

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
INTISARI.....	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar belakang.....	1
1.2. Rumusan masalah	4
1.3. Tujuan dan manfaat Proyek Akhir.....	5
1.4. Batasan penelitian	5
1.5. Sistematika penulisan.....	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	8
2.1. Tinjauan Pustaka.....	8
2.2. Dasar teori.....	18
2.2.1. Padi.....	19
2.2.2. Pertumbuhan Tanaman Padi Berdasarkan Fase dan Faktor Lingkungan..	19
2.2.3. Machine Learning.....	20
2.2.4. Deep Learning.....	24

2.2.5. Computer Vision	25
2.2.6. Pengolahan Citra	25
2.2.7. You Only Look Once (YOLO)	26
2.2.8. Bounding Box	29
2.2.9. Intersection over Union (IoU)	30
2.2.10. Hyperparameter Tuning	31
2.2.11. Anaconda Distribution	34
2.2.12. Bahasa Pemrograman Python.....	34
2.2.13. Label Studio	35
2.2.14. Google Collaboratory	35
2.2.15. Visual Studio Code.....	36
2.2.16. Figma.....	37
2.2.17. Flask	38
2.2.18. SQL-Alchemy	38
2.2.19. Tailwind CSS	39
2.2.20. PhpMyAdmin	39
2.2.21. <i>User Interface (UI)</i>	40
2.2.22. Web App	40
2.2.23. <i>Unified Modeling Language (UML)</i>	40
2.2.24. <i>User Acceptance Testing (UAT)</i>	43
BAB III METODE PENELITIAN.....	45
3.1. Alat dan Bahan.....	45
3.1.1. Peralatann.....	45
3.1.2. Dataset.....	47
3.2. Tahapan Proyek Akhir	49

3.2.1. Data Collection.....	50
3.2.2. Data Preprocessing.....	51
3.2.3. Pengembangan Model.....	52
3.2.4. Evaluasi Model.....	52
3.2.5. Deployment.....	52
3.2.7. Pengujian.....	53
3.3. Perancangan Alat/Purwarupa.....	53
3.3.1. Persiapan Platform Analisis	54
3.3.2. Perancangan Platform Deteksi Objek	54
3.3.3. Pengembangan Platform Deteksi Objek	69
3.4. Tahapan Analisis Data	70
3.4.1 Teknis Pelatihan Model.....	70
3.4.2. Analisis Model	70
3.4.2.1. Backbone: Enhanced CSP with C3k2	71
3.4.2.2. Neck: SPPF (Spatial Pyramid Pooling - Fast).....	72
3.4.2.3. Attention Block: C2PSA (Convolution + Parallel Spatial Attention).....	72
3.4.2.4. Output Head: Decoupled Head for Detection	72
3.4.3. Desain Eksperimen.....	73
3.4.4 Metrik Evaluasi	74
3.4.5. Analisis Eksperimen.....	74
3.4.6. Pengujian.....	75
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	79
4.1. Data Collection	79
4.2. Preprocessing Data.....	81
4.3. Evaluasi Pengembangan Model YOLO	85

4.3.1. Evaluasi Kinerja Model.....	86
4.3.2. Hasil Eksperimen dan Pembahasan.....	87
4.4. Hasil Deteksi dan <i>Counting</i> Objek	101
4.5. Implementasi Sistem Website.....	104
4.5.1. Implementasi Basis Data.....	104
4.5.2. Implementasi Antarmuka	105
4.6. Pengujian.....	115
4.6.1. Black Box Testing.....	115
4.6.2. User Acceptance Testing.....	117
BAB V PENUTUP.....	122
5.1. Kesimpulan	122
5.2. Saran	123
DAFTAR PUSTAKA	125
LAMPIRAN.....	137

