

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Pembatasan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Tinjauan Pustaka .....	6
1.6 Metodologi Penelitian .....	10
1.7 Sistematika Penulisan .....	10
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>12</b>
2.1 Konsep Dasar Statistika Matematika .....	12
2.1.1 Ringkasan Numerik.....	12
2.1.1.1 Rata-rata .....	12
2.1.1.2 Median .....	12
2.1.1.3 Modus.....	13
2.1.1.4 Variansi .....	13
2.1.1.5 Standar Deviasi .....	14
2.1.1.4 Jangkauan.....	14
2.1.2 Probabilitas.....	14

2.1.3 Variabel Random .....	16
2.2 Dasar Aljabar Matriks .....	19
2.2.1 Definisi Matriks .....	19
2.2.2 <i>Transpose</i> Matriks.....	20
2.2.3 <i>Inverse</i> Matriks.....	20
2.2.4 Jenis Matriks .....	21
2.2.5 Operasi Matriks .....	22
2.3 Vektor .....	23
2.3.1 Ruang Vektor .....	24
2.3.2 <i>Dot Product</i> Vektor.....	24
2.3.3 Proyeksi Orthogonal.....	24
2.4 Citra Digital .....	25
2.5 Ekstraksi Fitur dan Tekstur .....	29
2.6 OpenCV .....	29
2.7 <i>Machine Learning</i> .....	30
2.7.1 Jenis Pembelajaran <i>Machine Learning</i> .....	31
2.7.2 Data Latih dan Data Uji .....	33
2.7.3 <i>Underfitting</i> dan <i>Overfitting</i> .....	33
2.7.4 <i>Hyperparameter</i> .....	34
2.7.5 <i>Loss Function</i> .....	35
2.7.6 Metode <i>Ensemble</i> .....	36
2.8 <i>Gradient Descent</i> .....	37
2.9 <i>Adaptive Moment Estimation</i> .....	39
2.10 <i>Neural Network</i> .....	41
2.10.1 Struktur dan Komponen <i>Neural Network</i> .....	42
2.10.2 <i>Feed Forward</i> dan <i>Backpropagation</i> .....	46
2.10.3 Fungsi Aktivasi .....	49
2.11 Model Warna .....	53
2.12 Keretakan dan Kondisi Bangunan .....	54
<b>BAB III ARSITEKTUR MOBILENET MODEL CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK, LOCAL BINARY PATTERN UNTUK SUPPORT VECTOR MACHINE DAN RANDOM FOREST PADA KLASIFIKASI CITRA .....</b>	<b>55</b>

3.1	<i>Convolutional Neural Network (CNN)</i> .....	55
3.1.1	<i>Convolutional Layer</i> .....	56
3.1.2	<i>Pooling Layer</i> .....	60
3.1.3	<i>Fully Connected Layer</i> .....	61
3.1.4	<i>Batch Normalization</i> .....	61
3.1.5	<i>Dropout Regularization</i> .....	63
3.1.6	<i>Softmax</i> .....	64
3.2	<i>Arsitektur MobileNet</i> .....	66
3.2.1	<i>Depthwise Separable Convolution</i> .....	67
3.2.2	<i>Struktur Network MobileNet</i> .....	71
3.2.3	<i>Hyperparameter pada MobileNet</i> .....	72
3.3	<i>Local Binary Pattern</i> .....	74
3.3.1	<i>Advance Local Binary Pattern</i> .....	75
3.3.2	<i>Uniform Pattern pada Local Binary Pattern</i> .....	77
3.3.3	<i>Rotasi pada Local Binary Pattern</i> .....	77
3.4	<i>Decision Tree</i> .....	78
3.5	<i>Random Forest</i> .....	81
3.6	<i>Support Vector Machine</i> .....	82
3.6.1	<i>Hyperplane pada Support Vector Machine</i> .....	85
3.6.2	<i>Kernel Support Vector Machine</i> .....	88
3.7	<i>Confusion Matrix</i> .....	89
3.8	<i>Alur Analisis</i> .....	91
<b>BAB IV STUDI KASUS</b> .....		<b>93</b>
4.1	<i>Deskripsi Data dan Studi Kasus</i> .....	93
4.2	<i>Splitting Data</i> .....	95
4.3	<i>Data Preprocessing</i> .....	95
4.4	<i>MobileNet Convolutional Neural Network</i> .....	96
4.4.1	<i>Proses Convolutional Layer</i> .....	99
4.4.2	<i>Proses Depthwise Convolutional Layer</i> .....	100
4.4.3	<i>Proses Pointwise Convolutional Layer</i> .....	102
4.4.4	<i>Proses Pooling Layer</i> .....	103
4.4.1	<i>Proses Prediction Layer</i> .....	105

