

# KINERJA SISTEM TRANSMISI DVB-T STANDAR ETSI EN 300 744

Erna Supriyatna<sup>\*)</sup>, Imam Santoso, Ajub Ajulian Z

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro  
Jln. Prof. Sudharto, SH. Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

<sup>\*)</sup>E-mail : [ernasupri@gmail.com](mailto:ernasupri@gmail.com)

## Abstrak

DVB-T (Digital Video Broadcasting Terrestrial) merupakan sebuah standar teknis dari sistem yang digunakan untuk mentransmisikan siaran TV / video digital hingga sampai ke pengguna akhir dengan menggunakan pemancar terestrial bumi. Pada penelitian ini dibuat simulasi sistem DVB-T berdasarkan standar ETSI (European Telecommunications Standards Institute) yang beroperasi pada bandwidth kanal 6, 7, dan 8 MHz dengan dua pilihan jumlah sub-pembawa OFDM yaitu sebanyak 2048 dan 8192. QPSK, 16-QAM, dan 64-QAM digunakan sebagai teknik modulasinya. Untuk laju pengkodean konvolusi, dipilih laju 1/2, 2/3, dan 3/4. Jenis kanal yang digunakan adalah. Unjuk kerja sistem diamati dengan mengukur laju bit dan membandingkan nilai BER (Bit Error Ratio) terhadap SNR (Signal to Noise Ratio). Hasil pengujian menunjukkan bahwa simulasi dengan besar bandwidth 8 MHz, laju pengkodean konvolusi 3/4 dan modulasi 64-QAM mempunyai laju bit yang paling tinggi sebesar 27.97 Mbps. Sedangkan simulasi dengan besar bandwidth 6 MHz, laju pengkodean konvolusi 1/2 dan modulasi QPSK mempunyai laju bit yang paling rendah sebesar 4.655 Mbps. Pada pengujian pengaruh penggunaan laju pengkodean konvolusi terhadap nilai BER yang dihasilkan dengan modulasi 64-QAM, BER bernilai nol pada saat SNR menunjukkan nilai 12 dB untuk laju 1/2, 15 dB untuk laju 2/3, dan 17 dB untuk laju 3/4. Dan untuk pengujian pengaruh penggunaan teknik modulasi terhadap nilai BER yang dihasilkan dengan laju pengkodean konvolusi 3/4, BER bernilai nol pada saat SNR menunjukkan nilai 5 dB untuk QPSK, 12 dB untuk 16-QAM, dan 17 dB untuk 64-QAM.

*Kata kunci: DVB-T, Bandwidth, Modulasi, Laju Pengkodean Konvolusi*

## Abstract

DVB-T (Digital Video Broadcasting Terrestrial) is a technical standard of system that used for transmitting Television / digital video broadcast through to the end users using terrestrial transmitter. This research made simulation of DVB-T system based on ETSI (European Telecommunications Standards Institute) standard that could operate in 6, 7, 8 channel bandwidths along with two options of 2048 or 8192 OFDM subcarriers. QPSK, 16-QAM, and 64-QAM were used as modulation techniques. For convolutional code rate options, rate 1/2, 2/3, and 3/4 were choosen. AWGN channel was selected as a noise maker. The system's performance was examined by measuring bit rate and comparing bit error ratio versus signal to noise ratio (SNR). The test result showed that simulation combined by 8 MHz bandwidth, convolutional code rate 3/4 and 64-QAM modulation possessed the highest bit rate i.e. 27.97 Mbps, and as the opposite, simulation combined by 6 MHz bandwidth, convolutional code rate 1/2 and QPSK modulation possessed the lowest bit rate i.e. 4.655 Mbps. For the BER value that obtained by varying convolutional code rates, the result showed that BER value was zero when the value of SNR was 12 dB for rate 1/2, 15 dB for rate 2/3, and 17 dB for rate 3/4. And then for the BER value that obtained by varying modulation schemes, the result showed that BER value was zero when the value of SNR was 5 dB for QPSK, 12 dB for 16-QAM, and 17 dB for 64-QAM.

*Keywords : DVB-T, Bandwidth, Modulation, Convolutional Code Rate*

## 1. Pendahuluan

DVB-T (*Digital Video Broadcasting Terrestrial*) merupakan sebuah standar teknis dari sistem yang digunakan untuk mentransmisikan siaran TV / video digital hingga sampai ke pengguna akhir dengan menggunakan pemancar bumi. Standar ini dikembangkan

berdasarkan latar belakang pentingnya sistem penyiaran yang bersifat terbuka, yang ditunjang oleh kemampuan interoperabilitas dan fleksibilitas. Standar DVB-T yang ditetapkan ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*) mengatur struktur pembangkitan, pengkodean kanal, dan teknik modulasi yang digunakan. Sistem DVB-T dapat beroperasi pada bandwidth kanal 6,

7, atau 8 MHz dengan dua pilihan jumlah sub-pembawa OFDM, yaitu sebanyak 2048 dan 8192. Untuk teknik modulasi, terdapat tiga pilihan yaitu QPSK, 16-QAM, dan 64-QAM. Selain itu, terdapat lima pilihan untuk laju skema *forward error correction*, dan juga 4 pilihan untuk panjang *guard interval* yang bisa digunakan.

