

**APLIKASI PENGENALAN UCAPAN  
MENGUNAKAN *LINEAR PREDICTIVE CODING* (LPC)  
DAN *HIDDEN MARKOV MODEL* (HMM)**



**SKRIPSI**

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer  
pada Jurusan Ilmu Komputer / Informatika**

**Oleh :**

**RIZKY AKBAR**

**24010310141019**

**JURUSAN ILMU KOMPUTER / INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**2015**

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir/skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Semarang, 12 Juni 2015



Rizky Akbar

24010310141019


## HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Aplikasi Pengenalan Ucapan Menggunakan *Linear Predictive Coding* (LPC) dan *Hidden Markov Model* (HMM)  
Nama : Rizky Akbar  
NIM : 24010310141019

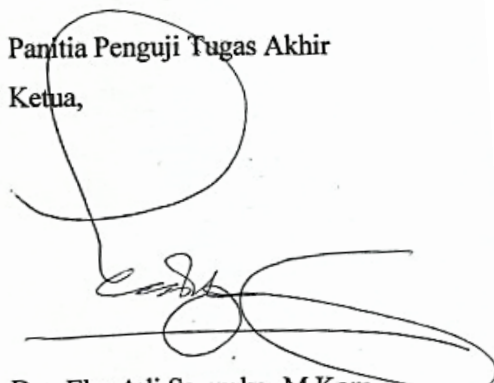
Telah diujikan pada sidang tugas akhir pada tanggal 29 Mei 2015 dan dinyatakan lulus pada tanggal 10 Juni 2015.

Semarang, 12 Juni 2015

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Ilmu Komputer/Informatika  
FSM UNDIP

  
Nurdin Bahjar, S.Si, MT.  
NIP. 19790720 200312 1 002

Panitia Penguji Tugas Akhir  
Ketua,

  
Drs. Eko Adi Sarwoko, M.Kom.  
NIP. 19651107 199203 1 003

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Aplikasi Pengenalan Ucapan Menggunakan *Linear Predictive Coding* (LPC) dan *Hidden Markov Model* (HMM)  
Nama : Rizky Akbar  
NIM : 24010310141019

Telah diujikan pada sidang tugas akhir pada tanggal 29 Mei 2015.

Semarang, 12 Juni 2015

Pembimbing Utama



Sukmawati Nur Endah, S.Si, M.Kom

NIP. 19780502-200501 2 002

## ABSTRAK

Salah satu bidang pengolahan sinyal yang berpengaruh dalam teknologi komunikasi adalah pengenalan ucapan. Pengenalan ucapan telah memungkinkan suatu perangkat lunak untuk mengenali kata-kata yang diucapkan. Aplikasi pengenalan ucapan dapat menjadi solusi untuk mengenali kata dari sebuah ucapan. Aplikasi ini dikembangkan menggunakan *Linear Predictive Coding* (LPC) untuk ekstraksi ciri sinyal ucapan dan *Hidden Markov Model* (HMM) untuk pembentukan model tiap kata ucapan. Data ucapan yang digunakan untuk pelatihan dan pengujian berasal dari 10 sumber perekam (5 pria dan 5 wanita) yang masing-masing mengucapkan 10 kata dan untuk setiap pengucapannya diucapkan sebanyak 10 kali. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *10-fold cross validation* untuk setiap pasangan orde LPC dan *state* HMM. Performansi sistem diukur berdasarkan aspek rata-rata akurasi dari pengujian perekam pria dan wanita. Berdasarkan hasil pengujian, jumlah *state* HMM berpengaruh terhadap akurasi sistem dan hasil akurasi terbaik pada orde LPC=13 dan *state* HMM=16 sebesar 94,20%.

