

## PERBANDINGAN PERFORMANSI ANTARA SC-FDE DAN OFDM PADA UWB

Defry Budiman<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

Ultra-Wideband (UWB) adalah teknologi aplikasi wireless, yang sudah mendapatkan perhatian yang besar dari industri maupun akademika dunia internasional. UWB memiliki banyak keuntungan antara lain: data rate yang tinggi dan daya kirim yang rendah. Federal Communications Commission (FCC) telah menetapkan frekuensi operasi untuk UWB adalah 3.1GHz - 10.6 GHz, dan bandwidth minimum untuk sistem UWB adalah 500 MHz. Teknik OFDM pada UWB mampu mengatasi masalah selective fading yang dapat merusak sinyal informasi, karena sifat OFDM yang memecah bandwidth yang sangat lebar menjadi beberapa bandwidth subkanal yang sempit. Namun adanya regulasi yang membatasi daya transmit membuat sistem OFDM UWB rentan terhadap pengaruh dari kanal propagasi. Pada tahun 2006 group standarisasi 802.15.3a mengusulkan skema alternatif transmisi baru untuk UWB, yaitu Single Carrier Frequency Domain Equalizer (SC-FDE). Teknik SC-FDE tepat digunakan untuk mengantisipasi regulasi daya transmit pada UWB, dan untuk mengatasi sinyal multipath-nya dengan equalizer. Kinerja sistem SC-FDE dan OFDM pada UWB dianalisa menggunakan model kanal Saleh Valenzuela dimana model kanal yang dianalisa merupakan model kanal multipath. Kanal ini terbagi menjadi dua macam yaitu 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.

Dari hasil simulasi dapat dilihat bahwa sistem SC-FDE UWB dapat bekerja dengan baik dibanding OFDM UWB pada Saleh Valenzuela. Hal ini dapat dibuktikan dari hasil simulasi untuk mencapai BER  $10^{-4}$  pada sistem SC-FDE UWB membutuhkan  $E_b/N_0$  sebesar 2 dB ( pada CM 1 ) dan 4.1 dB ( pada CM 2). Dari hasil simulasi dapat dilihat skema SC-FDE dapat memberikan perbaikan kinerja sebesar 2.4 dB pada CM 1 dan 4.4 dB pada CM 2.

**Kata Kunci :** UWB (Ultra Wide Band), OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), Single Carrier, Equalizer, Saleh Valenzuela.

---

Telkom  
University

#### Abstract

Ultra-Wideband (UWB) is a wireless application technology, that has obtained huge attention from industrial field until international academic. UWB has many advantages such as high data-rate and low sending power. Federal Communication Commission (FCC) has decided that operational frequency for UWB is in the range of 3.1 Ghz -10.6 Ghz, and minimum bandwidth for the system of UWB is 500 MHz.

OFDM Method in UWB is able to overcome selective fading that can damage information signal because the characteristic of OFDM that can break bandwidth into some narrow sub-channel bandwidths. Yet, the regulation that limits transmit power makes OFDM-UWB sensitive to the effect propagation channel. In the year of 2006, The Standarization Group 802.15.3a proposed a new transmission alternative scheme for UWB, namely Single Carrier Frequency Domain Equalizer (SC-FDE). SC-FDE Method is appropriate to be used to anticipate transmit-power regulation in UWB and to handle its multipath signal by using equalizer. The performance of SC-FDE and OFDM is analyzed by using channel model Saleh Venezuela, where analyzed-channel model is multipath channel model. This channel is divided into two kinds namely channel model in the circumstance of Line of Sight (LOS) for Channel Model 1(CM1), and channel model in the circumstance of Non Line of Sight (NLOS) for CM2, CM3, CM4.

From the simulation result, it can be seen that the system SC-FDE can work better than OFDM-UWB in Saleh Venezuela. This can be proved from the simulation that to reach BER  $10^{-4}$  in the system of SC-FDE UWB needs  $E_b/N_0$  namely 2 dB in CM1, and 4,1 dB in CM2. From this simulation, it can be seen that SC-FDE scheme is capable of giving the improvement of performance namely 2.4 dB in CM1 and 4.4 dB in CM2.

**Keywords :** Ultra-Wideband (UWB), OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), Single Carrier, Equalizer, Saleh Venezuela.

