

# ANALISIS REDUKSI PAPR MENGGUNAKAN KOMBINASI KODE HUFFMAN DENGAN CLIPPING DAN FILTERING PADA COFDM UNTUK SISTEM DVB-T ANALYSIS OF PAPR REDUCTON USING COMBINATION OF HUFFMAN CODE WITH CLIPPING AND FILTERING ON COFDM FOR DVB-T SYSTEM

Kabit Rananggono<sup>1</sup>, Rina Pudji Astuti<sup>2</sup>, Gelar Budiman<sup>3</sup>

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

---

## Abstrak

Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing (COFDM) merupakan suatu teknik transmisi yang memadukan antara error control coding dengan Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM). Sistem COFDM ini telah diaplikasikan pada banyak teknologi seperti pada Digital Video Broadcasting Terrestrial (DVB-T) karena sistem ini memiliki efisiensi spektrum yang tinggi, dan tahan terhadap frequency selective fading. Namun sistem ini memiliki kelemahan yaitu tingkat Peak to Average Power Ratio (PAPR) yang tinggi. Hal ini mengakibatkan berkurangnya efektifitas High Power Amplifier (HPA), distorsi in band, dan radiasi out of band. Banyak metode yang dapat digunakan untuk menurunkan tingkat PAPR pada sistem OFDM diantaranya penggunaan kode Huffman, clipping, dan filtering.

Pada Tugas Akhir ini dilakukan analisa pengaruh penerapan COFDM, serta pengaplikasian metode kombinasi kode Huffman dengan clipping dan filtering pada sistem DVB-T. Analisa yang dilakukan adalah mengukur unjuk kerja sistem yang disimulasikan dengan software MATLAB pada kondisi kanal AWGN dan fading terdistribusi Rayleigh berdasarkan tingkat BER dan tingkat PAPR.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem DVB-T yang menerapkan metode COFDM menghasilkan perbaikan kinerja  $\pm 3.4$  dB untuk BER  $10^{-4}$  dan tingkat PAPR yang lebih rendah  $\pm 4.72$ dB jika dibandingkan dengan sistem DVB-T tanpa menggunakan metode COFDM. Penggunaan kombinasi kode Huffman dengan clipping dan filtering, juga menghasilkan peningkatan penurunan PAPR yang optimal yaitu  $\pm 10.5$  dB. Selain itu, daya frekuensi OOB yang dihasilkan juga rendah yaitu  $\pm -65$  dB.

Kata Kunci : Kata kunci = DVB-T, COFDM, PAPR, Kode Huffman, Clipping, Filtering

---

Telkom  
University

#### Abstract

COFDM (coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing) is a transmission technique that combines the error control coding and OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). COFDM system has been in applied to many technologies such as DVB-T (Digital Video Broadcasting Terrestrial) because of the high spectrum efficiency, and is resistant to frequency selective fading. However, this system has a weakness, namely the level of PAPR (Peak to Average Power Ratio) is high. This resulted in reduced effectiveness of the HPA (High Power Amplifier), distortions in the band, and the radiation out of the band. Many methods can be used to reduce PAPR in OFDM systems such as the use of Huffman codes, clipping, and filtering.

In this final analysis of the influence of the implementation of COFDM, and the application of Huffman code combination method with clipping and filtering on the DVB-T system. The analysis conducted is to measure the performance of the simulated system with MATLAB software on the condition of AWGN and Rayleigh fading distributed based on the level of BER and PAPR level.

The simulation results show that systems that implement the DVB-T COFDM method have the performance and PAPR level is better than the system without COFDM DVB-T. From the simulation can be seen that the DVB-T system using COFDM result in improved performance of  $\pm 3.4$  dB for BER of  $10^{-4}$  and a lower level of PAPR  $\pm 4.72$ dB. Use a combination of Huffman codes with clipping and filtering, also resulted in increased optimal PAPR reduction is  $\pm 5.10$  dB.

