
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Rancangan.....	6
1.3. Batasan Rancangan.....	8
1.4. Spesifikasi Rancangan.....	10
1.5. Tujuan dan Manfaat Perancangan.....	12
1.6. Rancangan yang Sudah Dibuat..	12
BAB II LANDASAN TEORITIK.....	15
2.1. Sistem yang Dirancang.....	15
2.2. Landasan Teori.....	23
2.2.1. Mandarin.....	23
2.2.1.1. Pinyin.....	24
2.2.1.2. Hanzi.....	27
2.2.1.3. Hanyu Shuiping Kaoshi....	28
2.2.2. Suara.....	30
2.2.2.1. Waveform Audio File Format.....	32
2.2.3. Filter Bank.....	33
2.2.3.1. Pre-emphasis.....	34
2.2.3.2. Frame Blocking.....	35
2.2.3.3. Windowing.....	37

	2.2.3.4. Fast Fourier Transform...	38
	2.2.3.5. Mel Filter Bank.....	41
	2.2.4. Machine Learning.....	44
	2.2.5. Speech Recognition.....	46
	2.2.6. Deep Learning.....	47
	2.2.6.1. Recurrent Neural Network.	49
	2.2.6.2. Long Short Term Memory...	52
	2.2.6.3. Gated Recurrent Unit.....	64
	2.2.6.4. Connectionist Temporal Classification.....	71
	2.2.7. Decode Pīnyīn ke Hànzì.....	80
	2.2.8. Evaluasi.....	84
	2.2.8.1. Word Error Rate.....	84
BAB III	RANCANGAN DAN PEMBUATAN.....	86
	3.1. Rancangan Sistem.....	86
	3.1.1. Perencanaan Sistem.....	87
	3.1.2. Analisa Sistem.....	88
	3.1.3. Perancangan Sistem.....	90
	3.1.3.1. Rancangan Diagram Hirarki	90
	3.1.3.2. Rancangan State Transition Diagram.....	91
	3.1.3.3. Rancangan Antarmuka.....	91
	3.1.3.4. Rancangan Basis Data.....	94
	3.2. Pembuatan Sistem.....	94
	3.2.1. Pembuatan Model Chinese Audio Transcription.....	96
	3.2.1.1. Arsitektur Model Chinese Audio Transcription (CAT) 1.....	101
	3.2.1.2. Arsitektur Model Chinese Audio Transcription (CAT) 2.....	101
	3.2.1.3. Arsitektur Model Chinese Audio Transcription (CAT) 3.....	102
	3.2.2. Pelatihan Model Chinese Audio Transcription.....	103
	3.2.3. Pembuatan Aplikasi Mobile Chinese Audio Transcription	105
	3.2.4. Pembuatan Web Services.....	109
BAB IV	PENGUJIAN.....	113
	4.1. Cara Pengujian.....	113
	4.1.1. Pengujian Model Chinese Audio Transcription.....	115
	4.1.2. Pengujian Aplikasi Mobile	

Chinese Audio Transcription Kepada Pengguna.....	116
4.1.3. Pengujian Fitur Kemampuan HSK dan Transkripsi Bebas Kepada Pengguna.....	119
4.2. Pembahasan dan Hasil Pengujian.....	120
4.2.1. Pembahasan Secara Umum Pada Hasil Pengujian Ketiga Model Chinese Audio Transcription.....	120
4.2.1.1. Pembahasan Hasil Pengujian Model CAT 1....	123
4.2.1.2. Pembahasan Hasil Pengujian Model CAT 2....	123
4.2.1.3. Pembahasan Hasil Pengujian Model CAT 3....	124
4.2.2. Pembahasan dan Hasil Pengujian Aplikasi Mobile Chinese Audio Transcription Kepada Pengguna.....	125
4.2.3. Pembahasan dan Hasil Pengujian Fitur Kemampuan HSK dan Transkripsi Bebas Kepada Pengguna.....	126
4.3. Analisis dan Evaluasi.....	147
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	150
5.1. Kesimpulan.....	150
5.2. Saran.....	151
DAFTAR PUSTAKA.....	152
LAMPIRAN.....	159
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	354