**Kata Kunci:** Aplikasi Pengenalan Ucapan, *Hidden Markov Model* (HMM), *Linear Predictive Coding* (LPC)

## ABSTRACT

Speech recognition is influential signal processing in communication technology. Speech recognition has allowed a software to recognize the spoken word. Speech recognition could be a solution to recognize the word of an utterance. This application was developed using Linear Predictive Coding (LPC) for feature extraction of speech signal and Hidden Markov Model (HMM) for generating the model of each word utterance. The data of utterance used for training and testing was produced by 10 speaker (5 men and 5 women) whose each speakers spoke 10 words and each of words utterance spoken for 10 times. This research is tested using *10-fold cross validation* for each pair LPC order and HMM *states*. System performance is measured based on the average accuracy testing from men and women speakers. According to the test results that the amount of HMM states affect the accuracy of system and the best accuracy is 94,20% using LPC order=13 and HMM state=16.

**Keywords** : *Linear Predictive Coding (LPC), Hidden Markov Model (HMM), Speech Recognition Application*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat, anugerah, dan kesempatan yang diberikan-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir.

Tugas akhir yang berjudul “Aplikasi Pengenalan Ucapan Menggunakan *Linear Predictive Coding* (LPC) dan *Hidden Markov Model* (HMM)” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu pada Jurusan Ilmu Komputer / Informatika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro Semarang.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis banyak mendapat bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Prof.Dr.Widowati,S.Si,Msi, selaku Dekan FSM UNDIP
2. Nurdin Bahtiar, S.Si, M.T selaku Ketua Jurusan Ilmu Komputer / Informatika
3. Indra Waspada, S.T, M.TI, selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Ilmu Komputer / Informatika
4. Sukmawati Nur Endah, S.Si, M.Kom, selaku dosen pembimbing
5. Semua pihak yang telah membantu hingga selesainya tugas akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Semoga Allah membalas segala kebaikan yang telah diberikan kepada penulis

Penulis menyadari bahwa dalam laporan ini masih banyak terdapat kekurangan baik dari penyampaian materi maupun isi dari materi itu sendiri. Hal ini dikarenakan keterbatasan kemampuan dan pengetahuan dari penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan juga pembaca pada umumnya.

Semarang, 12 Juni 2015

Rizky Akbar

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR SIMBOL .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan dan Manfaat .....	2
1.4. Ruang Lingkup.....	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1. Sinyal Ucapan .....	5
2.1.1. Sistem Pembentukan Ucapan .....	5
2.1.2. Representasi Sinyal Ucapan .....	7
2.1.3. Karakteristik Sinyal Ucapan.....	7
2.2. Pengenalan Ucapan .....	9
2.3. <i>Preprocessing</i> .....	11
2.4. <i>Linear Predictive Coding (LPC)</i> .....	12
2.5. <i>Hidden Markov Model (HMM)</i> .....	17
2.5.1. Elemen – elemen HMM .....	18
2.5.2. Estimasi Parameter .....	19
2.5.3. Evaluasi Probabilitas .....	20
2.5.4. Implementasi HMM pada Pengenalan Ucapan .....	22
2.6. <i>Unified Process</i> .....	24



2.7. Unified Modeling Language (UML).....	27
BAB III FASE INCEPTION DAN FASE ELABORATION .....	34
3.1. <i>Iteration Plan</i> .....	34
3.2. <i>Fase Inception</i> .....	34
3.2.1. Deskripsi Aplikasi .....	35
3.2.2. <i>Business Rules</i> .....	36
3.2.3. Kebutuhan Non-Fungsional.....	37
3.2.4. Model <i>Use Case</i> .....	37
3.3. <i>Fase Elaboration</i> .....	39
3.3.1. <i>Elaboration</i> Iterasi Pertama.....	40
3.3.2. <i>Elaboration</i> Iterasi Kedua .....	44
3.3.3. Menyusun <i>Prototype</i> Antarmuka .....	89
3.3.4. Daftar Risiko .....	91
3.3.5. Menyusun Rencana Pengujian .....	91
BAB IV FASE CONSTRUCTION DAN FASE TRANSITION.....	94
4.1 <i>Fase Construction</i> .....	94
4.1.1. Implementasi Aplikasi.....	94
4.1.2. Implementasi Objek.....	94
4.1.3. Implementasi Antarmuka .....	99
4.2. <i>Fase Transition</i> .....	102
4.2.1. Lingkungan Pengujian.....	102
4.2.2. Pengujian Fungsi .....	103
4.2.3. Pengujian Parameter.....	103
4.2.4. Analisis Pengujian .....	111
BAB V PENUTUP .....	113
5.1. Kesimpulan.....	113
5.2. Saran.....	113
DAFTAR PUSTAKA.....	114
LAMPIRAN .....	116

