

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PENYETAAN KARYA SENDIRI.....	iii
PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	1
BAB I PENDAHULUAN.....	2
1.1. Latar Belakang.....	2
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
1.6. Kerangka Pemikiran.....	4
BAB II KAJIAN LITERATUR.....	6
2.1. <i>State-of-the-art</i>	6
2.2. <i>Sandi Semaphore</i>	10
2.3. <i>Machine Learning</i>	11
2.4. <i>Computer Vision</i>	13
2.5. <i>Convolutional Neural Networks (CNN)</i>	13
2.5.1. Lapisan Konvolusi (<i>Convolution Layer</i>).....	13
2.5.2. <i>Pooling Layer</i>	17
2.5.3. <i>Fully connected layer</i>	18

2.6.	Bahasa Pemrograman Python.....	19
2.7.	Pustaka Tensorflow	19
2.8.	CRISP-DM	20
2.9.	Pengujian <i>Confusion Matrix</i>	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		24
3.1.	Pemahaman Bisnis (<i>Business Understanding</i>).....	24
3.2.	Pemahaman Data (<i>Data Understanding</i>)	27
3.3.	Persiapan Data (<i>Data Preparation</i>).....	28
3.4.	Pemodelan (<i>Modeling</i>)	36
3.4.1.	Convolutional Layer.....	39
3.4.2.	<i>Max Pooling</i>	40
3.4.3.	<i>Flattening</i>	41
3.4.4.	<i>Fully Connection Layer</i>	41
3.4.5.	<i>Training</i>	45
3.4.6.	<i>Testing</i>	45
3.4.7.	<i>Output</i>	45
3.5.	Penyebaran (<i>Deployment</i>)	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		48
4.1.	Hasil Pemahaman Bisnis (<i>Business Understanding Results</i>).....	48
4.2.	Hasil Pemahaman Data (<i>Data Understanding Result</i>).....	49
4.3.	Hasil Persiapan Data (<i>Data Preparation Result</i>)	53
4.4.	Hasil Pemodelan (<i>Modeling Result</i>).....	54
4.4.1.	<i>Epoch 20 pada Dataset Original</i>	56
4.4.2.	<i>Epoch 20 pada Dataset Augmentasi</i>	68
4.4.3.	<i>Epoch 40 pada Dataset Original</i>	80
4.4.4.	<i>Epoch 40 pada Dataset Augmentasi</i>	92

4.4.5.	<i>Epoch</i> 10 pada <i>Dataset</i> Campuran.....	104
4.4.6.	<i>Epoch</i> 20 pada <i>Dataset</i> Campuran.....	108
4.4.7.	<i>Epoch</i> 30 pada <i>Dataset</i> Campuran.....	112
4.4.8.	<i>Epoch</i> 40 pada <i>Dataset</i> Campuran.....	116
4.4.9.	<i>Epoch</i> 50 pada <i>Dataset</i> Campuran.....	120
4.5.	Hasil Evaluasi (<i>Evaluation Result</i>).....	124
4.6.	Hasil Penyebaran (<i>Deployment</i>).....	126
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		129
5.1.	Kesimpulan.....	129
5.2.	Saran.....	130
DAFTAR PUSTAKA		131
RIWAYAT HIDUP.....		136