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 1	Ringkasan Rata-rata Nilai Word Error Rate Hasil Pengujian Model Chinese Audio Transcription.....	120
Tabel 2	Ringkasan Hasil Pengujian pada Aplikasi Chinese Audio Transcription	126
Tabel 3	Daftar Guratan.....	159
Tabel 4	Contoh Kalimat Mandarin.....	163
Tabel 5	Tabel Rekaman_tingkatan.....	258
Tabel 6	Tabel Rekaman_bebas.....	258
Tabel 7	Tabel Soal_tingkatan.....	259
Tabel 8	Rincian Data Suara yang Digunakan...	260
Tabel 9	Daftar <i>Modules</i> yang Dibuat pada Python.....	260
Tabel 10	Keterangan Arsitektur Pelatihan Model Chinese Audio Transcription 1 (Model CAT 1) Menggunakan CNN+CTC...	267
Tabel 11	Keterangan Arsitektur Pelatihan Model Chinese Audio Transcription 2 (Model CAT 2) Menggunakan CNN+LSTM+CTC.....	271
Tabel 12	Keterangan Arsitektur Pelatihan Model Chinese Audio Transcription 3 (Model CAT 3) Menggunakan CNN+GRU+CTC.....	275
Tabel 13	Konfigurasi Pelatihan Model Chinese Audio Transcription.....	277
Tabel 14	Nilai Word Error Rate Terbaik Model	

	Chinese Audio Transcription.....	279
Tabel 15	Daftar Alamat URL pada <i>Web Services</i> .	295
Tabel 16	Daftar Fungsi pada <i>Web Services</i>	296
Tabel 17	Daftar Halaman HTML Pada <i>Web Services</i>	296
Tabel 18	Nilai Word Error Rate Model Chinese Audio Transcription.....	297
Tabel 19	Prediksi Model CAT 1 pada Data Pengujian.....	297
Tabel 20	Biodata Pengguna Aplikasi Chinese Audio Transcription.....	317
Tabel 21	Hasil Pengujian Word Error Rate pada Pengguna Satu.....	319
Tabel 22	Hasil Pengujian Word Error Rate pada Pengguna Dua.....	320
Tabel 23	Hasil Pengujian Word Error Rate pada Pengguna Tiga.....	320
Tabel 24	Hasil Pengujian Word Error Rate pada Pengguna Empat.....	321
Tabel 25	Hasil Pengujian Word Error Rate pada Pengguna Lima.....	321
Tabel 26	Hasil Pengujian Word Error Rate pada Pengguna Enam.....	322
Tabel 27	Hasil Pengujian Word Error Rate pada Pengguna Tujuh.....	322
Tabel 28	Hasil Pengujian Word Error Rate pada Pengguna Delapan.....	323
Tabel 29	Hasil Pengujian Word Error Rate pada Pengguna Sembilan.....	323
Tabel 30	Hasil Pengujian Word Error Rate pada	

		Pengguna Sepuluh.....	324
Tabel 31		Hasil Pengujian Word Error Rate pada Pengguna Sebelas.....	324
Tabel 32		Hasil Pengujian Word Error Rate pada Pengguna Dua Belas.....	325
Tabel 33		Hasil Pengujian Word Error Rate pada Pengguna Tiga Belas.....	325
Tabel 34		Hasil Pengujian Word Error Rate pada Pengguna Empat Belas.....	326
Tabel 35		Hasil Pengujian Word Error Rate pada Pengguna Lima Belas.....	326
Tabel 36		Hasil Pengujian Word Error Rate pada Pengguna Enam Belas.....	327
Tabel 37		Hasil Pengujian Word Error Rate pada Pengguna Tujuh Belas.....	327
Tabel 38		Hasil Pengujian Word Error Rate pada Pengguna Delapan Belas.....	328
Tabel 39		Hasil Pengujian Word Error Rate pada Pengguna Sembilan Belas.....	328
Tabel 40		Hasil Pengujian Word Error Rate pada Pengguna Dua Puluh.....	329
Tabel 41		Hasil Pengujian Word Error Rate pada Pengguna Dua Puluh Satu.....	329
Tabel 42		Hasil Pengujian Word Error Rate pada Pengguna Dua Puluh Dua.....	330
Tabel 43		Hasil Pengujian Word Error Rate pada Pengguna Dua Puluh Tiga.....	330
Tabel 44		Hasil Pengujian Word Error Rate pada Pengguna Dua Puluh Empat.....	331
Tabel 45		Hasil Pengujian Word Error Rate pada Pengguna Dua Puluh Lima.....	331

Tabel 46	Hasil Pengujian Word Error Rate pada Pengguna Dua Puluh Enam.....	332
Tabel 47	Hasil Pengujian Word Error Rate pada Pengguna Dua Puluh Tujuh.....	332

