

SKRIPSI

**ANALISA SISTEM KOMUNIKASI OFDM DENGAN TEKNIK
MODULASI QPSK DAN 16 QAM UNTUK PERHITUNGAN BER
PADA KANAL AWGN DAN RAYLEIGH FADING**

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana S-1



OLEH :

NUGROHO WICAKSONO NYWITADI

102 11 11 002

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BANGKA BELITUNG

2016

SKRIPSI

ANALISA SISTEM KOMUNIKASI OFDM DENGAN TEKNIK
MODULASI QPSK DAN 16 QAM UNTUK PERHITUNGAN BER
PADA KANAL AWGN DAN RAYLEIGH FADING

NUGROHO WICAKSONO NYWITADI

102 11 11 002

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Tanggal 28 Januari 2016

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama



Irwan Dinata, S.T.,M.T.

NIP 198503102014041001

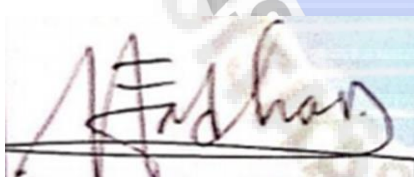
Anggota Dewan Penguji Lain



Rudy Kurniawan S.T.,M.T.

NIP 198009142015041001

Pembimbing Pendamping



Fardhan Arkan, S.T.,M.T.

NP 307406003



Ghiri Basuki Putra, S.T.,M.T.

NIP 198107202012121003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Irwan Dinata, S.T.,M.T.
NIP 198503102014041001

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nugroho Wicaksono Nywitadi
Tempat/Tanggal Lahir : Kabupaten Kep. Selayar / 4 Mei 1994
NIM : 102 11 11 002
Fakultas/Jurusan : Teknik / Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul "Analisa Sistem Komunikasi OFDM dengan Teknik Modulasi QPSK dan 16 QAM untuk Perhitungan BER pada Kanal AWGN dan Rayleigh Fading" beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Balunijuk, 28 Januari 2016

Yang Membuat Pernyataan



Nugroho Wicaksono Nywitadi

NIM 102 11 11 002

INTISARI

Sistem OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) merupakan sebuah teknik transmisi dengan beberapa frekuensi yang saling tegak lurus (*orthogonal*). Sistem OFDM digunakan untuk mengirimkan data multimedia yang umumnya berukuran besar dengan kecepatan data yang cukup tinggi. Pengiriman data dengan kecepatan tinggi, akan menyebabkan adanya *multipath fading* yang berpengaruh pada nilai BER (*Bit Error Rate*). Maka dilakukan simulasi pada sistem OFDM untuk bisa mendapatkan nilai BER yang kecil. Simulasi sistem OFDM dilakukan dengan modulasi QPSK (*Quadrature Phase Shift Keying*) dan 16 QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*). Dari hasil simulasi sistem OFDM dengan teknik modulasi QPSK pada Kanal AWGN memiliki nilai BER yang relatif kecil yaitu 0,1318 pada SNR 0 dB dan 0,0002 pada SNR 30 dB. Sedangkan pada Kanal Rayleigh fading dengan modulasi 16 QAM diperoleh nilai BER yaitu 0,9987 pada SNR 0 dB, sedangkan pada SNR 30 dB yaitu mendekati nol. Hal ini menunjukkan bahwa simulasi sistem OFDM yang dilakukan dengan modulasi QPSK pada Kanal AWGN menunjukkan kondisi yang lebih baik karena BER yang diperoleh relatif kecil.

Kata Kunci : 16 QAM, AWGN, BER, OFDM, QPSK, Rayleigh fading

ABSTRACT

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) system is a transmission technique with multiple frequencies are mutually perpendicular (orthogonal). OFDM system is used to transmit multimedia data is generally large required data rates with quite high. Sending data at high speed, it can cause multipath fading conditions that affect the BER (Bit Error Rate). Then, performed simulations on the OFDM system to be able to get the value of BER is small. OFDM system simulation is done with QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) and 16 QAM (Quadrature Amplitude Modulation) modulation. From the simulation results OFDM system with QPSK modulation techniques in AWGN Channel has a value of BER is relatively small at 0.1318 at SNR 0 dB and 0.0002 at SNR 30 dB. While in Rayleigh fading channel with 16 QAM modulation obtained BER value is 0.9987 at SNR 0 dB, whereas at SNR 30 dB that is close to zero. This indicates that the OFDM system simulation is done with QPSK modulation in AWGN Channel showed better conditions for BER obtained are relatively small.