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Kerangka pemikiran penelitian	5
Gambar 2. 1 Arti sandi semaphore pada huruf	11
Gambar 2. 3 <i>Stride</i> pada <i>filter</i> setelah selesai melakukan proses konvolusi [24]	14
Gambar 2. 4 Penambahan <i>Padding</i> [24]	15
Gambar 2. 5 Proses konvolusi yang menghasilkan <i>feature map</i>	16
Gambar 2. 6 Proses <i>pooling</i> menggunakan <i>max pooling</i>	18
Gambar 2. 7 <i>Confusion matrix</i>	21
Gambar 3. 1 Urutan tahapan penelitian	26
Gambar 3. 2 Contoh data citra formasi sandi semaphore yang digunakan (a) citra huruf A, (b) citra huruf K, dan (c) citra huruf V	28
Gambar 3. 3 <i>Pseudocode</i> augmentasi set data	29
Gambar 3. 4 Label untuk data gambar yang didapatkan	30
Gambar 3. 5 Labelisasi menggunakan <i>MultiLabelBinarized</i>	35
Gambar 3. 6 Menyimpan model ke dalam <i>Google drive</i>	37
Gambar 3. 7 Program pembuatan arsitektur algoritma CNN	38
Gambar 3. 8 Lapisan <i>input</i> dan <i>output</i> pada proses konvolusi pertama	39
Gambar 3. 9 Contoh proses <i>Max Pooling</i>	40
Gambar 3. 10 Hasil dari proses <i>max pooling</i> dari gambar 3.9	40
Gambar 3. 11 Proses dari <i>Flattening</i>	41
Gambar 3. 12 Konfigurasi fungsi aktivasi <i>ReLU</i> dan <i>Softmax</i>	42
Gambar 3. 13 Konfigurasi metode optimasi dan fungsi <i>loss</i>	43
Gambar 3. 14 Konfigurasi jumlah <i>batch size</i>	44
Gambar 3. 15 Konfigurasi <i>epoch</i> untuk <i>training</i>	44
Gambar 3. 16 Contoh <i>output</i> dari <i>classification report</i>	46
Gambar 3. 17 Contoh <i>output</i> dari <i>confusion matrix</i>	46
Gambar 4. 1 Hasil pemahaman bisnis	48
Gambar 4. 2 Pembagian data menjadi data <i>training</i> dan data <i>validation</i>	53
Gambar 4. 3 Contoh data testing label A	54
Gambar 4. 4 Arsitektur algoritma <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	55
Gambar 4. 5 Statistik nilai <i>accuracy epoch 20</i> pada <i>dataset original</i> rasio 70:30	56
Gambar 4. 6 Statistik nilai <i>loss epoch 20</i> pada <i>dataset original</i> rasio 70:30	57
Gambar 4. 7 <i>Classification report epoch 20</i> pada <i>dataset original</i> rasio 70:30	58
Gambar 4. 8 <i>Confusion matrix epoch 20</i> dengan <i>data test</i> pada <i>dataset original</i> pembagian rasio 70:30	59

