



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENERAPAN *HIDDEN MARKOV MODEL* PADA PENGENALAN
CITRA TANDA TANGAN YANG TELAH DIKOMPRESI
DENGAN *RUN LENGTH ENCODING* DAN DIKIRIMKAN PADA
KANAL *FADING RAYLEIGH***

TESIS

**LENI NUR HIDAYATI
0706305293**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM PASCASARJANA BIDANG ILMU TEKNIK
DEPOK
JUNI 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENERAPAN *HIDDEN MARKOV MODEL* PADA PENGENALAN
CITRA TANDA TANGAN YANG TELAH DIKOMPRESI
DENGAN *RUN LENGTH ENCODING* DAN DIKIRIMKAN PADA
KANAL *FADING RAYLEIGH***

TESIS

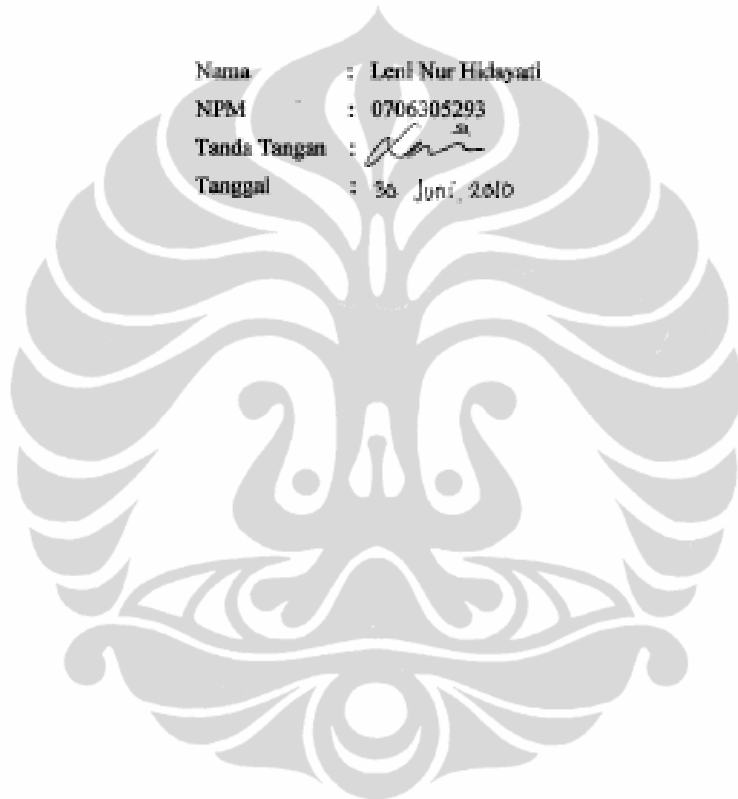
**LENI NUR HIDAYATI
0706305293**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM PASCASARJANA BIDANG ILMU TEKNIK
DEPOK
JUNI 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Leni Nur Hidayati
NPM : 0706305293
Tanda Tangan : 
Tanggal : 30 Juni, 2010



LEMBAR PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Leni Nur Hidayati
NPM : 0706305293
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tesis : **Penerapan *Hidden Markov Model* pada Pengenalan Citra Tanda Tangan yang Telah Dikompresi dengan *Run Length Encoding* Dan Dikirimkan pada Kanal *Fading Rayleigh***

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

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Arman Djohan Diponegoro, M. Eng.

(.....)

Penguji : Prof. Dr. Ir. Harry Sudibyo, DEA

(.....)

Penguji : Prof. Drs. Benyamin Kusumoputro, M.Eng., Dr. Eng.

(.....)

Penguji : Filbert Hilman Juwono, S.T., M.T.