Sebelumnya telah dilakukan penelitian – penelitian tentang DVB-T, yaitu perbandingan penggunaan estimasi kanal LS (*Least Square*), MMSE (*Minimum Mean Square Error*), dan Kalman *filter* terhadap performansi sistem (Dawud, 2011), penelitian performansi OFDM pada kanal komunikasi *wireless* (Ahmed, 2012), penelitian tentang reduksi PAPR (*Peak to Average Power Ratio*) dengan menggunakan metode *Clipping* dan *Soft Compression* (Pastor dan Hernandez, 2005).

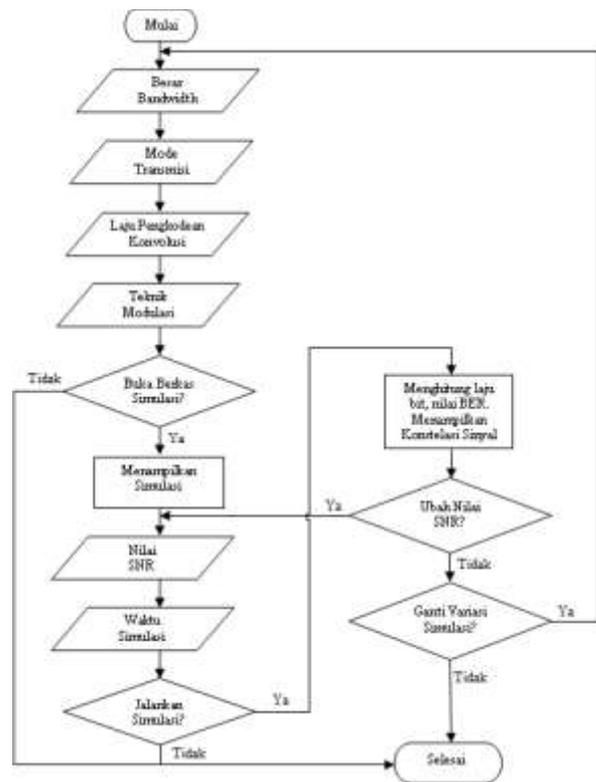
Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, pada penelitian ini dilakukan simulasi sistem DVB-T yang merupakan kombinasi dari tiga ukuran *bandwidth* yang berbeda, dua pilihan jumlah sub-pembawa, tiga pilihan laju pengkodean konvolusi, dan tiga pilihan teknik modulasi. Selanjutnya, dilakukan pengujian untuk mengetahui besar laju bit dan kinerjanya terhadap derau yang disebabkan oleh kanal AWGN.

## 2. Metode

### 2.1 Perancangan Sistem

Pada penelitian ini, simulasi dirancang dengan menggunakan simulink matlab versi R2010a. Program simulasi ini merupakan pemodelan dari sistem DVB-T, dimana setiap penggunaan blok-blok yang membangun keseluruhan sistem didasarkan pada aturan standar ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*) EN 300 744. Perancangan simulasi sistem DVB-T dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan blok-blok yang terdapat pada *Communication Blockset* Simulink MATLAB. Tujuan akhir dari tahap perancangan adalah untuk membuat simulasi sistem DVB-T yang divariasikan sesuai dengan standar ETSI. Variasi simulasi tersebut merupakan kombinasi dari dua pilihan mode, tiga pilihan *bandwidth*, tiga pilihan laju pengkodean konvolusi, dan tiga pilihan modulasi.

Program ini dibuat untuk mensimulasikan pengiriman pesan informasi melalui kanal nirkabel berdasarkan standar sistem komunikasi DVB-T dan kemudian mengukur laju bit dan laju kesalahan bit, serta menampilkan konstelasi sinyal yang diterima. Dalam perancangan suatu sistem, terlebih dahulu dibutuhkan adanya diagram alir agar hasilnya sesuai dengan yang diinginkan. Diagram alir tahap perancangan simulasi sistem DVB-T ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Perancangan Simulasi sistem DVB-T

Dengan menggunakan *Graphic User Interface* sebagai menu utama untuk pemilihan parameter *bandwidth*, mode transmisi, laju pengkodean konvolusi, dan teknik modulasi serta blok-blok yang terdapat pada *Communications Blockset*, semua tahap perancangan simulasi sistem DVB-T yang ditunjukkan pada Gambar 1 dapat dilakukan.

### 2.2 Gambaran Umum Sistem

Simulasi sistem DVB-T secara garis besar terbagi menjadi 4 bagian, yaitu bagian pengirim, kanal transmisi, bagian penerima, dan bagian penampil.

