

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
INTISARI	xi
ABSTRACT	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Morfologi Daun dan Pola Tanam Kelapa Sawit	7
2.1.1 Morfologi Daun Kelapa Sawit	7
2.1.2 Pola Tanam Kelapa Sawit	9
2.2 Pertanian Presisi	10
2.3 Penginderaan Jauh (<i>Remote Sensing</i>).....	10
2.4 Interpretasi Citra.....	12
2.5 Pembelajaran Mendalam (<i>Deep Learning</i>)	13
2.6 Jaringan <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN).....	14
2.6.1 <i>Convolutional Layer</i>	15
2.6.2 <i>Pooling Layer</i>	16
2.6.3 <i>Activation Functions</i>	16
2.6.4 <i>Fully Connected Layer</i>	17
2.6.5 <i>Loss Functions</i>	18
2.7 Model <i>You Only Look Once</i> (YOLO)	19
2.7.1 Model YOLO Versi 3	20
2.8 <i>Evaluation Metrics</i>	23
2.8.1 <i>Confusion Matrix</i>	23
2.8.2 <i>Performance Metrics</i>	23
2.9 TensorFlow.....	25
2.10 Keras.....	26
2.11 GeoPandas	26

BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1 Kerangka Pikir.....	27
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	28
3.3 Alat dan Bahan	30
3.3.1 Alat.....	30
3.3.2 Bahan	30
3.4 Prosedur Penelitian.....	31
3.4.1 Studi Literatur	32
3.4.2 Identifikasi dan Pengumpulan Data	32
3.4.3 Perancangan Model.....	32
3.4.4 Uji Validasi Implementasi Model.....	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Penyiapan <i>Dataset</i>	39
4.2 Proses Pelatihan Model (<i>Training</i>)	42
4.2.1 <i>Loading</i> dan <i>Visualize Dataset</i>	42
4.2.2 Penyusunan Model.....	45
4.2.3 Penyusunan <i>Data Pipeline</i>	48
4.2.4 Mendefinisikan <i>Loss</i>	55
4.2.5 <i>Optimizer</i> , <i>Compile</i> dan <i>Fit Model</i>	57
4.3 <i>Post-Training Process</i> dan <i>Evaluate Model</i>	58
4.3.1 Proses <i>Prediction Test</i> Menggunakan <i>Validation Dataset</i>	60
4.3.2 <i>Evaluate Model</i>	61
4.4 Implementasi Model Untuk Gambar Foto Udara.....	63
4.4.1 Proses Deteksi pada Format GeoTIFF	64
4.4.2 Penyimpanan Hasil Deteksi dalam Format <i>Shapefile</i>	68
4.5 Validasi Hasil Implementasi	69
BAB V PENUTUP	80
5.1 Kesimpulan.....	80
5.2 Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN.....	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Susunan Kedudukan Daun Kelapa Sawit (Pahan, 2015)	8
Gambar 2. 2 Jarak Tanam Segitiga (Pola Tanam 9 x 9) (Nora dan Mual, 2010) ...	9
Gambar 2. 3 Interaksi Objek & Tenaga Dalam Penginderaan Jauh (Paine, 1987)	11
Gambar 2. 4 Panjang Gelombang dan Pantulan Objek	11
Gambar 2. 5 Susunan Hierarki Unsur Interpretasi (Susanto, 1986).....	13
Gambar 2. 6 Diagram Venn <i>Deep Learning</i> (LeCun dkk., 2015)	14
Gambar 2. 7 Arsitektur <i>Convolutional Neural Network</i> (Putra, 2019).....	15
Gambar 2. 8 Contoh Kernel 2 x 2	15
Gambar 2. 9 Ilustrasi Proses Konvolusi.....	16
Gambar 2. 10 Ilustrasi Proses Pada <i>Pooling Layer</i>	16
Gambar 2. 11 <i>Fully Connected Layer</i>	17
Gambar 2. 12 Contoh Hasil Deteksi Objek (Bagayoga dan Da Silva, 2020)	19
Gambar 2. 13 Konsep Dasar Kerja Model YOLO (Redmon dkk., 2016).....	20
Gambar 2. 14 Perbandingan Performa Beberapa Metode Objek Deteksi (Redmon dan Farhadi, 2018)	20
Gambar 2. 15 Jaringan Darknet-53 (Redmon dan Farhadi, 2018).....	22
 Gambar 3. 1 Skematis Gambar Pengembangan Sistem Penghitung Otomatis Pokok Tanaman Kelapa Sawit	27
Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian I PT. Kerry Sawit Indonesia (Estate KSY 1)	28
Gambar 3. 3 Lokasi Penelitian II Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS)	29
Gambar 3. 4 Diagram Alir Prosedur Penelitian	31
Gambar 3. 5 Logaritma Perancangan Model	33
Gambar 3. 6 Proses <i>Data Annotation</i>	34
 Gambar 4. 1 Variasi Gambar dalam Dataset	39
Gambar 4. 2 Hasil Anotasi Gambar (PASCAL VOC)	40
