

DETEKSI PENGGUNAAN SAFETY HELMET MENGGUNAKAN YOLOV8 DAN BYTETRACK

SKRIPSI

Oleh:

**WAHYU NURAHMADINUH
NIM. 221111309**



**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS INFORMATIKA
UNIVERSITAS MIKROSKIL
MEDAN
2026**

SAFETY HELMET USAGE DETECTION USING YOLOV8 AND BYTETRACK

FINAL RESEARCH

By:

**WAHYU NURAHMADINUH
ID NUMBER. 221111309**



**UNDERGRADUATE PROGRAM OF INFORMATICS ENGINEERING
FACULTY OF INFORMATICS
UNIVERSITAS MIKROSKIL
MEDAN
2026**

LEMBARAN PENGESAHAN

**DETEKSI PENGGUNAAN SAFETY HELMET MENGGUNAKAN
YOLOV8 DAN BYTETRACK**

SKRIPSI

Diajukan untuk Melengkapi Persyaratan Guna
Mendapatkan Gelar Sarjana
Program Studi S-1 Teknik Informatika

Oleh:

WAHYU NURAHMADINUH
NIM. 221111309

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I,



Irpan Adiputra Pardosi, S.Kom., M.TI.

Dosen Pembimbing II,



Arwin Halim, S.Kom., M.Kom.

Medan, 31 Juli 2026

Diketahui dan Disahkan Oleh:

Ketua Program Studi
Teknik Informatika



Charles Juliandy S.Kom., M.Kom.

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang membuat pernyataan ini adalah mahasiswa Program Studi S-1 Teknik Informatika Universitas Mikroskil Medan dengan identitas mahasiswa sebagai berikut:

Nama : Wahyu Nurahmadinuh

NIM : 221111309

Saya telah melaksanakan penelitian dan penulisan Skripsi dengan judul dan tempat penelitian sebagai berikut:

Judul Skripsi : Deteksi Penggunaan Safety Helmet Menggunakan Yolov8 dan Bytetrack

Tempat Penelitian : -

Alamat Tempat Penelitian : -

No. Telp. Tempat Penelitian : -

Sehubungan dengan Skripsi tersebut, dengan ini saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa penelitian dan penulisan Skripsi tersebut merupakan hasil karya saya sendiri (tidak menyuruh orang lain yang mengerjakannya) dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar. Bila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa bukan saya yang mengerjakannya (membuatnya), maka saya bersedia dikenakan sanksi yang telah ditetapkan oleh Universitas Mikroskil Medan, yakni pencabutan ijazah yang telah saya terima dan ijazah tersebut dinyatakan tidak sah.

Selain itu, demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mikroskil Medan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas Skripsi saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, Universitas Mikroskil Medan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya, secara keseluruhan atau hanya sebagian atau hanya ringkasannya saja dalam bentuk format tercetak dan/atau elektronik, selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Menyatakan juga bahwa saya akan mempertahankan hak eksklusif saya untuk menggunakan seluruh atau sebagian isi Skripsi saya guna pengembangan karya di masa depan, misalnya dalam bentuk artikel, buku, ataupun perangkat lunak/sistem informasi.

Demikian pernyataan ini saya perbuat dengan sungguh-sungguh, dalam keadaan sadar dan tanpa ada tekanan dari pihak manapun.

Medan, 30 Juni 2026

Saya yang membuat pernyataan,



Wahyu Nurahmadinuh

DETEKSI PENGGUNAAN SAFETY HELMET MENGGUNAKAN YOLOV8 DAN BYTETRACK SKRIPSI

Abstrak

Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di lingkungan konstruksi masih menghadapi tantangan dalam pengawasan penggunaan safety helmet karena pemantauan manual kurang efektif pada kondisi pekerja yang bergerak dinamis dan mengalami occlusion. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem deteksi penggunaan safety helmet pada video menggunakan YOLOv8s yang diintegrasikan dengan ByteTrack untuk mempertahankan identitas pekerja selama proses pelacakan. Dataset diperoleh dari Kaggle, diunggah oleh Litvinov Sergey, dengan 2.605 citra latih, 114 citra validasi, dan 82 citra uji. Penelitian difokuskan pada kelas Person, Hardhat, dan No-hardhat. Model dilatih menggunakan Google Colab dengan GPU NVIDIA T4 selama 300 epoch. Pengujian dilakukan menggunakan 82 citra testing dan 18 video eksternal yang diperoleh dari YouTube dan Kaggle untuk mengukur kemampuan sistem dalam melakukan deteksi dan pelacakan objek. Hasil pengujian memperoleh Precision 91,58%, Recall 82,22%, F1-Score 86,65%, mAP50 87,83%, dan mAP50-95 62,78%. Evaluasi ByteTrack menghasilkan MOTA hingga 97,7%, MOTP 98,7%, dan 0 ID Switches pada salah satu skenario pengujian. Hasil tersebut menunjukkan bahwa integrasi YOLOv8s dan ByteTrack mampu mendukung deteksi safety helmet serta mempertahankan identitas pekerja pada kondisi pergerakan dinamis dan occlusion.