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Foto Sinar X Penampang Alat-Alat Ucapan Manusia .....	5
Gambar 2.2	Model Sistem Produksi Ucapan Manusia.....	6
Gambar 2.3	Representasi Tiga Keadaan Sinyal Ucapan .....	7
Gambar 2.4	Bentuk Sinyal Ucapan Vokal Bahasa Indonesia pada Ucapan Pria .....	8
Gambar 2.5	Bentuk Sinyal Ucapan Vokal Bahasa Indonesia pada Ucapan Wanita .....	8
Gambar 2.6	Arsitektur Sistem Pengenalan Ucapan .....	11
Gambar 2.7	<i>Block Diagram</i> LPC untuk Pengenalan Ucapan .....	13
Gambar 2.8	<i>Frame Blocking</i> .....	14
Gambar 2.9	Contoh <i>Markov Chain</i> .....	17
Gambar 2.10	Contoh Pelatihan Kata Ucapan .....	22
Gambar 2.11	Pengenalan Menggunakan HMM .....	23
Gambar 2.12	<i>Block Diagram</i> Pengenalan Ucapan .....	23
Gambar 2.13	Alur Kerja <i>Unified Process</i> .....	24
Gambar 2.14	Siklus Hidup <i>Unified Process</i> .....	25
Gambar 2.15	Hubungan Fase dan Alur Kerja dalam <i>Unified Process</i> .....	26
Gambar 2.16	<i>Dependency</i> antara <i>Class</i> Filmclip dan Channel .....	28
Gambar 2.17	Contoh penggunaan <i>Name</i> Asosiasi antara <i>Class</i> Person dan Company .....	28
Gambar 2.18	Contoh penggunaan <i>Role</i> dari Asosiasi antara <i>Class</i> Person dan Company .....	29
Gambar 2.19	Contoh penggunaan <i>Multiplicity</i> dari Asosiasi antara <i>Class</i> Person dan Company .....	29
Gambar 2.20	Contoh penggunaan <i>Aggregation</i> antara <i>Class</i> Company dan Department.....	29
Gambar 2.21	<i>Generalization: Class</i> Rectangle, Circle, Polygon Spesialisasi dari <i>Class</i> Shape .....	30
Gambar 2.22	Simbol <i>Use Case</i> .....	30
Gambar 2.23	Simbol <i>Actor</i> .....	31
Gambar 2.24	Contoh <i>Sequence Diagram</i> untuk Proses Pemesanan Barang .....	31
Gambar 2.25	Contoh <i>Activity Diagram</i> untuk Proses Pemesanan Barang .....	32
Gambar 2.26	Contoh <i>Class Diagram</i> Pemesanan Barang .....	33

