), SNR (Signal to Noise Ratio), Saleh-Valenzuela, CM (Channel Model).

---

Telkom  
University

#### Abstract

UWB (Ultra Wide-Band) is a wireless application technology that has a great attention in international now and FCC (Federal Communications Commission) has established that UWB's operation frequency are between 3.1 GHz- 10.6 GHz. UWB technology has many advantages such as : very low data rate and low power consumption. Therefore, The application of UWB technology is very good for indoor environment. For efficiency of wide spectrum and robust against narrowband interference, UWB technology needs an appropriate approach. And for indoor wireless communication, UWB technology needs different propagation channel model because in indoor environment the probability of getting multipath signal is huge.

Multiband OFDM UWB approach technique is very appropriate used for bandwidth efficiency that is by OFDM technique and the robust against narrowband interference with multiband. The appropriate channel model is Saleh-Valenzuela channel model. Where the analyzed channel model is multipath channel model, which divided into two categories. They are LOS (Line Of Sight) for channel model 1 (CM1) and NLOS (Non Line Of Sight) for CM2, CM3, and CM4. In this matter LOS mean Tx and Rx in the same room, while NLOS mean Tx and Rx located in different room. From the simulation result can be seen that MB-OFDM UWB system can give good performance in Saleh-Valenzuela channel model with 128 sub carriers especially in CM1. It proven from simulation to achieve BER  $10^{-5}$  needs SNR 13.8 dB. On the other hand, for 256 sub carriers can give good performance in CM2 and 512 sub carriers can give good performance in CM3 and CM4.

**Keywords :** OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), UWB (Ultra Wide Band), subcarrier, BER (Bit Error Rate), SNR (Signal to Noise Ratio), Saleh-Valenzuela, CM (Channel Model).



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi *wireless* pada saat ini sangat pesat. Oleh karena itu sistem komunikasi *wireless* pita lebar harus memenuhi 2 hal yaitu meminimalisasi efek *multipath fading channels* dan memperbesar efisiensi spektrum. Ada satu teknik yang dipergunakan untuk mengatasi hal di atas, yaitu OFDM. Secara garis besar OFDM merupakan suatu teknik transmisi *multicarrier*. Karena tiap frekuensi adalah *orthogonal* satu sama lain, maka *overlapping* tidak akan menyebabkan interferensi.

OFDM juga dapat merasakan kanal *multipath fading* frekuensi selektif menjadi kanal *flat fading*. Dengan mengirim data secara paralel, maka periode simbol akan relatif lebih panjang dibandingkan *delay spread*. Kecenderungan terjadinya ISI (*Inter Symbol Interferensi*) dapat dihindari. Selain itu dengan mengirimkan data secara paralel pada subcarrier, karakteristik selektif pada kanal akan dihindari karena *bandwidth* masing-masing subcarrier relatif lebih kecil dibandingkan dengan *bandwidth* koheren.

Penerapan OFDM pada spektrum UWB yang tersedia (3.1 – 10.6 GHz) menggunakan pendekatan secara *multiband*, yaitu membagi-bagi spektrum yang tersedia tersebut menjadi beberapa band. Masing-masing *band* membawa sinyal OFDM. Pendekatan ini disebut sebagai *Multiband OFDM*.

*Multiband OFDM* dikenal sebagai sistem transmisi dengan efisiensi spektrum yang sangat tinggi dan tahan terhadap interferensi *narrowband*. Hal ini dikarenakan sumber interferensi *narrowband* tersebut hanya mengganggu beberapa *subcarrier*, sedangkan *subcarrier* lainnya tidak terganggu. Untuk mengetahui dan membuktikan berapa jumlah *subcarrier* yang optimal, maka dilakukan analisis dan simulasi untuk beberapa jumlah *subcarrier* dengan parameter yang digunakan sehingga dapat diketahui bagaimana pengaruhnya BER dan SNR pada kondisi kanal di lingkungan *indoor* dengan menggunakan pemodelan kanal Saleh-Valenzuela.

## BAB I Pendahuluan

---

### 1.2 Tujuan

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui konsep dasar pemodelan kanal propagasi pada lingkungan tertutup atau *indoor* dan menganalisis pengaruh setiap jumlah subcarrier pada sistem *multiband* OFDM UWB pada pemodelan kanal Saleh-Valenzuela sehingga kita dapat mengetahui pengaruh yang ditimbulkan pada BER (*Bit Error Rate*) terhadap SNR (*Signal to Noise Ratio*) dan mengetahui kinerja yang dihasilkan oleh masing-masing jumlah *subcarrier* tersebut.

