

# DESAIN DAN ANALISIS KINERJA ALGORITMA UNTUK MENGGABUNGKAN TEKNIK SUB-KANALISASI DAN MODULASI ADAPTIF PADA BROADBAND WIRELESS ACCESS IEEE 802.16E (DESIGN AND PERFORMANCE ANALYSIS OF ALGORITHM TO COMBINE SUB-CHANNELIZATION AND ADAPTIVE MODULATION TECHNIQUE

Ratma Wahyudi<sup>1, -2</sup>

<sup>1</sup>Magister Elektro Komunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

---

## Abstrak

Teknologi informasi dengan akses kecepatan tinggi atau biasa dikenal Broadband Wireless Access (BWA) saat ini menjadi topik riset di berbagai Negara. WiMAX IEEE 802.16 adalah kandidat teknologi masa depan untuk layanan BWA. Teknologi ini harus mampu memberikan layanan data kecepatan tinggi, jaminan QoS, handal terhadap lingkungan fading, dll. Keluarga dari standar teknologi ini adalah IEEE 802.16 (komunikasi LOS), IEEE 802.16a (komunikasi NLOS), IEEE 802.16d (pengembangan dari a, belum mendukung mobility), IEEE 802.16e (sudah mendukung mobility), dll.

Penelitian akan difokuskan pada WiMAX IEEE 802.16e. Salah satu kelemahan dari standar ini adalah adanya asymmetric coverage antara Subscriber Station (SS) dengan Base Tranceiver Station (BTS) akibat keterbatasan daya pancar SS. Disamping itu dilakukan juga penelitian mengenai peningkatan efisiensi spektral.

Salah satu cara untuk mengatasi asymmetric coverage adalah diterapkannya sub-kanalisasi di sisi SS (Up-link). Teknik ini mengkonsentrasikan daya pancar untuk sub-kanal tertentu, sehingga diharapkan coverage akan tetap simetris. Mekanisme pemakaian jumlah sub-carrier secara adaptif berdasarkan karakteristik fading merupakan topik dari penelitian. Teknik untuk meningkatkan efisiensi spektral sistem adalah dengan menerapkan modulasi adaptif yang bisa bekerja mengikuti karakteristik fading. Salah satu kesamaan kedua teknik tersebut adalah harus mampu bekerja di lingkungan fading sehingga penggabungan teknik sub-kanalisasi dan modulasi adaptif sangat mungkin untuk dilakukan.

Ruang lingkup penelitian ini adalah untuk menggabungkan teknik sub-kanalisasi dan modulasi adaptif pada standar IEEE 802.16e. Diharapkan dari hasil penelitian ini mampu memberikan solusi permasalahan asymmetric coverage dan peningkatan efisiensi spektral.

**Kata Kunci :** Broadband wireless Access, WiMAX IEEE 802.16e, asymmetric coverage, efisiensi spektral, modulasi adaptif, sub-channelization.

---

Telkom  
University

### Abstract

The information technology with High speed access also known as Broadband Wireless Access (BWA) are becoming research topic in Various country. WiMAX IEEE 802.16 are the future candidate for the BWA services. This technology have to be able to give high speed data services, guarantied Qos, reliable onto the fading environment, and so on. the standard technology from this family are the IEEE 802.16 (LOS communications), IEEE 802.16a (NLOS communications), IEEE 802.16d ( the development From a, not mobility support yet), IEEE 802.16e (Already support mobility), etc.

This research are focused to WiMAX IEEE 802.16e. One of the disadvantage from this standard is some asymmetric coverage between subscriber station (SS) and Base transceiver Station (BTS) due to the limit of power from SS. Beside that, will be doing research about increasing bandwidth efficiency .

One of ways of overcome asymmetric coverage are the implementation of sub-channelization on the SS side (up-link). This tehqnique will be concentration of power for certain sub-channel, so hopefully coverage are remain symmetrical. The mechanism of adaptive number sub-carrier based on fading characteristic are the topic of this research. The technique to increase bandwidth efficiency are with implementation of adaptive modulation which able to work following the fading characteristic. The similarity of both technique are to be able to worked in fading environment, so integration of sub-channelization and adaptive modulation technique are very possible to be done.

