



UNIVERSITAS INDONESIA

**REDUKSI PAPR MENGGUNAKAN *HUFFMAN CODING* YANG
DIKOMBINASIKAN DENGAN *CLIPPING* DAN *FILTERING* UNTUK
*TRANSMITTER OFDM***

TESIS

FILBERT HILMAN JUWONO
0706305280

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM PASCASARJANA BIDANG ILMU TEKNIK
DEPOK
JUNI 2009**



UNIVERSITAS INDONESIA

**REDUKSI PAPR MENGGUNAKAN *HUFFMAN CODING*
YANG DIKOMBINASIKAN DENGAN *CLIPPING* DAN
FILTERING UNTUK *TRANSMITTER OFDM***

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik

FILBERT HILMAN JUWONO

0706305280

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM PASCASARJANA BIDANG ILMU TEKNIK
DEPOK
JUNI 2009**



*To my beloved father and mother
I cannot be like this without both of you
Thank you for the cares and love*

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

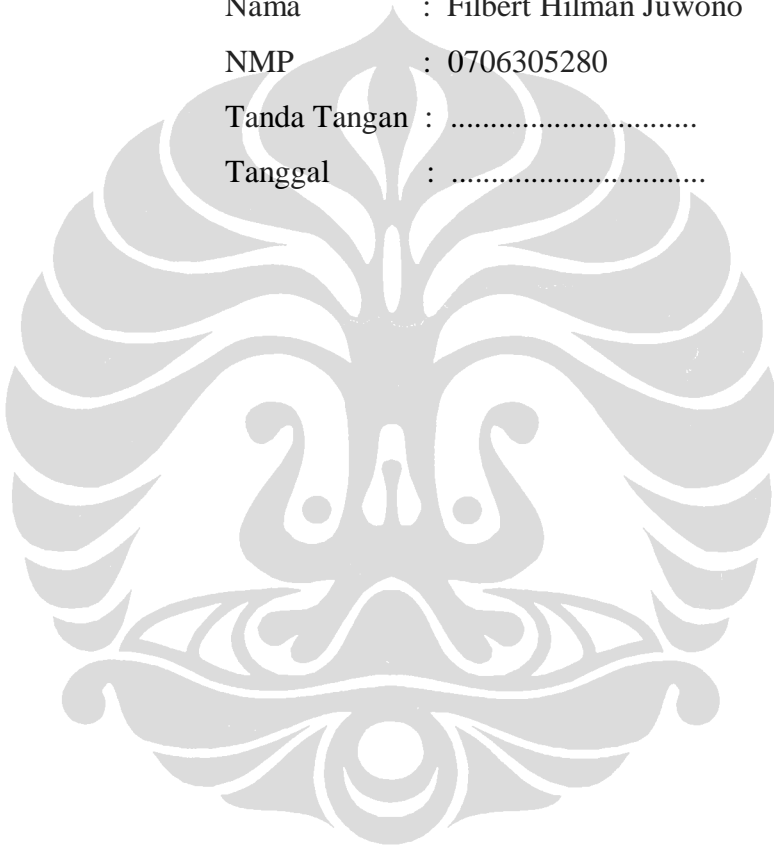
Tesis ini adalah karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Filbert Hilman Juwono

NMP : 0706305280

Tanda Tangan :

Tanggal :



LEMBAR PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh:

Nama : Filbert Hilman Juwono

NPM : 0706305280

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Tesis : Reduksi PAPR Menggunakan *Huffman Coding* yang
Dikombinasikan dengan *Clipping* dan *Filtering* untuk
Transmitter OFDM

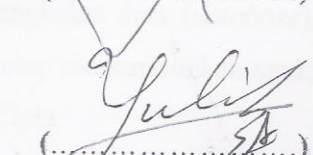
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Dadang Gunawan, M.Eng. (.....)

Penguji : Dr. Ir. Muhammad Asvial, M.Eng. (.....)

Penguji : Ir. Gunawan Wibisono, M.Sc, Ph.D (.....)

