

IMPLEMENTASI DAN ANALISIS PENGARUH UKURAN OFDM PADA DVB-T2 BERBASIS SOFTWARE GNURADIO

IMPLEMENTATION AND ANALYSIS EFFECT OF FFT SIZE OFDM SYSTEM ON DVB-T2 BASED GNURADIO SOFTWARE

Sania Asri Monica¹, Achmad Ali Muayyadi², Huriyanti Vidyaningtyas³

^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Telkom University

¹saniaasrimonica.sm@gmail.com, ²alimuayyadi@telkomuniversity.ac.id, ³huriyantividy@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Kebutuhan penyiaran konten televisi digital di Indonesia semakin meningkat. Transisi teknologi analog ke digital memberikan kosekuensi untuk menyediakan program televisi yang lebih dalam kuantitasnya. Siaran berteknologi digital harus bisa mengatasi masalah keterbatasan frekuensi untuk menciptakan program televisi yang baru. Penyelenggaraan sistem penyiaran TV digital mengalami perubahan terhadap segi pemanfaatan kanal. Sehingga dibutuhkan efisiensi penggunaan kanal frekuensi seperti pemakaian satu kanal untuk lebih dari satu program TV. Namun efisiensi penggunaan *spectrum* frekuensi menjadikan jarak antar kanal cukup berdekatan sehingga memungkinkan terjadinya ICI. Solusinya yaitu teknologi DVB-T2 dengan menggunakan modulasi OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) teknologi DVB-T2. OFDM adalah suatu teknik transmisi yang menggunakan beberapa buah frekuensi pembawa (*multicarrier*) dalam satu saluran dimana setiap frekuensi pembawa saling tegak lurus (*orthogonal*). Namun OFDM memiliki tantangan yaitu tingginya PAPR yang menyebabkan efisiensi daya menjadi buruk.

Pada tugas akhir ini, implementasian *system* OFDM menggunakan *software GnuRadio* yang mana sinyal carrier dengan variasi ukuran FFT (1K,2K,4K,8K,16K,32K), konstelasi 16 QAM dan coderate 1/2. Sinyal yang diimplementasikan dengan sistem OFDM dan *Spectrum Analyzer* mengukur kualitas sinyal ditransmisikan pada *RF Front End* yang menggunakan USRP N210. Daya sinyal *carrier* yang diterima dibandingkan terhadap noise. Sehingga, dapat diketahui kinerja sistem OFDM dengan pengaruh ukuran FFT terhadap hasil akhir sinyal dikirim. Berdasarkan hasil penelitian ukuran FFT yang terbaik adalah 16 K dengan hasil perhitungan sebesar 42.06766289 dB dan Eb/No sebesar 36.40179 dB. Untuk nilai PAPR terbesar terdapat pada ukuran FFT 32K yaitu sebesar 8.738547 dB.

Kata kunci: DVB-T2, OFDM, Ukuran FFT, GnuRadio.

Abstract

The need for digital television content broadcasting in Indonesia is increasing. The transition of analogue to digital technology provides the consequence of providing more television programs in its quantity. Broadcast digital technology should be able to overcome the problem of frequency limitations to create a new television program. The organization of the digital TV broadcasting system has changed in terms of channel utilization. So it takes the efficiency of using frequency channels such as the use of one channel for more than one TV program. However, the frequency spectrum usage efficiency makes the inter-channel distance close enough to allow ICI to occur. The solution is DVB-T2 technology by using OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) modulation of DVB-T2 technology. OFDM is a transmission technique that uses multiple carrier frequencies (multicarriers) in one channel where each carrier frequency is perpendicular (orthogonal). However OFDM has a challenge namely the high PAPR that causes power efficiency to be bad.

In this final project, the implementation of OFDM system using GnuRadio software which signal carrier with variation of FFT size (1K, 2K, 4K, 8K, 16K, 32K), constellation 16 QAM and coderate 1/2. Signals implemented with OFDM and Spectrum Analyzer systems measure signal quality transmitted on RF Front End using USRP N210. The received carrier signal power is compared to the noise. Thus, it can be seen the performance of OFDM system with the effect of FFT size on the result of signal sent. Based on the result of FFT size, the best is 16 K with 42.06766289 dB and Eb / No is 36.40179 dB. For the biggest PAPR value, it is found in FFT size 32K which is 8.738547 dB.

