

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
KARYA ASLI TUGAS AKHIR	iv
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Tahap Penelitian.....	3
1.7. Sistematika Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Kerusakan Jalan	5
2.2. <i>Deep Learning</i>	6
2.3. <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	7
2.3.1. Convolutional Layer	8
2.3.2. Pooling Layer	9
2.3.3. Fully Connected Layer	10
2.4. <i>Computer Vision</i>	10
2.5. <i>Object Detection</i>	11
2.5.1. One Stage Approach vs Two Stage Approach Model.....	12
2.6. YOLO	13
2.7. YOLOv9	14

2.7.1.	Programmable Gradient Information (PGI)	15
2.7.2.	Generalized Efficient Layer Aggregation Network (GELAN)	16
2.7.3.	Arsitektur YOLOV9	18
2.8.	Metriks Evaluasi	19
2.8.1.	Confussion Metrix	20
2.8.2.	Precision dan Recall	20
2.8.3.	F1-Score.....	21
2.8.4.	Mean Average Precision.....	21
2.8.5.	Intersection of Union (IoU)	22
2.9.	Penelitian Terdahulu	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN SISTEM.....		27
3. 1	Metodologi Peneltian	27
3.1.1	Pengumpulan Data.....	27
3.1.2	Data Pre-processing	28
3.1.3	Implementasi Model	30
3.1.4	Evaluasi Model	40
3. 2	Metodologi Pengembangan Sistem.....	41
3.2.1.	Analisis Kebutuhan Sistem.....	42
3.2.2.	Desain dan Perancangan Sistem	42
3.2.3.	Implementasi Sistem.....	45
3.2.4.	Pengujian Sistem	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		46
4. 1	Hasil	46
4.1.1	Pengumpulan Data.....	46
4.1.2	Data Preprocessing	47
4.1.3	Implementasi Model YOLOv9	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		73
4.1.	Kesimpulan	73
4.2.	Saran	73
DAFTAR PUSTAKA.....		75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arsitektur Convolutional Neural Network (Alzubaidi et al., 2021)	7
Gambar 2. 2 Ilustrasi Proses Konvolusi Dengan Pergeseran Filter Pada Matriks Input	8
Gambar 2. 3 SiLU	9
Gambar 2. 4 Contoh Pooling Layer	9
Gambar 2. 5 Fully Connected Layer	10
Gambar 2. 6 Tugas-Tugas Computer Vision	11
Gambar 2. 7 Arsitektur YOLOv9	14
Gambar 2. 8 Konsep PGI	15
Gambar 2. 9 Framework GELAN di modul RepNCSPELAN4 pada YOLOv9.	17
Gambar 2. 10 Contoh Kurva Precision-Recall	21
Gambar 3. 1 Metodologi Penelitian	27
Gambar 3. 2 Contoh Format Anotasi Pascal VOC Dalam Bentuk XML	29
Gambar 3. 3 Contoh Format Anotasi YOLO Hasil Konversi	29
Gambar 3. 4 Arsitektur YOLOv9-c	32
Gambar 3. 5 Citra Input	32
Gambar 3. 6 Ilustrasi Proses Konvolusi dengan stride 2	33
Gambar 3. 7 Proses Konvolusi	33
Gambar 3. 8 Ilustrasi MaxPool2D	37
Gambar 3. 9 Perkiraan Ukuran Bounding Box	39
Gambar 3. 10 Tahapan Metode waterfall	41
Gambar 3. 11 Flowchart System Deteksi Kerusakan Jalan	43
Gambar 3. 12 Rancangan Antarmuka Sistem	44
Gambar 4. 1 Hasil Pengumpulan Data Sekunder	46
Gambar 4. 2 Hasil Pengumpulan Data Primer	47
Gambar 4. 3 Visualisasi Karakteristik Citra Dari Setiap Subset	48
Gambar 4. 4 Contoh Perbandingan Isi File Anotasi	49
Gambar 4. 5 Visualisasi Bounding Box Setelah Konversi Anotasi	50
Gambar 4. 6 Plot Box Loss Pada Proses Training	55
Gambar 4. 7 Plot Cls Loss Pada Proses Training	55
Gambar 4. 8 Plot Metrik Precision	56
Gambar 4. 9 Plot Metrik Recall	56
Gambar 4. 10 Plot Metrik Map50	57
Gambar 4. 11 Plot Metrik 95	57
Gambar 4. 12 Confussion Matrix Hasil Pelatihan YOLOv9	59
Gambar 4. 13 Confussion Matrix Hasil Testing YOLOv9	61
Gambar 4. 14 Uji Halaman Utama	69
Gambar 4. 15 Uji Deteksi Objek	70

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis-jenis Kerusakan Jalan.....	5
Tabel 2. 2 Studi Pustaka	22
Tabel 3. 1 Teknik Augmentasi	30
Tabel 3. 2 Kernel	33
Tabel 3. 3 Perhitungan Proses Konvolusi.....	34
Tabel 3. 4 Hasil Konvolusi	34
Tabel 3. 5 Hasil Normalize.....	36
Tabel 3. 6 Hasil Scale and Shift	36
Tabel 3. 7 Hasil Fungsi Aktivasi	37
Tabel 3. 8 Output Matrix setelah MaxPool2d	37
Tabel 3. 9 Hyperparameter	38
Tabel 3. 10 Ilustrasi Bounding Box.....	39
Tabel 3. 11 Rancangan Confusion Matrix.....	40
Tabel 3. 12 Skenario Pengujian Sistem	45
Tabel 4. 1 Distribusi Citra Dan Label.....	47
Tabel 4. 3 Distribusi Label Pada Setiap Kelas	48
Tabel 4. 4 Distribusi akhir dataset setelah augmentasi.....	50
Tabel 4. 5 Representasi Anotasi Hasil Splitting.....	51
Tabel 4. 6 Hasil Pelatihan Model	54
Tabel 4. 7 Hasil Evaluasi Model YOLOv9 pada Data Validasi.....	59
Tabel 4. 8 Hasil Evaluasi Model YOLOv9 pada Data Testing	60
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Citra.....	62
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Sistem.....	70