Keywords : 16 QAM, AWGN, BER, OFDM, QPSK, Rayleigh fading

HALAMAN PERSEMBAHAN

Motto:

- *Banyak senyum, buang amarah (Nabi Khidir a.s.)*
- *Bermanfaat bagi sesama (Nabi Khidir a.s.)*
- *Lembutkan hati ketika berbicara (Nabi Khidir a.s.)*
- *Bila engkau menemukan celah pada seseorang dan engkau hendak mencacinya, maka cacilah dirimu, karena celamu lebih banyak darinya (Sayyidina Umar Bin Khattab)*

Persembahan:

Skripsi ini dipersembahkan untuk

- *Ayah (Erman Nywitadi) dan ibu (Kurnia Amperawati) tercinta yang selalu memberi cinta dan kasih sayangnya, kesabaran dan ketabahan dalam mengasuh, mendidik dan member nasihat kepada ku sejak kecil, serta selalu tak hentinya mendo'akan serta adikkku (Ahmad Rizqi Abdullah) yang sangat berarti bagiku.*
- *Seluruh keluarga besar ku*
- *Seluruh keluarga besar Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung*
- *Almamater ku tercinta Universitas Bangka Belitung*
- *Ketiga sahabatku (Ahmat Sobri, Harun, Hendy) dan seluruh kawan lainnya yang telah memberikan motivasi dalam menyelesaikan Skripsi ini*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT. Atas limpahan rahmat dan hidayah-NYA sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul :

“Analisa Sistem Komunikasi OFDM dengan Teknik Modulasi QPSK dan 16 QAM untuk Perhitungan BER pada Kanal AWGN dan Rayleigh Fading”

Di dalam tulisan ini disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi simulasi sistem OFDM dengan teknik modulasi QPSK (*Quadrature Phase Shift Keying*) dan 16 QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*) pada Kanal AWGN (*Additive White Gaussian Noise*) dan Kanal Rayleigh fading, besarnya nilai BER (*Bit Error Rate*) terhadap SNR.

Atas kesempatan, fasilitas, dan bimbingan yang telah diberikan, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Fadillah Sabri, S.T.,M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.
2. Bapak Irwan Dinata, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung dan Pembimbing Utama Skripsi
3. Bapak Rudy Kurniawan, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung dan Dewan Penguji Skripsi
4. Bapak Fardan Arkan, S.T., M.T., selaku Pembimbing Pendamping Skripsi
5. Bapak Ghiri Basuki Putra, S.T., M.T., selaku Dewan Penguji Skripsi

6. Ibu Rika Favoria Gusa, S.T.,M.Eng., selaku dosen pembimbing akademik Tahun Angkatan 2011 Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung.
7. Dosen-dosen dan Staf Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung
8. Ayahanda Erman Nywitadi dan Ibunda Kurnia Amperawati yang telah memberikan dukungan moral serta semangat yang luar biasa dan juga adik saya Ahmad Rizqi Abdullah yang telah memberikan dukungan semangat.
9. Rekan Seperjuangan Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung Tahun Angkatan 2011.
10. Teman – teman Universitas Bangka Belitung.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan baik pada teknik penulisan maupun segi ilmiahnya dalam penyusunan tugas akhir ini, untuk itu saya sangat mengharapkan kritikan dan saran demi penyempurnaan tugas akhir ini.

Semoga tulisan ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta berguna bagi pembaca.

Balunijuk, 28 Januari 2016

Nugroho Wicaksono Nywitadi

NIM 102 11 11 002

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Lembar Pernyataan	iii
Intisari	iv
Abstract	v
Halaman Persembahan	vi
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xiii
Daftar Singkatan	xiv
Daftar Istilah	xv
Daftar Lampiran	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Keaslian Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA & LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Landasan Teori	7
2.2.1 Sistem Komunikasi.....	7

2.2.2 OFDM (<i>Orthogonal Frequency Division Multiplexing</i>)	8
2.2.3 Parameter dalam Sistem Komunikasi	14
2.2.4 Modulasi Digital	17
2.2.5 Kanal	22
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Bahan Penelitian	25
3.2 Alat Penelitian	25
3.3 Pemodelan Sistem	26
3.4 Perancangan Simulasi Program	28
BAB IV HASIL & PEMBAHASAN	30
BAB V PENUTUP	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar 2.1 Variasi Sinyal Digital	8
Gambar 2.2 Spektrum OFDM	9
Gambar 2.3 Pengirim OFDM dengan memasukkan prinsip IFFT	11
Gambar 2.4 Dispersi waktu dan pewaktunsinyal yang diterima	12
Gambar 2.5 <i>Cyclic Prefix</i>	12
Gambar 2.6 Efek dari penyisipan <i>cyclic prefix</i>	13
Gambar 2.7 <i>Noise</i> pada Gelombang Sinus	14
Gambar 2.8 Bentuk umum kurva – kurva BER terhadap E_b/N_o	16
Gambar 2.9 Modulasi ASK, FSK, dan PSK	18
Gambar 2.10 Sistem komunikasi digital	19
Gambar 2.11 Konstelasi QPSK	19
Gambar 2.12 Konstelasi M-QAM	21
Gambar 2.13 Respon Impulas pada Kanal <i>Multipath</i>	22
Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem Komunikasi <i>Transceiver</i>	28
Gambar 3.2 Diagram Alir Perancangan Simulasi Program	29
Gambar 4.1 Membangkitkan data secara acak	32
Gambar 4.2 <i>Serial to Parallel Converter (transmitter)</i>	33
Gambar 4.3 Hasil konstelasi proses modulasi pada <i>transmitter</i>	34
Gambar 4.4 Bentuk Keluaran IFFT	35
Gambar 4.5 <i>Output</i> dari penambahan <i>cyclic prefix</i>	36
Gambar 4.6 <i>Parallel to Serial Converter (transmitter)</i>	37
Gambar 4.7 Sinyal keluaran pada Kanal AWGN dan Kanal Rayleigh fading	38
Gambar 4.8 <i>Serial to Paralel Converter (receiver)</i>	39
Gambar 4.9 <i>Remove Cyclic Prefix (Receiver)</i>	40
Gambar 4.10 Hasil konstelasi demodulasi QPSK dan 16 QAM pada <i>receiver</i>	41
Gambar 4.11 <i>Demodulation QPSK (Un-Mapping)</i>	42