Keyword: DVB-T2, OFDM, FFT size, GnuRadio.

1. Pendahuluan

DVB-T2 adalah kependekan dari “*Digital Video Broadcasting - Second Generation Terrestrial*” yang merupakan perpanjangan dari standar televisi DVB-T, dikeluarkan oleh konsorsium DVB, dirancang untuk transmisi siaran televisi *terrestrial digital*. DVB telah di *standarisasi* oleh ETSI [1] [2]. Sistem ini mentransmisikan sinyal informasi audio dan video dan data digital menggunakan *multi-carrier OFDM (Orthogonal frequency-division multiplexing)* yang mana sangat penting terhadap teknologi DVB-T2. OFDM adalah sebuah metode transmisi *multicarrier*, yang mana membagi aliran data *high data rate* dan melakukan modulasi pada setiap data yang telah terbagi menjadi *low data rate* yang kemudian dikirimkan secara bersamaan kepada beberapa *subcarrier*.

Pada OFDM menggunakan *spectrum* yang lebih efisien dengan jarak antar kanal yang cukup berdekatan. Hal ini dapat terjadi dengan membuat seluruh *carrier orthogonal* satu sama lain. Sehingga, sistem dapat mencegah terjadinya *Inteferensi* antar *carrier* yang berjarak berdekatan yang disebut *Inter Carrier Interference (ICI)* [2]. Namun, OFDM relatif mempunyai kelemahan yaitu *peak-to-average ratio (PAPR)* yang lebih tinggi, yang dapat mereduksi efisiensi daya *RF amplifier*.

2. Teori Penunjang Sistem OFDM DVB-T2

A. Fitur Utama DVB-T2

Spesifikasi ini memiliki karakteristik kanal spektrum frekuensi DVB-T2 menggunakan OFDM modulasi dan menyediakan sebuah *toolkit* dengan berbeda jumlah *carrier* nya (1K,2K,6K,8K,16K,32K) dan beberapa modulasi konstelasi. Untuk *error protection*, DVB T2 menggunakan LDPC dan BCH coding [3] [4].

Untuk DVB-T2 dilihat pada table 1 berikut:

Tabel 1. Parameter Sistem DVB-T2

FEC	LDPC + BCH
MODES	QPSK, 16 QAM, 64QAM, 256 QAM
Guard Interval	1/4, 1/8, 1/16, 1/32
Ukuran FFT	1K, 2K, 4K, 8K,16K, 32K
Bandwith	6 Mhz, 7Mhz, 8 Mhz

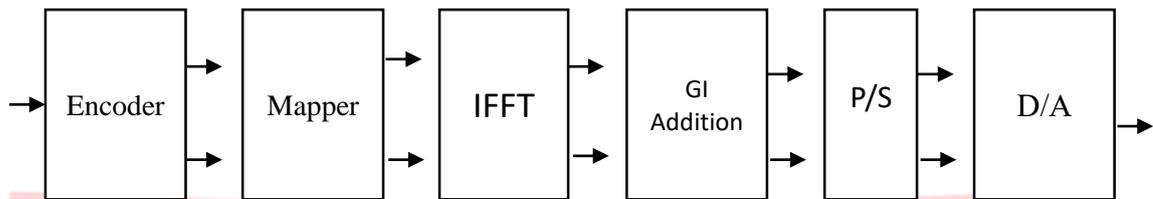
B. OFDM

OFDM mentransformasikan sebuah *wide-band channel* menjadi suatu kelompok *narrowband channel* yang mana *wideband channel* membuat terbebani dengan jumlah yang cukup besar. Sehingga mampu mempertahankan frekuensi komunikasi dalam domain frekuensi [1]. Teknik OFDM yang mana *efisiensi Bandwith* yang dibandingkan terhadap konvensional *nonoverlapping* sistem *multicarrier*. Seperti yang terlihat pada *subchannels* yang berdekatan dapat *overlap* untuk *orthogonal* satu sama lain. Sedangkan *conventional nonoverlapping* sistem *multicarrier* terdapat jarak antar frekuensi antar *channel* untuk mencegah terjadinya interferensi. Dan juga panjang *symbol periode* dari OFDM menjadikan adanya ketahanan dalam melawan *noise*. Sehingga OFDM memberi keuntungan dalam implementasi *broadcasting applications* karena efisien dalam penggunaan spectrum kanal [2].