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram model metode <i>training</i> pada <i>supervised machine learning</i>	21
Gambar 2.2. Diagram model <i>training</i> pada <i>unsupervised machine learning</i>	22
Gambar 2.3. Diagram model <i>training</i> pada <i>semi-supervised machine learning</i> ...	23
Gambar 2.4. Diagram model metode <i>training</i> pada <i>reinforcement learning</i>	24
Gambar 2.5. Arsitektur CNN untuk pengenalan objek.	25
Gambar 2.6. Struktur diagram jaringan YOLO11n.	27
Gambar 2.7. Metode pembagian gambar dengan sel grid pada YOLO.	28
Gambar 2.8. Sel grid pendeteksian pada YOLO.....	28
Gambar 2.9. Prediksi <i>bounding box</i>	30
Gambar 2.10. Nilai kualitas IoU pada <i>bounding box</i>	31
Gambar 2.11. Ilustrasi dari <i>overfitting</i> dan <i>underfitting</i>	32
Gambar 2.12. Tampilan <i>tools</i> label studio untuk labelling data gambar.	35
Gambar 2.13. Tampilan <i>Google Collab</i>	36
Gambar 2.14. Tampilan perangkat lunak <i>visual studio code</i>	37
Gambar 2.15. Tampilan <i>tools</i> Figma untuk desain dan <i>mockup</i>	38
Gambar 3.1. Sampel Citra Tampak Atas dengan Barisan Diagonal	48
Gambar 3.2. Sampel Citra Tampak Atas dengan Kepadatan Variatif	48
Gambar 3.3. Sampel Citra <i>Close-up</i> Tanaman Padi	49
Gambar 3.4. Tahapan Penelitian	50
Gambar 3.5. Relasi Database.	55
Gambar 3.6. <i>Use Case Diagram</i> Aplikasi.....	59
Gambar 3.7. <i>Activity Diagram</i> Register dan Login.....	60
Gambar 3.8. <i>Activity Diagram</i> Tambah Data Lahan.....	61
Gambar 3.9. <i>Activity Diagram</i> Melihat Halaman Dashboard.....	61
Gambar 3.10. <i>Activity Diagram</i> Menambahkan Data Padi.....	62
Gambar 3.11. <i>Activity Diagram</i> menampilkan halaman historis	63
Gambar 3.12. <i>Activity Diagram</i> logout.....	64
Gambar 3.13. Desain antarmuka halaman registrasi.....	65
Gambar 3.14. Desain antarmuka halaman login	66

Gambar 3.15. Desain antarmuka halaman <i>overview</i>	67
Gambar 3.16. Desain antarmuka halaman dashboard.....	68
Gambar 3.17. Desain antarmuka halaman historis.....	69
Gambar 3.18. Alur kerja arsitektur YOLO11n	71
Gambar 3. 19. Representasi <i>bounding box</i> dan <i>confidence score</i> pada deteksi objek	73
Gambar 4.1. Eksekusi perintah untuk membuka aplikasi label-studio	79
Gambar 4.2. Proses pelabelan data pada Label Studio	80
Gambar 4.3. Hasil ekspor data dari Label Studio dengan format YOLO	81
Gambar 4.4. Kode fungsi <i>split_ratio</i> untuk menghitung rasio pembagian dataset.	82
Gambar 4.5. Kode fungsi <i>split_create_directories</i> untuk membuat folder dataset.	82
Gambar 4.6. Kode fungsi <i>split_files</i> untuk membagi file gambar dan label.....	83
Gambar 4.7. Kode pemisah data augmentasi untuk <i>train</i>	84
Gambar 4.8. Kode fungsi <i>create_yaml</i> dan <i>write_yaml</i> untuk file konfigurasi YOLO.....	84
Gambar 4.9. Konfigurasi pada proses train model tanaman padi	85
Gambar 4.10. Fungsi <i>predict</i> untuk proses prediksi dan menghitung tanaman padi	86
Gambar 4.11. Perbandingan rata-rata metrik evaluasi (MAP@50, MAP@50:95, <i>precision</i> , dan <i>recall</i>) berdasarkan nilai <i>learning rate</i> pada model YOLO11n	92
Gambar 4.12. Kurva loss dan metrik evaluasi untuk model YOLO11n dengan <i>optimizer</i> SGD dan <i>learning rate</i> 0.01	94
Gambar 4.13. Kurva loss dan metrik evaluasi untuk model YOLO11n dengan <i>optimizer</i> AdamW dan <i>learning rate</i> 0.01	95
Gambar 4.16. Visualisasi hasil pelatihan dan evaluasi model terbaik	99
Gambar 4.16. <i>Heatmap</i> MAP@50 berdasarkan variasi <i>optimizer</i> , augmentasi, dan <i>learning rate</i>	100
Gambar 4.17. Percobaan prediksi menggunakan model terbaik.....	101
Gambar 4.18. Hasil log prediksi pada data testing.....	102

