

**Penyusunan Kamus Fonetik dalam Pengembangan  
Sistem Pengenalan Suara Otomatis untuk Bahasa  
Indonesia**

**Skripsi**

**Amalia Zahra**

**120400702X**



**Fakultas Ilmu Komputer  
Universitas Indonesia  
Depok  
Juli 2008**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Amalia Zahra

NPM : 120400702X

Tanda Tangan :

Tanggal : 31 Juli 2008

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Amalia Zahra  
NPM : 120400702X  
Program Studi : Ilmu Komputer  
Judul Skripsi : Penyusunan Kamus Fonetik dalam Pengembangan Sistem Pengenalan Suara Otomatis untuk Bahasa Indonesia.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Indonesia

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dra. Mirna Adriani PhD. ( )  
Penguji : Dadan Hardianto M.Kom. ( )  
Penguji : Dr. Hisar Maruli Manurung ( )

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 31 Juli 2008

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil ‘alamin. Puji syukur penulis panjatkan ke Hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Pelaksanaan tugas akhir yang berlangsung selama kurang lebih 5 bulan ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak sebagai berikut:

1. Orang tua dan adik atas segala perhatian, kasih sayang, dukungan, semangat, motivasi, dan do’a yang penulis dapatkan selama pelaksanaan tugas akhir.
2. Ibu Dra. Mirna Adriani Ph.D., selaku pembimbing skripsi, atas segala bimbingan, nasihat, kritik, dan motivasi yang diberikan selama penelitian.
3. Bapak Ari Saptawijaya S.Kom., M.C.S. dan Bapak Amril Syalim S.Kom., M.Eng., selaku pembimbing akademik, atas segala bimbingan, saran, dan nasihat yang diberikan selama masa studi penulis di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia.
4. Bapak Dr. Hisar Maruli Manurung, sebagai salah satu dosen, atas segala ilmu yang diberikan di setiap pertemuan Lab Perolehan Informasi.
5. *Thai Computational Linguistics Laboratory of NICT Asia Research Center* dan NECTEC atas materi-materi yang diberikan dalam kuliah singkat dan *workshop* pada *Asian Applied Natural Language Processing for Linguistics Diversity and Language Resource Development (ADD) 3* di Bangkok, pada tanggal 25 Februari 2008 sampai 3 Maret 2008. Penulis mendapatkan banyak informasi dan pengetahuan baru mengenai pemrosesan bahasa alami, pengenalan karakter secara optik, dan sistem pengenalan suara otomatis.
6. Sutanto Sugi Joji dan Sadar Baskoro, yang juga mengambil topik sistem pengenalan suara otomatis untuk tugas akhir, atas segala diskusi dan tukar pikiran yang sangat berarti bagi penulis.
7. Teman-teman seperjuangan pelaksanaan tugas akhir di Lab Perolehan Informasi, antara lain Aurora, Joji, Baskoro, Aprilia, Triastuti, Ananda

Budi, Wisnu, Ibrahim, Rama, Franky, Desmond, Eliza, Arfan, Rahmad, dan Femphy, atas kebersamaan dan diskusi yang semakin menambah pemahaman penulis akan materi penelitian.

8. Ibu Mahmudah Fitriah ZA atas bantuannya dalam mencarikan informasi mengenai fonologi Bahasa Indonesia.
9. Gita Lystia yang bersedia meluangkan waktu untuk membaca laporan akhir ini demi memperoleh masukan berupa kritik dan saran dari pihak di luar Lab Perolehan Informasi.
10. Seluruh civitas akademika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia atas segala bantuan yang diberikan, baik langsung maupun tidak langsung.
11. Teman-teman seangkatan 2004, antara lain Mella, Arya, Eva, Elly, Gita, Ardi, Martin, Verra, Tanto, Moja, Sari, Mulki, dan lain-lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu, atas pertemanan, kebersamaan, keceriaan, dan semangat yang penulis dapatkan selama menempuh studi di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi semua pihak. Penulis menyadari masih ada kekurangan dalam pelaksanaan tugas akhir ini. Untuk itu, penulis menerima segala saran dan kritikan demi perbaikan dan kemajuan penelitian di masa mendatang. Terima kasih.