Adapun keunggulan OFDM yang dirangkum sebagai berikut [5] :

1. Efisiensi spectrum
Menggunakan *overlapping sub-carrier* jarak dekat adalah sebuah keuntungan OFDM yang signifikan yaitu efisiensi penggunaan spectrum yang tersedia.
2. Tahan terhadap ISI
Keunggulan lain dari OFDM adalah sangat tahan terhadap gangguan *inter-symbol* dan *inter frame*.

Sedangkan kekurangan dari OFDM ialah *High peak to average power ratio*. Sebuah sinyal OFDM memiliki sebuah *noise* seperti variasi *amplitude* dan *dynamic range* yang relative besar. Hal ini berdampak pada *amplifier* yang tidak bisa beroperasi dengan tingkat efisiensi yang tinggi. Di OFDM, *subcarrier* dimodulasi dalam domain frekuensi, kemudian diubah menjadi domain waktu dan setelah itu, interval guard ditambahkan sebelum transmisi. Oleh karena itu memungkinkan pendekatan yang berbeda untuk penyamaan saluran. Transformasi *Fourier* diskrit dapat dihitung dengan menggunakan FFT ketika perhitungan cepat diperlukan. Alasannya adalah FFT memiliki kompleksitas komputasi. Kemajuan terbaru dari Very Large Scale Integration (VLSI) dan teknologi pemrosesan sinyal digital memberikan peluang bagus untuk menerapkan OFDM di perangkat keras dengan IFFT.



Gambar .1. Sistem Dasar Pemancar OFDM

Diagram blok tingkat sistem dasar pemancar OFDM menggunakan IFFT disajikan pada Gambar.1. Di transmitter OFDM, pada awalnya urutan biner serial yang berasal dari sumber data diubah menjadi paralel dan dikelompokkan menjadi beberapa bit. Kemudian mapper memetakan kelompok-kelompok bit ini sesuai dengan skema modulasi yang dipilih untuk menghasilkan urutan simbol yang kompleks. Simbol-simbol ini kemudian dimodulasi di *baseband* oleh operasi IFFT dan setelah itu, *interval guard* ditambahkan ke masing-masing simbol. Setelah itu, aliran data paralel diubah menjadi aliran data serial untuk transmisi dengan konverter paralel-ke-serial (P / S). Sinyal diskrit ini kemudian diubah menjadi domain analog oleh digital-ke-analog (D / A) [2].

C. PAPR

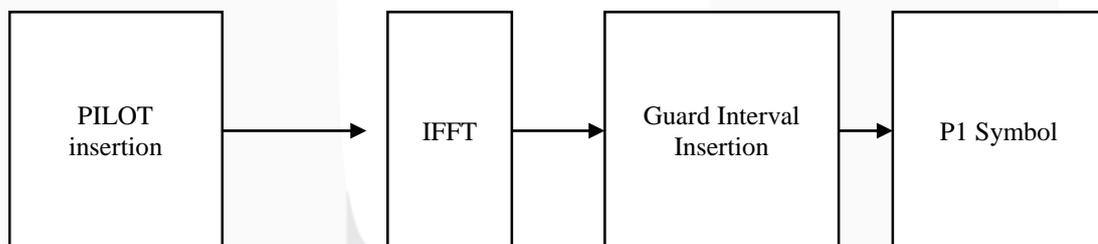
PAPR didefinisikan sebagai kekuatan maksimum terjadi dalam transmisi OFDM dengan kekuatan rata-rata transmisi OFDM. Representasi matematis memiliki diberikan di bawah ini.

$$PAPR = \frac{P_{peak}}{P_{average}} = \frac{\text{Max } [|X(t)|^2]}{E [|X(t)|^2]} \quad (1)$$

Di mana, P_{peak} = Daya puncak sesaat
 $P_{average}$ = Daya rata-rata sesaat

D. OFDM Generation

Pada Gambar OFDM generation terdiri dari Pilot insertion, IFFT, gurad interval insertion, P1 symbol insertion.

