

Daftar Isi

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan Pembimbing	ii
Halaman Pengesahan Penguji	iii
Surat Pernyataan Karya Asli Tugas Akhir	iv
Pernyataan Bebas Plagiat	v
Abstrak	vi
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi.....	ix
Daftar Gambar	xii
Daftar Tabel	xvi
Daftar Modul Program	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Batasan Masalah	8
1.4 Tujuan Penelitian.....	8
1.5 Manfaat Penelitian.....	8
1.6 Metodologi Penelitan.....	9
1.6.1 Metodologi Pengumpulan Data	9
1.6.2 Metodologi Pengembangan Sistem	10
1.7 Sistematika Penulisan.....	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1 Identifikasi	13
2.2 Jati	13
2.2.1 Perkembangbiakan Jati	14
2.2.1.1 Generatif(benih)	14
2.2.1.2 Vegetatif(stek pucuk)	14
2.3 Varietas	15
2.3.1 Varietas Mega	15
2.3.2 Varietas Perhutani 1(PH1)	16
2.3.3 Varietas Plus	17
2.4 Moroflogi Daun	18

2.4.1 Dasar	18
2.4.2 Turunan	19
2.5 Pengenalan Pola	22
2.5.1 Pengenalan Pola Secara Statistik	23
2.5.2 Pengenalan Pola Secara Sintatik	25
2.6 Citra Digital	25
2.6.1 Grayscale(citra keabuan)	26
2.6.2 Biner	26
2.6.3 Berwarna	29
2.6.4 Warna Berindeks	29
2.7 Computer Vision	30
2.8 Jaringan Syaraf Tiruan	31
2.9 Artificial Intellegence	33
2.10 Machine Learning	34
2.11 Deep Learning	36
2.12 Preprocessing	36
2.12.1 Image Augmentated	37
2.12.2 Batch	37
2.12.3 Image Size	37
2.12.4 Split Data	37
2.13 Convolutional Neural Network	37
2.13.1 Convolution Layer(konvolusi)	38
2.13.2 Pooling Layer	42
2.13.3 Fully Connected Layer	43
2.13.4 Dropout.....	50
2.14 Confusion Matrix	51
2.15 Metode Pengembangan Sistem GRAPPLE	52
BAB III METODOLOGI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN SISTEM	54
3.1 Metodologi Penelitian	54
3.1.1 Pengumpulan Data	56
3.1.2 Studi Pustaka	57
3.2 Metodologi Pengembangan Sistem	58
3.2.1 Kebutuhan Sistem	59

3.2.2 Analisis	60
3.2.3 Perancangan	88
BAB IV HASIL, PENGUJIAN, DAN PEMBAHASAN	103
4.1 Hasil Penelitian	103
4.1.1 Implementasi Preprocessing	103
4.1.2 Implementasi Perancangan Arsitektur	107
4.1.3 Implementasi Perancangan Pengurangan Bias	142
4.1.4 Implementasi Proses Pelatihan	142
4.1.5 Evaluasi Hasil Pelatihan	145
4.1.6 Penyimpanan Model	147
4.1.7 Implementasi Pengujian Model	147
4.2 Pengujian Sistem	157
4.2.1 Pengujian Black Box	157
4.2.2 Confusion Matrix	157
BAB V PENUTUP	179
5.1 Kesimpulan	179
5.2 Saran	179
DAFTAR PUSTAKA	181
LAMPIRAN	184