Gambar 3.1	Alur Proses pada Aplikasi Pengenalan Ucapan .....	35
Gambar 3.2	<i>Use Case Diagram</i> Aplikasi .....	38
Gambar 3.3	<i>Activity Diagram</i> Aplikasi Pengenalan Ucapan.....	40
Gambar 3.4	<i>Sequence Diagram</i> Melakukan Pelatihan Ucapan .....	41
Gambar 3.5	<i>Sequence Diagram</i> Melakukan Pengenalan Ucapan .....	42
Gambar 3.6	<i>Class Diagram</i> Aplikasi Pengenalan Ucapan .....	43
Gambar 3.7	<i>Flowchart</i> Proses Pelatihan .....	45
Gambar 3.8	<i>Flowchart</i> Normalisasi Amplitudo .....	46
Gambar 3.9	<i>Flowchart Endpoint Detection</i> .....	48
Gambar 3.10	<i>Flowchart</i> LPC .....	49
Gambar 3.11	<i>Flowchart</i> Preemphasis.....	50
Gambar 3.12	<i>Flowchart Frame Blocking</i> .....	51
Gambar 3.13	<i>Flowchart Windowing</i> .....	52
Gambar 3.14	<i>Flowchart</i> Analisis Autokorelasi .....	53
Gambar 3.15	<i>Flowchart</i> Analisis LPC .....	54
Gambar 3.16	<i>Flowchart</i> Konversi Parameter LPC ke Koefisien Cepstral .....	55
Gambar 3.17	<i>Flowchart</i> Pembobotan Parameter.....	56
Gambar 3.18	<i>Flowchart</i> Turunan Temporal Cepstral .....	57
Gambar 3.19	<i>Flowchart</i> Gabungan Parameter Pembobotan dan Turunan Temporal Cepstral .....	58
Gambar 3.20	<i>Flowchart</i> Pelatihan HMM .....	59
Gambar 3.21	<i>Flowchart</i> Proses Reestimasi Parameter HMM .....	60
Gambar 3.22	<i>Flowchart</i> Inisialisasi Parameter B .....	61
Gambar 3.23	<i>Flowchart</i> Prosedur <i>Forward</i> dan <i>Backward</i> .....	62
Gambar 3.24	<i>Flowchart</i> Proses <i>Normalize</i> .....	63
Gambar 3.25	<i>Flowchart</i> Proses <i>Symmetrize</i> .....	63
Gambar 3.26	<i>Flowchart</i> Proses <i>Stochastic</i> .....	64
Gambar 3.27	<i>Flowchart</i> Proses Pengenalan Ucapan.....	65
Gambar 3.28	Antarmuka Beranda .....	89
Gambar 3.29	Antarmuka Pelatihan .....	90
Gambar 3.30	Antarmuka Pengenalan .....	90
Gambar 3.31	Antarmuka Detail Hasil Halaman <i>Preprocessing</i> .....	90
Gambar 3.32	Antarmuka Detail Hasil Halaman LPC .....	91

Gambar 4.1	Tampilan Halaman Beranda .....	100
Gambar 4.2	Tampilan Halaman Pelatihan .....	100
Gambar 4.3	Tampilan Halaman Pengenalan .....	101
Gambar 4.4	Tampilan Halaman Detail Preprocessing .....	101
Gambar 4.5	Tampilan Halaman Detail LPC .....	102
Gambar 4.6	Grafik Perbandingan Tingkat Akurasi Masing-Masing Orde LPC Terhadap State HMM yang Digunakan .....	111