The scope of this reaserch are integration of the sub-channelization and adaptive modulations technique for the standard IEEE 802.16e. This research are expect to give solutions the asymmetric coverage problem and increase of bandwidth efficiency.

**Keywords :** Broadband wireless access, WiMAX IEEE 802.16e, Asymmetric coverage, spectral efficiency, Adaptive modulations, Sub-channelization.

## BAB I PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

WiMAX IEEE 802.16e diyakini akan menjadi kandidat teknologi masa depan untuk BWA karena sudah mendukung *mobility*. Beberapa *feature Physical layer* dari IEEE 802.16e yang menjadi topik penelitian tesis antara lain *Uplink sub-channelization* dan modulasi adaptif.

*Uplink sub-channelization* diterapkan untuk menghindari *asymmetric coverage* akibat keterbatasan daya pancar SS<sup>[13]</sup>. IEEE 802.16e membagi menjadi 5 kelas *sub-channel* yaitu 48, 32, 24, 16, 12 *sub-channel*<sup>[5]</sup>. Dari masing-masing *sub-channel* punya keuntungan dan kerugian masing, inilah yang menjadi dasar dalam menentukan *trade-off* dalam penggunaan *sub-channel* yaitu konsentrasi daya dengan *throughput per channel*. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah mekanisme penggunaan modulasi adaptif untuk meningkatkan efisiensi spektral sistem. Teknik ini mampu merubah konstelasi modulasi berdasarkan karakteristik *fading*.

Penelitian ini difokuskan bagaimana menerapkan mekanisme *Uplink sub-channelization* dalam standar IEEE 802.16e. Mekanismenya lebih ditujukan untuk mencari algoritma yang efektif dalam pemakaian jumlah *sub-carrier*. Sedangkan

---

Sekolah Tinggi Teknologi Telkom

Telkom  
University

untuk modulasi adaptif akan digunakan *modulation bank* yaitu kumpulan beberapa set modulasi, FEC, dan *interleaver* yang penggunaannya diatur berdasarkan kriteria tertentu. Salah satu kesamaan kedua teknik tersebut di atas adalah harus mampu bekerja mengikuti karakteristik *fading* yang *time variant*. Tujuan akhir dari penelitian ini adalah mampu menggabungkan kedua teknik tersebut dalam 1 sub-sistem.

Hasil akhir dari penelitian ini adalah mampu mengukur kinerja teknik *sub-channelization*, modulasi adaptif, dan penggabungan kedua teknik tersebut lewat simulasi. Parameter kinerja yang diukur adalah *Bir Error Rate* (BER) sedangkan parameter pengukuran yang dipakai adalah karakteristik *fading*.

Diharapkan dari hasil penelitian ini akan memberikan solusi untuk perbaikan kinerja dan efisiensi lewat penggabungan teknik *sub-channelization* dan modulasi adaptif pada BWA IEEE 802.16e.

## I.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian Tesis ini antara lain :

- a. Memberikan solusi untuk mengatasi *asymmetric coverage* pada standar IEEE 802.16e BWA.
- b. Memberikan solusi untuk peningkatan efisiensi spektral pada standar IEEE 802.16e BWA di lingkungan dengan *fading*.

---

Sekolah Tinggi Teknologi Telkom

Telkom  
University

- c. Mampu menghasilkan algoritma untuk proses penggabungan teknik *sub-channelization* dan modulasi adaptif.

### I.3 Rumusan Masalah

Beberapa rumusan masalah dalam Tesis ini antara lain :

#### a. Uplink Sub-channelization

- Bagaimana mekanisme *Uplink sub-channelization* pada IEEE 802.16e
- Kapan harus menggunakannya
- Banyaknya *sub-carrier* yang dipakai.
- Parameter apa yang mempengaruhi dalam melakukan proses adaptasi penggunaan jumlah *sub-carrier*.
- Algoritma yang akan digunakan untuk melakukan proses adaptasi tersebut.
- Bagaimana kinerja sistem di lingkungan dengan *fading*

#### b. Modulasi Adaptif

- Bagaimana melakukan pengukuran parameter untuk melakukan proses adaptasi modulasi.
- Modulasi apa saja yang akan digunakan.
- Algoritma yang akan digunakan.
- Bagaimana kinerja sistem di lingkungan dengan *fading*

#### c. Penggabungan teknik *sub-channelization* dan modulasi adaptif.

- Bagaimana mekanisme penggabungannya.

