

## ANALISA PERFORMANSI SISTEM IEEE 802.16E (WiMAX) DENGAN MENGGUNAKAN TEKNIK IRREGULAR LOW DENSITY PARITY CHECK (LDPC) CODE

Sariwaty Melati Napitupulu<sup>1</sup>, Dharu Arseno<sup>2</sup>, Arfianto Fahmi<sup>3</sup>

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

---

### Abstrak

WiMAX IEEE 802.16 adalah salah satu kandidat teknologi masa depan untuk layanan BWA. Salah satu set standar dari IEEE 802.16 adalah IEEE 802.16e mobile WiMAX, yang digunakan pada kondisi NLOS dengan dukungan mobilitas user sampai 120 km/jam. Pada kondisi NLOS, sebuah sistem wireless akan sangat terpengaruh dalam hal kualitas dan kapasitasnya. Demikian pula untuk standar IEEE 802.16e dituntut untuk memiliki performansi yang handal pada kondisi kanal yang senantiasa berubah-ubah karena adanya fenomena multipath fading.

WiMAX mempunyai banyak kelebihan yang WiMAX dapat menggunakan berbagai cara, antara lain : teknologi OFDM, sub-channelization, smart antenna, transmit dan receive diversity, teknik modulasi adaptif, teknik error control, power control. Dari berbagai metoda yang diterapkan pada sistem WiMAX pada Tugas Akhir ini akan membahas tentang teknik error control pada sistem WiMAX dengan menggunakan Irregular LDPC code. Adapun modulasi yang digunakan adalah QPSK dengan model kanal yang digunakan adalah kanal berdistribusi Rayleigh dan kanal AWGN dengan kecepatan single user 0 km/jam, 3 km/jam, 50 km/jam dan 120 km/jam.

Dengan simulasi ini diketahui performansi dari Irregular LDPC code terhadap jaringan WiMAX (IEEE 802.16e). Dari simulasi yang dilakukan, maka dengan menggunakan irregular LDPC code akan memperbaiki sistem 1.6 dB dan jika dibandingkan dengan sistem tanpa menggunakan pengkodean akan memperbaiki 6 dB dengan pengamatan BER  $10^{-2}$ . Sehingga pengkodean dengan menggunakan irregular LDPC code cocok untuk diimplementasikan pada mobile WiMAX (IEEE 802.16e).

**Kata Kunci :** WiMAX, LDPC Code, Error Correction

---

### Abstract

WiMAX IEEE 802.16 adalah salah satu kandidat teknologi masa depan untuk layanan BWA. Salah satu set standar dari IEEE 802.16 adalah IEEE 802.16e mobile WiMAX, yang digunakan pada kondisi NLOS dengan dukungan mobilitas user sampai 120 km/jam. Pada kondisi NLOS, sebuah sistem wireless akan sangat terpengaruh dalam hal kualitas dan kapasitasnya. Demikian pula untuk standar IEEE 802.16e dituntut untuk memiliki performansi yang handal pada kondisi kanal yang senantiasa berubah-ubah karena adanya fenomena multipath fading.

WiMAX mempunyai banyak kelebihan yang WiMAX dapat menggunakan berbagai cara, antara lain : teknologi OFDM, sub-channelization, smart antenna, transmit dan receive diversity, teknik modulasi adaptif, teknik error control, power control. Dari berbagai metoda yang diterapkan pada sistem WiMAX pada Tugas Akhir ini akan membahas tentang teknik error control pada sistem WiMAX dengan menggunakan Irregular LDPC code. Adapun modulasi yang digunakan adalah QPSK dengan model kanal yang digunakan adalah kanal berdistribusi Rayleigh dan kanal AWGN dengan kecepatan single user 0 km/jam, 3 km/jam, 50 km/jam dan 120 km/jam.

Dengan simulasi ini diketahui performansi dari Irregular LDPC code terhadap jaringan WiMAX (IEEE 802.16e). Dari simulasi yang dilakukan, maka dengan menggunakan irregular LDPC code akan memperbaiki sistem 1.6 dB dan jika dibandingkan dengan sistem tanpa menggunakan pengkodean akan memperbaiki 6 dB dengan pengamatan BER  $10^{-2}$ . Sehingga pengkodean dengan menggunakan irregular LDPC code cocok untuk diimplementasikan pada mobile WiMAX (IEEE 802.16e).