#### Bagian Pengirim

Pengirim terdiri dari beberapa subsistem yaitu sumber data, Reed-Solomon *Encoder*, *Convolutional Interleaver*, *Punctured Convolutional Code*, *DVB-T Inner Interleaver*, *Mapper*, dan *OFDM Transmitter*.

#### Kanal Transmisi

Pemodelan kanal yang digunakan dalam penelitian ini adalah model kanal AWGN (*Additive White Gaussian Noise*).

**Bagian Penerima**

Bagian penerima pada simulasi penelitian ini terdiri dari OFDM Receiver, Demapper, DVB-T Inner Deinterleaver, Viterbi Decoder, Convolutional Deinterleaver, dan RS Decoder.

**Bagian Penampil**

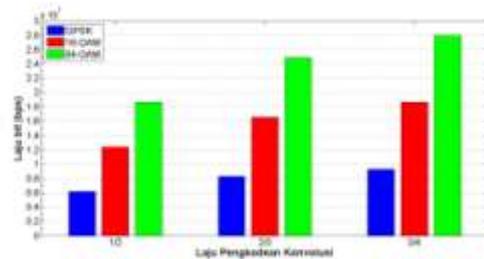
Bagian penampil terdiri dari dua blok, yaitu blok Display dan blok Delayed Scatter Plot.

**3. Hasil dan Analisis**

**3.1 Pengujian Laju Bit (Bit Rate)**

Pengujian ini bertujuan untuk mengukur laju bit (*bit rate*) untuk tiap variasi simulasi. Untuk pengujian laju bit pada penelitian ini dilakukan dengan cara menjalankan simulasi pada setiap variasi sistem dengan lama waktu 1 detik, lalu diukur laju bit nya.

Pengujian yang dilakukan dibagi menjadi dua, yang pertama adalah sistem DVB-T mode 2K dan yang selanjutnya adalah sistem DVB-T mode 8K, dimana dari masing-masing mode terdiri dari 27 variasi. Hasil dari pengujian laju bit dari 27 variasi sistem DVB-T mode 2K ditampilkan dalam bentuk diagram batang yang ditunjukkan oleh Gambar 2.



(c)

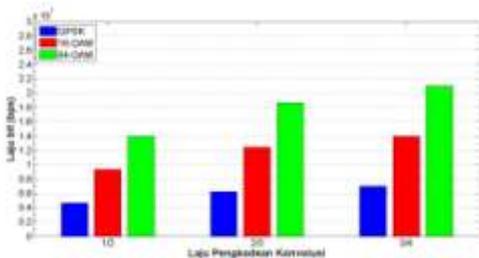
**Gambar 2** Diagram batang hasil pengujian laju bit sistem DVB-T mode 2K (a) bandwidth 6 MHz (b) bandwidth 7 MHz (c) bandwidth 8 MHz

Dari Gambar 2 terlihat bahwa semakin besar bandwidth yang digunakan maka semakin besar pula laju bit yang dihasilkan. Hal ini berkaitan dengan periode dasar pada masing-masing bandwidth yang berbeda-beda. Untuk bandwidth 6 MHz, periode dasarnya adalah 7/48  $\mu$ s. Untuk bandwidth 7 MHz, periode dasarnya adalah 1/8  $\mu$ s dan untuk bandwidth 8 MHz periode dasarnya adalah 7/64  $\mu$ s.

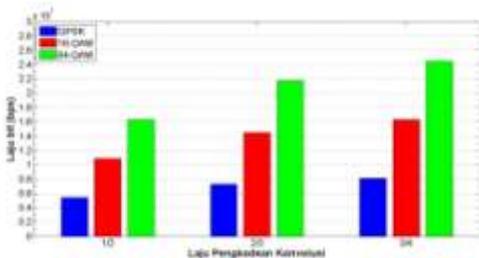
Laju pengkodean konvolusi juga berpengaruh terhadap laju bit yang dihasilkan. Semakin besar laju pengkodean konvolusi maka semakin besar pula laju bit nya. Hubungannya adalah dengan banyaknya bit-bit paritas yang dikodekan untuk keperluan perlindungan terhadap pesan informasi, karena memang fungsi dari pengkodean konvolusi itu sendiri adalah sebagai *inner coding*. Semakin besar laju pengkodean konvolusi yang digunakan maka bit-bit paritas yang ditransmisikan akan semakin kecil jumlahnya. Sebagai contoh, jika laju pengkodean konvolusi yang digunakan adalah 1/2 maka keluaran data setelah dikodekan jumlahnya akan menjadi dua kali lipat.

