

SKRIPSI

**ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA OQAM-FBMC DAN
CYCLIC PREFIX-OFDM MENGGUNAKAN KANAL AWGN**

**PERFORMANCE COMPARISON ANALYSIS OF OQAM-
FBMC AND CYCLIC PREFIX-OFDM USING AWGN
CHANNEL**



Disusun oleh

DHIA FIKRI ZAM ZAMI

17101010

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2021

**ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA OQAM-FBMC DAN
CYCLIC PREFIX-OFDM MENGGUNAKAN KANAL AWGN**

**PERFORMANCE COMPARISON ANALYSIS OF OQAM-
FBMC AND CYCLIC PREFIX-OFDM USING AWGN
CHANNEL**

Skripsi ini digunakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh

Gelar Sarjana Teknik (S.T.)

di Institut Teknologi Telkom Purwokerto

2021

Disusun oleh

DHIA FIKRI ZAM ZAMI

17101010

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Anggun Fitriani Isnawati, S.T., M.Eng.

M Lukman Leksono, S.Pd., M.Pd

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2021

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA OQAM-FBMC DAN *CYCLIC*
PREFIX-OFDM MENGGUNAKAN KANAL AWGN**

**PERFORMANCE COMPARISON ANALYSIS OF OQAM-FBMC AND
CYCLIC PREFIX-OFDM USING AWGN CHANNEL**

Disusun oleh

DHIA FIKRI ZAM ZAMI


17101010

Telah dipertanggungjawabkan di hadapan Tim Penguji pada tanggal 27 Agustus
2021

Susunan Tim Penguji

Pembimbing Utama : Dr. Anggun Fitriani Isnawati, S.T., M.Eng. ()
NIDN. 0604097801

Pembimbing Pendamping : M. Lukman Leksono, S.Pd., M.Pd. ()
NIDN.0630108704

Penguji 1 : Dr. Wahyu Pamungkas, S.T., M.T. ()
NIDN. 606037801

Penguji 2 : Agung Wicaksono, S.T., M.T. ()
NIDN. 0614059501

Mengetahui,

Ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi
Institut Teknologi Telkom Purwokerto

Herryawan Pujiharsono, S.T., M.Eng.
NIDN. 0617068801

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya, DHIA FIKRI ZAM ZAMI, menyatakan bahwa skripsi dengan judul “ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA OQAM-FBMC DAN CYCLIC PREFIX-OFDM MENGGUNAKAN KANAL AWGN” adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan kecuali melalui pengutipan sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Saya bersedia menanggung risiko ataupun sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam skripsi saya ini.

Purwokerto, 18 Agustus 2021

Yang menyatakan,



(Dhia Fikri Zam Zami)

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan kasih dan sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA OQAM-FBMC DAN CYCLIC PREFIX-OFDM MENGGUNAKAN KANAL AWGN”**.

Maksud dari penyusunan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat dalam menempuh ujian sarjana Teknik Telekomunikasi pada Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro Institut Teknologi Telkom Purwokerto.

Dalam penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang sangat membantu penulis dalam berbagai hal. Oleh karena itu, penulis sampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Dr. Anggun Fitriani Isnawati, S.T., M.Eng. selaku pembimbing I.
2. M Lukman Leksono, S.Pd., M.Pd. selaku pembimbing II.
3. Fikra Titan Syifa, S.T., M.Eng. selaku Dosen Wali
4. Herryawan Pujiharsono, S.T.,M.Eng. selaku Kaprodi S1 Teknik Telekomunikasi.
5. Dr. Arfianto Fahmi, S.T., MT.,IPM selaku Rektor Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
6. Segenap Orang Tua tersayang yang telah mendukung, memotivasi dan memfasilitasi selama proses penyusunan ini.
7. Segenap teman Miftakhudin Yusuf, S.T., Nisrina Hania Nabila, S.T., Ivan Pratama Sudirman, S.T. dan Ikram Muh. Aasif, S.T yang telah membantu dalam proses pengerjaan skripsi ini.
8. Seluruh teman-teman seperjuangan yang telah banyak berjasa dan saling mendukung dengan sepenuh hati sehingga skripsi ini dapat selesai.
9. Seluruh dosen, staf dan karyawan Fakultas Teknik Telekomunikasi & Elektro Institut Teknologi Telkom Purwokerto.

