
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TANDA PENGESAHAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Rancangan	6
1.3. Komponen Rancangan	7
1.4. Spesifikasi Rancangan	8
1.5. Kegunaan Rancangan	9
1.6. Rancangan yang Sudah Dibuat	9
BAB II LANDASAN TEORETIK	12
2.1. Sistem yang Dirancang	12
2.2. Landasan Teori	16
2.2.1. Audio	16
2.2.2. Akor	17
2.2.3. Nada <i>Bass</i>	24
2.2.4. MIR (<i>Music Information Retrieval</i>)	25
2.2.5. <i>Beat Tracking</i>	28
2.2.6. MFCC (<i>Mel-Frequency Ceptral</i> <i>Ceptrum</i>)	29
2.2.6.1. <i>Windowing</i>	30
2.2.6.2. <i>Discrete Fourier Transform</i>	31
2.2.6.3. <i>Mel-Frequency Wrapping</i>	34
2.2.6.4. <i>Discrete Cosine Transform</i>	36
2.2.7. <i>Spectrogram</i>	37
2.2.8. CNN (<i>Convolutional Neural</i>	

	Network)	39
	2.2.8.1. <i>Feature Extraction Layer</i>	40
	2.2.8.1.1. <i>Convolutional Layer</i>	40
	2.2.8.1.2. <i>Max Pooling Layer</i>	43
	2.2.8.2. <i>Fully-Connected Layer</i>	45
	2.2.8.3. <i>Cross-Entropy Loss</i>	47
	2.2.8.4. <i>Backpropagation Gradient Descent</i>	47
BAB III	RANCANGAN DAN PEMBUATAN	49
	3.1. Rancangan Sistem	49
	3.1.1. Perencanaan Sistem	52
	3.1.2. Analisis Sistem	53
	3.1.3. Perancangan Sistem	54
	3.1.3.1. Rancangan Diagram Alur Data ...	54
	3.1.3.1.1. Rancangan Diagram <i>Level 1</i> ...	55
	3.1.3.1.2. Rancangan <i>STD (State Transition Diagram)</i>	55
	3.1.3.1.2.1. Rancangan <i>STD</i> Fitur <i>Home</i>	55
	3.1.3.1.2.2. Rancangan <i>STD</i> Fitur <i>Chord Recognition</i>	56
	3.1.3.1.2.3. Rancangan <i>STD</i> Fitur <i>About</i> ...	56
	3.1.3.3. Rancangan Tampilan Antarmuka ..	57
	3.2. Pembuatan Sistem	58
	3.2.1. Pengaturan Direktori	60
	3.2.2. Pendekatan <i>Backend</i>	62
	3.2.2.1. Pembuatan Model	63
	3.2.2.2. Penyediaan Fitur Pengenalan ...	
	Kerangka Aplikasi.....	67
	3.2.3. Pendekatan <i>Frontend</i>	69
BAB IV	PENGUJIAN	72
	4.1. Cara Pengujian	72
	4.1.1. Pengujian Modul <i>Frontend</i>	73
	4.1.2. Pengujian Prediksi Model	
	Menggunakan <i>Confusion Matrix</i>	74
	4.1.3. Pengujian Waktu Proses Sistem ...	75
	4.2. Hasil Pengujian	75
	4.2.1. Hasil Pengujian <i>Black Box Testing</i>	76
	4.2.2. Hasil Pengujian Model	77
	4.2.2.1. Pengujian Akurasi Pengenalan	
	Akor Berdasarkan <i>Root Akor</i>	78
	4.2.2.1.1. Pengujian Akurasi Akor C	
	<i>Major</i> dan C <i>Minor</i>	79
	4.2.2.1.2. Pengujian Akurasi Akor C#	