Selanjutnya adalah pengaruh dari tipe modulasi yang digunakan terhadap laju bit yang dihasilkan. Dari Gambar 5, modulasi QPSK menghasilkan laju bit yang paling rendah dan modulasi 64-QAM menghasilkan laju bit yang paling tinggi. Sesuai dengan teori, tipe modulasi QPSK satu simbolnya terdiri dari dua bit, akan menghasilkan laju bit yang rendah apabila dibandingkan dengan modulasi 16-QAM yang satu simbolnya terdiri dari 4 buah bit dan modulasi 64-QAM yang satu simbolnya diwakili oleh 6 bit.

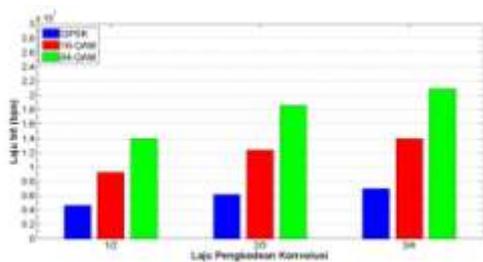
Untuk hasil dari pengujian laju bit dari 27 variasi sistem DVB-T mode 8K, hasilnya ditunjukkan oleh Gambar 3.



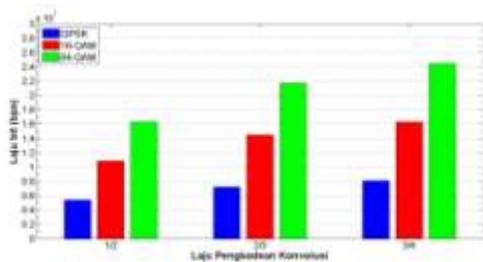
(a)



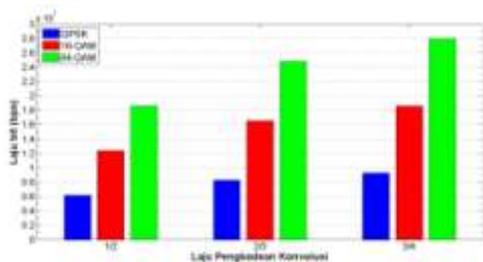
(b)



(a)



(b)



(c)

**Gambar 3** Diagram batang hasil pengujian laju bit sistem DVB-T mode 8K (a) *bandwidth* 6 MHz (b) *bandwidth* 7 MHz (c) *bandwidth* 8 MHz

Sama seperti hasil percobaan sistem DVB-T mode 2K, dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa hasil simulasi yang ditunjukkan oleh sistem DVB-T mode 8K menunjukkan pola yang sama.

Jika dilihat dengan seksama, hasil percobaan dari mode 2K dan mode 8K di atas menunjukkan nilai yang hampir sama. Pada kenyataannya, laju bit dari kedua mode tersebut sebenarnya sama. Hanya saja, dalam simulasi yang digunakan pada penelitian ini, selisih perbedaan tersebut terjadi karena penyesuaian tundaan pada kedua sistem yang berbeda. Tundaan untuk mode 2K lebih kecil daripada mode 8K. Hal ini disebabkan karena jumlah simbol OFDM dari kedua mode DVB-T tersebut berbeda. Satu simbol OFDM mode 8K lebih besar empat kali lipat dari satu simbol OFDM mode 2K, sehingga tundaannya pun berbeda.

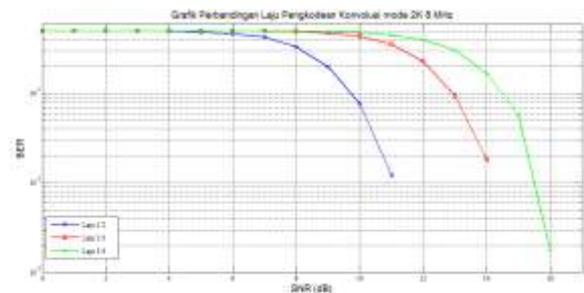
### 3.2 Pengujian Laju Kesalahan Bit (*Bit Error Rate*)

Pengujian kali ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan laju kesalahan bit (*Bit Error Rate*). SNR sendiri berasal dari derau AWGN yang pada penelitian ini dijadikan sebagai gangguan terhadap sistem transmisi DVB-T. Hal yang akan diteliti adalah bagaimana kinerja sistem apabila laju pengkodean konvolusi dibedakan, dan bagaimana kinerja sistem yang terjadi apabila digunakan 3 teknik modulasi yang berbeda. Baik itu pada mode 2K maupun mode 8K dimana *bandwidth* yang digunakan adalah 8 MHz.

#### 3.2.1 Pengujian Laju Kesalahan Bit (*Bit Error Rate*) Sistem DVB-T 8 MHz Mode 2K

Untuk pengujian laju kesalahan bit yang pertama, mode yang diujikan adalah mode 2K, *bandwidth* yang digunakan adalah 8 MHz, dan interval tiap kenaikan SNR yang diujikan selisihnya adalah 1 dB. Pengujian akan dihentikan apabila laju kesalahan bit yang dihasilkan nilainya 0, yang berarti bahwa sudah tidak terdapat kesalahan lagi pada sistem. Setiap model sistem disimulasikan selama 0,1 detik.