Kata kunci: YOLOv8s, ByteTrack, deteksi objek, safety helmet, pelacakan objek.

Abstract

The implementation of Occupational Safety and Health (OSH) in the construction environment still faces challenges in monitoring the use of safety helmets, as manual monitoring is less effective when workers move dynamically and experience occlusion. This study aims to develop a safety helmet detection system for video using YOLOv8s integrated with ByteTrack to maintain worker identities during the tracking process. The dataset was obtained from Kaggle and uploaded by Litvinov Sergey, consisting of 2,605 training images, 114 validation images, and 82 testing images. The study focuses on the Person, Hardhat, and No-hardhat classes. The model was trained using Google Colab with an NVIDIA T4 GPU for 300 epochs. Testing was conducted using 82 testing images and 18 external videos obtained from YouTube and Kaggle to evaluate the system's ability to perform object detection and tracking. The evaluation results achieved a Precision of 91.58%, Recall of 82.22%, F1-Score of 86.65%, mAP50 of 87.83%, and mAP50-95 of 62.78%. ByteTrack evaluation achieved an MOTA of up to 97.7%, an MOTP of 98.7%, and 0 ID Switches in one testing scenario. These results indicate that the integration of YOLOv8s and ByteTrack can support safety helmet detection while maintaining worker identities under dynamic movement and occlusion conditions.

Keywords: YOLOv8s, ByteTrack, object detection, safety helmet, object tracking.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa diucapkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi S-1 Teknik Informatika, Fakultas Informatika, Universitas Mikroskil Medan, sekaligus sebagai bentuk penerapan ilmu dan pengembangan wawasan penulis.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh banyak bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada

1. Bapak Irpan Adiputra Pardosi, S.Kom., selaku Dosen Pembimbing I.
2. Bapak Arwin Halim, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing II.
3. Bapak Hardy, S.Kom., M.Sc., Ph.D., selaku Rektor Universitas Mikroskil Medan.
4. Bapak Sunaryo Winardi, S.Kom., M.T., selaku Dekan Fakultas Informatika Universitas Mikroskil Medan.
5. Bapak Carles Juliandy, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Informatika Fakultas Informatika Universitas Mikroskil Medan
6. Kedua orang tua penulis, yaitu Ayah Rahmad dan Ibu Nurhayati, yang senantiasa memberikan doa, dana, fasilitas, dukungan, serta kasih sayang yang tiada henti kepada penulis. Wahyu sayang Ibu dan Ayah.
7. Umi Khulsum, S.E., yang senantiasa memberikan doa, dukungan, motivasi, serta semangat bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Fiqri Wiranata, A.Md.Kom., atas dukungan moral dan motivasi yang diberikan kepada penulis selama penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari skripsi ini masih memiliki kekurangan, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga skripsi ini bermanfaat dan dapat berkontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Medan, 19 April 2026