Daftar Gambar

Gambar 1.1 Ilustrasi Persebaran Tanaman Jati di Indonesia	1
Gambar 1.2 <i>Trend</i> Pencarian <i>Keyword</i> Tanaman Jati	2
Gambar 1.3 Perbandingan <i>Trend</i> Pencarian Jenis Tanaman Hutan Lainnya	2
Gambar 1.4 Persebaran Daerah Pencarian <i>Keyword</i> Tanaman Jati	3
Gambar 1.5 <i>Trend</i> Pencarian <i>Keyword</i> Kayu Jati	4
Gambar 1.6 Perbandingan <i>Trend</i> Pencarian Jenis Kayu Hutan Lainnya	4
Gambar 1.7 Persebaran Daerah Pencarian <i>Keyword</i> Kayu Jati	5
Gambar 1.8 Alur Tahap Penelitian	9
Gambar 1.9 Alur Tahap Pengujian	10
Gambar 2.1 Daun Jati Mega	15
Gambar 2.2 Daun Jati Perhutani 1(PH1)	16
Gambar 2.3 Daun Jati Plus	17
Gambar 2.4 Area Pada daun	18
Gambar 2.5 Perimeter Pada Daun	19
Gambar 2.6 Diameter Pada Daun	19
Gambar 2.7 Physiological Length dan Physiological Width	19
Gambar 2.8 Sistem Pengenalan Pola Dengan Pendekatan Statistic	23
Gambar 2.9 Sistem Pengenalan Pola Dengan Pendekatan Sintaktik.....	25
Gambar 2.10 Representasi Citra Digital Dalam Bentuk 2 Dimensi	27
Gambar 2.11 Representasi Bentuk Matriks Citra Digital.....	27
Gambar 2.12 Hitam dan Putih (Grayscale)	28
Gambar 2.13 Binary	28
Gambar 2.14 Red Green Blue	29
Gambar 2.15 Warna Berindeks	30
Gambar 2.16 Komparasi Sudut Pandang.....	32
Gambar 2.17 Ilustrasi Proses Machine Learning.....	35
Gambar 2.18 Ilustrasi Alur Deep Learning	36
Gambar 2.19 Arsitektur Sederhana MLP	38
Gambar 2.20 Visualisasi Arsitektur CNN Secara Umum	38
Gambar 2.21 Ilustrasi Channel Red Green Blue	39
Gambar 2.22 Ilustrasi Alur Konvolusi	39
Gambar 2.23 Perhitungan Jumlah Konvolusi.....	40

Gambar 2.24 Diagram Garis Pembentukan RELU	40
Gambar 2.25 Ilustrasi Stride	41
Gambar 2.22 Ilustrasi Padding	42
Gambar 2.27 Ilustrasi Pengambilan Nilai.....	43
Gambar 2.28 Ilustrasi Proses pada Fully Connected Layer.....	44
Gambar 2.29 Grafik Skenario Softmax	45
Gambar 2.30 Komparasi Nilai Learning Rate (Jason Brownlee, 2019).....	47
Gambar 2.31 Ilustrasi Penghilangan Node(dropout).....	50
Gambar 2.32 Tahapan Metode Pengembangan Sistem GRAPPLE	53
Gambar 3.1 Kerangka Kerja Penelitian	55
Gambar 3.2 Lanjutan Kerangka Kerja Penelitian	56
Gambar 3.3 Alur Pengembangan Sistem GRAPPLE	57
Gambar 3.4 Tahapan Percobaan Membuat Model CNN	58
Gambar 3.5 Flowchart Dalam Preprocessing	61
Gambar 3.6 Ilustrasi merubah ukuran(resize)	62
Gambar 3.7 Ilustrasi Perbanyak Dataset	62
Gambar 3.8 Flowchart Pembelajaran Model	63
Gambar 3.9 Ilustrasi Arsitektur CNN	64
Gambar 3.10 Ilustrasi Perkalian Pada Lapisan Konvolusi	64
Gambar 3.11 Ilustrasi Fungsi Aktivasi RELU	65
Gambar 3.12 Ilustrasi Pada Lapisan Pooling	66
Gambar 3.13 Ilustrasi Penyederhanaan Dimensi Array	67
Gambar 3.14 Ilustrasi Tahapan Dari Input Hingga Flatten	67
Gambar 3.15 Ilustrasi Fully Connected Layer	68
Gambar 3.16 Contoh Perhitungan Fungsi Aktivasi Softmax	69
Gambar 3.17 Flowchart Pengujian Model	70
Gambar 3.18 Flowchart Arsitektur CNN 1	71
Gambar 3.19 Flowchart Arsitektur CNN 2	72
Gambar 3.20 Flowchart Arsitektur CNN 3	73
Gambar 3.21 Flowchart Arsitektur CNN 4	75
Gambar 3.22 Flowchart Arsitektur CNN 5	77
Gambar 3.23 Flowchart Arsitektur CNN 6	79
Gambar 3.24 Flowchart Arsitektur CNN 7	81