Untuk mengetahui pengaruh dari laju pengkodean konvolusi terhadap BER yang dihasilkan, grafik perbandingannya ditunjukkan oleh Gambar 7. Tipe modulasi yang digunakan dibuat sama, yaitu 64-QAM. Sedangkan untuk laju pengkodean konvolusi yang dibandingkan adalah laju 1/2, 2/3, dan 3/4.



**Gambar 4** Grafik perbandingan laju pengkodean konvolusi pada mode 2K

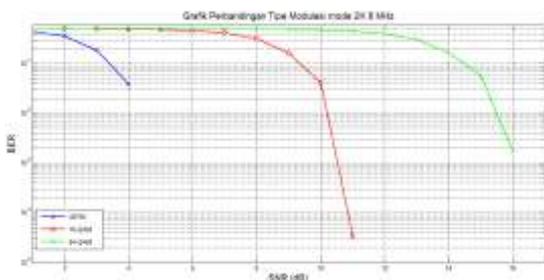
Dari grafik hasil simulasi pada Gambar 4, untuk laju pengkodean konvolusi 1/2 dapat dilihat bahwa pada rentang nilai SNR 0-6 dB, sistem masih mempunyai kinerja yang buruk dimana nilai BER yang dihasilkan nilainya berada di sekitar 0,5. Performa sistem mulai terlihat membaik ketika SNR nilainya 7 dB. Nilai BER mencapai nilai nol yang berarti tidak terdapat kesalahan pada sistem ketika SNR bernilai 12 dB. Untuk laju pengkodean konvolusi 2/3, performa sistem mulai terlihat semakin baik ketika SNR bernilai 10 dB. Nilai BER untuk laju 2/3 bernilai nol ketika SNR berada pada nilai 15 dB. Sedangkan untuk laju pengkodean konvolusi 3/4,

performa sistem mulai terlihat membaik ketika SNR bernilai 11 dB, dan ketika SNR bernilai 17 dB sudah tidak terdapat kesalahan lagi pada sistem.

Dari hasil pengujian laju bit yang telah dibahas sebelumnya, didapatkan hubungan antara laju pengkodean konvolusi dan laju bit yang dihasilkan, yakni semakin besar laju pengkodean konvolusi yang digunakan maka akan semakin besar pula laju bit yang dihasilkan. Ini berarti penggunaan laju pengkodean konvolusi  $3/4$  mempunyai keuntungan dibandingkan dengan menggunakan laju  $2/3$  maupun  $1/2$ . Tetapi sebaliknya, pada pengujian laju kesalahan bit (*Bit Error Rate*), semakin besar laju pengkodean konvolusi yang digunakan maka akan semakin buruk kinerjanya.

Dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa apabila laju bit semakin besar, maka kinerjanya, yang dalam hal ini adalah ketahanan terhadap derau, akan semakin buruk. Hal ini disebabkan karena apabila laju pengkodean konvolusi semakin kecil, maka bit-bit paritas yang dikodekan akan semakin banyak jumlahnya sehingga probabilitas terganggunya data informasi juga semakin besar. Tetapi banyak jumlah data itu juga berakibat semakin banyaknya energi yang diperlukan untuk mengirimkan sinyal dari pemancar ke penerima.

Sedangkan untuk pengaruh dari penggunaan jenis modulasi yang berbeda terhadap baik/buruknya kinerja sistem, grafik perbandingannya ditunjukkan oleh Gambar 5. Laju pengkodean konvolusi yang digunakan sama, yaitu  $3/4$ , sedangkan tipe modulasi yang diujikan adalah QPSK, 16-QAM, dan 64-QAM.



**Gambar 5** Grafik perbandingan tipe modulasi pada mode 2K

Dari grafik hasil simulasi yang ditunjukkan oleh Gambar 5 dapat diketahui bahwa teknik modulasi QPSK merupakan modulasi yang memberikan hasil terbaik jika dilihat dari segi ketahanan terhadap gangguan / derau. BER yang dihasilkan tergolong buruk hanya untuk rentang nilai 0-1 dB. Ketika SNR bernilai 2 dB, mulai terjadi perbaikan nilai BER yang cukup signifikan. Dari hasil simulasi, sudah tidak terdapat kesalahan ketika SNR bernilai 5 dB. Untuk modulasi 16 QAM, kinerja sistem mulai membaik ketika SNR bernilai 7 dB dan ketika SNR bernilai 12 dB, BER yang dihasilkan bernilai 0. Dan untuk modulasi 64

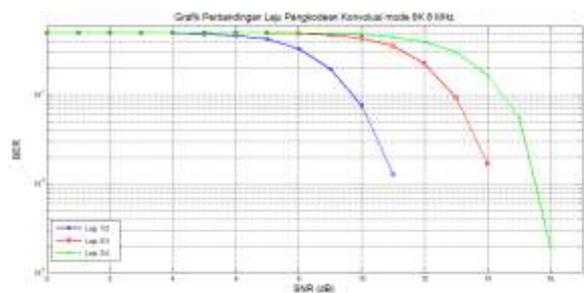
QAM, ini merupakan jenis modulasi yang paling buruk dari segi ketahanan terhadap derau diantara ketiga jenis modulasi tersebut. Kinerja sistem mulai membaik ketika SNR bernilai 11 dB dan sudah tidak terdapat kesalahan lagi ketika SNR bernilai 17 dB.