Gambar 4. 9 Statistik nilai <i>accuracy epoch</i> 20 pada <i>dataset original</i> rasio 80:20.....	60
Gambar 4. 10 Statistik nilai <i>loss epoch</i> 20 pada <i>dataset original</i> rasio 80:20	61
Gambar 4. 11 <i>Classification report epoch</i> 20 pada <i>dataset original</i> rasio 80:20	62
Gambar 4. 12 <i>Confusion matrix epoch</i> 20 dengan <i>data test</i> pada <i>dataset original</i> pembagian rasio 80:20.....	63
Gambar 4. 13 Statistik nilai <i>accuracy epoch</i> 20 pada <i>dataset original</i> rasio 90:10.....	64
Gambar 4. 14 Statistik nilai <i>loss epoch</i> 20 pada <i>dataset original</i> rasio 90:10	65
Gambar 4. 15 <i>Classification report epoch</i> 20 pada <i>dataset original</i> rasio 90:10	66
Gambar 4. 16 <i>Confusion matrix epoch</i> 20 dengan <i>data test</i> pada <i>dataset original</i> pembagian rasio 90:10.....	67
Gambar 4. 17 Statistik nilai <i>accuracy epoch</i> 20 pada <i>dataset augmentasi</i> rasio 70:30	68
Gambar 4. 18 Statistik nilai <i>loss epoch</i> 20 pada <i>dataset augmentasi</i> rasio 70:30.....	69
Gambar 4. 19 <i>Classification report epoch</i> 20 pada <i>dataset augmentasi</i> rasio 70:30.....	70
Gambar 4. 20 <i>Confusion matrix epoch</i> 20 dengan <i>data test</i> pada <i>dataset augmentasi</i> pembagian rasio 70:30	71
Gambar 4. 21 Statistik nilai <i>accuracy epoch</i> 20 pada <i>dataset augmentasi</i> rasio 80:20	72
Gambar 4. 22 Statistik nilai <i>loss epoch</i> 20 pada <i>dataset augmentasi</i> rasio 80:20.....	73
Gambar 4. 23 <i>Classification report epoch</i> 20 pada <i>dataset augmentasi</i> rasio 80:20.....	74
Gambar 4. 24 <i>Confusion matrix epoch</i> 20 dengan <i>data test</i> pada <i>dataset augmentasi</i> pembagian rasio 80:20	75
Gambar 4. 25 Statistik nilai <i>accuracy epoch</i> 20 pada <i>dataset augmentasi</i> rasio 90:10	76
Gambar 4. 26 Statistik nilai <i>loss epoch</i> 20 pada <i>dataset augmentasi</i> rasio 90:10.....	77
Gambar 4. 27 <i>Classification report epoch</i> 20 pada <i>dataset augmentasi</i> rasio 90:10.....	78
Gambar 4. 28 <i>Confusion matrix epoch</i> 20 dengan <i>data test</i> pada <i>dataset augmentasi</i> pembagian rasio 90:10.....	79
Gambar 4. 29 Statistik nilai <i>accuracy epoch</i> 40 pada <i>dataset original</i> rasio 70:30.....	80
Gambar 4. 30 Statistik nilai <i>loss epoch</i> 40 pada <i>dataset original</i> rasio 70:30.....	81
Gambar 4. 31 <i>Classification report epoch</i> 40 pada <i>dataset original</i> rasio 70:30	82
Gambar 4. 32 <i>Confusion matrix epoch</i> 40 dengan <i>data test</i> pada <i>dataset original</i> pembagian rasio 70:30.....	83
Gambar 4. 33 Statistik nilai <i>accuracy epoch</i> 40 pada <i>dataset original</i> rasio 80:20.....	84
Gambar 4. 34 Statistik nilai <i>loss epoch</i> 40 pada <i>dataset original</i> rasio 80:20	85
Gambar 4. 35 <i>Classification report epoch</i> 40 pada <i>dataset original</i> rasio 80:20	86
Gambar 4. 36 <i>Confusion matrix epoch</i> 40 dengan <i>data test</i> pada <i>dataset original</i> pembagian rasio 80:20.....	87