Gambar 4.19. Hasil deteksi objek pada gambar data testing	102
Gambar 4.20. Visualisasi <i>bounding box</i> tanpa label dan nilai <i>confidence</i>	103
Gambar 4.21. Isi folder model	104
Gambar 4.22. Basis data setelah <i>migrate</i>	105
Gambar 4.23. Implementasi Antarmuka Halaman <i>Signup</i>	106
Gambar 4.24. Implementasi Antarmuka Halaman Login	106
Gambar 4.25. Implementasi Antarmuka Halaman <i>overview</i>	107
Gambar 4.26. Implementasi Antarmuka Halaman dashboard	109
Gambar 4.27. (a) Implementasi Antarmuka Unggah Data, dan (b) Implementasi Antarmuka Unggah <i>multiple</i> Data	110
Gambar 4.28. Implementasi Antarmuka <i>preview</i> gambar dengan <i>bounding box</i>	111
Gambar 4.29. Implementasi Antarmuka status yang disertai estimasi risiko dan rekomendasi	112
Gambar 4.30. Implementasi Antarmuka rekomendasi optimalisasi berdasarkan fase pertumbuhan.....	112
Gambar 4.31. Implementasi Antarmuka halaman historis.....	113
Gambar 4.32. Implementasi Antarmuka halaman historis.....	114
Gambar 4.33. Implementasi Antarmuka logout.....	114

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan penelitian	12
Tabel 2.2. Contoh data threshold nilai IoU	33
Tabel 2.3. Simbol <i>Use Case Diagram</i>	41
Tabel 2.4. Simbol <i>Activity Diagram</i>	42
Tabel 2.5. Pemetaan tingkat jawaban kuesioner	43
Tabel 2.6. Nilai kriteria sistem	44
Tabel 3.1. Library python yang digunakan	46
Tabel 3.2. Data pada <i>user</i>	55
Tabel 3.3. Data pada lahan	55
Tabel 3.4. Data pada <i>paddy</i>	56
Tabel 3.5. Data pada rekomendasi <i>user</i>	56
Tabel 3.6. Data rekomendasi status pertumbuhan padi	57
Tabel 3.7. Data masalah berdasarkan status pertumbuhan padi	57
Tabel 3.8. Variasi eksperimen model	74
Tabel 3.9. Data pengujian pada <i>black-box testing</i>	75
Tabel 3.10. Perancangan Pengujian User Acceptance Test (UAT)	77
Tabel 4.1. Hasil eksperimen berdasarkan metrik evaluasi	87
Tabel 4.2. Perbandingan model YOLO berdasarkan metrik evaluasi	89
Tabel 4.3. Perbandingan <i>learning rate</i> berdasarkan metrik evaluasi	90
Tabel 4.4. Perbandingan <i>optimizer</i> berdasarkan metrik evaluasi	93
Tabel 4.5. Perbandingan penggunaan dataset berdasarkan metrik evaluasi	96
Tabel 4.6. Hasil scenario pengujian black box testing	115
Tabel 4.7. Pertanyaan kuesioner	118
Tabel 4.8. Daftar responden UAT	118
Tabel 4.9. Deskripsi skor penilaian	119
Tabel 4.10. Presentase jawaban kuesioner	119
Tabel 4.11. Bobot jawaban kuesioner	120
Tabel 4.12. Nilai rata-rata <i>actual score</i>	121