	<i>Major dan C# Minor</i>	80
4.2.2.1.3.	Pengujian Akurasi Akor D <i>Major dan D Minor</i>	82
4.2.2.1.4.	Pengujian Akurasi Akor D# <i>Major dan D# Minor</i>	84
4.2.2.1.5.	Pengujian Akurasi Akor E <i>Major dan E Minor</i>	86
4.2.2.1.6.	Pengujian Akurasi Akor F <i>Major dan F Minor</i>	87
4.2.2.1.7.	Pengujian Akurasi Akor F# <i>Major dan F# Minor</i>	89
4.2.2.1.8.	Pengujian Akurasi Akor G <i>Major dan G Minor</i>	91
4.2.2.1.9.	Pengujian Akurasi Akor G# <i>Major dan G# Minor</i>	92
4.2.2.1.10.	Pengujian Akurasi Akor A <i>Major dan A Minor</i>	94
4.2.2.1.11.	Pengujian Akurasi Akor A# <i>Major dan A# Minor</i>	96
4.2.2.1.12.	Pengujian Akurasi Akor B <i>Major dan B Minor</i>	97
4.2.2.2.	Pengujian Akurasi Menggunakan Data Masukan Berupa Data Lagu.....	101
4.2.2.2.1.	Pengujian Pengenalan Akor Campuran Dimainkan Secara Penuh.....	101
4.2.2.2.2.	Pengujian Pengenalan Akor Data Lagu Melodi.....	108
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	115
	5.1. Kesimpulan	115
	5.2. Saran	115
	DAFTAR PUSTAKA	116
	LAMPIRAN	120
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	160

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Banyak Citra Data Latih dan Data Validasi Masing-masing Kelas Akor	64
Tabel 2 Perhitungan <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , <i>F1-score</i> Akor C Major	79
Tabel 3 Perhitungan <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , <i>F1-score</i> Akor C Minor	80
Tabel 4 Perhitungan <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , <i>F1-score</i> Akor C# Major	81
Tabel 5 Perhitungan <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , <i>F1-score</i> Akor C# Minor	81
Tabel 6 Perhitungan <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , <i>F1-score</i> Akor D Major	82
Tabel 7 Perhitungan <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , <i>F1-score</i> Akor D Minor	83
Tabel 8 Perhitungan <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , <i>F1-score</i> Akor D# Major	84
Tabel 9 Perhitungan <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , <i>F1-score</i> Akor D# Minor	85
Tabel 10 Perhitungan <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , <i>F1-score</i> Akor E Major	86
Tabel 11 Perhitungan <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , <i>F1-score</i> Akor E Minor	87
Tabel 12 Perhitungan <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , <i>F1-score</i> Akor F Major	88
Tabel 13 Perhitungan <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , <i>F1-score</i> Akor F Minor	88
Tabel 14 Perhitungan <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , <i>F1-score</i> Akor F# Major	89

Tabel 15	Perhitungan <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , <i>F1-score</i> Akor F# Minor	90
Tabel 16	Perhitungan <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , <i>F1-score</i> Akor G Major	91
Tabel 17	Perhitungan <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , <i>F1-score</i> Akor G Minor	92
Tabel 18	Perhitungan <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , <i>F1-score</i> Akor G# Major	93
Tabel 19	Perhitungan <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , <i>F1-score</i> Akor G# Minor	94
Tabel 20	Perhitungan <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , <i>F1-score</i> Akor A Major	94
Tabel 21	Perhitungan <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , <i>F1-score</i> Akor A Minor	95
Tabel 22	Perhitungan <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , <i>F1-score</i> Akor A# Major	96
Tabel 23	Perhitungan <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , <i>F1-score</i> Akor A# Minor	97
Tabel 24	Perhitungan <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , <i>F1-score</i> Akor B Major	98
Tabel 25	Perhitungan <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , <i>F1-score</i> Akor B Minor	99
Tabel 26	Rincian Nilai F1 Keseluruhan Pengujian Pengenalan Akor Berdasarkan Root	100
Tabel 27	Perhitungan <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , <i>F1-score</i> Progresi Akor C-Am-Dm-G-C	155
Tabel 28	Jumlah Kesalahan Prediksi Pengujian Progresi Akor C-Am-Dm-G-C	102
Tabel 29	Perhitungan <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , <i>F1-score</i> Progresi Akor C-G-Am-G-F-Em-Dm-G	102