Keywords : Keywords = DVB-T, COFDM, PAPR, Huffman code, Clipping, Filtering

---

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

DVB adalah suatu teknik penyiaran televisi secara digital yang bersifat *open source* dengan memanfaatkan jaringan BWA. Salah satu pengembangan dari DVB adalah DVB *Terrestrial* (DVB-T). Sistem DVB-T, merupakan sistem penyiaran langsung dari pemancar bumi (*terrestrial*) ke pemirsa di rumah, DVB-T mampu mengirimkan sejumlah besar data pada kecepatan tinggi secara *point-to-multipoint*. DVB-T menggunakan teknik modulasi *Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (COFDM) dalam pentransmisian datanya. OFDM adalah teknik komunikasi multicarrier dimana antar *subcarrier*-nya saling ortogonal. Sifat ortogonalitas ini mengakibatkan masing-masing *subcarrier* dapat saling *overlap* tanpa mengakibatkan interferensi. Sehingga bandwidth yang diperlukan untuk transmisi OFDM lebih efisien. Selain itu, OFDM juga sangat bagus dalam menangani efek *frequency selective fading* akibat dari kanal pada komunikasi *wireless* yang bersifat *multipath*. Namun OFDM ini sangat rentan terhadap pergeseran fasa yang sangat berpengaruh terhadap keortogonalitasnya serta belum mampu mengatasi perubahan kanal fading yang cepat akibat dari pergerakan dari user. Untuk mengatasi hal tersebut, maka digunakan COFDM. COFDM adalah skema modulasi OFDM yang menggabungkan teknik *forward error control coding* dengan teknik modulasi OFDM<sup>[12]</sup>. Penggunaan *forward error control coding* pada *Coded OFDM* ini mampu mengatasi masalah *bit error stream*. Dalam tugas akhir ini digunakan *Convolutional Encoding* sebagai FEC pada OFDM.

Selain kelemahan terhadap perubahan kanal fading yang cepat, OFDM juga memiliki kelemahan lain. Kelemahan OFDM tersebut adalah perbandingan daya puncak terhadap daya rata-rata (PAPR) yang tinggi, sehingga menyebabkan efisiensi penguat daya (HPA) berkurang, kerusakan *in band* akibat distorsi linearitas pada amplifier dan radiasi *out of band* (OOB) ketika sinyal melewati HPA. Karena itulah dilakukan berbagai macam riset untuk mereduksi perbandingan daya puncak terhadap daya rata-rata ini. Berbagai metode telah diajukan untuk mengatasi masalah ini. Metode tersebut antara lain metode *Partial Transmit Sequence* (PTS), *Coding*, *interleaving* dan *peak windowing*, *selected mapping* serta *Clipping* dan *Filtering*. Dalam

tugas akhir ini, digunakan metode coding yang digabungkan dengan metode *clipping* dan *filtering* untuk mereduksi PAPR. Dimana teknik encodingnya menggunakan kode Huffman. Kelebihan dari penggunaan kode Huffman yaitu radiasi OOB yang kecil jika dibandingkan dengan teknik *coding* lainnya. Sedangkan metode *Clipping* dan *Filtering* merupakan metode yang paling efektif dalam penurunan PAPR karena metode ini memotong amplitudo sinyal OFDM secara langsung. Tetapi metode ini memiliki efek samping yaitu kerusakan *in-band distortion*, dan radiasi *out of band* yang tinggi. Penggabungan kedua metode ini ternyata mampu menurunkan PAPR pada sinyal OFDM lebih efektif<sup>[12][8][5]</sup>.

Pada Tugas Akhir ini, dilakukan penelitian dan analisa perbandingan performansi BER, dan nilai PAPR untuk skema modulasi COFDM yang diaplikasikan dalam sistem DVB-T dengan sistem DVB-T yang hanya mengaplikasikan modulasi OFDM saja, dan penerapan kombinasi kode Huffman dengan *Clipping* dan *Filtering* sebagai metode reduksi PAPR. Analisa dilakukan dengan membuat simulasi pada program MATLAB. Pemodelan kanal yang digunakan adalah pemodelan kanal multipath fading *Rayleigh* yang berderau AWGN.

