



Hak cipta dan penggunaan kembali:

Lisensi ini mengizinkan setiap orang untuk menggubah, memperbaiki, dan membuat ciptaan turunan bukan untuk kepentingan komersial, selama anda mencantumkan nama penulis dan melisensikan ciptaan turunan dengan syarat yang serupa dengan ciptaan asli.

Copyright and reuse:

This license lets you remix, tweak, and build upon work non-commercially, as long as you credit the origin creator and license it on your new creations under the identical terms.

**IMPLEMENTASI FINITE AUTOMATA PADA AUTOMATIC
SPEECH RECOGNITION UNTUK PENDIKTEAN
KATA –KATA BERBAHASA INDONESIA**

Nama : Adi Chandra Halim
NIM : 09110110098
Fakultas : Teknologi Informasi dan Komunikasi
Program Studi : Teknik Informatika

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Komputer**



**UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG
2013**

PENGESAHAN SKRIPSI

IMPLEMENTASI FINITE AUTOMATA PADA AUTOMATIC SPEECH RECOGNITION UNTUK PENDIKTEAN KATA – KATA BERBAHASA INDONESIA

Oleh

Nama : Adi Chandra Halim
NIM : 09110110098
Fakultas : Teknologi Informasi dan Komunikasi
Program Studi : Teknik Informatika

Tangerang, 1 Februari 2013

Ketua Sidang

Dosen Penguji

Maria Irmina P., S.Kom., M.T.

Dodick Z. S., S.Kom., B.App. Sc., M.T.I

Dosen Pembimbing

Ketua Program Studi
Teknik Informatika

Siauw Yohanes D., S.Kom. M.Sc.

Maria Irmina P., S.Kom., M.T.

Lembar Pernyataan Tidak Melakukan Plagiat dalam Penyusunan Skripsi

Dengan ini saya:

Nama : Adi Chandra Halim
NIM : 09110110098
Fakultas : Teknologi Informasi dan Komunikasi
Program Studi : Teknik Informatika

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah karya ilmiah saya sendiri, bukan hasil plagiat dari karya ilmiah yang ditulis oleh orang lain atau lembaga lain, dan semua karya ilmiah orang lain atau lembaga lain yang dirujuk dalam skripsi ini telah disebutkan sumber kutipannya serta dicantumkan di Daftar Pustaka.

Tangerang, 1 Februari 2013

Adi Chandra Halim

UMMN

Judul: Implementasi Finite Automata pada Automatic Speech Recognition untuk Pendiktean Kata – Kata Berbahasa Indonesia

ABSTRAKSI

Suatu aplikasi berbasis *Automatic Speech Recognition* (ASR) untuk pendiktean Bahasa Indonesia dapat dibangun dengan mengadopsi bahasa yang sudah tersedia oleh ASR, seperti Bahasa Inggris, dan melakukan modifikasi pada pelafalan kata – kata dalam bentuk *phonetic transcription* yang terdapat di *lexicon* serta pemodelan bahasa. Pada penelitian ini, *Finite Automata* akan digunakan untuk membangun *phonetic transcription* pada *lexicon* dan pemodelan bahasa dari ASR. Teknologi ASR yang digunakan adalah *Microsoft Speech Recognition Engine*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Finite Automata* telah berhasil diimplementasikan pada ASR, dengan tingkat *Word Error Rate* (WER) terendah yang dicapai adalah 25,63% dengan jumlah kata dalam daftar perbendaharaan kata aplikasi sebanyak 64 kata.

Kata kunci: *Finite Automata, Automatic Speech Recognition, Microsoft Speech Recognition Engine, Phonetic Transcription, Speech Recognition Grammar*

UMMN

Title: Implementation of Finite Automata in Automatic Speech Recognition for Dictating Indonesian Words

ABSTRACT

An Automatic Speech Recognition (ASR) based application for dictating Indonesian Words can be built by adopting the existing language provided by the ASR, such as English language, and modifying on the lexicon's words' pronunciation in phonetic transcription and the language model. In this research, Finite Automata used to build the phonetic transcription in the lexicon and the language model of the ASR. Microsoft Speech Recognition engine is used as the ASR technology. The result of the research showed that Finite Automata had been implemented successfully in the ASR, with the lowest WER value is 25,63% with 64 words were contained in the application's vocabulary.