**Keywords :** WiMAX, LDPC Code, Error Correction

---

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan dunia informasi menuntut untuk dapat lebih mendukung teknologi informasi yang semakin canggih menuntut adanya komunikasi yang tidak hanya berupa *voice*, tetapi juga berupa data bahkan multimedia. Saat ini Teknologi Wireless memegang peranan penting dalam melayani kebutuhan informasi masyarakat penggunaannya yang membutuhkan kebutuhan akses yang bersifat *nirkabel* dengan *bandwidth* yang cukup besar. WiMAX memiliki jangkauan yang jauh dengan *bitrate* yang tinggi. Teknologi WiMAX yang dengan teknologi ini kita bisa mengakses informasi maupun internet dengan jangkauan 8 km dengan kecepatan data sebesar 75 Mbps.

Sistem IEEE 802.16e digunakan untuk kondisi yang NLOS dan mobile. Dimana ini sangat berpengaruh terhadap kualitas dan kapasitas dari performansi sistem sehingga diperlukan sebuah sistem yang benar – benar handal karena akan ada fenomena *multipath fading*. Sehingga diperlukan suatu teknik untuk dapat mengatasi hal tersebut. Beberapa teknik yang digunakan adalah teknologi OFDM, sub channelization, antena directional, teknik modulasi yang adaptif, teknik *error correction* dan *power control*.

Pada kesempatan kali ini, tugas akhir ini akan membahas *error correction* dengan menggunakan LDPC code. Secara sistematis LDPC code terdiri dari *regular* dan *irregular low density parity check*. Tapi yang akan dikaji hanya *Irregular* LDPC code. Alasan mengapa memilih LDPC code dimana telah mendekati limit teorema Shannon<sup>[2]</sup>. Maka LDPC code layak untuk diimplementasikan untuk teknologi yang saat ini berkembang yang sangat dibutuhkan untuk dapat mengoptimalkan BW yang ada.

## 1.2 Perumusan Masalah

Alur penelitian ini didasarkan pada beberapa masalah yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana memodelkannya dan mensimulasikan Irregular *LDPC code* baik encoding dan decoding.
2. Bagaimana memodelkannya dan mensimulasikan standart IEEE 802.16 e.
3. Maka akan dianalisa bagaimana perbandingan antara penggunaan Irregular *LDPC code* dan tanpa coding. Dan dapat dilihat bahwa menggunakan error corctiom memang mempunyai performansi yang lebih baik.

## 1.3 Pembatasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya materi pembahasan Tugas Akhir ini, maka penulis membatasi permasalahan. Dalam tugas Akhir ini hanya mencakup hal-hal berikut :

1. Akan dilakukan penelitian berdasarkan parameter – parameter sistem WiMAX.
2. Hasil dari simulasi yang dilakukan hanya meliputi perbandingan dengan menggunakan Irregular *LDPC code* dengan tanpa menggunakan coding. +
3. Pada variasi parameter tersebut akan ditemukan nilai optimal untuk disarankan penggunaannya.
4. Kanal yang digunakan adalah Rayleigh dan AWGN.
5. Simulasi dilakukan dengan menggunakan *software* Matlab R2008a.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah :

1. Dengan melakukan simulasi ini, akan dapat dilihat bagaimana pengaruh coding pada sistem WiMAX. Dimana pada simulasi ini dilakukan perbandingan menggunakan Irregular LDPC code dan tanpa menggunakan code.
2. Dari hasil simulasi pada variasi parameter tersebut akan menghasilkan nilai optimal untuk performansi WiMAX.
3. Dapat mengetahui standart pada WiMAX yang mengacu kepada IEEE 806.16e dan dapat menggunakannya.

### 1.5 Metode Penelitian

Metode yang akan digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir ini adalah :

1. Studi literatur, dengan mempelajari literatur yang mendukung.
2. Desain dan perancangan skema *Irregular LDPC* untuk WiMAX.
3. Mengevaluasi dan menganalisa hasil kinerjanya dengan mensimulasikan model hasil perancangan menggunakan *software* MATLAB versi R2008a.
4. Penyusunan laporan Tugas Akhir dan kesimpulan akhir.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

#### BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi pemaparan latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan laporan akhir.

#### BAB II : DASAR TEORI

Bab ini berisi tentang dasar – dasar yang mendukung pembuatan Tugas Akhir ini yaitu standart WiMax dan konsep dasar dari *Irreguler LDPC code*.

#### BAB III : PERANCANGAN DAN SIMULASI

Bab ini berisi pemodelan sistem WiMAX, perancangan skema *LDPC code* encoding dan decoding, dan simulasi dari sistem tersebut.

**BAB IV : ANALISA HASIL SIMULASI**

Bab ini berisi tentang analisa hasil simulasi dari perancangan skema *Irregular LDPCcode* yang diterapkan pada sistem WiMAX.