(.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 30 Juni 2010

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

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

Nama : Leni Nur Hidayati
NPM : 0706305293
Program Studi : Teknik Telekomunikasi
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tesis

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 :

**PENERAPAN *HIDDEN MARKOV MODEL* PADA PENGENALAN CITRA
TANDA TANGAN YANG TELAH DIKOMPRESI DENGAN *RUN LENGTH
ENCODING* DAN DIKIRIMKAN PADA KANAL *FADING RAYLEIGH***

beserta 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. 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 : 30 Juni 2010
Yang menyatakan



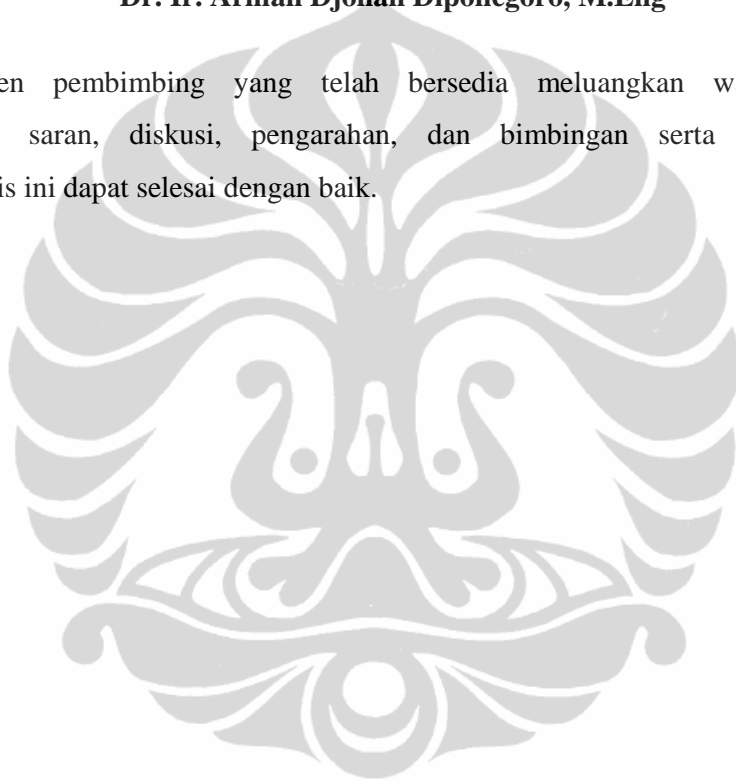
(Leni Nur Hidayati)

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

Dr. Ir. Arman Djohan Diponegoro, M.Eng

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan saran, diskusi, pengarahan, dan bimbingan serta persetujuan sehingga tesis ini dapat selesai dengan baik.



ABSTRAK

Nama : Leni Nur Hidayati
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : **PENERAPAN *HIDDEN MARKOV MODEL* PADA PENGENALAN CITRA TANDA TANGAN YANG TELAH DIKOMPRESI DENGAN *RUN LENGTH ENCODING* DAN DIKIRIMKAN PADA KANAL *FADING RAYLEIGH***

Kebutuhan layanan multimedia berkembang dengan pesat melalui kanal radio (*wireless channels*) mendorong terbentuknya sistem transmisi citra nirkabel (*wireless image transmission systems*) baik pada kanal AWGN maupun kanal *fading*. Aplikasi dari transmisi citra melalui kanal nirkabel sangat menarik untuk diamati karena hal ini memerlukan desain yang seperti dari penggunaan pengkodean (*coding*) untuk kompresi dari citra dikarenakan keterbatasan sumber daya seperti *bandwidth* dan daya energi untuk transmisi. Untuk mengurangi ukuran data yang ditransmisikan digunakan teknik kompresi citra, salah satunya yaitu *Run Length Encoding* (RLE). Saat ini, pentingnya identifikasi *biometric* mengalami peningkatan seiring dengan adanya perdagangan elektronik (*electronic commerce*). Identifikasi tanda tangan dikembangkan secara luas sebagai salah satu metoda identifikasi *biometric*. Salah satu metoda identifikasi untuk tanda tangan digunakan *Hidden Markov Model* (HMM).