Penulis,

Wahyu Nurahmadinuh

DAFTAR ISI

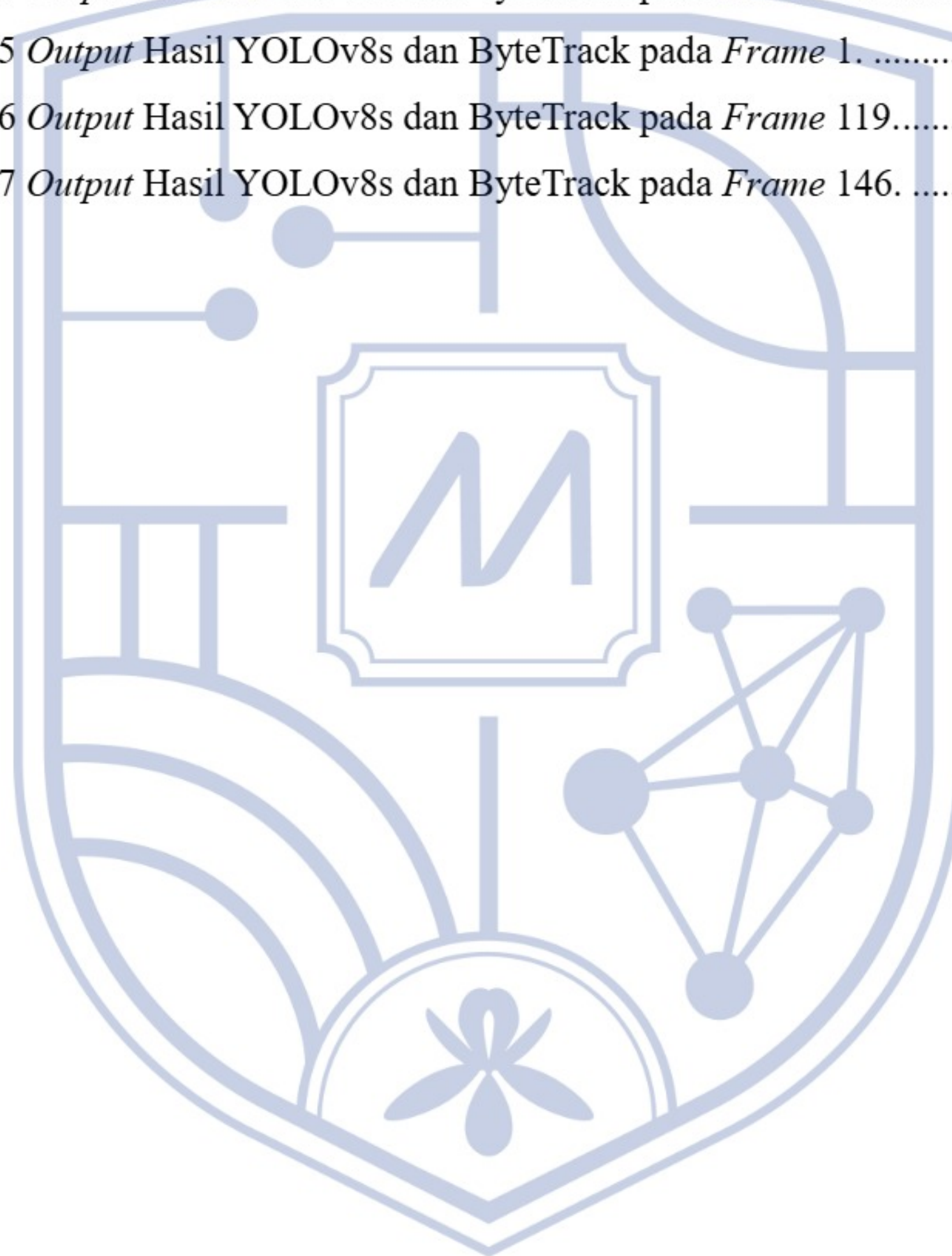
ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
BAB II KAJIAN LITERATUR	5
2.1 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)	5
2.2 Deteksi Objek	6
2.3 Deep Learning dan <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN)	7
2.3.1 Arsitektur Dasar CNN	8
2.3.2 Fungsi CNN dalam Ekstraksi Fitur Citra	10
2.3.3 Penerapan CNN dalam Object Detection	10
2.4 YOLO (<i>You Only Look Once</i>)	11
2.4.1 Perbandingan YOLOv8 Dibanding Algoritma YOLO Lain	11
2.4.2 Arsitektur YOLOv8 dan Varian (n, s, m, l, x).....	13
2.4.3 Performa Varian YOLOv8	16
2.4.4 Rumus Arsitektur YOLOv8	17
2.5 Permasalahan <i>Occlusion</i> pada Deteksi Objek	20
2.6 ByteTrack.....	21
2.6.1 Alasan Pemilihan ByteTrack.....	21
2.6.2 Rumus ByteTrack.....	22
2.7 <i>Dataset</i> dalam <i>Object detection</i>	24