Tabel 30	Jumlah Kesalahan Prediksi Pengujian Progresi Akor C-G-Am-G-F-Em-Dm-G	103
Tabel 31	Perhitungan <i>Precision, Recall,</i> <i>F1-score</i> Progresi Akor F-G-Em-Am-Dm-G ..	104
Tabel 32	Jumlah Kesalahan Prediksi Pengujian Progresi Akor F-G-Em-Am-Dm-G-C	105
Tabel 33	Perhitungan <i>Precision, Recall,</i> <i>F1-score</i> Progresi Akor F#-C#-D#m-C#-B-A#m-G#m-C#	105
Tabel 34	Jumlah Kesalahan Prediksi Pengujian Progresi Akor F#-C#-D#m-C#-B-A#m-G#m-C#	106
Tabel 35	Rincian Nilai F1 Keseluruhan Pengujian Pengenalan Progresi Akor Penuh	106
Tabel 36	Perhitungan <i>Precision, Recall,</i> <i>F1-score</i> Pengujian Lagu "Perahu Kertas"	107
Tabel 37	Jumlah Kesalahan Prediksi Pengenalan Akor Lagu "Perahu Kertas"	159
Tabel 38	Perhitungan <i>Precision, Recall,</i> <i>F1-score</i> Pengujian Lagu "Fly Me To The Moon"	109
Tabel 39	Jumlah Kesalahan Prediksi Pengenalan Akor Lagu "Fly Me To The Moon"	109
Tabel 40	Perhitungan <i>Precision, Recall,</i> <i>F1-score</i> Pengujian Lagu "A Hard Day's Night"	111
Tabel 41	Jumlah Kesalahan Prediksi Pengujian Pengenalan Akor Lagu "A Hard Day's Night"	111
Tabel 42	Rincian Nilai F1 Keseluruhan Pengujian Pengenalan Progresi Akor Penuh	112
Tabel 45	Hasil Pengujian Waktu Proses Sistem Data ".mp3"	152

Tabel 46 Hasil Pengujian Waktu Proses Sistem Data ".wav"	153
Tabel 47 Hasil <i>Confusion Matrix</i> Tahap Pengujian	154
Tabel 48 Perhitungan <i>Precision, Recall,</i> <i>F1-score</i> Model	154
Tabel 49 Hasil Pengujian Pengenalan Progresi Akor	155
Tabel 50 Hasil Pengujian Pengenalan Akor Lagu ...	159

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 <i>Screenshot</i> Akor Lagu Kuteringat oleh <i>Symphony Whorship</i>	2
Gambar 2 <i>Screenshot</i> Referensi Akor Lagu "Kuteringat" oleh <i>Sympyhony Worship</i>	3
Gambar 3 Diagram Alur Pelatihan	14
Gambar 4 Diagram Alur Pengenalan	15
Gambar 5 Diagram <i>Circle of Thirds</i>	18
Gambar 6 Diagram <i>Root</i>	18
Gambar 7 <i>Major Triad</i>	19
Gambar 8 <i>Minor Triad</i>	20
Gambar 9 <i>Diminished Triad</i>	21
Gambar 10 <i>Augmented Triad</i>	22
Gambar 11 Diagram <i>Seventh</i>	23
Gambar 12 Visualisasi <i>Spectrogram MFCC</i> Akor <i>D Major</i>	28
Gambar 13 Contoh Penandaan <i>Onset</i>	30
Gambar 14 Visualisasi Data Mentah	38
Gambar 15 Visualisasi <i>Spectrogram</i>	38
Gambar 16 Arsitektur <i>Convolutional Neural Network</i>	40
Gambar 17 Arsitektur <i>Convolutional Layer</i>	41
Gambar 18 Ilustrasi <i>Convolutional Layer</i>	43
Gambar 19 Ilustrasi <i>Pooling Layer</i>	45