Dalam tesis ini dilakukan pengenalan citra tanda tangan yang telah ditransmisikan pada kanal *fading Rayleigh* dengan menggunakan metode *Hidden Markov Model* (HMM). Sebelum ditransmisikan, citra tanda tangan dikompresi terlebih dahulu dengan menggunakan RLE. Citra tanda tangan ditransmisikan beberapa kali untuk disimpan pada basis data sedangkan pada proses pengenalan citra tanda tangan hanya ditransmisikan sekali saja untuk dijadikan sebagai citra uji. Pada tahap pembentukan basis data, citra tanda tangan diubah menjadi vektor sebagai titik *sample* dan titik-titik yang terdekat akan dikuantisasi menjadi *centroid* atau *codeword*. Kumpulan *codeword* akan disimpan sebagai *codebook* di dalam basis data. Pengenalan dilakukan dengan membandingkan besaran *log of probability* HMM yang dihitung berdasarkan urutan observasi atau *codeword* dari setiap *sample* citra tanda tangan.

Dengan menggunakan *codebook* berukuran 32, 64 dan 128 bit dengan jumlah training 10 dan 20 kali, diperoleh tingkat akurasi pengenalan citra tanda tangan pada kanal *fading Rayleigh* dengan tidak menggunakan kompresi RLE yaitu antara 0 sampai 36 % sedangkan yang menggunakan kompresi RLE akurasinya sebesar 60 % sampai 76 %. Rasio kompresi citra tanda tangan didapatkan antara 97,78% sampai 98,42 %. Probabilitas kesalahan simbol citra tanda tangan yang tidak menggunakan RLE yaitu 0,9749 sampai dengan 0,9762 sedangkan yang menggunakan kompresi RLE sebesar 0,6785 sampai 0,9691.

Kata kunci : AWGN, *fading Rayleigh*, *Run Length Encoding*, *Hidden Markov Model*, *codebook*, *log of probability*, rasio kompresi, probabilitas kesalahan simbol

ABSTRACT

Name : Leni Nur Hidayati
Study Program : Electrical Engineering
Title : IMPLEMENTATION Of HIDDEN MARKOV MODEL AT SIGNATURE IMAGE RECOGNITION WHICH COMPRESSED WITH RUN LENGTH ENCODING AND TRANSMITTED ON RAYLEIGH FADING CHANNEL

The need of multimedia services growth increasingly over wireless channels that encourage wireless image transmission systems both through AWGN or fading channel. Application from image transmission over wireless channels are very interesting to be observation because its need the good design from compression coding because the limited resource such as bandwidth and energy resource for transmission. To reduce transmission data size, image compression technique is used, such as Run Length Encoding (RLE). Recently application of biometric identification increases because of electronic commerce. Signature identification was extended as once method of biometric identification. Once of signature identification method is Hidden Markov Model (HMM).

In this research recognition of transmitted signature on Rayleigh fading channels used HMM. Before transmission, signature image compressed with RLE. Signature image transmitted more once times then it's saved at data base but at the recognition process signature image only transmitted once time as tested image. In the process of making data base, signature image changed to be vector as sample point and the nearest points will be quantized as centroid or codeword. The collection of codeword will be stored as codebook in data base. Recognition is performed by comparing the value log of probability HMM which computed base on sequences of observation or codeword each sample from signature image.

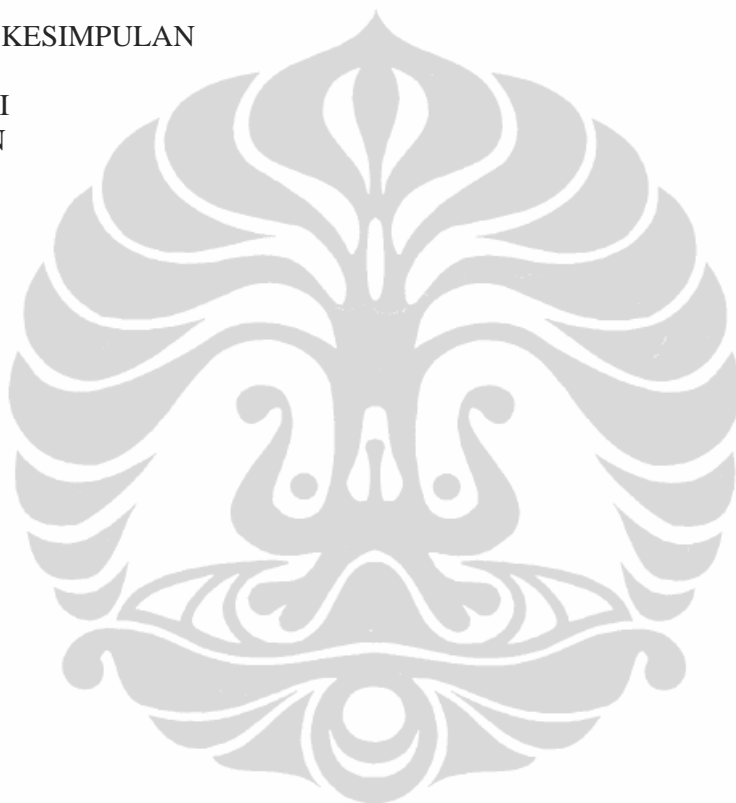
Base on using codebook 32, 64 and 128 bit with 10 and 20 training, can reach performance of signature image recognition at Rayleigh fading channel if not using RLE compression is 0 % – 36 % and if using RLE compression is 60 % - 76 % . Compression rate of signature image is 97,78% - 98,42%. Probability of symbol error of signature image which not using RLE compression is 0,9749 – 0,9762 but if using compression RLE is 0,6785 – 0,9691.