Keywords: Finite Automata, Automatic Speech Recognition, Microsoft Speech Recognition Engine, Phonetic Transcription, Speech Recognition Grammar

U M N

KATA PENGANTAR

“Where there is a will, there is a way”. Sebaris kalimat sederhana, namun bermakna sangat dalam, seperti yang dirasakan oleh penulis. Dengan kemauan dan tekad yang kuat, segala sesuatu pada akhirnya pasti bisa diselesaikan. Terbukti dengan diselesaikannya penulisan skripsi yang berjudul *“Implementasi Finite Automata Pada Automatic Speech Recognition Untuk Pendiktean Kata – Kata Berbahasa Indonesia”* oleh penulis. Skripsi ini disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat pemenuhan mata kuliah Skripsi yang merupakan salah satu syarat kelulusan program studi S-1 Teknik Informatika Universitas Multimedia Nusantara.

Pada kesempatan kali ini, selain tentunya berterima kasih kepada Tuhan karena telah diberi kekuatan dalam penulisan skripsi, penulis juga ingin sekali berterima kasih kepada pihak – pihak yang telah banyak memberikan kontribusi kepada penulis dalam proses penulisan skripsi ini.

1. Kedua orang tua penulis yang selalu menyemangati dan memberikan kekuatan bagi penulis selama proses penulisan skripsi.
2. Bapak Siauw Yohanes Darmawan selaku pembimbing skripsi penulis yang senantiasa membimbing penulis, memberikan masukan – masukan yang konstruktif, dan di sisi lain menjadi teman yang sangat menyenangkan bagi penulis.
3. Bapak Januar Wahjudi selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Multimedia Nusantara periode 2007 – 2012.

4. Ibu Maria Irmina selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Multimedia Nusantara.
5. Teman penulis bernama Frederick Tjandrajaya yang telah banyak membantu penulis dalam menyediakan buku sebagai sumber pustaka bagi skripsi ini.
6. Teman – teman angkatan Teknik Informatika 2009 UMN, terutama Edwin, Stephen, Johan, Bayu, Faldini, Yessica, Rudi, dan Jeremiah yang selama beberapa semester akhir telah banyak memberikan keceriaan bagi penulis.
7. Teman – teman *Flyers* yang telah memberikan kebersamaan dan keceriaan bagi penulis terutama dalam menggalakan *event* Forum Ultima.
8. Staff perpustakaan Universitas Multimedia Nusantara, terutama Bu Riris, Mas Reksa, dan Mbak Tiara, yang telah banyak memberikan dorongan dan semangat bagi penulis.
9. Pihak – pihak lain yang secara langsung maupun tidak langsung telah berjasa dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

”Tak ada gading yang tak retak”. Tidak ada manusia yang sempurna. Karena itulah, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam skripsi ini, baik dari sisi penulisan, penjelasan, ataupun mungkin tata bahasanya. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap segala kritik maupun saran yang membangun dari semua pihak demi menyempurnakan skripsi ini.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada siapa saja yang telah meluangkan waktunya untuk membaca skripsi ini. Penulis sangat berharap

agar skripsi ini dapat menambah wawasan bagi para pembacanya, terutama dalam bidang teknologi informasi dan komunikasi.

Tangerang, 1 Februari 2013

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAKSI.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR RUMUS	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Metode Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan	6
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 <i>Automatic Speech Recognition (ASR)</i>	7

2.1.1 Definisi <i>Automatic Speech Recognition (ASR)</i>	7
2.1.2 Tahapan Pengenalan Kata Dalam ASR.....	9
2.1.3 Faktor – Faktor Penentu Kinerja ASR	11
2.1.4 ASR dan <i>Phonetic Transcription</i>	14
2.2 <i>Microsoft Speech Recognition</i>	15
2.2.1 Definisi <i>Microsoft Speech Recognition</i>	15
2.2.2 Pelafalan	17
2.2.3 <i>Grammar</i>	18
2.3 <i>Phonetic Transcription</i>	21
2.3.1 Simbol IPA dan ARPabet.....	21
2.3.2 Simbol UPS	25
2.3.3 Fonem Bahasa Indonesia dan Pemenggalan Suku Kata	28
2.3.4 Translasi Fonem.....	34
2.4 <i>Finite Automata</i>	37
2.4.1 Definisi <i>Finite Automata</i>	37
2.4.2 <i>Deterministic Finite Automata (DFA)</i> dan <i>Nondeterministic Finite Automata (NFA)</i>	38
2.4.3 <i>Finite Automata Dengan Transisi Epsilon</i>	45
2.4.4 Penerapan <i>Finite Automata</i>	46
2.5 Pendiktean dan Kata	49
2.6 <i>Word Error Rate (WER)</i>	50
BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN APLIKASI	52
3.1 Analisis Aplikasi	52