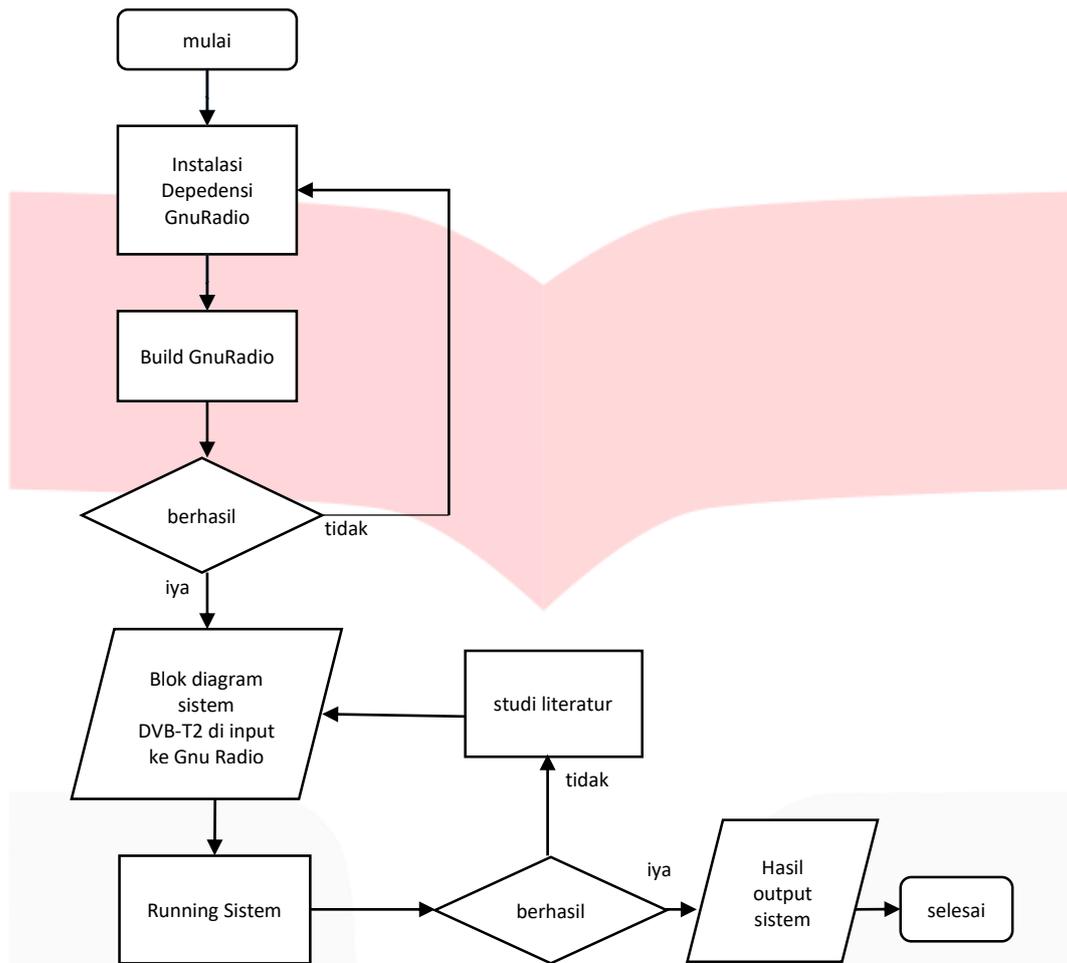


Gambar.2 OFDM Generation

Sebuah pilot mengacu pada sel dalam frame OFDM yang dimodulasi dengan informasi referensi yang telah ditentukan yang juga diketahui oleh penerima dan ditransmisikan pada tingkat daya yang dikuatkan. Lokasi dan jumlah pilot didefinisikan dalam standard dan nilai pilot berasal dari urutan referensi yang diterapkan untuk semua pilot dari berbagai jenis yaitu scattered pilots, continual pilots, edge pilots, P2 pilots and frame closing pilots. OFDM digunakan sebagai teknik modulasi dalam sistem DVB-T2, maka submodul ini melakukan IFFT di pemancar untuk mengubah sinyal dari domain frekuensi ke domain waktu. Guard inetval adalah bagian yang berguna pada simbol untuk disisipkan di awal sebelum bagian simbol OFDM. Bagian ini menyisipkan salah satu fraksi interval penjaga di antara tujuh pilihan berbeda yang tersedia untuk setiap ukuran FFT di DVB-T2 [2].