Gambar 3.25 Flowchart Arsitektur CNN 8	83
Gambar 3.26 Ilustrasi 4 Batch dalam Training	85
Gambar 3.27 Ilustrasi 4 Batch dalam Validasi	85
Gambar 3.28 Ilustrasi Menggunakan Dropout	86
Gambar 3.29 Flowchart Contoh Arsitektur CNN Menggunakan Dropout	86
Gambar 3.30 Kurva Penggunaan Learning Rate yang Berbeda $lr=2$ (kiri) $lr=0.2$ (kanan) ..	87
Gambar 3.31 Perancangan Arsitektur Sistem	88
Gambar 3.32 Use Case Diagram	90
Gambar 3.33 Aktivitas Diagram Unduh Sample Data Uji	91
Gambar 3.34 Aktivitas Diagram Potret Kamera	92
Gambar 3.35 Aktivitas Diagram Upload File	93
Gambar 3.36 Aktivitas Diagram Identifikasi	94
Gambar 3.37 Sequence Diagram Unduh Sample Data Uji	95
Gambar 3.38 Sequence Diagram Potret Kamera	96
Gambar 3.39 Sequence Diagram Upload File	97
Gambar 3.40 Sequence Diagram Identifikasi	97
Gambar 3.41 Class Diagram Identifikasi	98
Gambar 3.42 Class Diagram CNN	99
Gambar 3.43 Tampilan Beranda	100
Gambar 3.42 Tampilan Hasil Kelas	101
Gambar 4.1 Contoh Data Latih	106
Gambar 4.2 Contoh Augmentasi Gambar	106
Gambar 4.3 Contoh Data Validasi	107
Gambar 4.4 Summary Arsitektur Pertama	108
Gambar 4.5 Summary Arsitektur Kedua	110
Gambar 4.6 Summary Arsitektur Ketiga	114
Gambar 4.7 Summary Arsitektur Keempat	118
Gambar 4.8 Summary Arsitektur Kelima	123
Gambar 4.9 Summary Arsitektur Keenam	128
Gambar 4.10 Summary Arsitektur Ketujuh	134
Gambar 4.11 Summary Arsitektur Kedelapan	139
Gambar 4.12 Kurva Pembelajaran Model	146
Gambar 4.13 Hasil Evaluasi	147

Gambar 4.14 Halaman Antar Muka	148
Gambar 4.15 Halaman Contoh Data Sample	149
Gambar 4.16 Popup Peletakan Data Uji yang Ingin Diunduh	150
Gambar 4.17 Interface Halaman Utama	152
Gambar 4.18 Interface Hasil Klasifikasi Citra	153
Gambar 4.19 Interface Lanjutan Klasifikasi Citra	154
Gambar 4.20 Info Deploy Heroku	156
Gambar 4.21 Hasil Pengecekan Data Kosong	176
Gambar 4.22 Hasil Akhir Confusion Matrix	178

Daftar Tabel

Tabel 2.1 Contoh Pola dan Ciri	22
Tabel 2.2 Perbedaan Human Vision dengan Computer Vision.....	31
Tabel 2.3 Skema Perhitungan confusion matrix	51
Tabel 3.1 Rincian Pembagian Jumlah Data	57
Tabel 3.2 Contoh Citra Daun Jati	57
Tabel 3.3 Kebutuhan Perangkat Keras	59
Tabel 3.4 Kebutuhan Perangkat Lunak	59
Tabel 3.5 Lanjutan Kebutuhan Perangkat Lunak	60
Tabel 3.6 Arsitektur CNN yang Diuji	70
Tabel 3.7 Lanjutan Arsitektur CNN yang Diuji	71
Tabel 3.8 Pengujian Black Box	101
Tabel 3.9 Lanjutan Pengujian Black Box	102
Tabel 3.10 Daftar Kelas Klasifikasi	102
Tabel 3.11 Confusion Matrix Multi Class	102
Tabel 3.12 Hasil Confusion Matrix Multi Class	102
Tabel 4.1 Rincian Proses Pembelajaran Data	143
Tabel 4.2 Lanjutan Rincian Proses Pembelajaran Data	144
Tabel 4.3 Lanjutan Rincian Proses Pembelajaran Data	145
Tabel 4.4 Daftar Nama Penguji	157
Tabel 4.5 Sistematisa Pengujian	157
Tabel 4.6 Hasil Klasifikasi Data Uji	160
Tabel 4.7 Lanjutan Hasil Klasifikasi Data Uji	161
Tabel 4.8 Lanjutan Hasil Klasifikasi Data Uji	162
Tabel 4.9 Lanjutan Hasil Klasifikasi Data Uji	163
Tabel 4.10 Lanjutan Hasil Klasifikasi Data Uji	164
Tabel 4.11 Lanjutan Hasil Klasifikasi Data Uji	165
Tabel 4.12 Lanjutan Hasil Klasifikasi Data Uji	166
Tabel 4.13 Lanjutan Hasil Klasifikasi Data Uji	167
Tabel 4.14 Lanjutan Hasil Klasifikasi Data Uji	168
Tabel 4.15 Lanjutan Hasil Klasifikasi Data Uji	169
Tabel 4.16 Lanjutan Hasil Klasifikasi Data Uji	170
Tabel 4.17 Lanjutan Hasil Klasifikasi Data Uji	171