3.1.1 <i>Finite Automata</i> Pada <i>Lexicon</i>	53
3.1.2 <i>Finite Automata</i> Pada <i>Language Model (Grammar)</i>	75
3.2 Perancangan Aplikasi	82
3.2.1 Struktur Navigasi Menu	82
3.2.2 Sketsa <i>Interface</i> Aplikasi.....	84
BAB IV IMPLEMENTASI DAN UJI COBA	92
4.1 Spesifikasi Perangkat.....	92
4.2 Implementasi Aplikasi	93
4.3 Uji Coba Aplikasi	107
4.3.1 Tempat dan Waktu Pengujian.....	107
4.3.2 Persiapan Pengujian	108
4.3.3 Skenario Pengujian	109
4.3.4 Hasil Uji Coba	112
4.3.5 Pembahasan	164
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	168
5.1 Kesimpulan	168
5.2 Saran	169
DAFTAR PUSTAKA	171
DAFTAR ISTILAH	175
DAFTAR LAMPIRAN	176

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Gambaran Proses Pengenalan Kata Dalam ASR.....	9
Gambar 2.2	Contoh <i>Grammar</i> Pernyataan Hari Dalam Bahasa Inggris.....	18
Gambar 2.3	Contoh Penulisan <i>Grammar</i> Dalam Microsoft <i>Speech Recognition Engine</i>	20
Gambar 2.4	Diagram Transisi DFA Penerima <i>String</i> dengan <i>Substring</i> 01	40
Gambar 2.5	DFA Untuk Kata – Kata Penyusun Nilai Mata Uang Inggris.....	41
Gambar 2.6	Diagram Transisi NFA Penerima <i>String</i> Berakhiran 01	43
Gambar 2.7	Skema Proses Pembacaan <i>String</i> 00101 Oleh NFA	44
Gambar 2.8	Diagram ϵ - NFA Untuk Mencari Kata Kunci “web” dan “ebay”	46
Gambar 2.9	Deskripsi <i>Game</i> Menggunakan <i>Finite Automata</i>	48
Gambar 2.10	Contoh Analisis Penghitungan WER.....	50
Gambar 2.11	Contoh Penghitungan WER	51
Gambar 3.1	<i>System Flow</i> Pendiktean Oleh Aplikasi	52
Gambar 3.2	<i>System Flow</i> Pembuatan <i>File Lexicon</i> (lexicon.pls).....	53
Gambar 3.3	Perancangan DFA Untuk <i>Phonetic Transcription</i> (1)	61
Gambar 3.4	Perancangan DFA Untuk <i>Phonetic Transcription</i> (2)	61
Gambar 3.5	Perancangan DFA Untuk <i>Phonetic Transcription</i> (3).....	62
Gambar 3.6	Perancangan DFA Untuk <i>Phonetic Transcription</i> (4)	63
Gambar 3.7	Perancangan DFA Untuk <i>Phonetic Transcription</i> (5)	64
Gambar 3.8	Perancangan DFA Untuk <i>Phonetic Transcription</i> (6)	65
Gambar 3.9	Perancangan DFA Untuk <i>Phonetic Transcription</i> (7)	66

Gambar 3.10 Perancangan DFA Untuk <i>Phonetic Transcription</i> (8)	67
Gambar 3.11 Perancangan DFA Untuk <i>Phonetic Transcription</i> (9)	68
Gambar 3.12 Perancangan DFA Untuk <i>Phonetic Transcription</i> (10)	69
Gambar 3.13 Perancangan DFA Untuk <i>Phonetic Transcription</i> (11)	70
Gambar 3.14 Perancangan DFA Untuk <i>Phonetic Transcription</i> (12)	71
Gambar 3.15 Hasil Akhir Perancangan DFA Untuk <i>Phonetic Transcription</i>	72
Gambar 3.16 <i>Flowchart</i> Proses Mendapatkan <i>Phonetic Transcription</i>	74
Gambar 3.17 <i>System Flow</i> Pembuatan <i>File Grammar</i> Utama	76
Gambar 3.18 Diagram DFA Untuk Menerima Satu Kata.....	77
Gambar 3.19 Diagram DFA Untuk Menerima Dua Kata	77
Gambar 3.20 Diagram DFA Untuk Menerima Tiga Kata.....	77
Gambar 3.21 Diagram DFA Untuk Menerima n Kata.....	78
Gambar 3.22 Diagram ϵ - NFA Untuk Menerima Satu Sampai Dengan n Kata ..	78
Gambar 3.23 Pengelompokkan <i>Rule</i> Pada <i>Grammar</i> Berdasarkan Diagram ϵ - NFA	79
Gambar 3.24 <i>Flowchart</i> Pembuatan Aturan <i>Grammar</i> Berdasarkan Diagram ϵ - NFA	81
Gambar 3.25 Struktur Navigasi Menu Aplikasi	82
Gambar 3.26 Sketsa <i>Interface</i> Halaman Utama	84
Gambar 3.27 Sketsa <i>Interface</i> Halaman Pendidiktean	85
Gambar 3.28 Sketsa <i>Interface</i> Halaman Bantuan Pendidiktean.....	86
Gambar 3.29 Sketsa <i>Interface</i> Halaman Tentang Aplikasi	86
Gambar 3.30 Sketsa <i>Interface</i> Halaman Daftar Kata	87