Gambar 20	Tampilan "README.md" Situs Github Aplikasi <i>Chord Recognition</i>	62
Gambar 21	Model Arsitektur CNN Sistem Aplikasi <i>Chord Recognition</i>	66
Gambar 22	Contoh Citra yang Dibentuk	69
	Berdasarkan <i>File ".txt"</i>	
Gambar 23	Matriks Citra <i>X</i>	129
Gambar 24	Layer Konvolusi <i>g</i>	129
Gambar 25	Tabel Matriks <i>X</i> dengan <i>Zero Padding</i> ...	131
Gambar 26	Bagian Perhitungan Pertama pada <i>Layer Konvolusi</i>	132
Gambar 27	Bagian Perhitungan Kedua pada <i>Layer Konvolusi</i>	132
Gambar 28	Bagian Perhitungan Ketiga pada <i>Layer Konvolusi</i>	133
Gambar 29	Hasil Konvolusi pada <i>X</i>	134
Gambar 30	Hasil <i>RELU</i> pada Matriks <i>X</i>	136
Gambar 31	Hasil Max Pooling	136
Gambar 32	Hasil <i>Flatten</i> pada Matriks Max Pooling	137
Gambar 33	Hasil Perhitungan FC Matriks <i>A</i>	139
Gambar 34	Rancangan Diagram <i>Level 1</i>	142
Gambar 35	Rancangan STD Fitur <i>Home</i>	143
Gambar 36	Rancangan STD Fitur <i>Chord Recognition</i>	143
Gambar 37	Rancangan STD Fitur <i>Result</i>	144
Gambar 38	Rancangan STD Fitur <i>About</i>	144
Gambar 39	Rancangan Tampilan Antarmuka	

	Halaman <i>Home</i>	145
Gambar 40	Rancangan Tampilan Antarmuka Halaman <i>Chord Recognition</i>	145
Gambar 41	Rancangan Tampilan Antarmuka Halaman <i>Result</i>	146
Gambar 42	Rancangan Tampilan Antarmuka Halaman <i>About</i>	146
Gambar 43	Tampilan Halaman <i>Home</i>	147
Gambar 44	Tampilan Halaman <i>Chord Recognition</i>	148
Gambar 45	Tampilan Fitur Memilih Dari Direktori	149
Gambar 46	Tampilan Fitur Rekaman	149
Gambar 47	Tampilan Halaman <i>Result</i>	150
Gambar 48	Tampilan Halaman <i>About</i>	151
Gambar 49	Akor Lagu "Perahu Kertas" Karya Maudy Ayunda	156
Gambar 50	Akor Lagu "Fly Me To The Moon"	157
Gambar 51	Akor Lagu "A Hard Day's Night" Karya The Beatles	158

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Contoh Perhitungan MFCC	120
Lampiran 2 Contoh Perhitungan CNN	129
Lampiran 3 Rancangan Diagram <i>Level 1</i>	142
Lampiran 4 Rancangan <i>STD</i>	143
Lampiran 5 Rancangan Tampilan Antarmuka	145
Lampiran 6 Tampilan Antarmuka Aplikasi <i>Chord Recognition</i>	147
Lampiran 7 Hasil Pengujian Waktu Proses Sistem	152
Lampiran 8 Hasil Pengujian Sistem Dengan <i>Confusion Matrix</i>	154
Lampiran 9 Hasil Pengujian Pengenalan Progresi Progresi Akor	155
Lampiran 10 Akor Lagu	156
Lampiran 11 Hasil Pengujian Pengenalan Akor Lagu	159