

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
PENGESAHAN PENGUJI SIDANG TUGAS AKHIR.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
ABSTRAK	vi
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR PERSAMAAN	xvii
DAFTAR ALGORITMA.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-4
1.3 Tujuan Penelitian	I-4
1.4 Manfaat Penelitian	I-4
1.5 Batasan Masalah.....	I-5
BAB II LANDASAN TEORI	II-1
2.1 Landasan Teori.....	II-1
2.1.1 Biji Kopi (<i>Coffee Bean</i>)	II-1

2.1.2 Deteksi Objek (<i>Object Detection</i>).....	II-4
2.1.3 Anotasi (<i>Annotation</i>).....	II-6
2.1.4 Segmentasi Citra (<i>Image Segmentation</i>).....	II-8
2.1.5 <i>Segment Anything Model</i> (SAM)	II-10
2.1.6 YOLOv11 (You Only Look Once Version 11)	II-12
2.1.7 Kuantisasi (<i>Quantization</i>)	II-14
2.1.8 Matriks Akurasi Deteksi (<i>Performance Matrix</i>).....	II-17
2.2 <i>State of The Art</i>	II-27
2.3 Matriks Penelitian	II-34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	III-1
3.1 <i>Roadmap</i> Penelitian	III-1
3.2 Tahapan Penelitian.....	III-2
3.2.2 Studi Literatur (<i>Literature Study</i>)	III-3
3.2.3 Perumusan Masalah (<i>Problem Formulation</i>).....	III-3
3.2.4 Pemodelan (<i>Modeling</i>).....	III-4
3.2.5 Analisis dan Pembahasan (<i>Analysis and Discussion</i>)	III-16
3.2.6 Dokumentasi (<i>Documentation</i>).....	III-16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	IV-1
4.1 Akuisisi Data (<i>Data Acquisition</i>).....	IV-1
4.2 Prapemrosesan (<i>Preprocessing</i>).....	IV-3
4.2.1 <i>Resize Image</i>	IV-3
4.2.2 Pembagian Data (<i>Data Splitting</i>)	IV-4
4.3 Otomatisasi Label Anotasi Poligon (<i>Autolabeling Anotation Polygon</i>) ..	IV-7

4.3.1 Pra-pemrosesan Citra	IV-7
4.3.2 <i>Bounding Box (Prompt)</i>	IV-12
4.3.3 Segmentasi	IV-22
4.4 Augmentasi (<i>Augmentation</i>)	IV-27
4.5 Pelatihan, Tes, dan Evaluasi Model	IV-27
4.5.1 Analisis Grafik Pelatihan	IV-28
4.5.2 Metrik Evaluasi Deteksi	IV-33
4.5.3 Tes dan Evaluasi Model	IV-37
4.6 Optimasi Model	IV-39
4.7 Hasil Perbandingan	IV-44
BAB V KESIMPULAN	V-1
5.1 Simpulan	V-1
5.2 Saran	V-2
DAFTAR PUSTAKA	1
LAMPIRAN	1

