DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN KARYA ASLI TUGAS AKHIR iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iv
ABSTRAK v
ABSTRACT vi
KATA PENGANTAR vii
DAFTAR ISI x
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xiv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 3
1.6 Tahapan Penelitian 3
1.7 Sistematika Penulisan 4
BAB II TINJAUAN LITERATUR 6
2.1 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) 6
2.2 Alat Pelindung Diri (APD) 7
2.3 Deep Learning 8
2.4 Computer Vision 9
2.5 Object Detection 10
2.6 You Only Look Once (YOLO) 11
2.7 You Only Look Once 11 (YOLO11) 12
2.7.1 Backbone 14
2.7.2 Neck 15
2.7.3 Head 16
2.8 Multi Object Tracking (MOT) 17
2.9 ByteTrack 18
2.10 *Occlusion* 22
2.11 Matriks Evaluasi 24
2.11.1 Confusion Matrix 24
2.11.2 Precision 24
2.11.3 Recall 24
2.11.4 Mean Average Precision (mAP50) 25
2.11.5 Mean Average Precision (mAP50-95) 25

2.12 Penelitian Terdahulu 26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 29
3.1 Pengumpulan Data 30
3.2 Data Pre-Processing 31
3.3 Pelatihan Model 32
3.3.1 Konfigurasi Training 33
3.3.2 Proses Pelatihan Model 34
3.4 Implementasi Algoritma *ByteTrack* untuk Pelacakan Objek 36
3.4.1 Tujuan Penggunaan *ByteTrack* 36
3.4.2 Parameter ByteTrack 36
3.4.3 Peran *Bytetrack* dalam Penanganan *Occlusion* 36
3.5 Evaluasi Model 37
3.5.1 Confusion Matrix 37
3.5.2 Precison 38
3.5.3 Recall 38
3.5.4 Intersection over Union (IoU) 39
3.5.5 Average Precision (AP) 39
3.5.6 Mean Average Precision (mAP50) 40
3.5.7 Mean Average Precision (mAP50:95) 40
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN 42
4.1 Implementasi 42
4.1.1 Implementasi Pengumpulan Data 42
4.1.2 Implementasi Preprocessing Data 42
4.1.3 Implementasi Pelatihan Model YOLOv11 43
4.1.4 Implementasi Deteksi Objek Menggunakan YOLOv11 44
4.1.5 Implementasi ByteTrack 44
4.1.6 Implementasi Penanganan *Occlusion* 45
4.1.7 Implementasi Sistem Tracking Video 45
4.1.8 Implementasi Antarmuka Sistem 46
4.2 Hasil Implementasi 46
4.2.1 Hasil Pengumpulan Data 46
4.2.2 Hasil Preprocessing *Dataset* 48
4.2.3 Hasil Pelatihan Model YOLOv11 48
4.2.4 Hasil Evaluasi Model 50
4.2.5 Hasil Confusion Matrix 52
4.2.6 Hasil Deteksi Objek Menggunakan YOLOv11 54
4.2.7 Hasil Tracking Menggunakan ByteTrack 57

4.2.8 Hasil Penanganan *Occlusion* 60
4.2.9 Hasil Implementasi Antarmuka Sistem 63
4.3 Pembahasan 64
BAB V PENUTUP 67
5.1 Kesimpulan 67
5.2 Saran 68
DAFTAR PUSTAKA 69

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu 26
Tabel 3.1 Contoh Gambar *Dataset* 30
Tabel 3. 2 Tabel Parameter ByetTrack 36
Tabel 3. 3 Contoh Nilai Recall dan Precision 39
Tabel 3. 4 Contoh Nilai IoU dan AP 40
Tabel 4. 1 Perubahan Indeks Kelas 43
Tabel 4. 2 Hasil Evaluasi Model 50
Tabel 4. 3 Hasil evaluasi model per kelas 51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arsitektur CNN 9
Gambar 2. 2 Perbandingan Performa Model YOLO..... 13
Gambar 2. 3 Algoritma ByteTrack..... 19
Gambar 2. 4 Cara Kerja Algoritma ByteTrack 21
Gambar 2. 5 Objek dengan *Occlusion* 22
Gambar 3. 1 Metodologi Penelitian 29
Gambar 3. 2 Struktur Pembagian *Dataset* 32
Gambar 4. 1 Dataset APD pada Roboflow 47
Gambar 4. 2 Konfigurasi Dataset pada Roboflow 47
Gambar 4. 3 Dataset setelah dilakukan Pre-processing 48
Gambar 4. 4 Grafik Visualisasi Hasil Pelatihan Model (1)..... 49
Gambar 4. 5 Grafik Visualisasi Hasil Pelatihan Model (2)..... 49
Gambar 4. 6 Hasil Confusion Matrix..... 53
Gambar 4. 7 Hasil Deteksi Objek yang dilakukan Model (1)..... 55
Gambar 4. 8 Hasil Deteksi Objek yang dilakukan Model (2)..... 55
Gambar 4. 9 Hasil Deteksi Objek yang dilakukan Model (3)..... 56
Gambar 4. 10 Hasil Deteksi Objek yang dilakukan Model (4)..... 56
Gambar 4. 11 Hasil Tracking Objek APD Menggunakan ByteTrack 58
Gambar 4. 12 Hasil Tracking Multiobjek Menggunakan ByteTrack..... 58
Gambar 4. 13 Hasil Tracking Objek Saat Bergerak..... 59
Gambar 4. 14 Hasil Tracking Objek Pada Frame Berikutnya..... 59
Gambar 4. 15 Objek Sebelum Mengalami Occlusion..... 61
Gambar 4. 16 Objek Mengalami Occlusion Parsial..... 61
Gambar 4. 17 Objek Setelah Melewati Area Occlusion 62
Gambar 4. 18 Halaman Upload Video 63
Gambar 4. 19 Halaman Pratinjau Video 63