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Analisis	26
3.1.1 Analisis <i>Dataset</i>	26
3.1.2 Analisis Proses.....	27
3.2 Integrasi YOLOv8 dengan ByteTrack	50
3.2.1 Parameter dan Alur ByteTrack	51
3.2.2 Simulasi Komputasi ByteTrack.....	53
3.3 Perancangan	63
3.3.1 Perancangan Menu Input	64
3.3.2 Perancangan Parameter Deteksi	64
3.3.3 Perancangan Kontrol Deteksi	65
3.3.4 Perancangan Area Tampilan Hasil Deteksi	66
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	68
4.1 Hasil.....	68
4.1.1 Tampilan Implementasi Sistem dalam Bentuk Aplikasi <i>Desktop</i>	68
4.1.2 Hasil Pengujian Deteksi Objek pada Citra Data Uji	70
4.1.3 Hasil Pengujian Deteksi Objek pada Citra di Luar <i>Dataset</i>	72
4.1.4 Hasil Pelatihan Model YOLOv8s.....	74
4.2 Pembahasan	78
4.2.1 Pengujian Sistem pada Kondisi Pergerakan Pekerja yang Dinamis	78
4.2.2 Pengujian Sistem pada Kondisi <i>Occlusion</i> Antar Pekerja.....	88
BAB V PENUTUP	104
5.1 Kesimpulan	104
5.2 Saran	104
DAFTAR PUSTAKA	105
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	112

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Contoh Data yang Digunakan pada <i>Dataset</i>	6
Gambar 2. 2 Contoh Objek Occlusion	7
Gambar 2. 3 Arsitektur CNN [27]	8
Gambar 2. 4 Convolution Process [32]	9
Gambar 2. 5 Proses Max pooling [36].....	9
Gambar 2. 6 Tiga Komponen Utama Arsitektur YOLOv8 [51]	13
Gambar 3. 1 Tahapan Proses Penelitian	27
Gambar 3. 2 Data Yang Digunakan Sebagai Sampel Dalam Penelitian.....	28
Gambar 3. 3 Arsitektur YOLOv8	29
Gambar 3. 4 Alur ByteTrack	51
Gambar 3. 5 Rancangan <i>Menu Input</i>	64
Gambar 3. 6 Rancangan Parameter Deteksi	65
Gambar 3. 7 Rancangan Kontrol Deteksi.....	65
Gambar 3. 8 Rancangan Area Tampilan Hasil Deteksi	66
Gambar 4. 1 GUI Aplikasi <i>Desktop</i>	68
Gambar 4. 2 Hasil <i>Preview</i> Deteksi pada Aplikasi <i>Desktop</i>	69
Gambar 4. 3 Fitur Log Tanpa Helm dan Penyimpanan Screenshot	70
Gambar 4. 4 Hasil Deteksi Objek Tanpa Perlengkapan Keselamatan.....	71
Gambar 4. 5 Hasil Deteksi Objek dengan Menggunakan APD.....	71
Gambar 4. 6 Hasil Deteksi Objek Menggunakan <i>Hardhat</i>	72
Gambar 4. 7 Hasil Deteksi Objek Tidak Menggunakan <i>Hardhat</i>	73
Gambar 4. 8 Hasil Deteksi Objek Memegang <i>Hardhat</i>	73
Gambar 4. 9 Grafik <i>Precision</i> dan <i>Recall</i> Hasil Pelatihan Model YOLOv8s	76
Gambar 4. 10 Grafik <i>Precision</i> dan <i>Recall</i> Hasil Pelatihan Model YOLOv8s	77
Gambar 4. 11 <i>Confusion Matrix</i> Hasil Pelatihan Model YOLOv8s.....	77
Gambar 4. 12 <i>Output</i> Hasil YOLOv8s dan ByteTrack pada <i>Frame</i> 1.	79
Gambar 4. 13 <i>Output</i> Hasil YOLOv8s dan ByteTrack pada <i>Frame</i> 182.	79
Gambar 4. 14 <i>Output</i> Hasil YOLOv8s dan ByteTrack pada <i>Frame</i> 378.	80
Gambar 4. 15 <i>Output</i> Hasil YOLOv8s pada <i>Frame</i> 1.....	81
Gambar 4. 16 <i>Output</i> Hasil YOLOv8s pada <i>Frame</i> 182.....	81