### 1.3 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana merancang dan mensimulasikan *transceiver* MB-OFDM UWB
2. Bagaimana pengaruh setiap jumlah *subcarrier* terhadap performansi sistem *multiband* OFDM UWB pada kanal *indoor* (Saleh-Valenzuela Model) untuk tiap respon CM (*Channel Model*)
3. Apa yang dapat disimpulkan dari analisis hasil simulasi yang dilakukan

### 1.4 Batasan Masalah

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

1. Jumlah *subcarrier* yang digunakan adalah 64, 128, 256 dan 512 *subcarrier*
2. Model kanal yang digunakan adalah model kanal Saleh-Valenzuela pada *indoor* dengan kondisi yang bervariasi yaitu :
  1. CM1 dengan kondisi LOS dengan jarak Tx-Rx 0-4 meter
  2. CM2 dengan kondisi NLOS dengan jarak Tx-Rx 0-4 meter
  3. CM3 dengan kondisi NLOS dengan jarak Tx-Rx 4-10 meter
  4. CM4 dengan kondisi NLOS dengan jarak Tx-Rx >10 meter
3. Parameter yang dianalisis BER terhadap SNR
4. Asumsi *fix wireless*
5. Analisis yang dilakukan pada 3 *subband* di *groupband* pertama pada spektrum *multiband* OFDM
6. Parameter yang digunakan mengacu pada proposal yang diajukan oleh IEEE 802.15.3a.

## BAB I Pendahuluan

---

7. Analisis yang dilakukan hanya pada tingkat *baseband*.
8. Sinkronisasi dianggap sempurna antara Tx-Rx.
9. Model sistem disimulasikan dengan *M-File Matlab 7.0.1*

### 1.5 Metode Penelitian

Beberapa metode penelitian yang digunakan :

1. Bentuk penelitian

Penelitian berupa simulasi pada program aplikasi serta menganalisis performansi dari hasil simulasi tersebut.

2. Teknik pengumpulan data

Data diperoleh dari sumber pustaka dan dari pihak yang mempunyai keterkaitan dengan penelitian ini, sedangkan analisis 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 :

⇒ Studi literatur

Merupakan kegiatan pembelajaran materi melalui berbagai sumber pustaka baik berupa buku maupun jurnal ilmiah.

⇒ Implementasi pada program aplikasi

Pada tahapan ini dilakukan implementasi metode menggunakan *software 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

## **BAB I Pendahuluan**

---

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Tugas Akhir ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

- |                |   |
|----------------|---|
| <b>BAB I</b>   | <b>Pendahuluan</b><br>Berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.   |
| <b>BAB II</b>  | <b>Landasan Teori</b><br>Berisi tentang teori yang mendukung dan mendasari penulisan tugas akhir ini, yaitu teori tentang OFDM, dan <i>Multiband</i> OFDM.  |
| <b>BAB III</b> | <b>Pemodelan Sistem dan Simulasi</b><br>Bab ini menguraikan perancangan model dari teknik <i>Multiband</i> OFDM UWB, yaitu blok diagram <i>transmitter</i> dan blok diagram <i>receiver</i> dari <i>multiband</i> OFDM. |
| <b>BAB IV</b>  | <b>Analisis Kinerja Sistem</b><br>Bab IV akan membahas analisis hasil simulasi menggunakan parameter-parameter yang ada.  |
| <b>BAB V</b>   | <b>Kesimpulan dan Saran</b><br>Pada bab V akan memaparkan kesimpulan hasil simulasi dan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya.  |

Telkom  
University

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini diuraikan beberapa kesimpulan yang didapat berdasarkan analisis performansi MB-OFDM UWB pada pemodelan kanal Saleh-Valenzuela dengan beberapa jumlah *subcarrier* dan saran mengenai masalah yang akan dibahas sebagai kelanjutan tugas akhir ini :

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil simulasi pada bab sebelumnya maka dapat disimpulkan :

1. Performansi sistem MB-OFDM UWB pada kanal *indoor* dengan pemodelan kanal Saleh-Valenzuela memperlihatkan performansi yang baik pada CM1 dengan 128 *subcarrier*. Performansi sistem tersebut membutuhkan SNR sebesar 13.8 dB untuk mencapai BER  $10^{-5}$ . Hal ini dikarenakan kanal sudah dirasakan *flat* dengan 128 *subcarrier*.
2. Performansi MB-OFDM UWB dengan jumlah *subcarrier* 64 dan 128 akan menunjukkan performansi yang lebih baik pada CM1 dan performansi akan semakin menurun pada CM2, CM3, dan CM4 secara berurutan. Hal ini dikarenakan kondisi kanal yang semakin buruk.
3. Dari seluruh hasil analisis simulasi, jumlah *subcarrier* 128 menunjukkan performansi yang baik pada CM1 membutuhkan SNR sebesar 13.8 dB untuk mencapai BER  $10^{-5}$ , *subcarrier* 256 menunjukkan performansi yang baik pada CM2 membutuhkan SNR sebesar 18 dB untuk mencapai BER  $10^{-5}$ , dan jumlah *subcarrier* 256 dan 512 menunjukkan performansi yang lebih baik pada CM3 dan CM4 membutuhkan SNR sebesar 18 dB untuk mencapai BER  $10^{-4}$ .
4. Performansi sistem MB-OFDM UWB akan memberikan kinerja yang lebih baik dari pada sistem OFDM UWB. Hal ini dikarenakan pada sistem MB-OFDM UWB dapat menghindari adanya sinyal penginterferensi yaitu dengan bekerja atau berpindah ke sub-band operasi yang berdekatan secara sekuensial.