Dapat ditarik kesimpulan dari penjelasan di atas untuk hubungan antara banyaknya bit yang mewakili simbol dengan ketahanan nya terhadap derau, yakni semakin banyak bit yang mewakili simbol, maka ketahanan terhadap derau nya menjadi semakin rendah. QPSK yang satu simbolnya hanya terdiri dari 2 bit, mempunyai ketahanan terhadapderau yang lebih tinggi daripada 16 QAM yang terdiri dari 4 bit, dan 64 QAM yang satu simbolnya terdiri dari 6 bit.

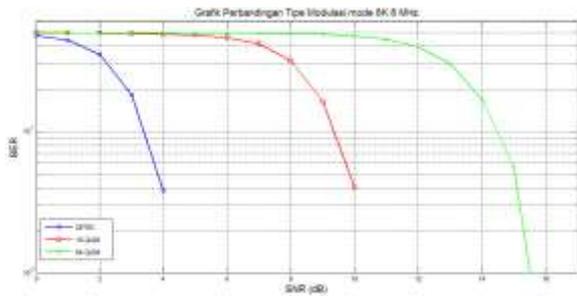
### 3.2.2 Pengujian Laju Kesalahan Bit (*Bit Error Rate*) Sistem DVB-T 8 MHz mode 8K

Untuk pengujian laju kesalahan bit selanjutnya, mode yang diujikan adalah mode 8K. Seperti halnya pengujian laju kesalahan bit yang dilakukan pada mode 2K, pada pengujian kali ini *bandwidth* yang digunakan juga sama yaitu 8 MHz, dan interval tiap kenaikan SNR yang diujikan selisihnya adalah 1 dB. Pengujian akan dihentikan apabila laju kesalahan bit yang dihasilkan nilainya 0, yang berarti bahwa sudah tidak terdapat kesalahan lagi pada sistem. Setiap model sistem diimulasikan selama 0,1 detik.

Dari hasil simulasi pengujian laju kesalahan bit sistem DVB-T mode 8K, grafik dari pengaruh penggunaan laju pengkodean konvolusi yang berbeda dan pengaruh penggunaan tipe modulasi yang berbeda ditunjukkan pada Gambar 6 dan Gambar 7. Sama halnya seperti grafik untuk mode 2K, Gambar 6 menampilkan pengaruh dari penggunaan laju pengkodean konvolusi  $1/2$ ,  $2/3$ , dan  $3/4$  dengan teknik modulasi yang digunakan adalah 64-QAM. Sedangkan Gambar 7 menampilkan pengaruh penggunaan modulasi QPSK, 16-QAM, dan 64-QAM dengan laju pengkodean konvolusi adalah  $3/4$ .



**Gambar 6** Grafik perbandingan laju pengkodean konvolusi pada mode 8K

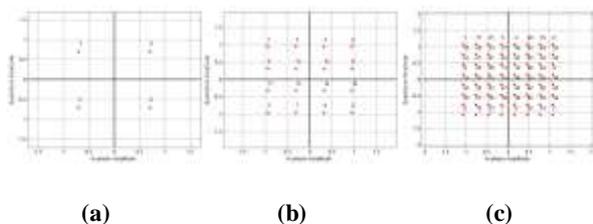


**Gambar 7** Grafik perbandingan tipe modulasi pada mode 8K

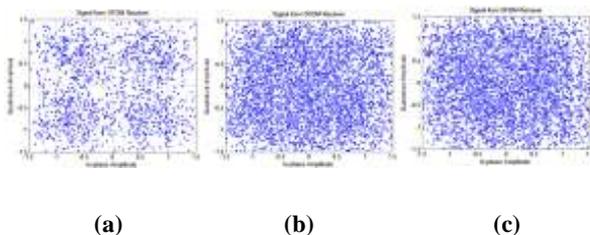
Dari Gambar 4 dan Gambar 5 mode 2K serta Gambar 6 dan Gambar 7 mode 8K, antara sistem DVB-T mode 2K dan mode 8K mempunyai kinerja yang hampir sama walaupun panjang satu simbol OFDM mode 8K lebih panjang daripada panjang satu simbol OFDM mode 2K. Selisih perbedaan yang kecil ini disebabkan oleh penyesuaian tundaan untuk mode 2K dan mode 8K berbeda. Tundaan yang disetel pada mode 8K lebih besar daripada tundaan pada mode 2K, sehingga berpengaruh terhadap jumlah total bit yang diterima.

