

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xxv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xxviii
INTISARI.....	xxix
<i>ABSTRACT</i>	xxx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	6
1.3. Asumsi dan Batasan Masalah.....	6
1.4. Tujuan Penelitian/ Perancangan	7
1.5. Manfaat Penelitian/ Perancangan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
BAB III LANDASAN TEORI.....	13
3.1. Polusi Visual.....	13
3.2. YOLO	14
3.2.1. YOLO v8	14

3.2.2. YOLOv9	15
3.2.3. YOLOv11	16
3.3. <i>Hyperparameter Tuning</i>	17
3.4. Metrik Evaluasi Model	18
3.4.1. <i>Confusion Matrix</i>	18
3.4.2. <i>Intersection over Union (IoU)</i>	19
3.4.3. <i>Mean Average Precision (mAP)</i>	20
3.4.4. <i>Precision</i>	20
3.4.5. <i>Recall</i>	21
3.4.6. <i>F1-Score</i>	21
3.4.7. <i>Loss Function</i>	21
3.4.8. MAPE	22
BAB IV METODE PENELITIAN	23
4.1. Objek Penelitian	23
4.2. Peralatan Penelitian	23
4.3. Tahapan Penelitian	24
4.3.1. Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian	24
4.3.2. Studi Literatur	24
4.3.3. Penentuan dan Pemanfaatan Algoritma <i>Deep Learning</i>	25
4.3.4. Pengumpulan Data	25
4.3.5. Pelabelan Data	25
4.3.6. <i>Augmentation Data</i>	26
4.3.6. Pembuatan Model Deteksi Objek	27
4.3.7. Menjalankan dan Memilih Model Deteksi Objek	28
4.3.8. <i>Testing</i>	28

4.3.9. Analisis Hasil Deteksi Objek.....	28
4.3.9. Pembuatan Model Perhitungan Luas <i>Pixel</i>	28
4.3.10. Menjalankan Model Perhitungan Luas <i>Pixel</i> dan Evaluasi	28
4.3.11. Evaluasi dan Penulisan Kesimpulan	29
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
5.1. <i>Dataset</i>	30
5.2. Labelisasi Data	32
5.3. <i>Augmentation</i> Data	34
5.4. Kriteria Evaluasi dan Analisis Kinerja Model	37
5.5. YOLOv8s	38
5.5.1. Arsitektur Model YOLOv8.....	38
5.5.2. <i>Hyperparameter Tuning (Training dan Validation)</i>	39
5.5.2.1. <i>Epoch 30, Learning Rate 0,0001 dan Optimizer SGD</i>	40
5.5.2.2. <i>Epoch 30, Learning Rate 0,0001 dan Optimizer AdamW</i>	41
5.5.2.3. <i>Epoch 30, Learning Rate 0,001 dan Optimizer SGD</i>	43
5.5.2.4. <i>Epoch 30, Learning Rate 0,001 dan Optimizer AdamW</i>	44
5.5.2.5. <i>Epoch 60, Learning Rate 0,0001 dan Optimizer SGD</i>	45
5.5.2.6. <i>Epoch 60, Learning Rate 0,0001 dan Optimizer AdamW</i>	46
5.5.2.7. <i>Epoch 60, Learning Rate 0,001 dan Optimizer SGD</i>	47
5.5.2.8. <i>Epoch 60, Learning Rate 0,001 dan Optimizer AdamW</i>	48
5.5.3. <i>Testing YOLOv8</i>	50
5.5.3.1. <i>Epoch 30, Learning Rate 0,0001 dan Optimizer SGD</i>	50
5.5.3.2. <i>Epoch 30, Learning Rate 0,0001 dan Optimizer AdamW</i>	53
5.5.3.3. <i>Epoch 30, Learning Rate 0,001 dan Optimizer SGD</i>	57
5.5.3.4. <i>Epoch 30, Learning Rate 0,001 dan Optimizer AdamW</i>	60