## 1.2 Tujuan

Tugas Akhir ini bertujuan untuk:

- a) Memodelkan skema modulasi *Coded OFDM* pada sistem DVB-T
- b) Menganalisa performansi BER, nilai PAPR dan pengaruh kecepatan *user* terhadap sistem *Coded OFDM* pada DVB-T.
- c) Menganalisa pengaruh penggunaan metode Huffman *coding* yang dikombinasikan dengan metode *clipping* dan *filtering* terhadap penurunan PAPR, performansi sistem berupa BER dan kualitas gambar video serta frekuensi *out of band* pada sistem DVB-T.
- d) Menganalisa pengaruh *compression ratio* kode Huffman terhadap penurunan PAPR pada sistem *Coded OFDM*.

## 1.3 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini dirumuskan sebagai berikut:

- a) Pendefinisian model sistem *Coded OFDM* untuk sistem DVB-T beserta parameter-parameternya sesuai standar ETSI EN 300 744.

- b) Pemodelan skema Huffman Coding dan clipping filtering yang diterapkan pada Coded OFDM untuk diimplementasikan pada MATLAB R2009a
- c) Pemodelan kanal multipath fading Rayleigh yang berderau AWGN.
- d) Melakukan simulasi dari model sistem yang dirancang, lalu menganalisa hasil simulasinya dengan membandingkan performansi BER dan tingkat PAPR dari penerapan metode reduksi Huffman Coding, clipping, dan filtering, dan kombinasi dari dua metode tersebut.

#### 1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian tugas akhir ini, penulis membatasi kajian masalah pada blok OFDM yang sederhana. Batasan-batasan itu antara lain:

- a) Sistem OFDM terdiri dari dua bagian utama yaitu pengirim dan penerima.
- b) Teknik coding yang digunakan pada OFDM adalah teknik Reed Solomon untuk Outer codingnya, dan Convolutional Encoder untuk inner coding.
- c) Antara pengirim dan penerima diasumsikan memiliki 'kamus' Huffman yang sama.
- d) Kanal yang digunakan pada penelitian ini dibatasi pada kanal multipath fading terdistribusi Rayleigh dan AWGN.
- e) Simulasi menggunakan *m-file* dengan perangkat lunak MATLAB.
- f) Kecepatan pergerakan user dibatasi hanya 0 (diam), 3,10,20,40,60,90,120 Km/jam
- g) Menggunakan 16-QAM sebagai mapper.
- h) Menggunakan IFFT/FFT 2048 titik.
- i) Analisa yang dilakukan adalah mengukur unjuk kerja sistem berdasarkan bit error rate, kualitas gambar video, rata-rata daya frekuensi OOB dan nilai PAPR dari sistem yang diuji.

#### 1.5 Metode Penelitian

Metodologi penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a) Tahap Studi Literatur  
Pada tahap ini akan dilakukan pendalaman pemahaman tentang konsep dan teori dari transmisi COFDM dan PAPR yang meliputi prinsip dasar COFDM, masalah

penguat nonlinear dan metode reduksi PAPR yang digunakan pada tugas akhir ini yang meliputi Huffman coding dan *clipping – filtering*.

b) Tahap Simulasi dan Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan simulasi pemodelan sistem transmisi dengan menggunakan software MATLAB. Serta mengumpulkan data-data yang terkait dengan objek penelitian dari hasil simulasi tersebut.

c) Tahap Analisa

Pada tahap ini akan dilakukan analisa terhadap data-data yang telah diperoleh pada saat tahap simulasi dan pengumpulan data

## 1.6 Sistematika Penulisan

Secara umum keseluruhan Tugas Akhir ini dibagi menjadi lima bab bahasan, ditambah dengan lampiran dan daftar istilah yang diperlukan. Penjelasan masing - masing bab adalah sebagai berikut:

### **BAB I: PENDAHULUAN**

Berisi latar belakang masalah, tujuan penulisan, perumusan masalah, batasan masalah, metode penyelesaian masalah yang akan digunakan serta sistematika penulisan yang memuat susunan penulisan Tugas Akhir.

### **BAB II: DASAR TEORI**

Bab ini berisi tinjauan pustaka tentang OFDM , COFDM, kode Huffman, *clipping*, *filtering*.