3. Desain Implementasi Sistem

Implementasi blok diagram OFDM dilakukan pengujian agar dapat dianalisis dilakukan uji fungsi dan kualitas menggunakan perangkat USRP dan Spektrum Analyzer. Sebelum dilakukan pengujian dibuat alur perancangan sistem pada gambar 3. Berikut adalah desain implementasi dan perancangan sistem.



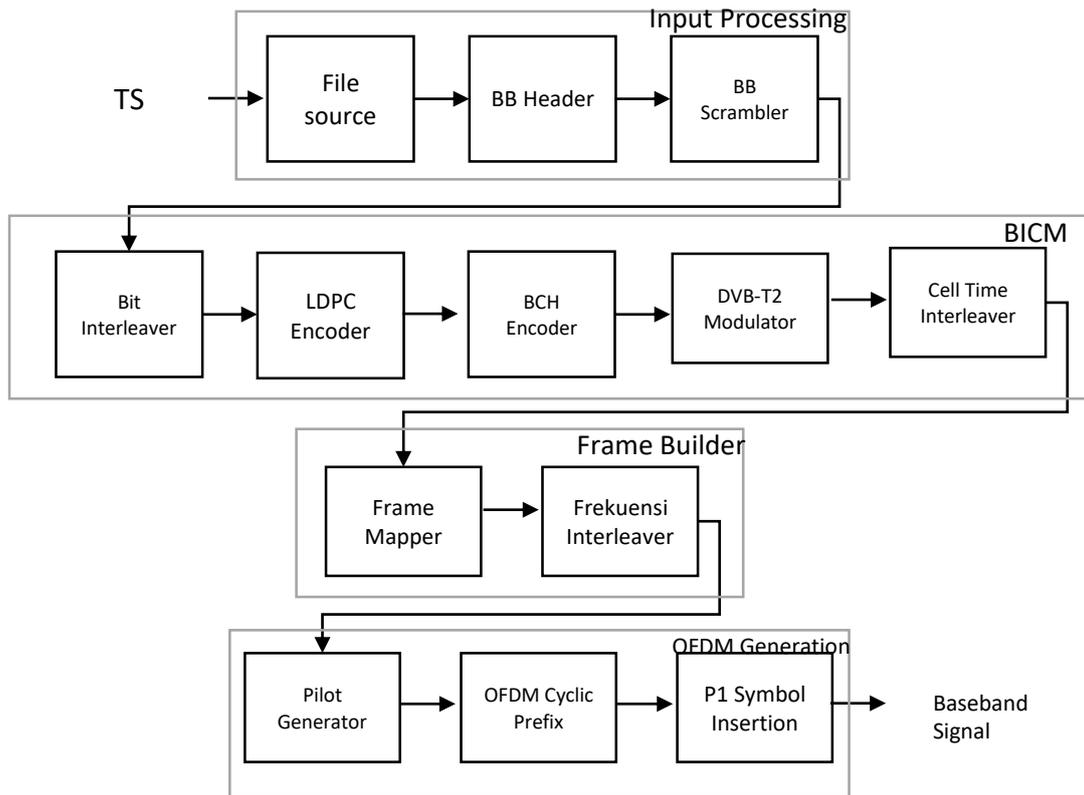
Gambar 3. Alur perancangan dan implementasi sistem

Pada skema proses diatas dapat diketahui bahwa:

- Situs www.gnuradio.org/doc/doxygen/build_guide.html berguna untuk *build* GnuRadio secara manual.
- Saat *build*, pastikan seluruh dependensi terinstall.
- Jika ada kesalahan dalam penginstalan depensi dipastikan build GnuRadio tidak berhasil dan kembali melakukan build depensi tersebut.
- Saat GnuRadio berhasil di *build*, maka blok diagram DVB-T2 dapat dirangkai.
- Setelah seluruh digram blok sistem dihubungkan satu sama lain, dilakukan *running* sistem pada software GnuRadio.
- Apabila tidak berhasil maka kembali dikaji literature mengenai parameter yang digunakan dalam menjalankan sistem.
- Apabila berhasil maka GnuRadio akan menampilkan hasil keluaran FFT plot.