---

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Teknologi *wireless* yang *portable* merupakan salah satu teknologi yang banyak dikembangkan saat ini. Permasalahan yang utama dalam teknologi ini adalah kebutuhan akan kecepatan data-nya yang tinggi, dan salah satu solusinya adalah dengan menggunakan *Ultra Wide Band* (UWB).

Teknologi *Ultra Wide Band* (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.

Keterbatasan daya merupakan salah satu kendala yang ada pada sistem OFDM UWB, hal ini dikarenakan adanya regulasi yang membatasi daya pancar sistem UWB. Maka pada tahun 2006 group standarisasi 802.15.3a mengusulkan skema alternatif *transmisi* baru untuk UWB, yaitu *Single Carrier Frequency Domain Equalizer* (SC-FDE). Dengan *single carrier*, penggunaan daya akan lebih efisien. Pada skema ini yang digunakan untuk mengatasi frekuensi *selective fading* adalah *equalizer*. SC-FDE cocok jika di aplikasikan untuk arah *uplink* atau sisi *user* di sistem komunikasi, karena komponen di *transmitter* jauh lebih sederhana.

### 1.2 Tujuan

Tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah :

- a) Memodelkan sistem SC-FDE dan OFDM pada komunikasi UWB dengan menggunakan kanal *Saleh Valenzuela*.
- b) Membandingkan dan menganalisis performansi sistem SC-FDE dengan sistem OFDM pada kanal *Saleh Valenzuela* dan AWGN di UWB.

- c) Pada akhirnya didapat model sistem UWB yang optimal dalam arti didapat model *trade off* antara kehandalan dalam performansi, kemampuan mengirimkan informasi dalam laju yang tinggi antara SC-FDE dengan OFDM dengan daya yang lebih kecil.

Hasil akhir penelitian ini yang berupa sistem UWB yang sedang dikembangkan, diharapkan bisa digunakan untuk aplikasi pengiriman informasi dengan laju data tinggi dengan daya *transmit* yang lebih kecil secara nirkabel pada lingkungan *indoor* dan menjadi salah satu solusi komunikasi *broadband* di masa depan.

### 1.3 Perumusan Masalah

Permasalahan yang dijadikan obyek penelitian dan pembahasan pada Tugas Akhir ini adalah:

- a) Bagaimana membuat model *transceiver* SC-FDE UWB dan OFDM UWB
- b) Bagaimana pengaruh sistem SC-FDE dan OFDM berdasarkan analisa BER pada kanal *Saleh Valenzuela* dan AWGN.
- c) Bagaimana melakukan analisa data-data yang diperoleh dari hasil simulasi sistem di atas.

### 1.4 Pembatasan Masalah

Dalam Tugas Akhir ini dilakukan beberapa pembatasan sebagai berikut:

- a) Pembahasan sistem hanya dilakukan pada layer fisik pada model layer OSI.
- b) Model kanal yang digunakan adalah kanal *Saleh Valenzuela* (CM-1, CM-2, CM-3 dan CM-4).
- c) Asumsi user diam dan *Single User*.
- d) Hanya membahas BER dan  $E_b/N_0$  sebagai parameter dalam analisis kinerja pada sistem OFDM UWB dan SC-FDE UWB.
- e) Noise yang digunakan adalah AWGN dan *multipath fading*.
- f) Pembahasan tidak termasuk pada perhitungan *link-budget*.
- g) Analisa hanya dibahas pada level *baseband*.

## BAB I Pendahuluan

---

- h) Sinkronisasi antara Tx dengan Rx dianggap sempurna
- i) Hanya membahas untuk lingkungan *indoor*. Menggunakan model kanal *Saleh Valenzuela*.
- j) Modulasi yang digunakan QPSK.
- k) Kondisi LOS berarti Tx dan Rx berada didalam ruangan yang sama
- l) Kondisi NLOS berarti antara Tx dan Rx berada dalam ruangan terpisah.
- m) Data-data yang dianalisa merupakan data hasil simulasi dan tidak dilakukan pengukuran secara langsung dilapangan
- n) Simulasi menggunakan Matlab 7.1

### 1.5 Metode Penelitian

Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Studi Literatur  
Mempelajari berbagai referensi tentang teori-teori dasar dan teori pendukung yang tersedia dalam buku dan sumber-sumber referensi.
- b. Diskusi dan konsultasi.  
Melakukan diskusi dengan dosen pembimbing dan dosen-dosen lain yang berkompeten untuk menguji kebenaran parameter yang ditetapkan maupun pendefinisian masalah.
- c. Metodologi Eksperimental  
Membuat simulasi dari model sistem yang diteliti, selanjutnya menguji model simulasi tersebut.
- d. Analisis Hasil Simulasi  
Menganalisis hasil simulasi yang didapat dari proses pengujian model simulasi.