### 3.3 Pengujian Konstelasi Sinyal pada Sisi Penerima

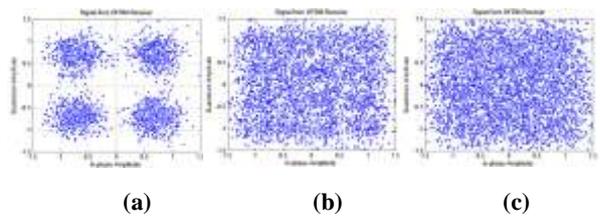
Selain dapat mengamati laju bit dan laju kesalahan bit, konstelasi sinyal pada sisi penerima juga dapat diamati pada simulasi penelitian ini. Gambar 8 menunjukkan konstelasi sinyal asli, dan Gambar 9 sampai dengan Gambar 12 menunjukkan konstelasi hasil dari simulasi untuk nilai SNR 5 dB, 10 dB, 15 dB, dan 20 dB untuk masing-masing skema modulasi. Grafik konstelasi sinyal tersebut di-capture ketika simulasi sedang dijalankan.



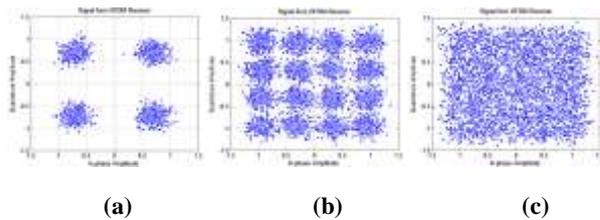
**Gambar 8** Konstelasi asli (a) Modulasi QPSK (b) Modulasi 16-QAM (c) Modulasi 64-QAM



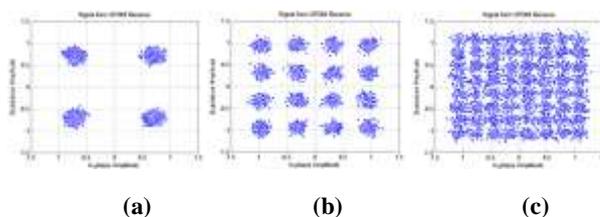
**Gambar 9** Konstelasi yang diterima dengan nilai SNR = 5 dB (a) QPSK (b) 16-QAM (c) 64-QAM



**Gambar 10** Konstelasi yang diterima dengan nilai SNR = 10 dB (a) QPSK (b) 16-QAM (c) 64-QAM



**Gambar 11** Konstelasi yang diterima dengan nilai SNR = 15 dB (a) QPSK (b) 16-QAM (c) 64-QAM



**Gambar 12** Konstelasi yang diterima dengan nilai SNR = 20 dB (a) QPSK (b) 16-QAM (c) 64-QAM

Dari Gambar 9 sampai dengan Gambar 12, terlihat bahwa semakin besar nilai SNR maka pola konstelasi sinyal yang diterima juga semakin mendekati pola konstelasi aslinya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa apabila nilai dari SNR meningkat, maka derau terjadi pun hanya sedikit.

## 4. Penutup

### 4.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil pengujian laju bit untuk setiap *bandwidth* dan mode yang digunakan, simulasi dengan laju pengkodean konvolusi 3/4 dan modulasi 64-QAM mempunyai laju bit yang paling tinggi, yaitu 21.02 Mbps untuk *bandwidth* 6 MHz, 24.47 Mbps untuk *bandwidth* 7 MHz, dan 27.97 Mbps untuk *bandwidth* 8 MHz. Sedangkan model simulasi dengan laju pengkodean konvolusi 1/2 dan modulasi QPSK mempunyai laju bit yang paling rendah, yaitu 4.655 Mbps untuk *bandwidth* 6 MHz, 5.423 Mbps untuk *bandwidth* 7 MHz, dan 6.201 Mbps untuk *bandwidth* 8 MHz.

Pada pengujian pengaruh penggunaan laju pengkodean konvolusi terhadap BER yang dihasilkan sistem DVB-T mode 2K, laju pengkodean 1/2 nilai BER = 0 ketika nilai SNR = 12 dB. Untuk laju pengkodean 2/3, nilai BER = 0

didapat ketika SNR bernilai 15 dB. Dan untuk laju pengkodean 3/4, nilai BER = 0 ketika nilai SNR adalah 17 dB. Pada pengujian pengaruh penggunaan tipe modulasi terhadap BER yang dihasilkan sistem DVB-T mode 2K, modulasi QPSK nilai BER = 0 pada saat nilai SNR = 5 dB. Untuk modulasi 16-QAM, nilai BER = 0 diperoleh ketika SNR bernilai 12 dB. Dan untuk modulasi 64-QAM, nilai BER = 0 ketika nilai SNR adalah 17 dB.