Tabel 4.18 Lanjutan Hasil Klasifikasi Data Uji	172
Tabel 4.19 Lanjutan Hasil Klasifikasi Data Uji	173
Tabel 4.20 Lanjutan Hasil Klasifikasi Data Uji	174
Tabel 4.21 Lanjutan Hasil Klasifikasi Data Uji	175
Tabel 4.22 Hasil Pengujian Confusion Matrix	176

Daftar Modul Program

Modul Program 4.1 Inisiasi Library	103
Modul Program 4.2 Membaca Lokasi Dataset	104
Modul Program 4.3 Perbanyak Dataset dan Pembagian Validasi	104
Modul Program 4.4 Menampilkan Sample Data Latih	105
Modul Program 4.5 Prosedur Menampilkan Gambar Dataset	105
Modul Program 4.6 Pemanggilan Prosedur Visualisasi Data	105
Modul Program 4.7 Augmentasi Gambar	106
Modul Program 4.8 Menampilkan Sample Data Validasi	106
Modul Program 4.9 Pemanggilan Prosedur Visualisasi Data	106
Modul Program 4.10 Arsitektur Pertama	107
Modul Program 4.11 Arsitektur Kedua	109
Modul Program 4.12 Arsitektur Ketiga	111
Modul Program 4.13 Lanjutan Arsitektur Ketiga	112
Modul Program 4.14 Arsitektur Keempat	115
Modul Program 4.15 Arsitektur Kelima	119
Modul Program 4.16 Lanjut Arsitektur Kelima	120
Modul Program 4.17 Arsitektur Keenam	125
Modul Program 4.18 Arsitektur Ketujuh	130
Modul Program 4.19 Lanjutan Arsitektur Ketujuh	131
Modul Program 4.20 Arsitektur Kedelapan	136
Modul Program 4.21 Untuk Keluaran Summary Arsitektur	141
Modul Program 4.22 Pengurangan Error	142
Modul Program 4.23 Pelatihan Data	143
Modul Program 4.24 Evaluasi Pembelajaran Data Latih dengan Data Validasi	145
Modul Program 4.25 Lanjutan Evaluasi Pembelajaran Data Latih dengan Data Validasi	146
Modul Program 4.26 Nilai Akurasi dan Loss Model	147
Modul Program 4.27 Penyimpanan Model	147
Modul Program 4.28 Inisiasi Library Pengujian Model	147
Modul Program 4.29 Halaman Antar Muka	148
Modul Program 4.30 Mengarahkan Lokasi Model	150
Modul Program 4.31 Tahap Preprocessing Pengujian	150

Modul Program 4.32 Meratakan Matriks Data Uji	151
Modul Program 4.33 Proses Klasifikasi Citra	151
Modul Program 4.34 Lanjutan Proses Klasifikasi Citra	152
Modul Program 4.35 Style Tampilan	154
Modul Program 4.36 Memanggil Style Tampilan	155
Modul Program 4.37 Inisiasi Lokasi Program	155
Modul Program 4.38 Inisiasi Library yang Digunakan	155
Modul Program 4.39 Inisiasi Pengaturan Hosting Server	156
Modul Program 4.40 Inisiasi Library Pengujian	158
Modul Program 4.41 Persiapan Sebelum Pengujian	158
Modul Program 4.42 Memanggil Model	159
Modul Program 4.43 Deklarasi Variabel	159
Modul Program 4.44 Inisiasi Data Uji	160
Modul Program 4.45 Proses Klasifikasi Data	160
Modul Program 4.46 Cek Data Kosong	176
Modul Program 4.47 Proses Confusion Matrix	176
Modul Program 4.48 Visualisasi Hasil Confusion Matrix	177
Modul Program 4.49 Visualisasi Akhir	177