Key Words : AWGN, Rayleigh Fading, Run Length Encoding, Hidden Markov Model, codebook, log of probability, compression rate, probability of symbol error

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 DASAR TEORI	
2.1 Pengolahan Citra	4
2.1.1 Leveling, Cropping dan Reshaping	5
2.1.2 Filter Median	6
2.2 <i>Kompresi Citra dengan Run Length Encoding (RLE)</i>	6
2.3 Modulasi <i>Quadrature Amplitude (QAM)</i>	7
2.4 Kanal <i>Fading Rayleigh</i>	8
2.5 <i>Fast Fourier Transform (FFT)</i>	9
2.6 <i>Vector Quantization</i>	10
2.7 <i>Hidden Markov Model (HMM)</i>	13
2.8 Parameter-parameter <i>Hidden Markov Model</i>	15
BAB 3 PERANCANGAN SISTEM	21
3.1 Proses Pentransmissian	25
3.2 Proses Identifikasi	26
3.3 Pembentukan Basis Data	27
3.3.1 Proses Pelabelan	29
3.3.2 Proses Pembuatan <i>Codebook</i>	30
3.3.3 Proses Pembuatan Parameter HMM	33
3.4 Proses Pengenalan Citra Tanda Tangan	36
BAB 4 HASIL UJI COBA DAN ANALISIS	40
4.1 Hasil Uji Coba dengan Variasi <i>Codebook</i> dan <i>Training</i>	41
4.1.1 Hasil Uji Coba dengan Tidak Menggunakan Kompresi RLE	41