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Jenis <i>Relationship</i> pada <i>Use Case Diagram</i> .....	31
Tabel 2.2	Komponen <i>Activity Diagram</i> .....	32
Tabel 3.1	Daftar Aktor Aplikasi .....	37
Tabel 3.2	Daftar <i>Use Case</i> Aplikasi .....	38
Tabel 3.3	<i>Use Case Detail</i> Melakukan Pelatihan Ucapan .....	39
Tabel 3.4	<i>Use Case Detail</i> Melakukan Pengenalan Ucapan .....	39
Tabel 3.5	Struktur Folder <i>data_ucapan_latih</i> .....	44
Tabel 3.6	Struktur <i>File</i> <i>model_hasilpelatihan</i> .....	44
Tabel 3.7	Hasil Contoh Perhitungan <i>Frame Blocking</i> .....	68
Tabel 3.8	Hasil Contoh Perhitungan <i>Windowing</i> .....	69
Tabel 3.9	Hasil Contoh Perhitungan Analisis Autokorelasi .....	70
Tabel 3.10	Hasil Contoh Koefisien LPC .....	71
Tabel 3.11	Hasil Contoh Konversi Koefisien LPC ke Koefisien Cepstral .....	72
Tabel 3.12	Hasil Contoh Perhitungan Pembobotan Parameter.....	73
Tabel 3.13	Hasil Contoh Perhitungan Turunan Temporal Cepstral .....	73
Tabel 3.14	Hasil Proses LPC Data Latih untuk Sinyal Ucapan “Teknik” .....	74
Tabel 3.15	Hasil Proses LPC Data Latih untuk Sinyal Ucapan “Informatika” .....	74
Tabel 3.16	Hasil Inisialisasi Awal Parameter $\pi$ .....	75
Tabel 3.17	Hasil Inisialisasi Awal Parameter A .....	75
Tabel 3.18	Hasil Inisialisasi Awal Parameter $\mu$ .....	75
Tabel 3.19	Hasil Inisialisasi Nilai Parameter $\sigma$ untuk Setiap <i>State</i> .....	75
Tabel 3.20	Nilai Parameter B .....	76
Tabel 3.21	Nilai $\alpha$ .....	77
Tabel 3.22	Nilai $\beta$ .....	78
Tabel 3.23	Nilai $\gamma$ .....	79
Tabel 3.24	Nilai $\gamma_{\text{observasi}}$ pada <i>State</i> 1 .....	80
Tabel 3.25	Nilai $\gamma_{\text{observasi}}$ pada <i>State</i> 2.....	80
Tabel 3.26	Nilai $\gamma_{\text{observasi}}$ pada <i>State</i> 3.....	80
Tabel 3.27	Nilai $\mu$ Baru .....	81
Tabel 3.28	Nilai Parameter $\sigma$ Baru pada <i>State</i> 1.....	83
Tabel 3.29	Nilai Parameter $\sigma$ Baru pada <i>State</i> 2.....	83

Tabel 3.30	Nilai Parameter $\sigma$ Baru pada <i>State 3</i> .....	84
Tabel 3.31	Nilai Parameter A Baru .....	85
Tabel 3.32	Nilai Parameter A setelah Pelatihan .....	86
Tabel 3.33	Nilai Parameter $\pi$ setelah Pelatihan .....	86
Tabel 3.34	Nilai Parameter $\mu$ setelah Pelatihan .....	86
Tabel 3.35	Nilai Parameter $\sigma$ pada <i>State 1</i> setelah Pelatihan .....	86
Tabel 3.36	Nilai Parameter $\sigma$ pada <i>State 2</i> setelah Pelatihan .....	86
Tabel 3.37	Nilai Parameter $\sigma$ pada <i>State 3</i> setelah Pelatihan .....	86
Tabel 3.38	Contoh Sinyal Ucapan yang Diuji .....	87
Tabel 3.39	Nilai Parameter B berdasarkan Parameter $\mu$ dan $\sigma$ .....	87
Tabel 3.40	Nilai $\alpha$ Sinyal Ucapan terhadap Model.....	88
Tabel 3.41	Nilai <i>likelihood</i> Sinyal Ucapan terhadap Model.....	88
Tabel 3.42	Rencana Pengujian Fungsi Aplikasi Pengenalan Ucapan .....	93
Tabel 3.43	Rencana Pengujian Parameter .....	93
Tabel 4.1	Implementasi <i>Class</i> Aplikasi Pengenalan Ucapan .....	95
Tabel 4.2	Implementasi Atribut <i>Class</i> InputUcapan .....	95
Tabel 4.3	Implementasi Operasi <i>Class</i> InputUcapan.....	95
Tabel 4.4	Implementasi Atribut <i>Class</i> Preprocessing.....	96
Tabel 4.5	Implementasi Operasi <i>Class</i> Preprocessing.....	96
Tabel 4.6	Implementasi Atribut <i>Class</i> LPC.....	96
Tabel 4.7	Implementasi Operasi <i>Class</i> LPC.....	97
Tabel 4.8	Implementasi Atribut <i>Class</i> HMM .....	97
Tabel 4.9	Implementasi Operasi <i>Class</i> HMM .....	98
Tabel 4.10	Implementasi Atribut <i>Class</i> Pelatihan .....	98
Tabel 4.11	Implementasi Operasi <i>Class</i> Pelatihan .....	99
Tabel 4.12	Implementasi Atribut <i>Class</i> Pengenalan .....	99
Tabel 4.13	Implementasi Operasi <i>Class</i> Pengenalan.....	99
Tabel 4.14	Hasil dan Evaluasi Pengujian Fungsi Aplikasi Pengenalan Ucapan .....	104
Tabel 4.15	Data Set <i>Cross Validation</i> .....	106
Tabel 4.16	Susunan <i>10-Fold Cross Validation</i> .....	106
Tabel 4.17	Hasil Pengujian <i>10-fold cross validation</i> pada Orde LPC=8 .....	106
Tabel 4.18	Hasil Pengujian <i>10-fold cross validation</i> pada Orde LPC=9 .....	107
Tabel 4.19	Hasil Pengujian <i>10-fold cross validation</i> pada Orde LPC=10 .....	108