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1	Diagram Alur Proses Penyimpanan Kamus Mandarin..... 16
Gambar 2	Diagram Alur Proses Ekstraksi Fitur Suara Menggunakan Filter Bank..... 17
Gambar 3	Diagram Alur Pelatihan pada Model Chinese Audio Transcription..... 18
Gambar 4	Diagram Alur Pengujian pada Model Chinese Audio Transcription..... 19
Gambar 5	Diagram Alur Sistem <i>Audio Transcription</i> pada Aplikasi <i>Mobile Android</i> dan <i>Server</i> 20
Gambar 6	Huruf Konsonan dan Vokal..... 25
Gambar 7	Buku HSK..... 30
Gambar 8	Struktur WAV..... 33
Gambar 9	Teknik Overlapping..... 36
Gambar 10	Pembelajaran pada Deep Learning.... 48
Gambar 11	Arsitektur RNN..... 50
Gambar 12	<i>Cell</i> pada RNN..... 51
Gambar 13	Arsitektur Long Short Term Memory.. 53
Gambar 14	Grafik Fungsi Sigmoid..... 55
Gambar 15	Grafik Fungsi Hyperbolic Tangent... 56
Gambar 16	Forget Gate..... 58
Gambar 17	Input Gate dan Candidate Gate..... 60

Gambar 18	Cell State.....	61
Gambar 19	Output Gate dan Hidden State.....	63
Gambar 20	Cara Kerja Model GRU.....	65
Gambar 21	Update Gate.....	67
Gambar 22	Reset Gate.....	68
Gambar 23	Current Memory Content.....	70
Gambar 24	Final Memory.....	71
Gambar 25	Cara Kerja CTC dan Blank Token.....	73
Gambar 26	Cara Kerja Model RNN dan CTC.....	74
Gambar 27	Alur pada Model CTC.....	75
Gambar 28	Skema Rancangan <i>Server</i> dan Aplikasi <i>Mobile Chinese Audio Transcription</i> .	249
Gambar 29	Rancangan Diagram Hirarki pada Aplikasi <i>Mobile</i> Berbasis Android Dengan Sistem <i>Audio Transcription</i> ..	250
Gambar 30	Rancangan <i>State Transition Diagram</i> Aplikasi <i>Mobile</i> Berbasis Android Dengan Sistem <i>Audio Transcription</i> ..	251
Gambar 31	Rancangan Antarmuka Modul Beranda <i>Splash Screen</i>	252
Gambar 32	Rancangan Antarmuka Modul Beranda Bagian Pengaturan Awal.....	252
Gambar 33	Rancangan Antarmuka Modul Beranda Bagian Menu.....	253
Gambar 34	Rancangan Antarmuka Modul Kemampuan Tingkat HSK.....	253
Gambar 35	Rancangan Antarmuka Submodul Tingkatan.....	254

Gambar 36	Rancangan Antarmuka Submodul Soal..	254
Gambar 37	Rancangan Antarmuka Modul Transkripsi Bebas.....	255
Gambar 38	Rancangan Antarmuka Modul Tentang Pembuat.....	255
Gambar 39	Rancangan Antarmuka Modul Cara Penggunaan.....	256
Gambar 40	Rancangan ERD Aplikasi <i>Mobile</i> Berbasis Android dengan Sistem <i>Audio Transcription</i>	257
Gambar 41	Arsitektur Pelatihan Model Chinese Audio Transcription 1 (Model CAT 1) Menggunakan CNN+CTC.....	266
Gambar 42	Arsitektur Pelatihan Model Chinese Audio Transcription 2 (Model CAT 2) Menggunakan CNN+LSTM+CTC.....	270
Gambar 43	Arsitektur Pelatihan Model Chinese Audio Transcription 3 (Model CAT 3) Menggunakan CNN+GRU+CTC.....	274
Gambar 44	Grafik Perubahan Word Error Rate Pelatihan Model CAT 1.....	278
Gambar 45	Grafik Perubahan Loss Pelatihan Model CAT 1.....	278
Gambar 46	Grafik Perubahan Word Error Rate Pelatihan Model CAT 2.....	278
Gambar 47	Grafik Perubahan Loss Pelatihan Model CAT 2.....	278
Gambar 48	Grafik Perubahan Word Error Rate Pelatihan Model CAT 3.....	279
Gambar 49	Grafik Perubahan Loss Pelatihan Model CAT 3.....	279
Gambar 50	Tampilan Akhir Antarmuka Modul	