Gambar 3.31 Sketsa <i>Interface</i> Halaman Bantuan Daftar Kata.....	88
Gambar 3.32 Sketsa <i>Interface</i> Halaman Tambah Kata.....	88
Gambar 3.33 Sketsa <i>Interface</i> Halaman Bantuan Tambah Kata	89
Gambar 3.34 Sketsa <i>Interface</i> Halaman Ubah Kata	90
Gambar 3.35 Sketsa <i>Interface</i> Halaman Bantuan Ubah Kata	90
Gambar 4.1 Implementasi <i>Interface</i> Halaman Utama	94
Gambar 4.2 Implementasi <i>Interface</i> Halaman Pendiktean	94
Gambar 4.3 Potongan Kode Program Untuk Mendapatkan <i>Phonetic Transcription</i> Melalui <i>Finite Automata</i>	96
Gambar 4.4 Contoh <i>File Lexicon</i> (lexicon.pls)	97
Gambar 4.5 Potongan Kode Program Pembuat <i>File Grammar</i> Berisikan <i>Rule</i> Untuk Sejumlah Kata Tertentu	98
Gambar 4.6 Potongan Kode Program Pembuat <i>Rule</i> Utama Pada <i>File Grammar</i> Utama	99
Gambar 4.7 Contoh <i>FA_Grammar.grxml</i> Dengan Jumlah Kata Maksimal Sebanyak Lima Kata	99
Gambar 4.8 Contoh <i>kata_5.grxml</i> Yang Menerima Rangkaian Kata Sebanyak Lima Kata	100
Gambar 4.9 Contoh <i>input_symbol.grxml</i>	101
Gambar 4.10 Implementasi <i>Interface</i> Halaman Bantuan Pendiktean.....	101
Gambar 4.11 Implementasi <i>Interface</i> Halaman Tentang Aplikasi	102
Gambar 4.12 Implementasi <i>Interface</i> Halaman Daftar Kata.....	102
Gambar 4.13 Contoh <i>daftar_kata.txt</i>	103

Gambar 4.14 Implementasi <i>Interface</i> Halaman Bantuan Daftar Kata.....	103
Gambar 4.15 Implementasi <i>Interface</i> Halaman Tambah Kata.....	104
Gambar 4.16 Implementasi <i>Interface</i> Halaman Bantuan Tambah Kata	105
Gambar 4.17 Implementasi <i>Interface</i> Halaman Ubah Kata	105
Gambar 4.18 Implementasi <i>Interface</i> Halaman Bantuan Ubah Kata	106
Gambar 4.19 Mekanisme Hapus Kata	107
Gambar 4.20 Contoh Tampilan Aplikasi Saat Proses Pengujian Pendiktean	111
Gambar 4.21 Diagram Batang Rata – Rata Tingkat WER Hasil Pengujian	165