A. Implementasi Blok-Blok Diagram pada GnuRadio

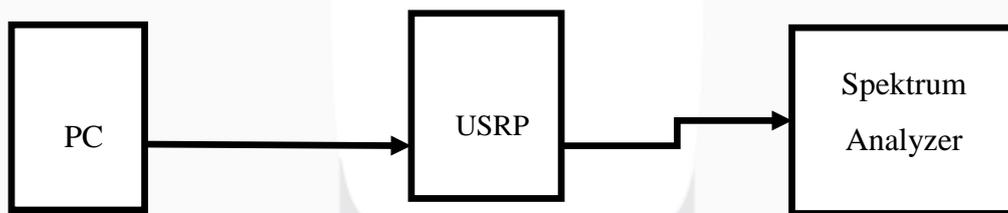
Terdapat *Pilot Generator & FFT*, yang mana blok ini untuk menentukan scattered pilot pattern dan ukuran FFT yang digunakan. Setelah itu ada blok *OFDM Cyclic Prefixer*, berguna agar perulangan ditambahkan di akhir simbol. Lalu *P1 symbol insertion*, Simbol P1 yang ditambahkan sebagai bagian dari *L1 signalling*.



Gambar 4. Implementasi blok-blok tranmitter OFDM pada GNURadio

B. Skenario Evaluasi

Pada skenario evaluasi *system* dengan mensimulasikan audio dan video dengan format MPEG2 yang telah menjadi file *Transport Stream* (TS). Sehingga file TS menjadi inputan pada system DVB-T2 di software GnuRadio. Saat pengujian dilakukan, parameter seperti variasi modulasi dan channel coding yang diuji dengan nilai tetap. Sedangkan parameter ukuran FFT dilakukan pengujian yaitu 1K,2K,4K,8K,16K,32K.



Gambar. 5. Implementasi alat keseluruhan

Dalam pengujian sistem Tugas Akhir ini adalah Uji fungsi dan kualitas sinyal dengan menggunakan *spektrum analyzer* dan pengujian kualitas sinyal terima untuk mengukur C/N dan Eb/No serta variasi ukuran FFT dilakukan pengujian simulasi GnuRadio terhadap PAPR.

- Parameter pengaturan OFDM pada DVB-T2 seperti berikut:
- P1 type = SISO
 - Bandwith = 8MHz
 - Sampel Rate = 9,142678 MHz
 - Guard Interval = 1/8
 - Ukuran FFT = 1K,2K,8K,16K,32K
 - Carrier Mode = normal
 - Code Rate = 1/2

Untuk rumus C/N dipaparkan sebagai berikut:

$$C/N [dB] = P_{carrier} [dBm] - P_{noise} [dBm]. \tag{2}$$

Energy per bit (Eb) adalah energi sinyal pada tiap bit data. Untuk perhitungan Eb/No dengan rumus berikut ini:

$$\left(\frac{E_b}{N_o}\right)_{dB} = \left(\frac{C}{N}\right)_{dB} - 10 \log(m) - 10 \log\left(\frac{1}{2}\right) \tag{3}$$

Dimana, m= 4 untuk modulasi 16-QAM.

4. Analisis Hasil Simulasi

A. Pengujian Ukuran FFT terhadap C/N Pada Konstelasi 16 QAM

Untuk Hasil Simulasi transmitter GnuRadio dengan parameter variasi ukuran FFT (1K, 2K, 4K, 8K, 16K,32K), Konstelasi 16 QAM serta coderate 1/2. Maka didapatkan hasil simulasi yang terdapat pada tabel berikut:

Tabel.2 Hasil Simulasi C/N dan Eb/No terhadap ukuran FFT

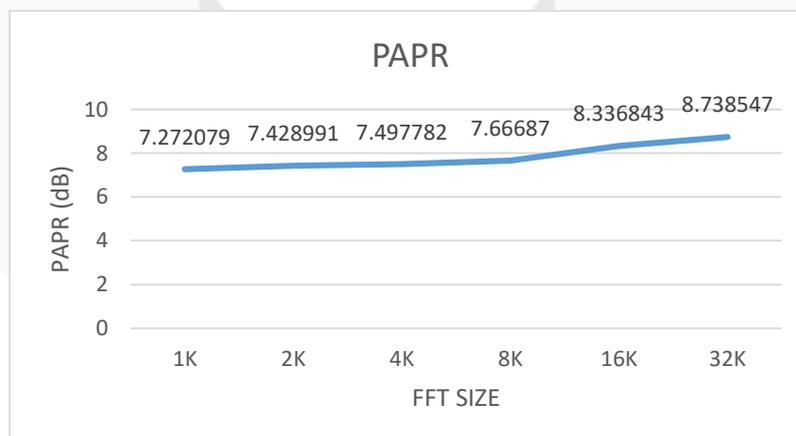
Code rate	FFT	Carrier power (dB)	Noise Power (dB)	C/N	Eb/No
1/2	1K	-11.9914	-53.3158	41.32439	35.65851
	2K	-12.2106	-53.6094	41.39882	35.73294
	4K	-11.6887	-53.6719	41.98319	36.31731
	8K	-11.4403	-53.5026	42.06223	36.39635
	16K	-11.6433	-53.711	42.06766	36.40179
	32K	-11.8339	-53.1818	41.34799	35.68211

B. Pengukuran PAPR berdasarkan ukuran FFT variasi

Dari tabel diatas dapat dibuktikan bahwa apabila nilai ukuran FFT meningkat maka nilai PAPR juga akan meningkat.

Tabel.3 PAPR terhadap variasi ukuran FFT

Ukuran FFT	MAX	MAX(db)	AVERAGE	AVERAGE (db)	PAPR
1K	5.135571	7.105887	0.962455885	0.166191677	7.272079
2K	5.314394	7.254538	0.960627	-0.17445	7.428991
4K	5.515636	7.415956	0.981335	-0.08183	7.497782
8K	5.932288	7.732222	1.015162	0.065352	7.66687
16K	6.779778	8.312155	0.994332	-0.02469	8.336843
32K	7.664599	8.844894	1.02479	0.106347	8.738547



Gambar 6. PAPR terhadap nilai seluruh FFT size

5. Kesimpulan

Penelitian dan analisis yang dilakukan pada *Implementasi dan Analisis Pengaruh FFT size OFDM pada DVB-T2* berbasis *Software GnuRadio* yaitu dapat disimpulkan bahwa :

1. Perancangan untuk implementasi blok diagram *transmitter DVB-T2* menggunakan *GnuRadio* berhasil di-*running* dengan parameter variasi ukuran FFT (1K,2K,4K,8K,16K,32K), Coderate $\frac{1}{2}$, dan jenis konstelasi 16 QAM serta parameter lainnya yang sudah disesuaikan dengan standar ETSI berhasil dijalankan. Hal ini ditandai dengan keluarnya hasil keluaran Scope sink dan FFT plot yang merupakan salah satu blok diagram untuk keluaran sistem yang dijalankan pada parameter yang telah disesuaikan.
2. Hasil pengukuran pada C/N dan Eb/N0 didapatkan ukuran FFT 16K sebagai ukuran FFT terbaik terhadap faktor ketahanannya terhadap noise dengan nilai C/N sebesar 42.06766289 dB dan Eb/N0 sebesar 36.40179 dB.
3. Dari hasil perhitungan PAPR dapat disimpulkan semakin tinggi ukuran FFT yang digunakan maka nilai PAPR yang didapatkan juga semakin tinggi. Ukuran FFT yang paling tinggi nilai PAPRnya adalah 32K dengan nilai sebesar 8.738547 dB.

DAFTAR REFERENSI

- [1] A. W. Adi, *Implementasi dan Analisa Modulator DVB-T2 berbasis Software Define Radio*, Bandung: Telkom University, 2016.
- [2] M. S. Morshed, *Synchronization Performance in DVB-T2 System*, Tampere University of Technology, 2009.
- [3] DVB, "standards/dvb-t2," DVB, [Online]. Available: <https://www.dvb.org/standards/dvb-t2>. [Accessed maret 2018].
- [4] W. Fischer, *Digital Video and Audio Broadcasting Technology, Signal and Communication Technology*, 3rd ed, Berlin Heidelberg: Springer, 2010.
- [5] E. T. S. Institute, *2nd Generation Terrestrial The World's Most Advanced Digital Terrestrial TV Sistem*, ETSI DVB Fact Sheet, 2015.
- [6] M. D. N. Kokane, "OFDM and its applications," ECE Departement.
- [7] www.spectraplus.com, "FFT Size," 4 7 2018.
- [8] E. T. S. Institute, *Digital Video Broadcasting*, ETSI, 2012.