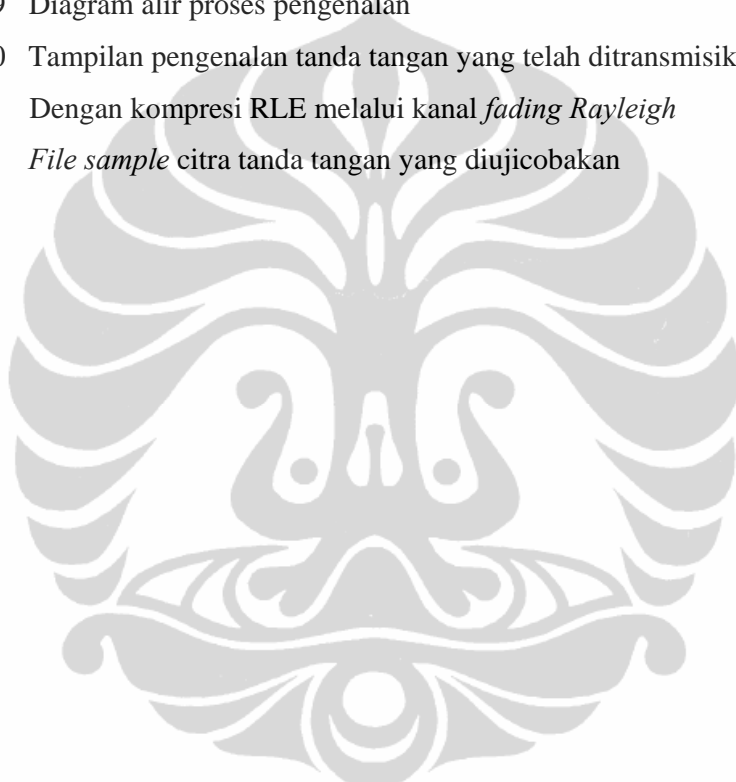
4.1.2	Hasil Uji Coba dengan Menggunakan Kompresi RLE	47
4.2	Pengolahan Hasil Uji coba	52
4.2.1	Hasil Uji Coba Pengenalan Citra Tanda Tangan	52
4.2.2	Hasil Rasio Kompresi dengan RLE Pada Citra Tanda Tangan	52
4.3	Analisis	54
4.3.1	Pengaruh Ukuran <i>Codebook</i> dan <i>Training</i> Terhadap Tingkat Akurasi Proses Pengenalan Citra Tanda Tangan	54
4.3.2	Pengaruh Penggunaan Kompresi RLE Terhadap Tingkat Akurasi Proses Pengenalan Citra Tanda Tangan	55
4.3.3	Rasio Kompresi pada Pengiriman Citra Tanda Tangan	56
BAB 5	KESIMPULAN	57
REFERENSI		58
LAMPIRAN		60



DAFTAR GAMBAR

	Halaman	
Gambar 2.1	Citra digital	5
Gambar 2.2	Penghilangan noise dengan filter median	6
Gambar 2.3	Contoh tipe I, II dan III konstelasi QAM	8
Gambar 2.5	Pemetaan titik-titik VQ	11
Gambar 2.6	Diagram alir algoritma LBG	16
Gambar 2.7	Contoh parameter probabilitas dari <i>Hidden Markov Model</i>	14
Gambar 2.8	Model <i>left – to - right</i> proses pembelajaran HMM	15
Gambar 2.9	<i>State</i> diagram dari HMM atau HMM chain dengan 5 state	15
Gambar 3.1	Sistem pentransmisian dan pengenalan citra tanda tangan	21
Gambar 3.2	Nilai-nilai <i>pixel</i> dari citra tanda tangan 'Setyahadi.bmp'	22
Gambar 3.3	Nilai-nilai <i>pixel</i> 'Setyahadi.bmp' yang telah dikompresi dengan RLE	22
Gambar 3.4	Nilai-nilai <i>pixel</i> 'Setyahadi.bmp' yang telah dimodulasi dengan 256 QAM	22
Gambar 3.5	Nilai-nilai <i>pixel</i> 'Setyahadi.bmp' yang telah ditransmisikan Pada kanal AWGN dan <i>fading Rayleigh</i>	23
Gambar 3.6	Perbedaan tampilan citra tanda tangan yang ditransmisikan Pada kanal AWGN dan <i>fading Rayleigh</i>	24
Gambar 3.7	Nilai-nilai <i>pixel</i> 'Setyahadi.bmp' yang telah didemodulasi Dengan 256 QAM	24
Gambar 3.8	Nilai-nilai <i>pixel</i> 'Setyahadi.bmp' yang telah didecoding dengan RLE	24
Gambar 3.9	Tampilan citra tanda tangan yang ditransmisikan dengan Menggunakan kompresi RLE	26
Gambar 3.10	Tampilan citra tanda tangan yang ditransmisikan dengan tidak menggunakan kompresi RLE	26
Gambar 3.11	Hubungan antara proses pembentukan <i>data base</i> dan pengenalan	27
Gambar 3.12	Diagran alir pembentukan <i>data base</i>	28