## BAB V Kesimpulan dan Saran

---

5. Dari hasil simulasi sebelumnya terbukti bahwa semakin banyak jumlah sinyal penginterferensi akan semakin menurun kinerja sistem. Hal ini dibuktikan dengan 1 penginterferensi untuk mencapai BER  $10^{-5}$  membutuhkan SNR sebesar 13.8 dB, dengan 2 penginterferensi untuk mencapai BER  $10^{-3}$  membutuhkan SNR sebesar 13.5 dB dan dengan 3 penginterferensi untuk mencapai BER  $10^{-3}$  membutuhkan SNR sebesar 14 dB.

### 5.2 Saran

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

1. Analisis performansi sistem MB-OFDM UWB pada pemodelan kanal indoor lain seperti modified  $\Delta$ -K model dan Ray Tracing model.
2. Analisis performansi sistem MB-OFDM UWB pada level RF.
3. Analisis sinkronisasi sistem MB-OFDM UWB.
4. Analisis performansi sistem MB-OFDM UWB menggunakan semua data rate dan code rate yang ada pada parameter IEEE 802.15.3a.
5. Analisis performansi sistem MB-OFDM UWB pada lingkungan kanal outdoor dan mobile user.

Telkom  
University



## Daftar Pustaka

1. Humnabadkar, Ketan, "*Performance Study of the Channel Models for Ultra Wide Band Communications*".
2. Ola Wessman. Matts. Arne Svensson and Erik Agrell, "*Design and performance of carrier based direct sequence ultrawideband system*", Communication system group, Department of signal and system, Chalmers University of Technology, Swedia 2005.
3. Rosyadi,Fachri,"*Kinerja Tranceiver OFDM dengan MIMO dan Precoding*",Tugas Akhir, STTTelkom,2007
4. Krisdianto,Andi,"*Analisis Pemodelan Kanal Indoor untuk Komunikasi Ultrawideband*", Tugas Akhir, STTTelkom,2005
5. A. Batra et.al.,*Physical Layer Submission to 802.15 Task Group 3a:Multi-band Orthogonal Frequency Division Multiplexing*, MBOA-SIG, 2004.
6. Duc Lai, Quoc-Hung, *Baseband Implementation and Performance Analysis of The Multiband OFDM UWB System*, University of Maryland, 2006.
7. Staggs, Eldon, *UltraWideBand Radio Design: System Analysis*, Ansoft Cooperation.
8. Shyue-Dar,Chen, *Design and Verivication of MB-UWB PHY*, Taiwan, 2005
9. Rappaport, Theodore S., *Wireless Communication*, Prentice Hall, New York, 1996.
10. Sadough, Seyed Mohamad Sajad et.al., *Performance Evaluation of IEEE 803.15.3a Physical Layer Proposal Based on Multiband OFDM*, France,NA
11. Nekoogar, Faranak, *UltrWideBand Communication: Fundamenraland Applications*, Prentice Hall, 2005
12. Hourani,Hafeth,*UWB Theory,Channel, and Aplications*, Helsinki University of Technology.
13. Yonas, Djamianto, Henry, *Performance of Coherent Receivers for a Pulsed Multiband UWB Transceiver*, Swedia, 2004.
14. Qiu, Robert, Associate Professor, *Ultra-Wideband (UWB) Wireless Communications*, Center for Manufacturing/ ECE Departement , Tennessee Technological University.2003.
15. Simon Haykin, "*Communication Systems*, USA : Wiley, 2001.
16. Irawan, "*Analisis Sistem SVD-MIMO/OFDM pada Kanal Fading Rayleigh* ", Tugas Akhir, STTTelkom,2006.

17. Richard van Nee, Ramjee Prasad, "*OFDM For Wireless Multimedia Communications*". Boston : Artech House, 2000.
18. Nugroho, Gatot Yudhi, "*Analisis & Simulasi Frequency-Interleaved MC-DS-CDMA dengan Minimum Mean Square Error (MMSE) Equalizer pada Kanal Multipath Fading*", Tugas Akhir, STTTelkom, 2006.
- 19.