**BAB V : PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan akhir dari hasil penelitian dan simulasi *LDPC code* dan saran-saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

**BAB II  
DASAR TEORI**

**2.1 Teknik Pengkodean**

**2.1.1 Low Density Parity Check Code (LDPC)**

*Low Density Parity Check (LDPC) Codes* merupakan salah satu kelas dari teknik pengkodean *linier block*. Nama LDPC berasal dari karakteristik dari matrik *parity check*-nya yang hanya berisi sedikit bit ‘1’ jika dibandingkan dengan jumlah bit ‘0’. Secara umum terdapat dua cara untuk merepresentasikan kode LDPC. Sama halnya dengan semua pengkodean *linier block*, kode LDPC dapat direpresentasikan melalui bentuk matrik. Representasi yang kedua adalah bentuk *graph*.

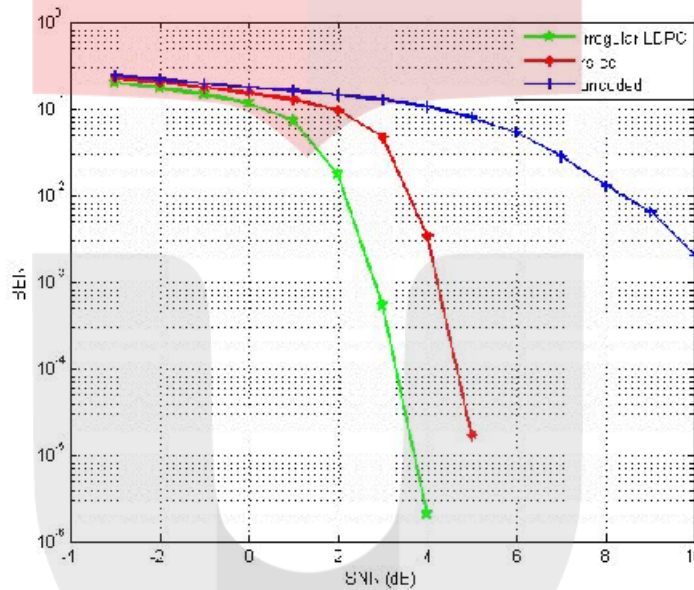
**2.1.1.1 Kode LDPC Dalam Bentuk Matrik**

Di bawah ini adalah contoh dari representasi bentuk matrik dari kode LDPC. Matrik dalam persamaan (2.1) di bawah ini adalah matrik *parity check* (P) dengan ukuran  $n \times m$  untuk kode LDPC (8,4).

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Jumlah iterasi *decoding* = 15  
 Kondisi Kanal = *Rayleigh*  
 Kecepatan *user* = 0 km/jam

Hasil simulasi ditunjukkan oleh **Gambar 4.6**, dapat dilihat bahwa pada teknik pengkodean rs – cc dan irregular LDPC code dan tanpa coding memerlukan SNR 2.2 dB, 3.8 dB dan 8.2 dB pada pengamatan  $10^{-2}$ .



**Gambar 4.6** : Grafik perbandingan kinerja performansi LDPC pada kanal *Rayleigh* sengan menggunakan IEEE 802.16e

**Tabel 4.6** Parameter simulasi pengujian performansi LDPC pada kanal *Rayleigh*

Jenis coding	irregular LDPC	Rs – cc	Uncoded
SNR (dB)	2.2	3.8	8.2
Coding Gain (dB)	6	4.4	-