Penguji : Dr. Fitri Yuli Zulkifli, ST, M.Sc. (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 16 Juni 2009

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Filbert Hilman Juwono
NPM : 0706305280
Program Studi : Teknik Telekomunikasi
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tesis

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

REDUKSI PAPR MENGGUNAKAN *HUFFMAN CODING* YANG
DIKOMBINASIKAN DENGAN *CLIPPING* DAN *FILTERING* UNTUK
TRANSMITTER OFDM

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 16 Juni 2009
Yang menyatakan

(Filbert Hilman Juwono)

KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada Tuhan Yesus karena atas petunjuk dan berkat-Nya maka tesis ini dapat terselesaikan. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Magister Teknik Program Studi Teknik Elektro, Kekhususan Teknik Telekomunikasi, pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Dadang Gunawan, M.Eng selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi, dan bimbingan serta persetujuan sehingga tesis ini dapat selesai dengan baik.
2. Regina Reine, ST, M.Sc yang telah meminjamkan buku, memberi jurnal-jurnal referensi, dan bersedia meluangkan waktu untuk berdiskusi walau hanya lewat email. Semoga sukses untuk disertasinya.
3. Khrisna Pillai dengan situsnya www.dsplog.com yang telah menyediakan banyak program m-file serta menjawab pertanyaan-pertanyaan saya.
4. Orang tua yang selalu mendukung dan mendoakan.
5. Teman-teman S2 Teknik Elektro UI yang memberikan dukungan dalam penyelesaian tesis ini.
6. Aster F. Dauhan yang telah mendukung dan mendoakan saya.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

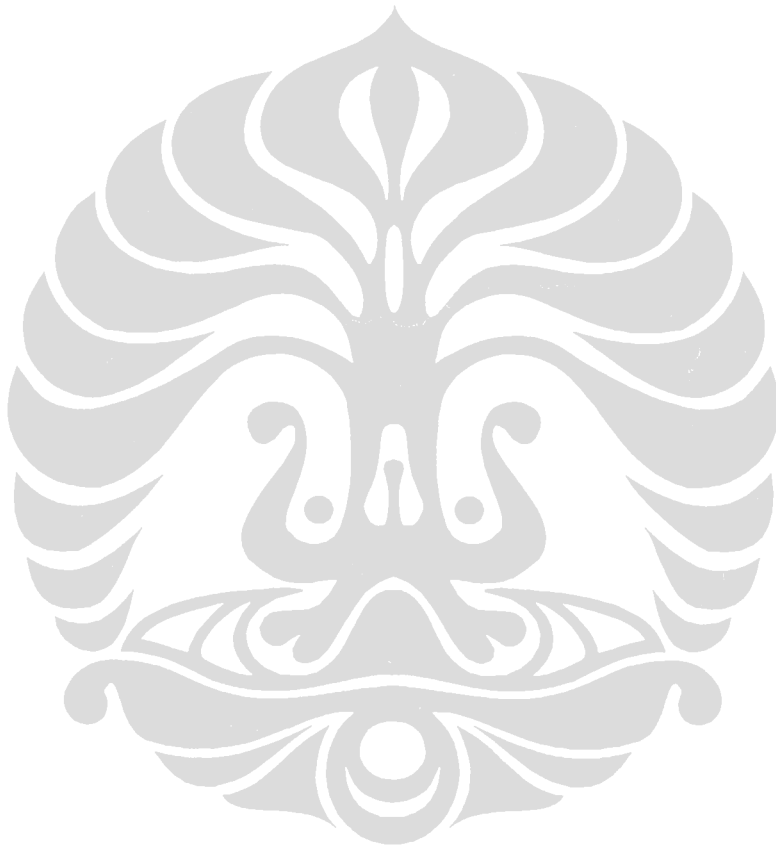
Depok, 9 Juni 2009

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Sistematika Penulisan	6
BAB II TRANSMISI OFDM DAN PAPR	7
2.1 Prinsip Dasar OFDM	7
2.2 Implementasi OFDM: Penggunaan IFFT dan FFT	12
2.3 <i>Guard Interval</i> dan <i>Cyclic prefix</i>	15
2.4 <i>Windowing</i>	17
2.5 Sistem OFDM	17
2.6 <i>Peak-to-Average Power Ratio (PAPR)</i>	18
2.7 Penguat Daya Nonlinear	20
2.8 <i>Huffman coding</i>	22
2.9 <i>Clipping</i> dan <i>Filtering</i>	24
BAB III PEMODELAN SISTEM DAN PERANCANGAN SIMULASI	27
3.1 Tahapan Implementasi	27
3.2 Pemodelan Sistem	27
3.3 Pembuatan Simulasi	28
3.3.1 Simulasi <i>Huffman coding</i>	29
3.3.2 Simulasi <i>Clipping</i> dan <i>Filtering</i>	29
3.3.3 Simulasi psd	30
3.3.4 Simulasi PAPR	31
3.3.5 Simulasi Penguat Daya Rapp	32
BAB IV HASIL SIMULASI DAN ANALISIS	34
4.1 Analisis Simulasi PAPR	34
4.2 Analisis Simulasi <i>Power Spectrum Density</i>	36
4.3 Analisis Simulasi <i>Huffman Coding</i> Terhadap Reduksi	38


