

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
SURAT PERNYATAAN KARYA ASLI TUGAS AKHIR.....	iv
PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK .....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR MODUL PROGRAM.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Metodologi Penelitian.....	4
1.6.1 Metode Pengembangan Sistem .....	4
1.6.1 Metode Pengumpulan Data.....	5
1.7 Sistematika Penulisan .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Aksara Jawa .....	7
2.1.1 Jenis Aksara Jawa .....	7
2.1.2 Pembacaan Aksara Jawa .....	13
2.2 Pengolahan Citra.....	13
2.2.1 Pengolahan Warna .....	14
2.2.2 Operasi Morfologi.....	16
2.2.3 Metode Otsu.....	16
2.2.4 Deteksi Tepi .....	17
2.2.5 Kontur .....	18
2.2.6 Pengenalan Objek .....	19

2.3	Pengenalan Pola.....	20
2.4	Metode CNN.....	22
2.4.1	<i>Convolution Layer</i> .....	23
2.4.2	Operasi <i>Pooling</i> .....	23
2.4.3	<i>Fully Connected Layer</i> .....	24
2.4.4	Fungsi Aktivasi .....	25
2.4.5	Softmax Layer.....	25
2.5	Algoritma Optimasi Adam .....	26
2.6	<i>Tensorflow</i> .....	26
2.7	OpenCV .....	27
2.8	<i>Confusion Matrix</i> .....	28
2.9	Metode Pengembangan Sistem GRAPPLE .....	29
2.10	Penelitian Terkait.....	30
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN SISTEM .....</b>		<b>35</b>
3.1	Metodologi Penelitian.....	35
3.1.1	Pengumpulan Data .....	35
3.2	Metode Pengembangan Sistem.....	37
3.2.1	Pengumpulan Kebutuhan .....	37
3.2.2	Analisis .....	38
3.2.3	Perancangan Sistem .....	48
<b>BAB IV HASIL, PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>70</b>
4.1	Hasil Penelitian.....	70
4.1.1	Implementasi Pembuatan Model.....	70
4.1.2	Implementasi Pengujian Model .....	83
4.2	Pengujian Sistem .....	108
<b>BAB V PENUTUP.....</b>		<b>116</b>
5.1	Kesimpulan .....	116
5.2	Saran .....	116
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>118</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>121</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Alur Tahap Pelatihan .....	6
Gambar 1.2 Alur Tahap Pengujian .....	6
Gambar 2.1 Aksara Jawa Carakan (Budhi & Adipranata, 2015) .....	8
Gambar 2.2 Pasangan Aksara Carakan (Darusuprpta, 2002) .....	8
Gambar 2.3 Aksara Murda (Darusuprpta, 2002) .....	9
Gambar 2.4 Pasangan Aksara Murda (Darusuprpta, 2002) .....	9
Gambar 2.5 Aksara Swara (Darusuprpta, 2002).....	9
Gambar 2.6 Aksara Rekan (Darusuprpta, 2002).....	10
Gambar 2.7 Pasangan Aksara Rekan (Darusuprpta, 2002) .....	10
Gambar 2.8 Warna RGB (Ratnasari, 2018).....	14
Gambar 2.9 Operasi Dilasi Pada Citra Biner (Hidayatullah, 2010) .....	16
Gambar 2.10 Sistem <i>Object Recognition</i> (Riesenhuber & Poggio, 2000) .....	19
Gambar 2.11 Sistem Pengenalan Objek Komponen Berbeda (Jain et al., 1995) .....	20
Gambar 2.12 Sistem Pengenalan Pola Statistik (Munir, 2004) .....	21
Gambar 2.13 Sistem Pengenalan Pola Sintaksis (Munir, 2004).....	22
Gambar 2.14 Arsitektur CNN.....	22
Gambar 2.15 Operasi <i>Max-Pooling</i> (Nurhikmat, 2018).....	24
Gambar 2.16 Fungsi Aktivasi ReLU (Nurhikmat, 2018) .....	25
Gambar 2.17 <i>Confusion Matrix</i> .....	28
Gambar 2.18 Tahapan Metode GRAPPLE.....	30
Gambar 3.2 Contoh Kuesioner Aksara Jawa.....	36
Gambar 3.3 Tahap Pengolahan Data Awal .....	39
Gambar 3.4 Contoh Hasil Pemotongan Citra Awal .....	39
Gambar 3.5 Contoh Hasil <i>Image Preprocessing</i> .....	40
Gambar 3.6 Arsitektur Model CNN .....	40
Gambar 3.7 Tahapan Analisis Deteksi Aksara Jawa.....	41
Gambar 3.8 Ilustrasi Konversi Gambar <i>Grayscale</i> .....	42
Gambar 3.9 Contoh Operasi Morfologi Dilasi .....	43
Gambar 3.10 Ilustrasi Metode Otsu.....	44
Gambar 3.11 Ilustrasi Deteksi Tepi <i>Canny</i> .....	44
Gambar 3.12 Ilustrasi Deteksi Kontur.....	45
Gambar 3.13 Arsitektur Pembuatan Model.....	48
Gambar 3.14 Arsitektur Pengujian Model.....	48
Gambar 3.15 Contoh Susunan Berkas Pelabelan Gambar .....	50
Gambar 3.16 <i>Use Case Diagram</i> .....	51
Gambar 3.17 <i>Activity Diagram</i> Menulis Mandiri.....	53
Gambar 3.18 <i>Activity Diagram</i> Impor Galeri.....	54
Gambar 3.19 <i>Activity Diagram</i> Potret Kamera .....	55
Gambar 3.20 <i>Class Diagram</i> .....	56
Gambar 3.21 <i>Sequence Diagram</i> Menu Utama.....	57
Gambar 3.22 <i>Sequence Diagram</i> Menulis Mandiri.....	59
Gambar 3.23 <i>Sequence Diagram</i> Impor Galeri .....	61
Gambar 3.24 <i>Sequence Diagram</i> Potret Kamera.....	63
Gambar 3.25 Rancangan Antarmuka Awal.....	64