Purwokerto, 1 September 2021

(Dhia Fikri Zam Zami)

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB 1	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2	5
DASAR TEORI.....	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	7
2.2.1 Generasi ke-5 (5G)	7
2.2.2 Implementasi Layanan 5G.....	8
2.2.3 Kapabilitas dan Persyaratan 5G.....	9
2.2.4 5G Frequency Spectrum	10
2.2.5 Kanal Wireless.....	11
2.2.6 Kanal <i>Narrowband</i>	13
2.2.7 Kanal <i>Broadband</i>	13
2.2.8 <i>Orthogonal Frequency Division Multiplexing</i> (OFDM)	14
2.2.9 <i>Cyclic-Prefix</i> (CP)	15
2.2.10 <i>Numerology</i> OFDM 5G NR	17
2.2.11 Modulasi <i>Quadrature Amplitude Modulation</i> (QAM)	18
2.2.12 Modulasi <i>Offset- Quadrature Amplitude Modulation</i> (O-QAM) .	20
2.2.13 <i>Filter Bank Multi Carrier</i> (FBMC)	23

2.2.14	Kanal AWGN (<i>Additive White Gaussian Noise</i>).....	24
2.2.15	Parameter Pengujian Sistem	26
BAB 3	.....	28
METODE PENELITIAN	.....	28
3.1	Alat Yang Digunakan	28
3.2	Alur Penelitian	28
3.3	Pemodelan Sistem.....	29
3.3.1	<i>Cyclic Prefix</i> -OFDM	29
1.	<i>Data Input</i>	29
2.	<i>Serial to Parallel</i>	29
3.	<i>Modulation Mapping</i>	29
4.	IFFT (<i>Invert Fast Forrier Transform</i>).....	30
5.	<i>Cyclic Prefix</i>	30
6.	<i>Parallel to Serial</i>	30
7.	Kanal AWGN	30
8.	<i>Serial to Parallel</i>	31
9.	<i>Removal of Cyclic Prefix</i>	31
10.	<i>Fast Forrier Transform (FFT)</i>	31
11.	<i>Demapping</i>	31
12.	<i>Parallel to Serial</i>	31
13.	<i>Data Output</i>	31
3.3.2	Pemodelan Sistem FBMC-OQAM	32
1.	Data Masukan	32
2.	Pengubah Data Seri Ke Paralel (S/P)	32
3.	<i>Mapping 16-QAM</i>	33
4.	Pra Pengolahan OQAM	34
5.	Sintesis <i>Bank filter</i>	34
6.	Pengubah Paralel ke Seri (P/S)	35
7.	Pemodelan Kanal Tranmisi	35
8.	Pengubah Data Seri menjadi Paralel (S/P)	35
9.	Analisis <i>Bank filter</i>	35
10.	Pasca Pengolahan OQAM	36
11.	<i>Demapping 16 QAM</i>	36

12.	Pengubah Paralel menjadi Serial (P/S).....	37
13.	Data Keluaran	38
3.4	Parameter Simulasi	38
BAB 4	.....	39
HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	39
4.1	Parameter Penelitian	39
4.2	Pengujian Tahap Simulasi	39
4.2.1	OFDM.....	39
1.	Data Masukan	39
2.	Seri ke Paralel	40
3.	<i>Mapping</i> 16 QAM	41
4.	IFFT	42
5.	Penambahan <i>Cyclic Prefix</i>	43
6.	Kanal AWGN	44
7.	<i>Removal of Guard Band</i>	45
8.	FFT	45
9.	<i>Demapping</i> Sinyal 16-QAM.....	46
10.	Paralel ke Seri	47
11.	Data Keluaran	48
4.2.2	FBMC	48
1.	Data Masukan	48
2.	Seri ke Paralel (S/P).....	49
3.	<i>Mapper</i> 16 QAM	50
4.	Pra Pengolahan OQAM	51
5.	Sintesis <i>Bank filter</i> (IFFT dan Filter Ideal)	52
6.	Keluaran pada Blok Transmisi	53
7.	<i>Analisis Bank filter</i>	53
8.	Pasca Pengolahan OQAM	54
9.	<i>Demapper</i> 16 QAM	55
10.	Paralel ke Seri (P/S).....	56
11.	Data Keluaran	56
4.3	Pengujian Parameter BER terhadap SNR.....	57
4.3.1	Sistem CP-OFDM.....	57