Sistem DVB-T mode 2K dan 8K menunjukkan performansi yang hampir sama. Selisih perbedaan nilai rata-rata laju kesalahan bit nya adalah sebesar  $1.17834 \times 10^{-4}$ , dimana mode 2K mempunyai performansi yang lebih baik.

#### 4.2 Saran

Saran yang bisa digunakan untuk penelitian lebih lanjut adalah mensimulasikan sistem DVB-T dengan menggunakan sumber berupa berkas multimedia baik itu gambar, suara, maupun video. Tantangan yang dihadapi adalah bagaimana caranya melakukan rekayasa matriks multidimensi dari berkas multimedia tersebut dan merubahnya menjadi matriks satu dimensi jika ingin menggunakan sistem *non-hierarchical* atau mencobanya pada sistem DVB-T *hierarchical*. Selain itu bisa juga dilakukan penelitian sistem DVB-T2, DVB-S serta DVB-C, ataupun generasi kedua dari standar DVB tersebut, kemudian membandingkan kinerja antar standar sistem DVB.

Untuk teknik estimasi kanal pada DVB-T dapat dilakukan penelitian dengan teknik estimasi kanal buta ataupun teknik estimasi kanal semi buta.

#### Referensi

- [1]. Ahmed, Syed Hassan, dkk, *Performance Evaluation of DVB-T Based OFDM over Wireless Communication Channels*, International MultiConference of Engineers and Computer Scientists, Hongkong, 2012.
- [2]. Astuti, Dian Widi, *Analisa Simulasi Performansi Penggunaan Orthogonal Frequency Division Multiplexing pada Sistem Digital Video Broadcasting-Terrestrial*, Universitas Mercu Buana, 2012.
- [3]. Bolat, Ender, *Study of OFDM Performance Over AWGN Channels*, Electrical and Electronic Engineering Department Eastern Mediterranean University, 2003.
- [4]. Dawud, Dadan, *Analisis Performansi Bit Error Rate DVB-T pada Kanal Rayleigh dan AWGN*, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2011.
- [5]. Effendy, Dedi Usman, dkk, *Analisis Unjuk Kerja Sistem Video Broadcast (DVB)*, Jurnal EECCIS Vol. III, No. 2, 2009.
- [6]. European Telecommunication Standard Institute, *ETSI EN 300 744 v 1.6.1 Digital Video Broadcasting (DVB) : Framing Structure, Channel Coding, and Modulation for Digital Terrestrial Television*, 2009.
- [7]. Fischer, Walter, *Digital Video and Audio Broadcasting Technology*, Springer, 2008.

- [8]. Hermanto, Dudik, *Evaluasi Kinerja Teknik Estimasi Kanal Berdasarkan Pola Pengaturan Simbol Pilot pada Sistem OFDM*, Universitas Diponegoro, Semarang, 2012.
- [9]. Hernandez, Sergio Isla, *Simulation and Evaluation of a DVB System Using Simulink (Vol. I)*, Linkoping Institute of Technology, Swedia, 2005.
- [10]. Pastor, Alberto Prieto, *Simulation and Evaluation of a DVB System Using Simulink (Vol. II)*, Linkoping Institute of Technology, Swedia, 2005.
- [11]. Rohmadi, Ariyono, *Simulasi Metode Clipping-Filtering, Selective Mapping (SLM) Dan Partial Transmit Sequence (PTS) Untuk Mereduksi PAPR Pada Sistem OFDM*, Universitas Diponegoro, Semarang, 2012.
- [12]. Schulze, Henrik and Christian Luders, *Theory and Application of OFDM and CDMA*, John Wiley & Sons, Ltd, West Sussex. 2005.
- [13]. ---, Digital Video Broadcasting Terrestrial MATLAB Simulink <http://www.mathworks.com/help/comm/examples/digital-video-broadcasting-terrestrial.html>
- [14]. ---, *DVB Fact Sheet*, <http://dvb.org/>
- [15]. ---, Mathematical Description of OFDM, <http://www.wirelesscommunication.nl/reference/chaptr05/ofdm/ofdmmath.htm>
- [16]. ---, Mengenal Standar DVB, <http://www.elektroindonesia.com>
- [17]. ---, MIT 6.02 Draft Lecture Notes, *Lecture 8 : Convolutional Coding*, <http://web.mit.edu/6.02/www/s2010/handouts/lectures/L8-notes.pdf>
- [18]. ---, MIT 6.02 Draft Lecture Notes, *Lecture 9 : Decoding of Convolutional Codes*, <http://web.mit.edu/6.02/www/s2010/handouts/lectures/L9-notes.pdf>
- [19]. ---, Reed-Solomon overview <ftp://ftp.radionetworkprocessor.com/pub/reed-solomon/reedsolomon-elektrobit.pdf>