Gambar 3.26 Rancangan Antarmuka Menu Utama.....	64
Gambar 3.27 Rancangan Antarmuka Menulis Mandiri.....	65
Gambar 3.28 Rancangan Antarmuka Impor Galeri.....	65
Gambar 3.29 Rancangan Antarmuka Potret Kamera .....	66
Gambar 3.30 Rancangan Antarmuka Hasil Klasifikasi.....	66
Gambar 4.1 Proses Konversi <i>TfRecord</i> .....	73
Gambar 4.2 Hasil Proses Konvolusi.....	77
Gambar 4.3 Hasil Akhir Proses Pelatihan .....	81
Gambar 4.4 Penyimpanan Model Hasil Pelatihan.....	82
Gambar 4.5 Halaman Antarmuka Awal .....	83
Gambar 4.6 Halaman Antarmuka Menu Utama.....	84
Gambar 4.7 Halaman Antarmuka Menulis Mandiri.....	86
Gambar 4.8 Permintaan Hak Akses Galeri.....	87
Gambar 4.9 Pengaturan Ukuran Gambar Galeri .....	88
Gambar 4.10 Halaman Antarmuka Impor Galeri .....	89
Gambar 4.11 Pengaturan Ukuran Gambar Potret Langsung .....	92
Gambar 4.12 Halaman Antarmuka Potret Langsung.....	93
Gambar 4.13 Halaman Antarmuka Hasil Klasifikasi .....	107
Gambar 4.14 Hasil Pengujian.....	113
Gambar 4.15 <i>Confusion Matrix Multi-Class</i> .....	115

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Sandhangan Swara</i> .....	11
Tabel 2.2 <i>Sandhangan Panyigeging Wanda</i> .....	12
Tabel 2.3 Contoh Pola dan Ciri .....	21
Tabel 2.4 Penelitian Terkait.....	33
Tabel 2.5 Lanjutan Penelitian Terkait .....	34
Tabel 3.1 Rincian Pembagian Data .....	36
Tabel 3.2 Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Keras Pembuatan Model .....	37
Tabel 3.3 Contoh Pembentukan Suku Kata.....	47
Tabel 3.4 Penggunaan Aksara Pengubah Bunyi.....	47
Tabel 3.5 Lanjutan Penggunaan Aksara Pengubah Bunyi .....	48
Tabel 3.6 Rancangan Pengujian <i>Black Box</i> .....	67
Tabel 3.7 Lanjutan Rancangan Pengujian <i>Black Box</i> .....	68
Tabel 3.8 Daftar Kelas Klasifikasi .....	68
Tabel 3.9 Lanjutan Daftar Kelas Klasifikasi .....	69
Tabel 3.10 Rancangan <i>Confusion Matrix Multi-Class</i> .....	69
Tabel 4.1 Berkas Hasil Penyimpanan Model .....	82
Tabel 4.2 Daftar Responden Pengujian <i>Black Box</i> .....	108
Tabel 4.3 Pengujian <i>Black Box</i> .....	108
Tabel 4.4 Lanjutan Pengujian <i>Black Box</i> .....	109
Tabel 4.5 <i>Confusion Matrix Multi-Class</i> .....	112