PAPR	
4.4 Analisis Simulasi IBO Terhadap psd	39
4.5 Evaluasi Probabilitas Simbol <i>Error</i>	40
BAB V KESIMPULAN	41
REFERENSI	42



DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 1.1	Konsep <i>global information village</i>	1
Gambar 1.2	Lima teknologi nirkabel yang ada dan saling melengkapi	2
Gambar 1.3	Lingkup WWAN, WLAN, dan WPAN yang saling tumpang tindih	3
Gambar 1.4	Sistem telekomunikasi masa depan berbasis IP	3
Gambar 1.5	Efisiensi <i>bandwidth</i> pada sistem OFDM dibandingkan sistem <i>multicarrier</i> biasa	4
Gambar 1.6	Ruang lingkup penggunaan OFDM	4
Gambar 2.1	Bentuk pulsa per subcarrier dan spektrum untuk transmisi OFDM	7
Gambar 2.2	Spektrum OFDM	8
Gambar 2.3	Blok diagram modem paralel orthogonal	9
Gambar 2.4	Sistem serial (kiri) dan sistem OFDM (kanan)	9
Gambar 2.5	Transmisi serial vs. paralel	10
Gambar 2.6	OFDM <i>time-frequency grid</i>	12
Gambar 2.7	OFDM dengan menggunakan IFFT	14
Gambar 2.8	Dispersi waktu dan pewaktuan sinyal yang diterima	15
Gambar 2.9	<i>Cyclic Prefix</i>	16
Gambar 2.10	Penyisipan <i>Cyclic Prefix</i>	16
Gambar 2.11	Sistem OFDM	18
Gambar 2.12	Karakteristik SSPA Model Rapp	21
Gambar 2.13	Pengaruh parameter p terhadap keluaran penguat daya	22
Gambar 2.14	Pembentukan <i>Huffman coding</i>	23
Gambar 2.15	<i>Filtering</i> menurunkan OOB	25
Gambar 2.16	<i>Filtering</i> menyebabkan <i>peak regrowth</i>	25
Gambar 2.17	Blok diagram metode <i>filtering</i>	26
Gambar 3.1	Tahapan implementasi	27
Gambar 3.2	Sistem yang diajukan	28
Gambar 3.3	Fungsi alih <i>clipping</i>	29
Gambar 3.4	Fungsi alih penguat daya Rapp	33
Gambar 4.1	Grafik CCDF terhadap PAPR dengan modulasi QPSK	34
Gambar 4.2	Grafik CCDF terhadap PAPR dengan modulasi 16QAM	35
Gambar 4.3	<i>Power spectrum density</i>	37
Gambar 4.4	Pengaruh <i>compression ratio</i> terhadap reduksi PAPR	38
Gambar 4.5	Pengaruh IBO terhadap psd	40

DAFTAR SINGKATAN



AM/AM	: amplitude modulation to amplitude modulation
AM/PM	: amplitude modulation to phase modulation
BER	: bit error rate
BWA	: broadband wireless access
CCDF	: complementary cumulative distribution function
CF	: clipping and filtering
CP	: cyclic prefix
CR	: clipping ratio
DFT	: discrete Fourier transform
DVB-T	: terrestrial digital video broadcast
FFT	: fast Fourier transform
FSK	: frequency shift keying
FWA	: fixed wireless access
GI	: guard interval
HPA	: high power amplifier
IBI	: interblock interference
IBO	: input backoff
ICI	: intersymbol interference
IDFT	: invers discrete Fourier transform
IFFT	: invers fast Fourier transform
ISI	: intersymbol interference
MCM	: multi-carrier modulation
MMAC	: mobile multimedia access communication
MSR	: multiple signal representation
OBO	: output backoff
OFDM	: orthogonal frequency division multiplexing
OOB	: out-of-band
PAPR	: peak-to-average power ratio
psd	: power spectrum density
PTS	: partial transmit sequence
SLM	: selective mapping

SSPA	: solid state power amplifier
TWTA	: travelling wave tube amplifier
WB-PAN	: wireless broadband-personal area network
WGAN	: wireless global area network
WLAN	: wireless local area network
WPAN	: wireless personal area network
WWAN	: wireless wide area network

