

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN</b>	<b>iv</b>
<b>MOTO</b>	<b>v</b>
<b>PRAKATA</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xiv</b>
<b>INTISARI</b>	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xvii</b>
<b>I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang . . . . .	1
1.2 Rumusan masalah . . . . .	3
1.3 Batasan masalah . . . . .	3
1.4 Tujuan penelitian . . . . .	3
1.5 Manfaat penelitian . . . . .	3
1.6 Metodologi Penelitian . . . . .	4
1.7 Sistematika Penulisan . . . . .	5
<b>II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>7</b>
<b>III LANDASAN TEORI</b>	<b>11</b>
3.1 <i>Speech Recognition</i> . . . . .	11
3.1.1 Pra-pemrosesan . . . . .	12
3.1.2 <i>Mel Frequency Cepstral Coefficient</i> . . . . .	13
3.1.3 Fitur <i>log-mel filterbank</i> . . . . .	15
3.1.4 Fitur <i>delta</i> dan <i>delta-delta</i> . . . . .	16
3.1.5 Normalisasi dan standarisasi MFCC . . . . .	16

3.1.6	<i>Decoding</i>	17
3.2	Jaringan Syaraf Tiruan	17
3.2.1	Arsitektur	18
3.2.2	Fungsi aktivasi	19
3.2.3	Fungsi biaya	20
3.3	<i>Gradient Descent</i>	21
3.3.1	<i>Learning rate</i>	23
3.4	<i>Convolutional Neural Network</i>	24
3.4.1	<i>Convolutional layer</i>	24
3.4.2	<i>Pooling layer</i>	26
3.4.3	<i>Fully-connected layer</i>	27
3.5	Evaluasi Performa	27
3.5.1	Generalisasi dan <i>overfitting</i>	27
3.5.2	<i>K-fold cross validation</i>	28
3.5.3	Parameter evaluasi	28
<b>IV ANALISIS DAN PERANCANGAN</b>		<b>31</b>
4.1	Analisis Permasalahan	31
4.2	Rancangan Pengenalan Ucapan	31
4.3	Rancangan Data	32
4.3.1	Data rekaman	33
4.3.2	Subjek	33
4.3.3	Penyimpanan data	34
4.3.4	Pemisahan data	34
4.3.5	Pra-pemrosesan	35
4.3.6	<i>One-hot encoding</i>	35
4.3.7	Ekstraksi fitur	36
4.3.8	Standarisasi fitur	39
4.4	Rancangan Arsitektur	40
4.4.1	Lapisan masukan	40
4.4.2	Lapisan konvolusi	40
4.4.3	Lapisan <i>pooling</i>	42
4.4.4	Lapisan <i>fully-connected</i>	42
4.4.5	Lapisan keluaran	42
4.5	Rancangan Pelatihan	43

4.5.1	<i>Learning rate</i> dan <i>epoch</i>	43
4.5.2	Inisialisasi bobot	43
4.5.3	Fungsi biaya	44
4.6	Rancangan Evaluasi Performa	44
4.6.1	Prediksi klasifikasi	44
4.6.2	Parameter evaluasi	44
4.6.3	<i>K-fold cross validation</i>	45
4.6.4	Performa pada data uji	45
4.7	Eksperimen dan Pengujian	46
4.7.1	Langkah-langkah eksperimen	46
4.7.2	Eksperimen pada fitur	47
4.7.3	Pengujian <i>hyperparameter</i> pada arsitektur	47
4.7.4	Pengujian <i>hyperparameter</i> pada optimasi	48
4.7.5	Perbandingan model	48
<b>V</b>	<b>IMPLEMENTASI</b>	<b>50</b>
5.1	Spesifikasi Perangkat Keras dan Lunak	50
5.2	Implementasi Persiapan Data	50
5.2.1	Pra-pemrosesan Data	50
5.2.2	Pemuatan data	51
5.2.3	<i>One-hot encoding</i>	52
5.2.4	Ekstraksi MFCC dan turunannya	54
5.2.5	Standarisasi fitur	56
5.2.6	Penyimpanan data	57
5.3	Implementasi dengan TensorFlow	57
5.3.1	Arsitektur CNN	58
5.3.2	Fungsi biaya	60
5.3.3	Operasi pelatihan	61
5.3.4	Prediksi klasifikasi	61
5.3.5	Operasi evaluasi	62
5.4	Implementasi Pelatihan dan Pengujian	63
5.4.1	Pemuatan data	63
5.4.2	<i>K-fold cross validation</i>	64
5.4.3	Pembangunan graf TensorFlow	65
5.4.4	Implementasi pelatihan	66

5.4.5	Implementasi evaluasi dan pengujian . . . . .	68
5.5	<i>Command Line Interface</i> . . . . .	70
5.6	Pengenalan Ucapan pada Rekaman . . . . .	73
<b>VI</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>76</b>
6.1	Eksperimen pada Fitur . . . . .	76
6.1.1	Ekstraksi fitur <i>log-mel filterbank</i> dan MFCC . . . . .	76
6.1.2	Eksperimen dengan fitur <i>log-mel filterbank</i> . . . . .	76
6.1.3	Eksperimen dengan fitur MFCC . . . . .	82
6.1.4	Perbandingan performa eksperimen dengan fitur berbeda . . . . .	85
6.2	Pengujian <i>Hyperparameter</i> pada Arsitektur CNN . . . . .	87
6.2.1	Pengujian pada ukuran <i>kernel</i> . . . . .	88
6.2.2	Pengujian pada ukuran <i>pooling</i> . . . . .	89
6.2.3	Pengujian pada jumlah <i>feature map</i> . . . . .	90
6.2.4	Pengujian pada jumlah <i>hidden unit</i> . . . . .	91
6.2.5	Konfigurasi terbaik untuk arsitektur . . . . .	93
6.3	Pengujian <i>Hyperparameter</i> pada Optimasi . . . . .	93
6.3.1	Penerapan <i>learning rate decay</i> . . . . .	94
6.3.2	Eksperimen pada jumlah <i>epoch</i> . . . . .	95
6.4	Hasil Pengujian . . . . .	96
6.4.1	Generalisasi model . . . . .	96
6.4.2	Evaluasi performa model . . . . .	96
6.4.3	Hasil klasifikasi . . . . .	97
6.5	Perbandingan Model . . . . .	98
<b>VII</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>101</b>
7.1	Kesimpulan . . . . .	101
7.2	Saran . . . . .	101
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>103</b>
	<b>LAMPIRAN A</b>	<b>106</b>
	<b>LAMPIRAN B</b>	<b>107</b>