UMMN

DAFTAR TABEL

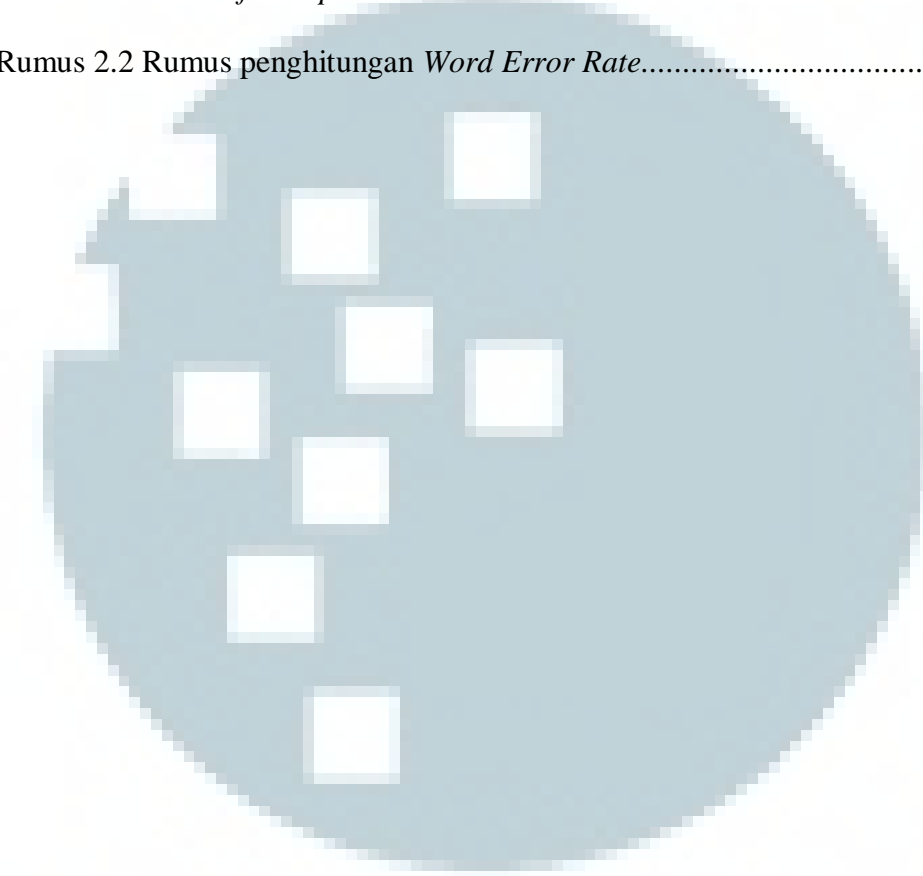
Tabel 2.1 Tabel <i>Phonetic Transcription</i> Untuk Konsonan Bahasa Inggris Dalam ARPAbet	22
Tabel 2.2 Tabel <i>Phonetic Transcription</i> Untuk Vokal Bahasa Inggris Dalam ARPAbet	24
Tabel 2.3 Tabel Contoh Representasi UPS dan IPA	26
Tabel 2.4 Tabel Alfabet Penyusun Kata Bahasa Indonesia	28
Tabel 2.5 Tabel Fonem Bahasa Indonesia Beserta Contoh Katanya	30
Tabel 2.6 Tabel Hasil Translasi Fonem Indonesia ke Inggris	36
Tabel 2.7 Tabel Contoh Representasi Translasi Fonem Pada Beberapa Kata Berbahasa Indonesia	37
Tabel 2.8 Tabel Transisi DFA Penerima <i>String</i> Dengan <i>Substring</i> "01"	42
Tabel 2.9 Tabel Transisi NFA Penerima <i>String</i> Berakhiran 01	43
Tabel 3.1 Tabel Hasil Analisis Translasi Fonem ke Simbol UPS	55
Tabel 3.2 Tabel Contoh <i>Phonetic Transcription</i> Kata Berbahasa Indonesia Dalam Simbol UPS	58
Tabel 4.1 Tabel Hasil Uji Coba dan Evaluasi WER Artikel Pertama	113
Tabel 4.2 Tabel Hasil Uji Coba dan Evaluasi WER Artikel Kedua	115
Tabel 4.3 Tabel Hasil Uji Coba dan Evaluasi WER Artikel Ketiga	122
Tabel 4.4 Tabel Hasil Uji Coba dan Evaluasi WER Artikel Keempat	125
Tabel 4.5 Tabel Hasil Uji Coba dan Evaluasi WER Artikel Kelima	132
Tabel 4.6 Tabel Hasil Uji Coba dan Evaluasi WER Artikel Keenam	138

Tabel 4.7 Tabel Hasil Uji Coba dan Evaluasi WER Artikel Ketujuh.....	143
Tabel 4.8 Tabel Hasil Uji Coba dan Evaluasi WER Artikel Kedelapan.....	148
Tabel 4.9 Tabel Hasil Uji Coba dan Evaluasi WER Artikel Kesembilan.....	151
Tabel 4.10 Tabel Hasil Uji Coba dan Evaluasi WER Artikel Kesepuluh.....	158
Tabel 4.11 Tabel Estimasi Rata – Rata Tingkat WER.....	163



DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Rumus <i>five tuple notation</i>	38
Rumus 2.2 Rumus penghitungan <i>Word Error Rate</i>	50



U M N