4.5	Hasil Klasifikasi MobileNet <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN).....	105
4.6	Proses <i>Local Binary Pattern</i> .....	110
4.7	Hasil Klasifikasi <i>Support Vector Machine</i> .....	111
4.8	Hasil Klasifikasi <i>Random Forest</i> .....	120
4.9	Perbandingan Performa Model MobileNet, LBP-SVM, dan LBP-RF ....	127
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>130</b>
5.1	Kesimpulan .....	130
5.2	Saran.....	132
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>133</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>137</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kuantisasi Citra.....	28
Tabel 3.1	Perhitungan <i>Softmax</i> .....	65
Tabel 3.2	Arsitektur MobileNet .....	71
Tabel 3.3	Perbandingan Parameter <i>Layer</i> .....	73
Tabel 3.4	Jenis Kernel dalam <i>Support Vector Machine</i> .....	89
Tabel 3.5	<i>Confusion Matrix</i> .....	89
Tabel 4.1	Spesifikasi Perangkat Keras.....	93
Tabel 4.2	Sebagian Data yang Digunakan .....	94
Tabel 4.3	Arsitektur MobileNet <i>Basic</i> .....	97
Tabel 4.4	Performa Model MobileNet .....	106
Tabel 4.5	Performa Model <i>Support Vector Machine</i> (SVM).....	112
Tabel 4.6	Performa Model <i>Random Forest</i> .....	120
Tabel 4.7	Model Terbaik Setiap Algoritma .....	128

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Dekomposisi Vektor .....	25
Gambar 2.2	Pembentukan Citra .....	26
Gambar 2.3	<i>Underfitting</i> dan <i>overfitting</i> .....	34
Gambar 2.4	Nilai <i>Learning Rate</i> Rendah dan Tinggi Pada <i>Gradient Descent</i> ..	38
Gambar 2.5	Struktur Satu Unit <i>Neuron</i> pada <i>Neural Network</i> .....	42
Gambar 2.6	Diagram Proses Pelatihan dengan <i>Backpropagation</i> .....	46
Gambar 2.7	Fungsi Aktivasi Linear .....	50
Gambar 2.8	Fungsi Aktivasi <i>Sigmoid</i> .....	51
Gambar 2.9	Fungsi Aktivasi <i>Tanh</i> .....	51
Gambar 2.10	Fungsi Aktivasi <i>ReLU</i> .....	52
Gambar 2.11	Fungsi Aktivasi <i>Leaky ReLU</i> .....	52
Gambar 2.12	Koordinat Kartesian Ruang Warna (Gonzales & Wood, 2008).....	53
Gambar 3.1	<i>Convolutional Layer</i> .....	58
Gambar 3.2	Contoh Operasi <i>Max Pooling</i> .....	60
Gambar 3.3	<i>Neural Network</i> Tanpa Dropout dan menggunakan <i>Dropout</i> .....	64
Gambar 3.4	Konvolusi Standar(a), <i>Depthwise Separable Convolution</i> , (c) dan <i>Pointwise Convolution</i> (c).....	67
Gambar 3.5	Konvolusi Standar.....	68
Gambar 3.6	<i>Depthwise Convolution</i> .....	69
Gambar 3.7	<i>Pointwise Convolution</i> .....	69
Gambar 3.8	Perbedaan Konvolusi Standar (Kanan) dan <i>Depthwise Separable Convolution</i> (Kiri).....	70
Gambar 3.9	Perbedaan <i>Layer</i> Standar (Kiri) dengan <i>Depthwise</i> (Kanan).....	72
Gambar 3.10	Operator <i>Local Binary Pattern</i> .....	74
Gambar 3.11	Fungsi Pemisah <i>Support Vector Machine</i> .....	83
Gambar 3.12	Diagram Analisis Data .....	91
Gambar 4.1	Contoh Hasil <i>Resize</i> Gambar dari 227×227 <i>pixel</i> menjadi 150×150 <i>pixel</i> .....	95
Gambar 4.2	Contoh Hasil Konversi Gambar dari 4×4- <i>pixel</i> menjadi <i>array</i> numerik .....	96
Gambar 4.3	Perbedaan <i>Average-pooling</i> dan <i>Global Average Pooling</i> .....	104