## DAFTAR MODUL PROGRAM

Modul Program 4.1 <i>Source Code</i> Fungsi Pembacaan Berkas (.csv).....	70
Modul Program 4.2 Lanjutan <i>Source Code</i> Fungsi Pembacaan Berkas (.csv).....	71
Modul Program 4.3 <i>Source Code</i> Fungsi Pembagian Data.....	71
Modul Program 4.4 Lanjutan <i>Source Code</i> Fungsi Pembagian Data.....	72
Modul Program 4.5 <i>Source Code</i> Fungsi Konversi <i>TFRecord</i> .....	72
Modul Program 4.6 <i>Source Code</i> Eksekusi Konversi <i>TFRecord</i> .....	73
Modul Program 4.7 <i>Source Code</i> Pembacaan Data Latih <i>TFRecord</i> .....	74
Modul Program 4.8 <i>Source Code</i> Arsitektur Model CNN.....	74
Modul Program 4.9 Lanjutan <i>Source Code</i> Arsitektur Model CNN.....	75
Modul Program 4.10 <i>Source Code</i> Fungsi Penentuan Nilai Filter.....	75
Modul Program 4.11 <i>Source Code</i> Fungsi Penambahan Bias.....	76
Modul Program 4.12 <i>Source Code</i> Proses Pelatihan.....	79
Modul Program 4.13 Lanjutan <i>Source Code</i> Proses Pelatihan.....	80
Modul Program 4.14 <i>Source Code</i> Eksekusi Proses Pelatihan.....	80
Modul Program 4.15 <i>Source Code</i> Penyimpanan Model Hasil Pelatihan.....	81
Modul Program 4.16 Lanjutan <i>Source Code</i> Penyimpanan Model Hasil Pelatihan.....	82
Modul Program 4.17 <i>Source Code</i> Pengaturan Halaman Antarmuka Awal.....	83
Modul Program 4.18 Lanjutan <i>Source Code</i> Pengaturan Halaman Antarmuka Awal.....	84
Modul Program 4.19 <i>Source Code</i> Fungsi Menu Utama.....	85
Modul Program 4.20 <i>Source Code</i> Proses Pengiriman Gambar Menulis Mandiri.....	86
Modul Program 4.21 <i>Source Code</i> Permintaan Hak Akses Galeri.....	88
Modul Program 4.22 <i>Source Code</i> Pengaturan Ukuran Gambar Galeri.....	89
Modul Program 4.23 <i>Source Code</i> Metadata Gambar Galeri.....	90
Modul Program 4.24 <i>Source Code</i> Permintaan Hak Akses Galeri dan Kamera.....	91
Modul Program 4.25 <i>Source Code</i> Pengambilan Gambar Kamera.....	91
Modul Program 4.26 <i>Source Code</i> Pembuatan Berkas Gambar.....	91
Modul Program 4.27 <i>Source Code</i> Penambahan Gambar Galeri.....	92
Modul Program 4.28 <i>Source Code</i> Pengaturan Ukuran Gambar Potret Langsung.....	93
Modul Program 4.29 <i>Source Code</i> Metadata Gambar Potret Langsung.....	94
Modul Program 4.30 <i>Source Code</i> Proses <i>Decoding</i> Gambar.....	94
Modul Program 4.31 <i>Source Code</i> Inisiasi OpenCV.....	95
Modul Program 4.32 <i>Source Code</i> Pengecekan Warna Latar Belakang Gambar.....	95
Modul Program 4.33 <i>Source Code</i> Pengolahan Citra Awal Proses Deteksi Aksara Jawa..	96
Modul Program 4.34 <i>Source Code</i> Pembuatan Empat Titik Deteksi Kontur.....	98
Modul Program 4.35 <i>Source Code</i> Pemotongan Citra Berdasarkan Deteksi Kontur.....	98
Modul Program 4.36 <i>Source Code</i> Proses <i>Resize</i> .....	98
Modul Program 4.37 Lanjutan <i>Source Code</i> Proses <i>Resize</i> .....	99
Modul Program 4.38 <i>Source Code</i> Memuat Model Pelatihan CNN.....	99
Modul Program 4.39 <i>Source Code</i> Memasukkan Piksel Gambar.....	99
Modul Program 4.40 <i>Source Code</i> Proses Klasifikasi.....	100
Modul Program 4.41 <i>Source Code</i> Pendefinisian Klasifikasi Aksara Huruf Dasar.....	101
Modul Program 4.42 Lanjutan <i>Source Code</i> Pendefinisian Aksara Huruf Dasar.....	102
Modul Program 4.43 Lanjutan <i>Source Code</i> Pendefinisian Aksara Huruf Dasar.....	103
Modul Program 4.44 <i>Source Code</i> Pendefinisian Aksara Pengubah Bunyi.....	103

Modul Program 4.45 Lanjutan <i>Source Code</i> Pendefinisian Aksara Pengubah Bunyi .....	104
Modul Program 4.46 <i>Source Code</i> Pembentukan Suku Kata Aksara Jawa .....	104
Modul Program 4.47 Lanjutan <i>Source Code</i> Pembentukan Suku Kata Aksara Jawa .....	105
Modul Program 4.48 Lanjutan <i>Source Code</i> Pembentukan Suku Kata Aksara Jawa .....	106
Modul Program 4.49 <i>Source Code</i> Proses Penampilan Hasil Klasifikasi .....	107
Modul Program 4.50 <i>Source Code Confusion Matrix</i> .....	110
Modul Program 4.51 Lanjutan <i>Source Code Confusion Matrix</i> .....	111
Modul Program 4.52 <i>Source Code</i> Fungsi Grafik <i>Confusion Matrix</i> .....	114
Modul Program 4.53 Lanjutan <i>Source Code</i> Fungsi Grafik <i>Confusion Matrix</i> .....	115