Gambar 4. 3 Potongan File Anotasi (CSV).....	41
Gambar 4. 4 Struktur Keseluruhan YOLOv3 (Mao dkk., 2019)	46
Gambar 4. 5 <i>Convolutional</i> dan <i>Residual Network</i>	47
Gambar 4. 6 <i>Model Loss</i> dan <i>Accuracy</i> pada <i>Dataset 1</i>	62
Gambar 4. 7 <i>Model Loss</i> dan <i>Accuracy</i> pada <i>Dataset 2</i>	62
Gambar 4. 8 <i>Model Loss</i> dan <i>Accuracy</i> pada <i>Dataset 3</i>	63
Gambar 4. 9 Visualisasi Hasil Deteksi Pokok Kelapa Sawit <i>Dataset 1</i> 5,7 Ha....	70
Gambar 4. 10 Visualisasi Hasil Deteksi Pokok Kelapa Sawit <i>Dataset 2</i> 5,7 Ha..	70
Gambar 4. 11 Visualisasi Hasil Deteksi Pokok Kelapa Sawit <i>Dataset 3</i> 5,7 Ha..	70
Gambar 4. 12 Visualisasi Hasil Deteksi Pokok Kelapa Sawit <i>Dataset 1</i> 10,9 Ha	71
Gambar 4. 13 Visualisasi Hasil Deteksi Pokok Kelapa Sawit <i>Dataset 2</i> 10,9 Ha	71
Gambar 4. 14 Visualisasi Hasil Deteksi Pokok Kelapa Sawit <i>Dataset 3</i> 10,9 Ha	71
Gambar 4. 15 Grafik Jenis Dataset vs Accuracy	74
Gambar 4. 16 Grafik Jenis Dataset vs <i>Precision</i>	75
Gambar 4. 17 Grafik Jenis Dataset vs Recall.....	76
Gambar 4. 18 Grafik Jenis Dataset vs F1-Score	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Confusion Matrix</i>	23
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian	29
Tabel 3. 2 Parameter Validasi Implementasi Model	38
Tabel 4. 1 <i>Dataset</i> Penelitian	41
Tabel 4. 2 <i>Import Library Pack</i> Penyusunan Model	42
Tabel 4. 3 Konfigurasi dan Persiapan Data	42
Tabel 4. 4 Pembacaan Data Anotasi (Label) dan <i>Output</i>	43
Tabel 4. 5 Pengelompokan <i>Bounding Box</i> (<i>yolo_bbox</i>)	43
Tabel 4. 6 Pembagian dan Penyesuaian Ukuran Data	44
Tabel 4. 7 <i>Loading Training</i> dan <i>Validation Images</i>	44
Tabel 4. 8 Membentuk <i>Bounding Box</i>	45
Tabel 4. 9 Menampilkan Data Gambar dan <i>Bounding Box</i>	45
Tabel 4. 10 <i>Initializing the Class</i>	49
Tabel 4. 11 Fungsi Mengacak <i>Dataset</i>	50
Tabel 4. 12 Fungsi Proses <i>Augmentation Dataset</i>	50
Tabel 4. 13 <i>Load</i> Gambar, <i>Bounding Box</i> dan <i>Augmentation</i>	52
Tabel 4. 14 Fungsi Membentuk Ulang <i>Bounding Box</i>	53
Tabel 4. 15 Fungsi <i>Setting Up Data Generator</i>	55
Tabel 4. 16 Fungsi Untuk Mendefinisikan <i>Loss</i> (<i>Custom Loss</i>)	56
Tabel 4. 17 <i>Optimizer</i> , <i>Compile</i> dan <i>Fit Model</i>	57
Tabel 4. 18 Fungsi Membentuk <i>Bounding Box</i> Objek Terdeteksi	58
Tabel 4. 19 Fungsi Menghapus <i>Bounding Box</i> dengan <i>Confidence Score</i> Rendah	59
Tabel 4. 20 Fungsi Konversi Koordinat Dan Hasil Deteksi Objek	60
Tabel 4. 21 Fungsi Test Prediksi	60
Tabel 4. 22 Fungsi Menampilkan Hasil Test Prediksi	61
Tabel 4. 23 Fungsi Prediksi Objek	63
Tabel 4. 24 Fungsi Proses Prediksi Objek	64
Tabel 4. 25 Fungsi Membuat dan Menampilkan <i>Bounding Box Prediction</i>	64
Tabel 4. 26 Fungsi <i>Import Library</i>	65
Tabel 4. 27 Fungsi <i>Overlapping Sliding Windows</i>	65
Tabel 4. 28 Fungsi Deteksi Pokok Kelapa Sawit	65
Tabel 4. 29 Fungsi Konfigurasi untuk Data GeoTIFF	66
Tabel 4. 30 Fungsi <i>Compute Sliding Windows</i>	66
Tabel 4. 31 Fungsi <i>Non-Maximum Suppression</i>	67
Tabel 4. 32 Fungsi Menampilkan Hasil Akhir Deteksi Objek Pokok Tanaman Kelapa Sawit	68
Tabel 4. 33 Fungsi <i>Import Library</i>	68
Tabel 4. 34 Fungsi Konversi <i>Bounding Box</i> Menjadi Format Shapefile (SHP) ...	69
Tabel 4. 35 Hasil Perhitungan Pokok Kelapa Sawit Oleh Sistem	72
Tabel 4. 36 Validasi Hasil Implementasi Berbagai <i>Dataset</i>	73

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Fungsi Memotong Gambar 1000 x 1000 <i>pixels</i>	89
Lampiran 2 Fungsi <i>Convert File XML</i> Menjadi CSV	90
Lampiran 3 Sistem Model.....	92
Lampiran 4 <i>Summary Model</i>	94