Gambar 4.4	Persebaran <i>Width Multiplier</i> dengan Akurasi .....	107
Gambar 4.5	Persebaran <i>Width Multiplier</i> dengan <i>F1_Score</i> .....	108
Gambar 4.6	Persebaran <i>Width Multiplier</i> dengan <i>Loss</i> .....	108
Gambar 4.7	Persebaran <i>Width Multiplier</i> dengan Waktu Inferensi .....	109
Gambar 4.8	Hasil <i>Local Binary Pattern</i> dengan <i>radius=1, num points=8</i> .....	110
Gambar 4.9	Proses Perhitungan Frekuensi dan Normalisasi .....	111
Gambar 4.10	Persebaran <i>F1 Score</i> model <i>Support Vector Machine (Num Points)</i> .....	115
Gambar 4.11	Persebaran Akurasi model <i>Support Vector Machine (Num Points)</i> .....	116
Gambar 4.12	Persebaran <i>F1 Score</i> model <i>Support Vector Machine (Radius)</i> ...	117
Gambar 4.13	Persebaran Akurasi model <i>Support Vector Machine (Radius)</i> ....	118
Gambar 4.14	Persebaran Waktu Inferensi <i>Support Vector Machine (Num Points)</i> .....	119
Gambar 4.15	Persebaran Waktu Inferensi <i>Support Vector Machine (Radius)</i> ..	119
Gambar 4.16	Persebaran <i>F1 Score</i> model <i>Random Forest (Num Points)</i> .....	123
Gambar 4.17	Persebaran Akurasi model <i>Random Forest (Num Points)</i> .....	124
Gambar 4.18	Persebaran <i>F1 Score</i> model <i>Random Forest (Radius)</i> .....	125
Gambar 4.19	Persebaran Akurasi model <i>Random Forest (Radius)</i> .....	125
Gambar 4.20	Persebaran Waktu Inferensi Model <i>Random Forest (Num Points)</i> .....	126
Gambar 4.21	Persebaran Waktu Inferensi Model <i>Random Forest (Radius)</i> .....	127

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Sebagian Data Penelitian .....	137
Lampiran 2.	Sintaks MobileNet <i>Convolutional Neural Network</i> .....	154
Lampiran 3.	Sintaks <i>Local Binnary Pattern</i> .....	162
Lampiran 4.	Sintaks <i>Local Binnary Pattern-Support Vector Machine</i> .....	162
Lampiran 5.	Sintaks <i>Local Binnary Pattern-Random Forest</i> .....	170
Lampiran 6.	Sintaks Visualisasi Model <i>Performance</i> MobileNet .....	176
Lampiran 7.	Sintaks Visualisasi Model <i>Performance Local Binary Pattern-Support Vector Machine</i> .....	180
Lampiran 8.	Sintaks Visualisasi Model <i>Performance Local Binary Pattern-Random Forest</i> .....	185
Lampiran 9.	Sintaks Menghitung Waktu Inferensi MobileNet .....	191
Lampiran 10.	Sintaks Menghitung Waktu Inferensi <i>Local Binary Pattern-Random Forest</i> .....	194
Lampiran 11.	Sintaks Menghitung Waktu Inferensi <i>Local Binary Pattern-Support Vector Machine</i> .....	204