4.3.2	Sistem OQAM-FBMC.....	57
4.3.3	Perbandingan Sistem CP-OFDM dan OQAM-FBMC	59
BAB 5	.....	61
PENUTUP	.....	61
5.1	Kesimpulan.....	61
5.2	Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	.....	62
LAMPIRAN	.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 <i>Roadmap</i> Perkembangan 5G.....	1
Gambar 2.1 Ilustrasi Penggunaan D2D untuk Aplikasi Penanggulangan Jaringan pada Paska Bencana.....	9
Gambar 2.2 Respon Impuls Kanal : (a) <i>Narrowband</i> (b) <i>Broadband</i>	13
Gambar 2.3 Konsep sinyal OFDM: (a) teknik <i>multicarrier</i> konvensional, dan (b) teknik OFDM.....	15
Gambar 2.4 Spektra : (a) subchannel OFDM, dan (b) sinyal OFDM.....	15
Gambar 2.5 Ilustrasi <i>Cyclic Prefix</i>	16
Gambar 2.6 Modulator QAM	19
Gambar 2.7 <i>Mapping</i> kode <i>Gray</i> bit data ke titik konstelasi 16-QAM.....	20
Gambar 2.8 Sinyal Modulasi pada QAM dan OQAM.....	20
Gambar 2.9 Konstelasi 16 ary-QAM.....	21
Gambar 2.10 Konstelasi 16 ary-OQAM.....	21
Gambar 2.11 Skema representasi <i>time-frequency</i> bagian <i>real</i> dari <i>single pulse</i> pada QAM (kiri) dan pada OQAM (kanan)	22
Gambar 2.12 Bentuk gelombang sinyal Offset QAM.....	22
Gambar 2.13 Ilustrasi <i>Crosstalk</i> menggunakan <i>raised-cosine pulse</i>	23
Gambar 2.14 Konfigurasi pada Sintesis <i>Bank filter</i>	24
Gambar 2.15 Konfigurasi pada Analisis <i>Bank filter</i>	24
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Rancangan Simulasi Program.....	28
Gambar 3.2 Blok diagram CP-OFDM pada antenna pengirim.....	29
Gambar 3.3 Blok diagram CP-OFDM pada antenna penerima.....	29
Gambar 3.4 Blok diagram FBMC-OQAM pada antenna pengirim.....	32
Gambar 3.5 Blok diagram FBMC-OQAM pada antenna penerima.....	32
Gambar 3.6 Pengubahan data seri ke paralel.....	32
Gambar 3.7 Pra Pengolahan OQAM untuk saluran ganjil dan genap.....	34
Gambar 3.8 Proses sintesis <i>bank filter</i>	35
Gambar 3.9 Proses analisis <i>bank filter</i>	36
Gambar 3.10 Pasca Pengolahan OQAM Untuk Saluran Ganjil dan Genap.....	36
Gambar 3.11 Pengubah data paralel menjadi seri.....	38
Gambar 4.1 Bit Input OFDM.....	40
Gambar 4.2 <i>Serial to Parallel</i>	41
Gambar 4.3 <i>Mapping</i> 16-QAM.....	42
Gambar 4.4 Hasil IFFT.....	42
Gambar 4.5 Penambahan <i>Cyclic Prefix</i>	43
Gambar 4.6 Pemodelan Kanal AWGN.....	44
Gambar 4.7 Kanal AWGN.....	44
Gambar 4.8 Penghapusan <i>Cyclic Prefix</i>	45
Gambar 4.9 Demodulasi dengan <i>Fast Fourier Transform</i>	46
Gambar 4.10 Hasil Demapper 16-QAM.....	47
Gambar 4.11 Paralel ke Seri.....	47
Gambar 4.12 Bit <i>Output</i> OFDM.....	48
Gambar 4.13 Bit Input FBMC.....	49
Gambar 4.14 <i>Serial to Parallel</i>	50
Gambar 4.15 Hasil <i>Mapping</i> 16-QAM.....	50

Gambar 4.16 Pra-OQAM.....	51
Gambar 4.17 IFFT dan Filter Ideal.....	52
Gambar 4.18 Kanal AWGN.....	53
Gambar 4.19 Analisis <i>Bank filter</i>	54
Gambar 4.20 Pasca OQAM.....	55
Gambar 4.21 <i>Demapping</i> 16 QAM.....	55
Gambar 4.22 Paralel ke Seri.....	56
Gambar 4.23 Bit <i>Output</i> FBMC.....	56
Gambar 4.24 BER Curve CP-OFDM.....	57
Gambar 4.25 BER Curve OQAM-FBMC.....	58
Gambar 4.26 BER OQAM-FBMC vs CP-OFDM.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rekomendasi Pengembangan Kapabilitas 5G dari ITU.....	10
Tabel 2.2 Spesifikasi <i>Frequency Ranges</i> 5G NR.....	11
Tabel 2.3 Numerology OFDM pada 5G NR.....	18
Tabel 3.1 <i>Mapping</i> 16-QAM.....	33
Tabel 3.2 <i>Demapping</i> 16-QAM	37
Tabel 3.3 Parameter OFDM dan FBMC.....	38
Tabel 4.1 Perbandingan Nilai BER CP-OFDM dan OQAM-FBMC.....	60