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Penelitian tentang analisa performansi irregular LDPC code pada standart IEEE 802.16e dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dengan mengamati jumlah bit '1' pada matrik H pada kanal AWGN yaitu dengan semakin banyaknya jumlah bit '1' akan mengalami penurunan performansi sekitar 1 dB pada BER  $10^{-4}$ . Sedangkan jika dibandingkan dengan performansi tanpa menggunakan coding mengalami perbaikan secara berurut adalah 8 dB, 7 dB, 6 dB pada jumlah bit '1' secara berurut 3, 5 dB dan 7 dB. Sehingga menghasilkan performansi yang lebih optimal dengan 3 jumlah bit '1' dikolom.
2. Semakin tinggi iterasi yang dilakukan maka performansi irregular LDPC code pada kanal AWGN akan semakin bagus. Pada analisa kali ini variasi iterasi adalah 5, 10, 15, 20 dengan memiliki coding gain pada pengamatan  $10^{-4}$  adalah 8dB, 7 dB, 6dB
3. Coding gain merupakan selisih SNR uncoded dengan SNR coded. Dengan menggunakan 3 jumlah bit '1' paling banyak tiap kolomnya pada kanal AWGN dan iterasi 10 maka pada kajian performansi irregular LDPC code pada variasi coderate yaitu  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{7}{8}$ , secara berturut – turut memiliki SNR 5.25 dB, 6.5 dB dan 7.5 dB dan untuk Uncode 9.75 dB pada pengamatan BER  $10^{-4}$ . Maka pada coderate  $\frac{1}{2}$  memiliki perbaikan performansi irregular LDPC code.
4. Pengaruh code rate kanal pada system standar IEEE 802.16e pada kinerja *irregular* LDPC code yaitu pada coderate 1/2 dengan memiliki SNR 4.5 dB dan coding gain yang dimiliki coderate  $\frac{1}{2}$  adalah 3.5 dB pada pengamatan BER  $10^{-3}$ . Sehingga dapat disimpulkan dengan menggunakan pengkodean tetap memiliki performansi yang lebih baik.
5. Pengaruh pergerakan / kecepatan user pada system standar IEEE 802.16e dimana dengan semakin tingginya kecepatan user 0 km/jam, 3km/jam, 50km/jam dan 120 km/jam dan jika dibandingkan dengan sistem tanpa

menggunakan pengkodean maka akan mengalami penurunan performansi secara berturut – turut 7.5 dB, 6.5 dB, 2.5 dB, 2.3 dB pada pengamatan  $10^{-3}$

6. Dengan simulasi ini diketahui performansi dari Irregular LDPC code terhadap jaringan WiMAX (IEEE 802.16e). Dari simulasi yang dilakukan, maka dengan menggunakan irregular LDPC code akan memperbaiki sistem 1.6 dB dan jika dibandingkan dengan sistem tanpa menggunakan pengkodean akan memperbaiki 6 dB dengan pengamatan BER  $10^{-2}$ .

### 5.3 Saran

1. Penelitian lebih lanjut tentang penggunaan teknik *encoding* dan *decoding* yang lain, seperti *Geometry Decomposition*
2. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan membandingkan antara regular LDPC code dan irregular LDPC pada sistem standar IEEE 802.16e.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chung, Sae-Young, J Richardson, Thomas, dan L. Urbanke, Rudiger. "Analysis of Sum Product Decoding of Low-Density Parity-Check Codes Using a Gaussian Approximation". IEEE Transaction On Information Theory Vol.47 No.2 Februari 2001.
- [2] Futaki, Hisashi dan Ohtsuki, Tomoaki. *Low-Density Parity-Check Coded OFDM Systems with M-PSK*. IEEE VTC 2002. 2002.
- [3] Gallager, Robert. G. "Low-Density Parity-Check Codes". [www.interference.phy.cam.ac.uk/mackay/gallager/papers/ldpc.pdf](http://www.interference.phy.cam.ac.uk/mackay/gallager/papers/ldpc.pdf). 1963.
- [4] G. Andrews, Jeffrey da Ghosh, Arunabha dan Muhamed, Rias. "Fundamental of WiMAX Understanding Broadband Wireless Networking". Prentice Hall. Februari 2007.
- [5] IEEE Standart for local and Metropolitan Area Network : 802.16<sup>TM</sup>, part 16: *air interface for fixed broadband wireless access systems*. 2004.
- [6] Li, Kuo-Hui. "IEEE 802.16e-2005 Air Interface Overview". WiMAX Solution Division, Intel Mobilty Group. Juni 2006.
- [7] Lin, Shu dan J. Costello Jr, Daniel. "Error Control Coding : Fundamentals and Applications". Prentice-Hall, New Jersey. 1983.
- [8] Moreira, Jorge Castineira dan Farrell, Patrick Guy. "Essential of Error Control Coding". Jhon Wiley & Sons, Ltd. 2006.
- [9] Rappaport, Theodore. S. "Wireless Communactions : Principles and Practice, Second Edition". Prentice Hall Communications Engineering and Emerging Technologies Series. 2002
- [10] Ana, Emy. "Desain Dan Analisi Kinerja Algoritma Untuk Menggabungkan Teknik Sub-Kanalisasi dan Modulasi Adaptif Pada Broadband Wireless Access IEEE 802.16e". Tesis. STTTelkom. 2006.
- [11] WiMAX forum. "Mobile WiMAX – Part I: A Technical Overview and Performance Evaluation". Agustus 2006.
- [12] Bayati, Sity. *Analisis Performansi Low Density Parity Check (LDPC) Code Pada Sistem Standar IEEE 802.16e (WiMAX)*. Tugas akhir. STTTelkom 2008