## **BAB I Pendahuluan**

---

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Laporan Tugas Akhir akan dirancang dengan sistematika sebagai berikut :

**BAB I** Pendahuluan

Bagian ini latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, metodologi penulisan, dan sistematika penulisan.

**BAB II** Landasan Teori dan Tinjauan Pustaka

Pada bab ini akan dibahas tentang prinsip dasar tentang SC-FDE UWB dan OFDM UWB.

**BAB III** Sistem dan Simulasi

Pada bab ini akan dibahas tentang bagaimana memodelkan dan mensimulasikan sistem SC-FDE UWB dan OFDM UWB.

**BAB IV** Analisis Hasil Penelitian

Pada bab ini akan dibahas tentang analisis kinerja sistem SC-FDE UWB dan OFDM UWB berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan.

**BAB V** Penutup

Berisi kesimpulan dan saran.



Telkom  
University

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini diuraikan beberapa kesimpulan yang didapat berdasarkan analisis kinerja SC-FDE dan OFDM UWB dan saran mengenai masalah yang dibahas sebagai kelanjutan tugas akhir ini :

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil simulasi pada bab sebelumnya maka dapat disimpulkan :

1. Performansi SC-FDE pada AWGN lebih baik dibanding dengan OFDM pada AWGN . Sebagai contoh terdapat perbaikan sekitar 0.4 dB untuk BER  $10^{-4}$  jika sistem SC-FDE dibanding OFDM pada AWGN
2. Kinerja sistem SC-FDE dan OFDM pada CM-1 lebih baik dibanding dengan CM-2, CM-3 dan CM-4. Sebagai contoh terdapat perbaikan antara 0.7 dB-3.9 dB untuk BER  $10^{-4}$  jika sistem SC-FDE pada CM-1 dibanding dengan CM-2, CM-3 dan CM-4. Dan pada OFDM terdapat perbaikan antara 2.7 dB - 6 dB untuk BER  $10^{-4}$  pada CM-1 dibanding dengan CM-2, CM-3 dan CM-4.
3. Kinerja sistem SC-FDE menggunakan lebih sedikit Eb/No di banding OFDM pada CM-1 dan CM-2. Sebagai contoh terdapat perbaikan 1 dB untuk BER  $10^{-4}$  pada CM-1.

Dari sisi penggunaan Eb/No, sistem SC-FDE menggunakan lebih kecil di banding OFDM pada AWGN maupun pada kanal *Saleh Valenzuela*. Namun bukan berarti sistem OFDM lebih buruk dibanding SC-FDE karena sistem OFDM juga memiliki keunggulan seperti:

- a) Dari sisi kompleksitas di penerima, OFDM lebih sederhana dibanding SC-FDE karena tidak ada IFFT dan *equalizer*. Sehingga untuk mengaplikasikannya lebih mudah dan juga *cost* yang harus dibayar juga lebih murah.
- b) Dari sisi penggunaan *bandwith*, sistem OFDM lebih efisien karena masing-masing *subcarrier* saling *orthogonal*.

Dari hasil pernyataan diatas, dapat disimpulkan bahwa sistem apa yang akan dipilih untuk diaplikasikan tergantung *tradeoff* dari pembuat. Maksudnya adalah pembuat

lebih mementingkan penggunaan daya *transmit*, kompleksitas sistem atau efisiensi *bandwith*.

## 5.2 Saran

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

1. Analisis kinerja sistem SC-FDE dan OFDM UWB pada level RF.
2. Analisis kinerja sistem SC-FDE dan OFDM UWB dengan tipe kanal *indoor* lain seperti model  $\Delta K$  dan model *Ray Tracing* .
3. Menganalisa kinerja sistem jika ada perpindahan ke subband lain karena adanya interferensi dari luar