---

Sekolah Tinggi Teknologi Telkom

Telkom  
University

- Parameter apa saja yang berpengaruh dalam proses penggabungan.
- Algoritma yang dipakai untuk melakukan penggabungan.
- Bagaimana kinerja sistem di lingkungan dengan *fading*

#### I.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam analisis dan simulasi Tesis ini antara lain:

- a. Penggunaan frekuensi *carrier*, *data rate*, dan parameter-parameter OFDM mengacu pada standar IEEE 802.16e
- b. Tidak terjadi kesalahan *feedback information* untuk proses adaptasi modulasi, dan *update informasi sub-channelization*.
- c. Kecepatan *user* rata-rata di dalam sel adalah 3, 30, 120, km/jam.
- d. Tidak memperhitungkan efek *Multiple Access Interference* (MAI)

---

Sekolah Tinggi Teknologi Telkom

Telkom  
University

### **I.5 Metode Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan dalam Tesis ini antara lain :

a. Studi Literatur

- Mempelajari berbagai referensi tentang BWA IEEE 802.16e, *sub-channelization*, modulasi adaptif, *adaptive filter*, pengolahan sinyal, dan proses stokastik.
- Diskusi dan konsultasi

b. Simulasi/Metodologi Eksperimental

Simulasi dilakukan untuk merepresentasikan kinerja sistem dalam bentuk grafik-grafik atau tabel sesuai dengan parameter-parameter.

c. Analisis hasil Simulasi

Menganalisis hasil simulasi dengan berbagai aspek peninjauan dan beberapa pendekatan.

### **I.6 Sistematika Penulisan**

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Menjelaskan tentang permasalahan dengan memperhatikan latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan, pembatasan masalah serta sistematika pembahasan.

---

Sekolah Tinggi Teknologi Telkom

Telkom  
University

**BAB II DASAR TEORI**

Menjelaskan konsep dasar WiMAX IEEE 802.16e, *sub-channelization* modulasi adaptif, teknik prediksi linier, dan proses stokastik.

**BAB III DESAIN ALGORITMA DAN SIMULASI**

Membahas proses desain dan pembuatan simulasi algoritma untuk menggabungkan teknik *sub-kanalisasi* dan modulasi adaptif pada teknologi *Broadband Wireless Access* IEEE 802.16e.

**BAB IV ANALISIS HASIL SIMULASI**

Menganalisis kinerja sistem *Broadband Wireless Access* IEEE 802.16e dengan menerapkan mekanisme modulasi adaptif, dan *sub-channelization*. Parameter kinerja yang diukur adalah BER

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisi kesimpulan dari hasil simulasi serta saran-saran yang dapat digunakan untuk penelitian berikutnya.

---

Sekolah Tinggi Teknologi Telkom

Telkom  
University



## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### V.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang bisa diambil dari penelitian Tesis ini antara lain :

1. Penggunaan jumlah sub-kanal akan berpengaruh terhadap kinerja sistem. Gain dari tiap tingkat sub-kanal adalah  $\pm 2$  dB untuk semua jenis modulasi.
2. Pada kondisi lingkungan *fading* dengan distribusi *rayleigh*, teknik modulasi adaptif *mobile* WiMAX masih bisa memberikan perbaikan kinerja  $\pm 3$  dB jika dibandingkan dengan *fixed* modulasi QPSK-2,  $\pm 7$  dB untuk *fixed* modulasi 16 QAM-1, dan  $\pm 7.5$  dB pada untuk *fixed* modulasi 16 QAM-2 pada kondisi *full subcarrier* dengan kecepatan 30 km/jam.
3. Penggunaan modulasi adaptif pada *mobile* WiMAX diterapkan dengan tujuan menaikkan efisiensi spektral tetapi tidak bisa mengatasi efek ICI pada saat jumlah sub-kanal yang digunakan maksimal (16 sub-kanal).
4. Teknik sub-kanalisis adaptif *mobile* WiMAX diterapkan dengan tujuan untuk mereduksi efek ICI akibat jumlah *sub-carrier* yang aktif dan penurunan level daya yang

---

Sekolah Tinggi Teknologi Telkom

Telkom  
University

diakibatkan oleh kenaikan efisiensi spektral pada saat penggunaan modulasi orde tinggi M-Ary QAM .