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. <i>Confusion Matrix</i>	II-18
Tabel 2.2. <i>State of The Art</i>	II-27
Tabel 2.3. Matriks Penelitian	II-34
Tabel 3.1. Parameter Augmentasi	III-11
Tabel 3.2. Parameter <i>Training Model</i>	III-13
Tabel 4.1. Distribusi 17 Kelas Data Biji Kopi Cacat	IV-1
Tabel 4.2. Distribusi Dataset Berdasarkan Skema Pembagian	IV-5
Tabel 4.3. Perbandingan Kinerja Waktu dan Jumlah Epoch	IV-32
Tabel 4.4. Perbandingan kinerja pelatihan model YOLOv11-seg	IV-33
Tabel 4.5. Perbandingan kinerja model YOLOv11-seg	IV-37
Tabel 4.6. Perbandingan Kinerja Akurasi Model YOLOv11-seg	IV-40
Tabel 4.7. Perbandingan Kinerja Kecepatan Model YOLOv11-seg	IV-41
Tabel 4.8. Perbandingan Kinerja Kecepatan Model YOLOv11-seg	IV-42
Tabel 4.9. Perbandingan Penelitian Terdahulu	IV-44
Tabel 4.10. Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian	IV-46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Jenis Kecacatan Biji Kopi menurut SCA	II-2
Gambar 2.2. Gambar Jenis Kecacatan Biji Kopi USK-Coffee:	II-3
Gambar 2.3. Visualisasi Klasifikasi Citra (<i>Image Classification</i>)	II-4
Gambar 2.4. Cara Kerja Deteksi Objek	II-5
Gambar 2.5. Teknik Anotasi	II-7
Gambar 2.6. Perbandingan Anotasi Poligon Kurang Presisi dan Presisi	II-7
Gambar 2.7. Jenis Segmentasi	II-9
Gambar 2.8. Arsitektur <i>Segment Anything Model</i>	II-11
Gambar 2.9. Kunci Arsitektur YOLOv11	II-13
Gambar 2.10. Arsitektur YOLOv11	II-13
Gambar 2.11. Ilustrasi <i>Intersection over Union</i> (IoU)	II-19
Gambar 2.12. Visualisasi Cara Perhitungan IoU	II-19
Gambar 2.13. Contoh Pemanfaatan IoU dalam Prediksi Deteksi Objek	II-20
Gambar 2.14. Visualisasi Prediksi IoU pada Segmentasi (Kukil, 2022)	II-21
Gambar 3.1. <i>Roadmap Artificial Intelligence Research Group</i>	III-1
Gambar 3.2 Tahapan Penelitian	III-2
Gambar 3.3. Diagram Alur Penelitian Pembuatan Model Deteksi	III-4
Gambar 3.4. Alur Anotasi Otomatis Anotasi menggunakan <i>Hole Filling</i>	III-7
Gambar 3.5. Tahapan Teknik Kuantisasi Model	III-15
Gambar 4.1. Visualisasi Distribusi 17 Kelas Data Biji Kopi Cacat	IV-2
Gambar 4.2. 18 kelas karakteristik biji kopi.	IV-3
Gambar 4.3. Perbedaan <i>Visual Resize Image</i>	IV-4
Gambar 4.4. Tahapan Pra-pemrosesan Citra Berbasis HSV dan <i>Hole filling</i>	IV-7
Gambar 4.5 Contoh 18 gambar input	IV-8
Gambar 4.6. Perbedaan Konversi Citra ke dalam Ruang Warna HSV	IV-9
Gambar 4.7 Hasil Area Awal Segmentasi Biji Kopi	IV-10
Gambar 4.8. Contoh proses <i>morphological</i> pada Kelas Dry Cherry	IV-10
Gambar 4.9. Hasil <i>Morphological Open</i> dengan <i>Hole filling</i>	IV-11
Gambar 4.10. Hasil <i>Morphological Closing</i> pada Area Segmentasi	IV-12