Tabel 4.20 Hasil Pengujian <i>10-fold cross validation</i> pada Orde LPC=11 .....	108
Tabel 4.21 Hasil Pengujian <i>10-fold cross validation</i> pada Orde LPC=12 .....	109
Tabel 4.22 Hasil Pengujian <i>10-fold cross validation</i> pada Orde LPC=13 .....	109
Tabel 4.23 Hasil Pengujian <i>10-fold cross validation</i> pada Orde LPC=14 .....	110
Tabel 4.24 Hasil Pengujian <i>10-fold cross validation</i> pada Orde LPC=15 .....	110
Tabel 4.25 Hasil Pengujian <i>10-fold cross validation</i> pada Orde LPC=16 .....	111

## DAFTAR SIMBOL

$x$	= sinyal ucapan
$x'$	= variabel normalisasi amplitudo
$m_n$	= rata-rata
$s_{td}$	= standar deviasi
$f_s$	= frekuensi <i>sampling</i>
$\tilde{p}$	= variabel preemphasis
$k_p$	= koefisien preemphasis
$f$	= variabel <i>frame blocking</i>
$u$	= indeks $1 \leq u \leq J_f$
$v$	= indeks $1 \leq v \leq L_f$
$n$	= indeks $1 \leq n \leq L$
$L$	= jumlah sampel sinyal ucapan
$J_f$	= total waktu / jumlah <i>frame</i>
$L_f$	= jumlah sampel per <i>frame</i>
$h_w$	= variabel <i>hamming window</i>
$\tilde{w}$	= variabel <i>windowing</i>
$m$	= indeks m
$r$	= variabel analisis autokorelasi
$c$	= koefisien cepstral
$k_l$	= koefisien LPC
$k$	= koefisien pantulan
$E$	= prediksi <i>error</i>
$g$	= koefisien prediksi
$p$	= orde LPC
$\hat{c}$	= variabel pembobotan parameter
$w$	= variabel jendela pembobotan
$\Delta c$	= turunan temporal cepstral
$m_u$	= konstanta normalisasi
$N$	= jumlah <i>state</i> HMM
$M$	= jumlah simbol pengamatan



$\pi$	= distribusi <i>state</i> awal
$A$	= distribusi probabilitas transisi <i>state</i>
$B$	= distribusi probabilitas simbol observasi
$\xi_u(i, j)$	= peluang transisi yang diharapkan dari <i>state</i> ke- $i$ menuju <i>state</i> ke- $j$ waktu ke- $u$
$\gamma_u(i)$	= peluang transisi yang diharapkan dari <i>state</i> ke- $i$ pada waktu ke- $u$
$i$	= indeks $i$
$j$	= indeks $j$
$O$	= barisan observasi
$\alpha$	= variabel algoritma <i>forward</i>
$b$	= probabilitas simbol observasi
$\lambda$	= model HMM
$\beta$	= variabel algoritma <i>backward</i>

# BAB I

## PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, ruang lingkup, dan sistematika penulisan penelitian mengenai Aplikasi Pengenalan Ucapan Menggunakan *Linear Predictive Coding* (LPC) dan *Hidden Markov Model* (HMM).