		Beranda <i>Splash Screen</i>	280
Gambar	51	Tampilan Akhir Antarmuka Modul Beranda Bagian Pengaturan Awal.....	280
Gambar	52	Tampilan Akhir Antarmuka Modul Beranda Bagian Menu.....	281
Gambar	53	Tampilan Akhir Antarmuka Modul Kemampuan Tingkat HSK.....	281
Gambar	54	Tampilan Akhir Antarmuka Submodul Tingkatan Bagian Atas.....	282
Gambar	55	Tampilan Akhir Antarmuka Submodul Tingkatan Bagian Bawah.....	282
Gambar	56	Tampilan Akhir Antarmuka Submodul Soal.....	283
Gambar	57	Tampilan Akhir Antarmuka Submodul Soal Saat Merekam.....	283
Gambar	58	Tampilan Akhir Antarmuka Submodul Soal Saat Mendengar Rekaman.....	284
Gambar	59	Tampilan Akhir Antarmuka Submodul Soal Saat Proses Transkripsi.....	284
Gambar	60	Tampilan Akhir Antarmuka Submodul Soal Dengan Jawaban Benar.....	285
Gambar	61	Tampilan Akhir Antarmuka Submodul Soal Dengan Jawaban Salah.....	285
Gambar	62	Tampilan Akhir Antarmuka Submodul Soal Saat Gagal Transkripsi.....	286
Gambar	63	Tampilan Akhir Antarmuka Modul Transkripsi Bebas.....	286
Gambar	64	Tampilan Akhir Antarmuka Modul Transkripsi Bebas Saat Merekam.....	287
Gambar	65	Tampilan Akhir Antarmuka Modul Transkripsi Bebas Saat Mendengar	

		Rekaman.....	287
Gambar	66	Tampilan Akhir Antarmuka Modul Transkripsi Bebas Saat Proses Transkripsi.....	288
Gambar	67	Tampilan Akhir Antarmuka Modul Transkripsi Bebas Saat Berhasil Transkripsi.....	288
Gambar	68	Tampilan Akhir Antarmuka Modul Transkripsi Bebas Saat Gagal Transkripsi.....	289
Gambar	69	Tampilan Akhir Antarmuka Modul Tentang Pembuat.....	289
Gambar	70	Tampilan Akhir Antarmuka Modul Cara Penggunaan Bagian Satu.....	290
Gambar	71	Tampilan Akhir Antarmuka Modul Cara Penggunaan Bagian Dua.....	290
Gambar	72	Tampilan Utama <i>Web Services</i> Bagian Satu.....	291
Gambar	73	Tampilan Utama <i>Web Services</i> Bagian Dua.....	292
Gambar	74	Tampilan Utama <i>Web Services</i> Bagian Tiga.....	292
Gambar	75	Tampilan Utama <i>Web Services</i> Bagian Empat.....	293
Gambar	76	Tampilan Basis Data <i>Web Services</i> Bagian HSK.....	293
Gambar	77	Tampilan Basis Data <i>Web Services</i> Bagian Transkripsi Bebas.....	294
Gambar	78	Hasil Word Error Rate Pengguna pada Pengujian Setiap Fitur Aplikasi CAT	333
Gambar	79	Rata-rata Word Error Rate Pengguna pada Pengujian Fitur Aplikasi CAT..	334

DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
Lampiran 1	DAFTAR GURATAN.....	159
Lampiran 2	CONTOH KALIMAT MANDARIN HANYU SHUIPING KAOSHI.....	163
Lampiran 3	CONTOH PERHITUNGAN FILTER BANK...	169
Lampiran 4	CONTOH PERHITUNGAN LONG SHORT TERM MEMORY.....	185
Lampiran 5	CONTOH PERHITUNGAN GATED RECURRENT UNIT.....	211
Lampiran 6	CONTOH PERHITUNGAN CONNECTIONIST TEMPORAL CLASSIFICATION.....	220
Lampiran 7	CONTOH PERHITUNGAN DECODING HURUF PĪNYĪN KE KARAKTER AKSARA MANDARIN HÀNZĪ.....	241
Lampiran 8	CONTOH PERHITUNGAN WORD ERROR RATE.....	248
Lampiran 9	RANCANGAN SKEMA SISTEM.....	249
Lampiran 10	RANCANGAN DIAGRAM HIRARKI.....	250
Lampiran 11	RANCANGAN STATE TRANSITION DIAGRAM.....	251
Lampiran 12	RANCANGAN ANTARMUKA APLIKASI.....	252
Lampiran 13	RANCANGAN ENTITY RELATIONSHIP DIAGRAM.....	257
Lampiran 14	SPEKIFIKASI TABEL.....	258
Lampiran 15	PELATIHAN MODEL CHINESE AUDIO TRANSCRIPTION.....	260

Lampiran 16	TAMPILAN AKHIR ANTARMUKA APLIKASI	280
Lampiran 17	TAMPILAN WEB SERVICES.....	291
Lampiran 18	DOKUMENTASI WEB SERVICES.....	295
Lampiran 19	PENGUJIAN MODEL CHINESE AUDIO TRANSCRIPTION.....	297
Lampiran 20	USER ACCEPTANCE TEST.....	310
Lampiran 21	HASIL PENGUJIAN WORD ERROR RATE PADA FITUR APLIKASI CHINESE AUDIO TRANSCRIPTION.....	317
Lampiran 22	FORM PENGUJIAN FITUR APLIKASI CHINESE AUDIO TRANSCRIPTION.....	335