Gambar 4.11. Alur Pembuatan <i>Bounding Box (Prompt)</i>	IV-13
Gambar 4.12. Simulasi Titik Koordinat Kontur pada Citra Biji Kopi	IV-15
Gambar 4.13 Visualisasi Koordinat (x, y) Minimum dan Maksimum	IV-18
Gambar 4.14. Area ROI Akhir, Hijau	IV-21
Gambar 4.15. Area ROI dengan Padding Adaptif	IV-22
Gambar 4.16. Visualisasi Hasil Segmentasi Objek dengan SAM	IV-24
Gambar 4.17. Perbandingan kepadatan titik poligon	IV-25
Gambar 4.18. Kurva <i>Box Loss</i> untuk Set Pelatihan dan Validasi	IV-28
Gambar 4.19. Kurva <i>Seg Loss</i> untuk Set Pelatihan dan Validasi	IV-29
Gambar 4.20. Kurva <i>Cls Loss</i> untuk Set Pelatihan dan Validasi	IV-30
Gambar 4.21. Kurva Akurasi Pelatihan Model	IV-31
Gambar 4.22. Confusion Matriks hasil Model Deteksi Biji Kopi Cacat	IV-35
Gambar 4.23. Confusion Matriks hasil Model Deteksi Biji Kopi Cacat	IV-36
Gambar 4.24. Hasil Sampel Uji Deteksi dan Segmentasi Objek	IV-38
Gambar 4.25. Grafik Perbandingan Metrik Evaluasi Kuantisasi	IV-39
Gambar 4.26. Grafik Perbandingan Ukuran Model	IV-42

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1. <i>Scale</i>	II-15
Persamaan 2.2. <i>Zero Point</i>	II-16
Persamaan 2.3. <i>Quantization</i>	II-16
Persamaan 2.4. <i>Dequantization</i>	II-16
Persamaan 2.5. <i>Intersection over Union</i>	II-19
Persamaan 2.6. <i>Intersection Area</i>	II-20
Persamaan 2.7. <i>Union Area</i>	II-20
Persamaan 2.8. <i>Mean Intersection over Union</i>	II-22
Persamaan 2.9. <i>Average Precision (AP)</i>	II-23
Persamaan 2.10. <i>Mean Average Precision (mAP)</i>	II-23
Persamaan 2.11. <i>Precision</i>	II-24
Persamaan 2.12. <i>Recall</i>	II-25
Persamaan 2.13. <i>F1-Score</i>	II-26
Persamaan 2.14. <i>Ukuran Model</i>	II-26
Persamaan 3.1. <i>Penentuan Nilai Padding</i>	III-9
Persamaan 3.2. <i>Perhitungan Koordinat Kiri Atas x_1 Bounding Box</i>	III-9
Persamaan 3.3. <i>Perhitungan Koordinat Kiri Atas y_1 Bounding Box</i>	III-9
Persamaan 3.4. <i>Perhitungan Koordinat Kanan Bawah x_2 Bounding Box</i>	III-9
Persamaan 3.5. <i>Perhitungan Koordinat Kanan Bawah y_2 Bounding Box</i>	III-9
Persamaan 3.6. <i>Douglas-Peucker</i>	III-10
Persamaan 3.7. <i>Normalisasi Koordinat Bounding Box</i>	III-11
Persamaan 4.1. <i>Formula Algoritma Shoelace untuk Luas Poligon</i>	IV-14
Persamaan 4.2. <i>Ekspansi Formula Algoritma Shoelace</i>	IV-14
Persamaan 4.3. <i>Contoh Perhitungan Algoritma Shoelace</i>	IV-16
Persamaan 4.4. <i>Filtrasi Objek Target Berdasarkan Luas Area</i>	IV-16
Persamaan 4.5. <i>Perhitungan Lebar (w) Bounding Box Awal</i>	IV-19
Persamaan 4.6. <i>Perhitungan Tinggi (h) Bounding Box Awal</i>	IV-19
Persamaan 4.7. <i>Penentuan Padding Ration</i>	IV-19
Persamaan 4.8. <i>Penentuan nilai Padding akhir</i>	IV-19

Persamaan 4.9. Perhitungan Lebar (W) <i>Bounding Box</i> Awal	IV-21
Persamaan 4.10. Perhitungan Tinggi (H) <i>Bounding Box</i> Awal	IV-21

DAFTAR ALGORITMA

Algoritma 3.1. Anotasi Otomatis Segmentasi.....	III-7
Algoritma 4.1. Pembagian Dataset ke Data Latih, Validasi, dan Uji.....	IV-5
Algoritma 4.2. Pembuatan <i>Bounding Box</i>	IV-13