### 1.1. Latar Belakang

Pengolahan sinyal memegang peranan penting dalam ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya teknologi komunikasi, baik pengolahan sinyal analog maupun pengolahan sinyal digital. Salah satu bidang pengolahan sinyal yang berpengaruh dalam teknologi komunikasi adalah pengenalan ucapan (*speech recognition*).

Pengenalan ucapan telah memungkinkan suatu perangkat lunak untuk mengenali dan memahami kata-kata yang diucapkan dengan cara digitalisasi kata dan mencocokkan sinyal digital dengan suatu pola tertentu. Kata-kata yang diucapkan diubah bentuknya menjadi sinyal digital dengan cara mengubah gelombang ucapan menjadi sekumpulan angka yang kemudian disesuaikan dengan kode-kode tertentu untuk mengidentifikasi kata-kata tersebut. Hasil dari identifikasi kata yang diucapkan dapat ditampilkan dalam bentuk teks (Lestary, 2012).

Masalah pokok yang dihadapi pada pengenalan ucapan adalah keakuratan dalam membedakan ucapan manusia. Ucapan manusia mempunyai karakteristik yang sangat kompleks, satu kata yang diucapkan oleh orang yang berbeda akan menghasilkan karakteristik ucapan yang berbeda. Selain itu, faktor kesehatan dan psikologi seseorang juga dapat mempengaruhi ucapan yang diucapkan.

Salah satu metode yang dapat digunakan dalam pengenalan ucapan adalah LPC sebagai ekstraksi ciri sinyal ucapan dan HMM sebagai pengenalan pola. LPC merupakan salah satu teknik ekstraksi ciri yang bekerja cukup baik pada pengenalan ucapan. Metode LPC secara matematis tepat dan sederhana serta mudah diterapkan. LPC juga menyediakan parameter ucapan yang cukup akurat dan termasuk cukup efisien untuk komputasi. Tahapan yang ada pada LPC adalah preemphasis, *frame blocking*, *windowing*, analisis autokorelasi, analisis LPC, konversi koefisien LPC ke cepstral, pembobotan parameter, dan turunan temporal cepstral (Rabiner & Juang, 1993).

HMM merupakan metode yang dapat mengelompokkan sifat-sifat spektral dari tiap bagian ucapan pada beberapa pola. Teori dasar dari HMM adalah dengan mengelompokkan sinyal ucapan sebagai proses parametrik acak, dan parameter proses tersebut dapat dikenali (diperkirakan) dalam akurasi yang tepat. HMM adalah metode populer dan banyak digunakan pada pengenalan pola untuk sistem pengenalan ucapan karena HMM handal dalam berbagai aplikasi pengenalan ucapan dan terintegrasi dengan baik ke dalam sistem (Rabiner & Juang, 1993).

Penelitian dalam bidang pengenalan ucapan menggunakan LPC dan HMM sudah pernah dilakukan diantaranya “*Pengidentifikasian Kata dengan Menggunakan Metode Hidden Markov Model (HMM) melalui Ekstraksi Ciri Linear Predictive Coding (LPC)*” dengan tahapan LPC hingga analisis LPC (Munawar, 2010) dan “*Aplikasi Pengenalan Ucapan sebagai Pengatur Mobil dengan Pengendali Jarak Jauh*” dengan tahapan LPC hingga analisis autokorelasi (Saksono, 2008). Kedua penelitian tersebut belum menggunakan tahapan *preprocessing* sinyal ucapan (normalisasi amplitudo dan *endpoint detection*) dan semua tahapan LPC.