Gambar 3.13	Tampilan matrik untuk label "setyahadi"	29
Gambar 3.14	Tampilan program pelabelan	30
Gambar 3.15	Tampilan pembuatan <i>codebook</i> ukuran 32	32
Gambar 3.16	Hasil tampilan <i>VQ training map</i> ukuran 32	32
Gambar 3.17	Probabilitas <i>log of probability</i> 5 label tanda tangan dengan 10 kali <i>training</i>	35
Gambar 3.18	Tampilan pembentukan parameter HMM	35
Gambar 3.19	Diagram alir proses pengenalan	36
Gambar 3.20	Tampilan pengenalan tanda tangan yang telah ditransmisikan Dengan kompresi RLE melalui kanal <i>fading Rayleigh</i>	39
Gambar 4.1	<i>File sample</i> citra tanda tangan yang diujicobakan	40



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Hasil uji coba dengan tidak menggunakan kompresi RLE pada kanal <i>fading Rayleigh</i> dengan <i>training</i> sebanyak 10, ukuran <i>codebook</i> 32	42
Tabel 4.2 Hasil uji coba dengan tidak menggunakan kompresi RLE pada kanal <i>fading Rayleigh</i> dengan <i>training</i> sebanyak 20, ukuran <i>codebook</i> 32	42
Tabel 4.3 Hasil uji coba dengan tidak menggunakan kompresi RLE pada kanal <i>fading Rayleigh</i> dengan <i>training</i> sebanyak 10, ukuran <i>codebook</i> 64	43
Tabel 4.4 Hasil uji coba dengan tidak menggunakan kompresi RLE pada kanal <i>fading Rayleigh</i> dengan <i>training</i> sebanyak 20, ukuran <i>codebook</i> 64	44
Tabel 4.5 Hasil uji coba dengan tidak menggunakan kompresi RLE pada kanal <i>fading Rayleigh</i> dengan <i>training</i> sebanyak 10, ukuran <i>codebook</i> 128	45
Tabel 4.6 Hasil uji coba dengan tidak menggunakan kompresi RLE pada kanal <i>fading Rayleigh</i> dengan <i>training</i> sebanyak 20, ukuran <i>codebook</i> 128	46
Tabel 4.7 Hasil uji coba dengan menggunakan kompresi RLE pada kanal <i>fading Rayleigh</i> dengan <i>training</i> sebanyak 10, ukuran <i>codebook</i> 32	47
Tabel 4.8 Hasil uji coba dengan menggunakan kompresi RLE pada kanal <i>fading Rayleigh</i> dengan <i>training</i> sebanyak 20, ukuran <i>codebook</i> 32	48
Tabel 4.9 Hasil uji coba dengan menggunakan kompresi RLE pada kanal <i>fading Rayleigh</i> dengan <i>training</i> sebanyak 10, ukuran <i>codebook</i> 64	49
Tabel 4.10 Hasil uji coba dengan menggunakan kompresi RLE pada kanal <i>fading Rayleigh</i> dengan <i>training</i> sebanyak 20, ukuran <i>codebook</i> 64	49
Tabel 4.11 Hasil uji coba dengan menggunakan kompresi RLE pada kanal <i>fading Rayleigh</i> dengan <i>training</i> sebanyak 10, ukuran <i>codebook</i> 128	50
Tabel 4.12 Hasil uji coba dengan menggunakan kompresi RLE pada kanal <i>fading Rayleigh</i> dengan <i>training</i> sebanyak 10, ukuran <i>codebook</i> 128	51
Tabel 4.13 Hasil akurasi sistem yang tidak menggunakan RLE	52
Tabel 4.14 Hasil akurasi sistem yang menggunakan RLE	52
Tabel 4.15 Hasil rasio kompresi dengan menggunakan RLE pada citra tanda tangan	53

Tabel 4.16 Hasil probabilitas kesalahan data simbol pada citra tanda tangan
Yang ditransmisikan pada kanal *fading Rayleigh*



DAFTAR SINGKATAN

RLE	<i>Run Length Encoding</i>
QAM	<i>Quadrature Amplitude Modulation</i>
DFT	<i>Discrete Fourier Transform</i>
FFT	<i>Fast Fourier Transform</i>
GLA	<i>General Lloyd Algorithm</i>
LBG	<i>Linde, Buzo and Gray</i>
HMM	<i>Hidden Markov Model</i>
LoP	<i>Log of Probability</i>
MFCC	<i>Mel Frequency Cepstrum Coefficient</i>
VQ	<i>Vector Quantization</i>