Depok, Juli 2008

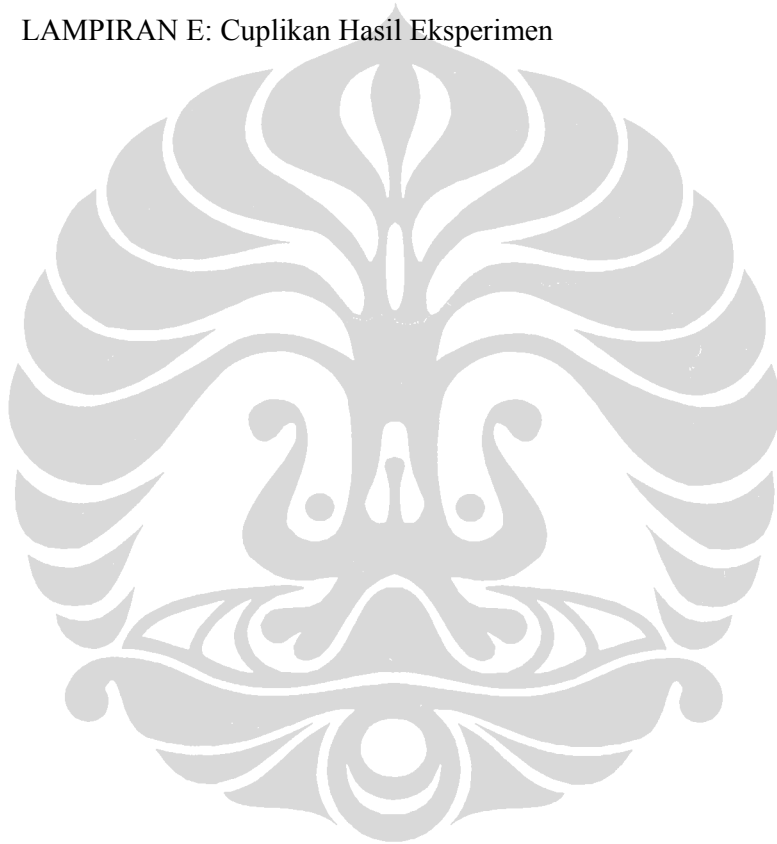
Amalia Zahra

# DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.4 Metodologi Penelitian.....	4
1.5 Sistematika Penulisan Laporan.....	5
<b>BAB 2 LANDASAN TEORI .....</b>	<b>7</b>
2.1 Sistem Pengenalan Suara (SPS).....	7
2.1.1 Pengenalan SPS .....	8
2.1.2 Komponen SPS .....	9
2.2 Model Akustik .....	11
2.2.1 <i>Hidden Markov Model</i> (HMM) .....	12
2.2.2 <i>HTK Toolkit</i> .....	14
2.3 Kamus Fonetik .....	15
2.3.1 Fonologi Bahasa Indonesia .....	15
2.3.1.1 Vokal .....	16
2.3.1.2 Diftong atau Vokal Rangkap .....	18
2.3.1.3 Konsonan.....	19
2.3.2 <i>International Phonetic Alphabet</i> (IPA).....	23
2.3.3 <i>Speech Assessment Methods Phonetic Alphabet</i> (SAMPA) .....	23
2.3.4 ARPABET .....	24
2.4 Model Bahasa.....	24
2.4.1 Model Bahasa N-gram .....	24

2.4.2	<i>Good-Turing Discounting</i> .....	26
2.4.3	<i>Backoff</i> .....	27
2.5	SPS untuk Bahasa Indonesia.....	28
2.5.1	<i>Julius Speech Recognition Engine (SRE)</i> .....	28
2.5.2	<i>Decoding Algorithm</i> .....	30
2.6	Evaluasi SPS .....	32
2.7	Penelitian Terkait SPS Bahasa Indonesia .....	33
2.7.1	Penelitian Dessi Puji Lestari dkk .....	33
2.7.2	Penelitian Sakriani Sakti dkk .....	34
<b>BAB 3</b>	<b>EKSPERIMEN</b> .....	<b>36</b>
3.1	Data .....	36
3.1.1	Berkas Suara .....	36
3.1.2	Kamus Fonetik Bahasa Indonesia .....	38
3.1.3	Kamus Pelafalan Bahasa Indonesia .....	41
3.1.4	Model Bahasa N-gram .....	43
3.2	Skenario Eksperimen .....	44
3.2.1	Pelatihan.....	45
3.2.1.1	Tahap 1: Pembuatan Kamus.....	45
3.2.1.2	Tahap 2: Pembuatan Transkripsi .....	49
3.2.1.3	Tahap 3: Pengkodean Data Audio .....	50
3.2.1.4	Tahap 4: Pembuatan Model Monofon Awal .....	50
3.2.1.5	Tahap 5: Memperbaiki Model Diam .....	51
3.2.1.6	Tahap 6: Penyesuaian Kembali Data Pelatihan.....	52
3.2.1.7	Tahap 7: Pembuatan Trifon dari Monofon.....	53
3.2.1.8	Tahap 8: Mengikat Trifon .....	54
3.2.2	Pengujian.....	55
3.3	Parameter Keberhasilan .....	57
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL EKSPERIMEN DAN ANALISIS</b> .....	<b>58</b>
4.1	Hasil Eksperimen .....	58
4.2	Analisis Hasil Eksperimen.....	59
4.3	Analisis Kesalahan.....	71
4.4	Usaha Perbaikan.....	72