Oleh karena itu penelitian yang dilakukan adalah membuat aplikasi pengenalan ucapan menggunakan *preprocessing* sinyal ucapan (normalisasi amplitudo dan *endpoint detection*), LPC dengan semua tahapan yang ada dan HMM.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka rumusan masalah yang diangkat pada penelitian ini adalah bagaimana membuat aplikasi pengenalan ucapan menggunakan LPC dan HMM.

## **1.3. Tujuan dan Manfaat**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah menghasilkan aplikasi pengenalan ucapan menggunakan LPC dan HMM. Selain itu juga untuk mencari pasangan parameter (orde LPC dan *state* HMM) yang menghasilkan tingkat akurasi paling tinggi.

Manfaat yang diharapkan dapat tercapai dari hasil penelitian ini adalah :

1. Berkontribusi dalam pengembangan aplikasi pengenalan ucapan.
2. Sebagai dasar acuan pengembangan untuk aplikasi penulisan menggunakan ucapan.

#### 1.4. Ruang Lingkup

Ruang lingkup Aplikasi Pengenalan Ucapan Menggunakan LPC dan HMM adalah sebagai berikut :

1. Aplikasi bersifat *speaker dependent* dengan menggunakan pembicara tunggal dan tidak kontinyu.
2. Aplikasi berupa *isolated word speech recognition*.
3. *Database* yang digunakan berasal dari sumber perekam yang berusia 19-25 tahun sebanyak 10 orang (5 orang pria dan 5 orang wanita) dengan pengucapan sebanyak 10 kali untuk tiap kata dan perekaman dilakukan di ruang yang sunyi tanpa adanya *noise*.
4. Kata yang dijadikan objek penelitian berjumlah 10 yaitu: “jurusan”, “teknik”, “informatika”, “fakultas”, “sains”, “dan”, “matematika”, “universitas”, “diponegoro”, “semarang”.
5. Ucapan yang di-*input*-kan berupa *file* ucapan digital / *audio* (\*.wav) dan *output* berupa teks yang ditampilkan pada aplikasi.
6. *Sampling rate* audio yang digunakan adalah 8000 Hz dan *channel audio* berupa mono / *single channel*.
7. Sistem ini diimplementasikan berbasis *desktop*, dengan bahasa pemrograman MATLAB R2012b.

#### 1.5. Sistematika Penulisan

Untuk memberikan suatu gambaran yang urut dan jelas mengenai pembahasan penyusunan Aplikasi Pengenalan Ucapan Menggunakan LPC dan HMM berikut ini disesuaikan dengan sistematika penulisan, yaitu :

##### BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, ruang lingkup, serta sistematika penulisan dalam penelitian mengenai Aplikasi Pengenalan Ucapan Menggunakan LPC dan HMM.

##### BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menyajikan landasan teori yang berhubungan dengan topik penelitian. Landasan teori yang digunakan dalam penyusunan laporan penelitian ini meliputi sinyal ucapan, pengenalan ucapan,

*preprocessing*, LPC, HMM, *Unified Process*, dan *Unified Modeling Language* (UML).

### BAB III FASE *INCEPTION* DAN FASE *ELABORATION*

Bab ini menyajikan tahapan proses pembangunan perangkat lunak menggunakan model pengembangan *Unified Process*. Pada bab ini disajikan dua fase awal yaitu *Inception* dan *Elaboration*.

### BAB IV FASE *CONSTRUCTION* DAN *TRANSITION*

Bab ini menyajikan tahapan proses pembangunan perangkat lunak menggunakan model pengembangan *Unified Process*. Pada bab ini disajikan fase *Construction* dan *Transition* yaitu fase untuk melakukan pengkodean sistem dan melakukan pengujian sistem.

### BAB V PENUTUP

Penutup berisi kesimpulan dari penelitian ini dan saran-saran penulis untuk pengembangan lebih lanjut dari penelitian serupa.