Gambar 4. 37 Statistik nilai <i>accuracy epoch</i> 40 pada <i>dataset original</i> rasio 90:10.....	88
Gambar 4. 38 Statistik nilai <i>loss epoch</i> 40 pada <i>dataset original</i> rasio 90:10	89
Gambar 4. 39 <i>Classification report epoch</i> 40 pada <i>dataset original</i> rasio 90:10	90
Gambar 4. 40 <i>Confusion matrix epoch</i> 40 dengan <i>data test</i> pada <i>dataset original</i> pembagian rasio 90:10.....	91
Gambar 4. 41 Statistik nilai <i>accuracy epoch</i> 40 pada <i>dataset</i> augmentasi rasio 70:30	92
Gambar 4. 42 Statistik nilai <i>loss epoch</i> 40 pada <i>dataset</i> augmentasi rasio 70:30.....	93
Gambar 4. 43 <i>Classification report epoch</i> 40 pada <i>dataset</i> augmentasi rasio 70:30.....	94
Gambar 4. 44 <i>Confusion matrix epoch</i> 40 dengan <i>data test</i> pada <i>dataset</i> augmentasi pembagian rasio 70:30.....	95
Gambar 4. 45 Statistik nilai <i>accuracy epoch</i> 40 pada <i>dataset</i> augmentasi rasio 80:20	96
Gambar 4. 46 Statistik nilai <i>loss epoch</i> 40 pada <i>dataset</i> augmentasi rasio 80:20.....	97
Gambar 4. 47 <i>Classification report epoch</i> 40 pada <i>dataset</i> augmentasi rasio 80:20.....	98
Gambar 4. 48 <i>Confusion matrix epoch</i> 40 dengan <i>data test</i> pada <i>dataset</i> augmentasi pembagian rasio 80:20	99
Gambar 4. 49 Statistik nilai <i>accuracy epoch</i> 40 pada <i>dataset</i> augmentasi rasio 90:10 ...	100
Gambar 4. 50 Statistik nilai <i>loss epoch</i> 40 pada <i>dataset</i> augmentasi rasio 90:10.....	101
Gambar 4. 51 <i>Classification report epoch</i> 40 pada <i>dataset</i> augmentasi rasio 90:10.....	102
Gambar 4. 52 <i>Confusion matrix epoch</i> 40 dengan <i>data test</i> pada <i>dataset</i> augmentasi pembagian rasio 90:10	103
Gambar 4. 53 Statistik nilai <i>accuracy epoch</i> 10 pada <i>dataset</i> campuran.....	104
Gambar 4. 54 Statistik nilai <i>loss epoch</i> 10 pada <i>dataset</i> campuran	105
Gambar 4. 55 <i>Classification report epoch</i> 10 pada <i>dataset</i> campuran	106
Gambar 4. 56 <i>Confusion matrix epoch</i> 10 dengan <i>data test</i> pada <i>dataset</i> campuran	107
Gambar 4. 57 Statistik nilai <i>accuracy epoch</i> 20 pada <i>dataset</i> campuran.....	108
Gambar 4. 58 Statistik nilai <i>loss epoch</i> 20 pada <i>dataset</i> campuran	109
Gambar 4. 59 <i>Classification report epoch</i> 20 pada <i>dataset</i> campuran	110
Gambar 4. 60 <i>Confusion matrix epoch</i> 20 dengan <i>data test</i> pada <i>dataset</i> campuran	111
Gambar 4. 61 Statistik nilai <i>accuracy epoch</i> 30 pada <i>dataset</i> campuran.....	112
Gambar 4. 62 Statistik nilai <i>loss epoch</i> 30 pada <i>dataset</i> campuran	113
Gambar 4. 63 <i>Classification report epoch</i> 30 pada <i>dataset</i> campuran	114
Gambar 4. 64 <i>Confusion matrix epoch</i> 30 dengan <i>data test</i> pada <i>dataset</i> campuran	115
Gambar 4. 65 Statistik nilai <i>accuracy epoch</i> 40 pada <i>dataset</i> campuran.....	116
Gambar 4. 66 Statistik nilai <i>loss epoch</i> 40 pada <i>dataset</i> campuran	117
Gambar 4. 67 <i>Classification report epoch</i> 40 pada <i>dataset</i> campuran	118

Gambar 4. 68 <i>Confusion matrix epoch 40</i> dengan <i>data test</i> pada <i>dataset</i> campuran	119
Gambar 4. 69 Statistik nilai <i>accuracy epoch 50</i> pada <i>dataset</i> campuran.....	120
Gambar 4. 70 Statistik nilai <i>loss epoch 50</i> pada <i>dataset</i> campuran	121
Gambar 4. 71 <i>Classification report epoch 50</i> pada <i>dataset</i> campuran	122
Gambar 4. 72 <i>Confusion matrix epoch 50</i> dengan <i>data test</i> pada <i>dataset</i> campuran	123
Gambar 4. 73 Tampilan awal <i>website</i>	126
Gambar 4. 74 Tampilan setelah pengguna memilih gambar.....	127
Gambar 4. 75 Tampilan <i>website</i> saat proses klasifikasi berlangsung.....	127
Gambar 4. 76 Tampilan <i>website</i> setelah proses klasifikasi selesai.....	128



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>State of The Art</i>	8
Tabel 2. 2 Nama-nama serta penjelasan setiap fase CRISP-DM	20
Tabel 2. 3 Contoh penggunaan <i>confusion matrix</i>	22
Tabel 3. 1 Pelabelan Data	31
Tabel 3. 2 Parameter algoritma CNN (<i>Convolutional Neural Networks</i>)	36
Tabel 4. 1 Jumlah rincian masing-masing set data	49
Tabel 4. 2 Hasil Eksplorasi Data.....	50
Tabel 4. 3 Perbandingan model yang telah dilatih.....	125