<b>BAB 5 PENUTUP .....</b>	<b>74</b>
5.1 Kesimpulan .....	74
5.2 Saran .....	75
DAFTAR PUSTAKA .....	78
LAMPIRAN A: <i>International Phonetic Alphabet (IPA)</i>	
LAMPIRAN B: <i>Speech Assessment Methods Phonetic Alphabet (SAMPA)</i>	
LAMPIRAN C: <i>ARPABET (Phonetic Labels from TIMIT Speech Corpus)</i>	
LAMPIRAN D: Daftar Program Sederhana untuk Membantu Eksperimen	
LAMPIRAN E: Cuplikan Hasil Eksperimen	

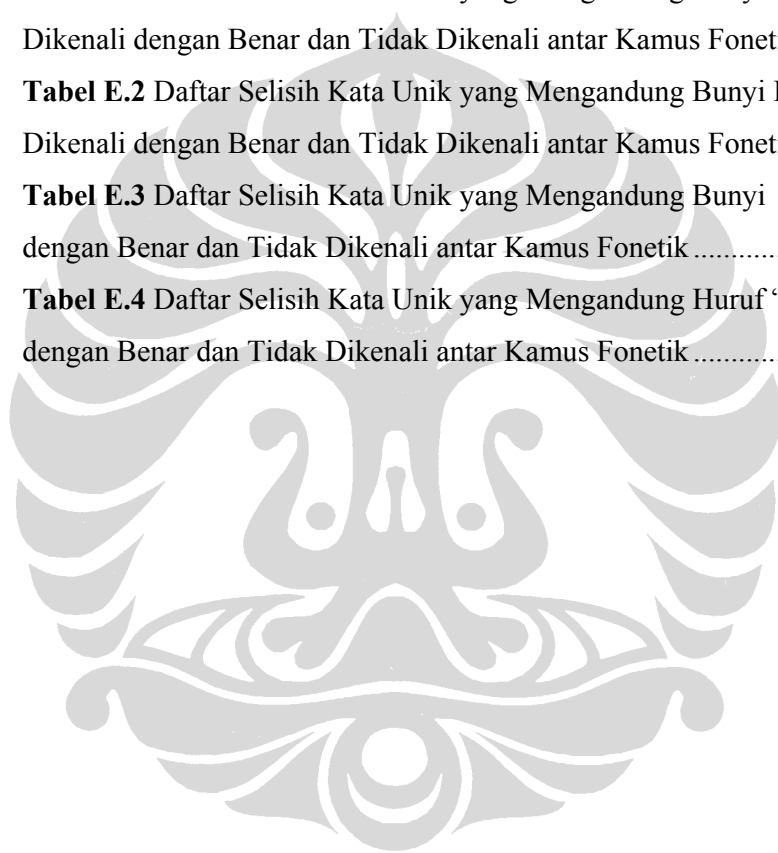




## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Klasifikasi Vokal Bahasa Indonesia.....	17
<b>Tabel 2.2</b> Daftar Fonem dan Alofon Vokal Bahasa Indonesia.....	17
<b>Tabel 2.3</b> Daftar Fonem dan Alofon Diftong Bahasa Indonesia.....	19
<b>Tabel 2.4</b> Klasifikasi Konsonan Bahasa Indonesia .....	21
<b>Tabel 2.5</b> Daftar Fonem dan Alofon Konsonan Bahasa Indonesia .....	22
<b>Tabel 2.6</b> <i>Pseudocode</i> Algoritma A* .....	31
<b>Tabel 3.1</b> Format Berkas Rekaman Telepon.....	36
<b>Tabel 3.2</b> Format Berkas Rekaman Telepon Setelah Dikonversi .....	37
<b>Tabel 3.3</b> Format Berkas Rekaman Berita RRI.....	38
<b>Tabel 3.4</b> Enam Kamus Fonetik untuk Eksperimen.....	39
<b>Tabel 3.5</b> Contoh Kamus Pelafalan.....	41
<b>Tabel 3.6</b> Proses Terbentuknya Pelafalan untuk Kata “belang” .....	42
<b>Tabel 3.7</b> Contoh Model Bahasa Keluaran CMU <i>Language Model Toolkit</i> .....	44
<b>Tabel 3.8</b> Spesifikasi <i>Platform</i> .....	45
<b>Tabel 3.9</b> Distribusi Alofon dalam Pelatihan untuk 6 Jenis Kamus Fonetik .....	47
<b>Tabel 3.10</b> Contoh Keluaran Julius.....	56
<b>Tabel 4.1</b> Akurasi SPS Menggunakan Enam Kamus Fonetik.....	58
<b>Tabel 4.2</b> Akurasi SPS dalam Mengenali Rekaman Berita RRI.....	59
<b>Tabel 4.3</b> Jumlah Kata dengan Bunyi Huruf “e” yang Berhasil Dikenali SPS.....	60
<b>Tabel 4.4</b> Selisih Jumlah Kata Unik yang Mengandung Bunyi Huruf “e” yang Dikenali dengan Benar dan Tidak Dikenali antar Kamus Fonetik .....	61
<b>Tabel 4.5</b> Jumlah Kata dengan Huruf “o” yang Berhasil Dikenali SPS .....	62
<b>Tabel 4.6</b> Selisih Jumlah Kata Unik yang Mengandung Huruf “o” yang Dikenali dengan Benar dan Tidak Dikenali antar Kamus Fonetik .....	63
<b>Tabel 4.7</b> Jumlah Kata dengan Pelafalan /ey/ yang Berhasil Dikenali SPS.....	64
<b>Tabel 4.8</b> Jumlah Kata dengan Pelafalan /sy/, /kh/, /ny/, /kk/ yang Berhasil Dikenali SPS .....	65