5.5.3.5. <i>Epoch 60, Learning Rate 0,0001 dan Optimizer SGD</i>	64
5.5.3.6. <i>Epoch 60, Learning Rate 0,0001 dan Optimizer AdamW</i>	67
5.5.3.7. <i>Epoch 60, Learning Rate 0,001 dan Optimizer SGD</i>	71
5.5.3.8. <i>Epoch 60, Learning Rate 0,001 dan Optimizer AdamW</i>	74
5.5.4. Analisis Hasil <i>Testing</i> YOLOv8s	78
5.6. YOLOv9c	78
5.6.1. Arsitektur Model YOLOv9.....	79
5.6.2. <i>Hyperparameter Tuning (Training dan Validation)</i>	80
5.6.2.1. <i>Epoch 30, Learning Rate 0,0001 dan Optimizer SGD</i>	80
5.6.2.2. <i>Epoch 30, Learning Rate 0,0001 dan Optimizer AdamW</i>	81
5.6.2.3. <i>Epoch 30, Learning Rate 0,001 dan Optimizer SGD</i>	82
5.6.2.4. <i>Epoch 30, Learning Rate 0,001 dan Optimizer AdamW</i>	84
5.6.2.5. <i>Epoch 60, Learning Rate 0,0001 dan Optimizer SGD</i>	85
5.6.2.6. <i>Epoch 60, Learning Rate 0,0001 dan Optimizer AdamW</i>	86
5.6.2.7. <i>Epoch 60, Learning Rate 0,001 dan Optimizer SGD</i>	87
5.6.2.8. <i>Epoch 60, Learning Rate 0,001 dan Optimizer Adam</i>	88
5.6.3. <i>Testing</i> YOLOv9c.....	89
5.6.3.1. <i>Epoch 30, Learning Rate 0,0001 dan Optimizer SGD</i>	89
5.6.3.2. <i>Epoch 30, Learning Rate 0,0001 dan Optimizer AdamW</i>	92
5.6.3.3. <i>Epoch 30, Learning Rate 0,001 dan Optimizer SGD</i>	96
5.6.3.4. <i>Epoch 30, Learning Rate 0,001 dan Optimizer AdamW</i>	99
5.6.3.5. <i>Epoch 60, Learning Rate 0,0001 dan Optimizer SGD</i>	103
5.6.3.6. <i>Epoch 60, Learning Rate 0,0001 dan Optimizer AdamW</i>	106
5.6.3.7. <i>Epoch 60, Learning Rate 0,001 dan Optimizer SGD</i>	110
5.6.3.8. <i>Epoch 60, Learning Rate 0,001 dan Optimizer AdamW</i>	113

5.6.4. Analisis Hasil <i>Testing</i> YOLOv9c	117
5.7. YOLOv11s	117
5.7.1. Arsitektur Model YOLOv11	118
5.7.2. <i>Hyperparameter Tuning (Training dan Validation)</i>	119
5.7.2.1. <i>Epoch 30, Learning Rate 0,0001 dan Optimizer SGD</i>	119
5.7.2.2. <i>Epoch 30, Learning Rate 0,0001 dan Optimizer AdamW</i>	120
5.7.2.3. <i>Epoch 30, Learning Rate 0,001 dan Optimizer SGD</i>	121
5.7.2.4. <i>Epoch 30, Learning Rate 0,001 dan Optimizer AdamW</i>	122
5.7.2.5. <i>Epoch 60, Learning Rate 0,0001 dan Optimizer SGD</i>	124
5.7.2.6. <i>Epoch 60, Learning Rate 0,0001 dan Optimizer AdamW</i>	125
5.7.2.7. <i>Epoch 60, Learning Rate 0,001 dan Optimizer SGD</i>	126
5.7.3. <i>Testing</i> YOLOv11s	128
5.7.3.1. <i>Epoch 30, Learning Rate 0,0001 dan Optimizer SGD</i>	128
5.7.3.2. <i>Epoch 30, Learning Rate 0,0001 dan Optimizer AdamW</i>	131
5.7.3.3. <i>Epoch 30, Learning Rate 0,001 dan Optimizer SGD</i>	135
5.7.3.4. <i>Epoch 30, Learning Rate 0,001 dan Optimizer AdamW</i>	138
5.7.3.5. <i>Epoch 60, Learning Rate 0,0001 dan Optimizer SGD</i>	142
5.7.3.6. <i>Epoch 60, Learning Rate 0,0001 dan Optimizer AdamW</i>	145
5.7.3.7. <i>Epoch 60, Learning Rate 0,001 dan Optimizer SGD</i>	148
5.7.3.8. <i>Epoch 60, Learning Rate 0,001 dan Optimizer AdamW</i>	152
5.7.4. Analisis Hasil <i>Testing</i> YOLOv11s	155
5.8. Perbandingan Model Terbaik	156
5.9. Perhitungan Luas <i>Pixel</i>	157
5.10. Perbandingan Penelitian Terdahulu.....	158
5.11. Pembahasan	160

5.11.1. Konsep Polusi Visual dan Pengembangan Penelitian Selanjutnya..	160
5.11.2. Penentuan Komponen dalam Membangun Model.....	161
5.11.3. Hasil Deteksi Objek Polusi Visual dan Perhitungan Luas <i>Pixel</i>	163
5.11.4. Rencana Implementasi Sistem Deteksi.....	168
5.11.5. Keterbatasan Penelitian.....	170
BAB VI PENUTUP	172
6.1. Kesimpulan.....	172
6.2. Saran	172
DAFTAR PUSTAKA	174
LAMPIRAN.....	181