### **BAB III: PERANCANGAN SISTEM DAN SIMULASI**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai diagram blok sistem aliran pengerjaan penelitian. Perancangan dimulai dari deskripsi masalah hingga pengumpulan data melalui simulasi software.

### **BAB IV: PENGUJIAN DAN ANALISA**

Evaluasi dan analisa hasil dari penelitian dibahas disini. Beserta analisa spesifikasi yang berhasil dicapai.

### **BAB V: PENUTUP**

Berisikan kesimpulan dari hasil simulasi yang telah dilakukan, serta rekomendasi atau saran untuk perbaikan dan pengembangan lebih lanjut.

---

*Analisa Reduksi PAPR Menggunakan Kombinasi Kode Huffman Dengan Clipping Dan Filtering Pada COFDM Untuk Sistem DVB-T*

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil simulasi dan analisa yang dilakukan terhadap kinerja sistem DVB-T, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Sistem DVB-T yang menggunakan *Coded OFDM* menghasilkan unjuk kerja yang lebih baik dibanding sistem yang sama tanpa menggunakan *Coded OFDM*. Saat target BER  $10^{-4}$  sistem DVB-T yang menggunakan *coded OFDM* menghasilkan perbaikan kinerja  $\pm 3,9$  dB terhadap sistem yang sama tanpa menggunakan *coded OFDM*.
- 2) Sistem DVB-T yang menggunakan *Coded OFDM* ,mampu menangani pergerakan user hingga kecepatan 21 KM/Jam. Sedangkan untuk sistem yang sama tanpa menggunakan *Coded OFDM* hanya mampu mengakomodasi pergerakan user kurang dari 3 KM/Jam. Sehingga untuk sistem DVB-T tanpa *Coded OFDM*, hanya bagus di terapkan untuk sistem yang *non mobile*.
- 3) Dilihat dari perbandingan daya puncak dengan daya rata-rata antar *subcarrier*, sistem DVB-T yang menggunakan *Coded OFDM* memiliki perbandingan yang lebih rendah  $\pm 2.4$  dB pada probabilitas  $10^{-2}$  jika dibandingkan dengan sistem yang tidak menggunakan *Coded OFDM*.
- 4) Pada sistem DVB-T yang menggunakan kombinasi *Huffman Coding* dengan *Clipping* dan *Filtering* menghasilkan penurunan PAPR  $\pm 10.6$  dB, sedangkan sistem yang hanya menggunakan metode *Clipping* dan *Filtering* saja hanya mampu memberikan penurunan  $\pm 7.4$  dB. Untuk sistem yang menggunakan *Huffman Coding* saja sebagai metode reduksi dihasilkan penurunan PAPR  $\pm 4.8$  dB
- 5) Penggunaan metode reduksi PAPR mempengaruhi kinerja dari sistem DVB-T. Untuk sistem DVB-T dengan menggunakan metode reduksi *Huffman Coding*, dibutuhkan penguatan daya  $\pm 6$  dB untuk mencapai target BER  $10^{-4}$ . Sedangkan

untuk sistem DVB-T yang menggunakan metode reduksi *Clipping* dan *Filtering* membutuhkan penambahan daya  $\pm 2.2$  dB. Untuk sistem DVB-T yang menggunakan kombinasi kedua metode tersebut, membutuhkan penambahan daya  $\pm 5.2$  dB.

- 6) Semakin besar nilai compression ratio pada metode reduksi *Huffman Coding* maka semakin besar tingkat penurunan PAPR yang diperoleh. Pada saat tidak terjadi pengkompresian data pada kode Huffman, penurunan PAPR yang dihasilkan adalah 2.8 dB sedangkan untuk tingkat kompresi 1.25, penurunan PAPR yang dicapai  $\pm 6.0$  dB.