<b>Tabel 4.9</b> Jumlah Kata dengan Huruf “v” yang Berhasil Dikenali SPS .....	65
<b>Tabel 4.10</b> Selisih Jumlah Kata Unik yang Mengandung Huruf “v” yang Dikenali dengan Benar dan Tidak Dikenali antar Kamus Fonetik.....	65

<b>Tabel 4.11</b> Kamus Fonetik untuk SPS Bahasa Indonesia .....	67
<b>Tabel 4.12</b> Akurasi (WRR) SPS Setelah Perbaikan .....	73
<b>Tabel B.1</b> Kamus SAMPA - Konsonan .....	Lampiran B - 1
<b>Tabel B.2</b> Kamus SAMPA - Vokal .....	Lampiran B - 6
<b>Tabel B.3</b> Kamus SAMPA - Diftong .....	Lampiran B - 8
<b>Tabel C.1</b> Kamus ARPABET .....	Lampiran C - 1
<b>Tabel D.1</b> Daftar Program Pendukung Eksperimen .....	Lampiran D - 1
<b>Tabel E.1</b> Daftar Selisih Kata Unik yang Mengandung Bunyi Huruf “e” yang Dikenali dengan Benar dan Tidak Dikenali antar Kamus Fonetik ...	Lampiran E - 1
<b>Tabel E.2</b> Daftar Selisih Kata Unik yang Mengandung Bunyi Huruf “o” yang Dikenali dengan Benar dan Tidak Dikenali antar Kamus Fonetik ...	Lampiran E - 2
<b>Tabel E.3</b> Daftar Selisih Kata Unik yang Mengandung Bunyi “ey” yang Dikenali dengan Benar dan Tidak Dikenali antar Kamus Fonetik .....	Lampiran E - 3
<b>Tabel E.4</b> Daftar Selisih Kata Unik yang Mengandung Huruf “v” yang Dikenali dengan Benar dan Tidak Dikenali antar Kamus Fonetik .....	Lampiran E - 3



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Bagan Proses Pengenalan Suara pada SPS.....	10
<b>Gambar 2.2</b> Contoh HMM (“batang”, ”bata”, ”bang”) pada SPS Bahasa Indonesia .....	13
<b>Gambar 2.3</b> Bagan Proses Pelatihan dengan HTK <i>Toolkit</i> .....	14
<b>Gambar 2.4</b> Bagan Diftong Bahasa Indonesia .....	19
<b>Gambar 2.5</b> Struktur Julius SRE .....	29
<b>Gambar 3.1</b> Pembuatan Model Bahasa Menggunakan CMU <i>Language Model Toolkit</i> .....	43
<b>Gambar 3.2</b> Tahap 1: Pembuatan Kamus.....	46
<b>Gambar 3.3</b> Tahap 2: Pembuatan Transkripsi.....	49
<b>Gambar 3.4</b> Tahap 3: Pengkodean Data Audio .....	50
<b>Gambar 3.5</b> Tahap 4: Pembuatan Model Monofon Awal .....	51
<b>Gambar 3.6</b> Tahap 5: Memperbaiki Model Diam .....	52
<b>Gambar 3.7</b> Tahap 6: Penyesuaian Kembali Data Pelatihan.....	53
<b>Gambar 3.8</b> Tahap 7: Pembuatan Trifon dari Monofon.....	54
<b>Gambar 3.9</b> Tahap 8: Mengikat Trifon .....	55