5. Penggabungan teknik sub-kanalasi dan modulasi adaptif pada *mobile* WiMAX bisa memperbaiki kinerja sistem modulasi dan sub-kanalasi adaptif dengan cara mengatur penggunaan jumlah sub-kanal dan modulasi yang digunakan.

## V.2 Saran

Tesis ini diharapkan memberikan isu-isu praktis dalam pengembangan *mobile* WiMAX. Beberapa hal yang disarankan untuk dilakukan di masa mendatang, yaitu sebagai berikut :

1. Penggunaan teknik sub-kanalasi untuk akses jamak OFDMA, sehingga bisa dianalisis pengaruh *Multiple Access Interference* (MAI).
2. Perlu diterapkan juga teknik *power control*, sehingga kinerja sistem semakin *power full*.
3. Perlu adanya analisis pendukung *link budget* untuk penerapan teknik sub-kanalasi.
4. Perlu diteliti penggunaan teknik diversitas.

---

Sekolah Tinggi Teknologi Telkom

Telkom  
University

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] 3GPP TR.25-996 (V6.1.0 2003-09) “*Technical Specification Group Radio Access Network; Spatial channel model for Multiple Input Multiple Output (MIMO) simulations*”, 3GPP, 2003
- [2] A.Paulraj, “*802.16e-A worldwide broadband mobile internet standart*”, One day workshop on WiMAX:Beceem Communication Inc, New Delhi, 2004.
- [3] Bing-leung patric cheung, “*Thesis: simulation of adaptive array algorithm for OFDM and adaptive vector OFDM system*”, blacksburg, virginia, 2002.
- [4] Jakes,W.C,”*Microwave Mobile Communication*”, Wiley, New York, 1974.
- [5] Kaiz, tal, and friend “*Modifications to OFDM FFT-256 mode for supporting mobile operation*”. Proposed 802.16e PHY and MAC changes for OFDM FFT-256 mode, 2003
- [6] Keller-Thomas and Lajos Hanzo , “*adaptive multicarrier modulation : A convinient framework for time-frquency processing in wireless communication* ”, IEEE proceeding of the IEEE, Vol 88,No 5, May 2000.

Telkom  
University

- [7] Klein, Jay, "Proposal for the modulation accuracy In IEEE 802.16", Wiley, IEEE, 2001.
- [8] Paltenghi, Giovanni, "Functional specifications of the adaptive modem IEEE 802.16", Multichannel adaptive Information System, 2004.
- [9] Sam.W.Ho, "Adaptive modulation (QPSK, QAM)", intel in communication, <http://developer.intel.com>.
- [10] Sigen Ye, Rick S. Blum, Leonard J. Cimini Jr, "Adaptive modulation for variable-rate OFDM systems with imperfect channel estimation", Lehigh University, 2002.
- [11] Svensson, Arne, "An OFDM downlink with adaptive modulation and scheduling for high mobility 4G systems", Uppsala Universitet, <http://www.s2.chalmer.se/~arnes>.
- [12] Tektronik, "Signal To Noise Ratio relationship in 8-VSB", IEEE copyright, 1999.
- [13] WiMAX forum, "WiMAX technology for LOS and NLOS environment", <http://www.wimaxforum.org>
- [14] Yaghoobi, Hasan, "802.16\*. Broadband Wireless Access: the next big thing in wireless", Intel Broadband Wireless division Wireless Networking group, 2003.

Telkom  
University

- [15] IEEE Standart for local and metropolitan area network : 802.16<sup>TM</sup>, part 16 : *air interface for fixed broadband wireless access systems*, 2004.
- [16] Sklar, Bernard. *Digital Communication*. Prentice Hall, Inc, 1988.