Gambar 4.12	<i>Paralel to Serial Converter (receiver)</i>	43
Gambar 4.13	Sinyal konstelasi modulasi dan demodulasi QPSK tanpa kanal	43
Gambar 4.14	Sinyal konstelasi modulasi dan demodulasi 16 QAM tanpa kanal	44
Gambar 4.15	Sinyal konstelasi modulasi dan demodulasi QPSK pada kanal AWGN	45
Gambar 4.16	Sinyal konstelasi modulasi dan demodulasi 16 QAM pada kanal AWGN	46
Gambar 4.17	Sinyal konstelasi modulasi dan demodulasi QPSK pada kanal Rayleigh fading	48
Gambar 4.18	Sinyal konstelasi modulasi dan demodulasi 16 QAM pada kanal Rayleigh fading	49
Gambar 4.19	Grafik BER terhadap SNR dengan modulasi QPSK pada kanal AWGN	50
Gambar 4.20	Grafik BER terhadap SNR dengan modulasi QPSK pada kanal Rayleigh fading	52
Gambar 4.21	Grafik BER terhadap SNR 0 dB – 30 dB dengan modulasi 16 QAM pada kanal AWGN	54
Gambar 4.22	Grafik BER terhadap SNR 0 dB – 30 dB dengan modulasi 16 QAM pada kanal Rayleigh fading	56
Gambar 4.23	Grafik BER terhadap SNR pada simulasi Sistem OFDM	58

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 4.1 Parameter – parameter OFDM	31
Tabel 4.2 BER terhadap SNR (0 – 30 dB) dengan modulasi QPSK pada Kanal AWGN	51
Tabel 4.3 BER terhadap SNR (0 – 30 dB) dengan modulasi QPSK pada Rayleigh fading	52
Tabel 4.4 BER terhadap SNR (0 – 30 dB) dengan modulasi 16 QAM pada Kanal AWGN	54
Tabel 4.5 BER terhadap SNR (0 – 30 dB) dengan modulasi 16 QAM pada Kanal Rayleigh fading	56
Tabel 4.6 BER terhadap SNR (0 – 30 dB) pada simulasi sistem OFDM	58

DAFTAR SINGKATAN

ASK	:	<i>Amplitude Shift Keying</i>
BER	:	<i>Bit Error Rate</i>
CP	:	<i>Cyclic Prefix</i>
DFT	:	<i>Discrete Fourier Transform</i>
FFT	:	<i>Fast Fourier Transform</i>
GI	:	<i>Guard Interval</i>
IDFT	:	<i>Inverse Discrete Fourier Transform</i>
IFFT	:	<i>Inverse Fast Fourier Transform</i>
ISI	:	<i>Intersymbol Interference</i>
LAN	:	<i>Local Access Network</i>
OFDM	:	<i>Orthogonal Frequency Division Multiplexing</i>
QAM	:	<i>Quadrature Amplitude Modulation</i>
QPSK	:	<i>Quadrature Phase Shift Keying</i>
SNR	:	<i>Signal to Noise Ratio</i>

DAFTAR ISTILAH

- Orthogonal*** : Saling tegak lurus
- Carrier*** : Sinyal pembawa
- Oversampling*** : Sinyal *sample* lebih cepat daripada yang diperlukan
- Intersymbol Interference*** : Permasalahan yang tidak dapat dihindari dalam sistem komunikasi *wireless*
- Gray Coding*** : Cerminan dari *binary code*, yang artinya pada *string* dapat sama dengan angka awal.
- Bandwidth*** : Nilai hitung penggunaan transfer data telekomunikasi yang dihitung dalam satuan bit per detik.



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A *Coding Program dengan software MATLAB 7.11.0 (R2010b)*

LAMPIRAN B *Error Function Table*