## 5.2 Saran

- 1) Pada penelitian selanjutnya dapat mengembangkan sistem dengan penggunaan jumlah *subcarrier* yang variatif sehingga dapat dilakukan analisa secara menyeluruh terhadap sistem DVB-T.
- 2) Perlu dilakukan penelitian secara komparatif terhadap metode reduksi yang diajukan dengan metode reduksi lainnya seperti *selective mapping* (SLM) dan *partial transmit sequence* (PTS).
- 3) Pada penelitian selanjutnya dapat diteliti mengenai pengaruh penggunaan metode reduksi tersebut terhadap *power spectrum density* sinyal yang dikirimkan.
- 4) Perlu adanya penelitian terhadap metode reduksi yang di ajukan jika diterapkan pada sistem DVB lainnya seperti DVB-H.
- 5) Pada penelitian selanjutnya dapat dianalisa unjuk kerja untuk jumlah *user* yang berbeda.

Telkom  
University



---

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Armstrong, Jean. 2002. *Peak-to-Average Power Reduction in Digital Television Transmitters*. Victoria : Department Of Electronic Engineering, La Trobe University.
- [2] Armstrong, Jean. *New OFDM Peak-To-Average Power Reduction Scheme*. IEEE Vehicular Technology Conference May 2001
- [3] Eltholth, Ashraf A., et. al. *Peak-to-Average Power Ratio Reduction in OFDM Systems using Huffman Coding*. Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology Volume 33, pp. 266 – 270, September 2008.
- [4] ETSI EN 300 744 *Digital video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television*. ETSI 2009.
- [5] Han, Seung Hee Dan Jae Hong Lee. *An Overview Of Peak-To-Average Power Reduction Technique For Multicarrier Transmission*. . IEEE. Transaction on Wireless Communication. April 2005.
- [6] Hara, Shinsuke, and R. Prasad. 1997. *Overview of Multi Carrier CDMA*. IEEE Communication Magazine, vol. 29, pp. 126- 133.
- [7] Kang, Seog Geun. *The Minimum PAPR Code for OFDM Systems*. ETRI Journal, Vol. 28 number 2. April 2006
- [8] Li, Xiaodong dan Leonard J. Cimini, Jr. *Effects of Clipping and Filtering on the Performance of OFDM*. IEEE Communication Letters, vol. 2, No. 5, pp. 131 – 133, May 1998
- [9] Muayadi, Aly., *Sistem Komunikasi Bergerak*, Jurusan Teknik Elektro, STT TELKOM, 2005.
- [10] Panta, Khusa R dan Jean Armstrong. *Effects Clipping on Error Performance of OFDM in Frequency Selective Fading* . IEEE Transaction on Wireless communications, Vol. 3, No. 2. Maret 2004.
- [11] Pradana, Damarsatya Adi. *Perancangan Dan Implementasi Encoder Decoder Kode Reed-Solomon (15,9) Berbasis FPGA (Field Programmable Gate Array)*. Tugas Akhir. Institut Teknologi Telkom.

- 
- [12] Pugel, Michael Dan Loise Litwin. *The Principle of OFDM Multicarrier Modulation Technique*. Rfdesign Journal. 2001.
- [13] Rappaport, Theodore S. 2002. *Wireless Communications*. Prentice Hall.
- [14] Sattorov, Mashhur dan Heau-Jo-Kang. *Huffman Coding Approach to Performance of 16-QAM/OFDM*. Division of IT Engineering, Graduate School, Mokwon University, Korea.
- [15] Shah, S. F. A. dan A.H. Tewfik. *A Comparative Study of Coded OFDM Systems*. Department of Electronic and Computer Engineering, University of Minnesota. Paper.
- [16] Sklar, Bernard. 2001 *Digital Communications: Fundamentals and Applications, Second Edition* Prentice-Hall
- [17] Van Nee, Richard, Ramjee Prasad. 2000. *OFDM for Wireless Multimedia Communications*. London: Artech House.
- [18] Wibawa, Rd Aditya Satraya. *Peningkatan Efisiensi Kode Huffman (Huffman Code) Dengan Menggunakan Kode Huffman Kanonik (Canonical Huffman Code)*. Jurnal. Institut Teknologi Bandung.2009.
- [19] <http://www.etsi.org/WebSite/Technologies/DVB>
- [20] <http://www.dsplog.com/2008/02/24/peak-to-average-power-ratio-for-ofdm/>
- [21] <http://www.mathworks.com/>