Gambar 4. 17 <i>Output</i> Hasil YOLOv8s pada <i>Frame</i> 378.....	82
Gambar 4. 18 <i>Output</i> Hasil YOLOv8s dan ByteTrack pada <i>Frame</i> 1.	83
Gambar 4. 19 <i>Output</i> Hasil YOLOv8s dan ByteTrack pada <i>Frame</i> 61.	84
Gambar 4. 20 <i>Output</i> Hasil YOLOv8s dan ByteTrack pada <i>Frame</i> 76.	84
Gambar 4. 21 <i>Output</i> Hasil YOLOv8s dan ByteTrack pada <i>Frame</i> 108.	85
Gambar 4. 22 <i>Output</i> Hasil YOLOv8s pada <i>Frame</i> 1.....	85
Gambar 4. 23 <i>Output</i> Hasil YOLOv8s dan ByteTrack pada <i>Frame</i> 55.	86
Gambar 4. 24 <i>Output</i> Hasil YOLOv8s dan ByteTrack pada <i>Frame</i> 76.	86
Gambar 4. 25 <i>Output</i> Hasil YOLOv8s dan ByteTrack pada <i>Frame</i> 1.	88
Gambar 4. 26 <i>Output</i> Hasil YOLOv8s dan ByteTrack pada <i>Frame</i> 119.....	89
Gambar 4. 27 <i>Output</i> Hasil YOLOv8s dan ByteTrack pada <i>Frame</i> 146.	89



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan performa dari varian YOLOv8 [55]	15
Tabel 2. 2 Skor Performa untuk SORT, DeepSort dan Bytracks [7]	21
Tabel 3. 1 Jumlah Label per Kategori pada Folder <i>Train</i> , <i>Valid</i> dan <i>Test</i>	26
Tabel 3. 2 Data Citra Yang Digunakan Pada Penelitian	28
Tabel 3. 3 Area Piksel Pertama Yang Di <i>Convolution</i>	30
Tabel 3. 4 Proses <i>Convolution</i> Pertama	31
Tabel 3. 5 <i>Output Convolution</i> Pertama	31
Tabel 3. 6 Proses <i>Convolution</i> Kedua.....	31
Tabel 3. 7 <i>Output Convolution</i> Kedua	32
Tabel 3. 8 <i>Output Akhir Convolution</i>	32
Tabel 3. 9 <i>Output Akhir Normalisasi</i>	33
Tabel 3. 10 <i>Output Akhir Batch Normalization</i>	34
Tabel 3. 11 <i>Output Akhir Proses Convolution</i>	35
Tabel 3. 12 Perkalian <i>Feature mAP</i> dengan ω	35
Tabel 3. 13 Hasil <i>Output Conv 1x1</i>	36
Tabel 3. 14 Ilustrasi <i>Kernel C2F</i>	36
Tabel 3. 15 Proses Perkalian Piksel dengan <i>Kernel Bottleneck 1</i>	36
Tabel 3. 16 Hasil akhir proses <i>convolution</i> kedua.....	36
Tabel 3. 17 Hasil Fungsi Aktivasi <i>SiLU Bottleneck 1</i>	37
Tabel 3. 18 Ilustrasi <i>Kernel Bottleneck 2</i>	38
Tabel 3. 19 Proses Perkalian Piksel dengan <i>Kernel Bottleneck 2</i>	38
Tabel 3. 20 Hasil <i>Convolution Bottleneck 2</i>	38
Tabel 3. 21 Hasil <i>Output Fungsi Aktivasi SiLU Bottleneck 2</i>	39
Tabel 3. 22 <i>Shortcut Feature Map (Y1)</i>	40
Tabel 3. 23 <i>Bottleneck 1</i>	40
Tabel 3. 24 <i>Bottleneck 2</i>	40
Tabel 3. 25 Bobot <i>cv2</i>	41
Tabel 3. 26 Hasil akhir <i>Conv 1 × 1</i>	41
Tabel 3. 27 Hasil <i>Batch Normalization</i>	41
Tabel 3. 28 Hasil Fungsi Aktivasi <i>SiLU</i>	42
Tabel 3. 29 <i>Feature mAP Input SPPF</i>	43

Tabel 3. 30 <i>Feature mAP Input SPPF P2</i>	43
Tabel 3. 31 <i>Output P2 SPPF</i>	44
Tabel 3. 32 <i>Feature mAP Input SPPF P3</i>	44
Tabel 3. 33 <i>Output P3 SPPF</i>	45
Tabel 3. 34 <i>Feature mAP Input SPPF P4</i>	45
Tabel 3. 35 <i>Output P4 SPPF</i>	46
Tabel 3. 36 <i>Bobot Convolution SPPF</i>	46
Tabel 3. 37 <i>Output Convolution SPPF</i>	47
Tabel 3. 38 <i>Output Normalisasi SPPF</i>	48
Tabel 3. 39 Hasil Fungsi Aktivasi <i>SiLU SPPF</i>	48
Tabel 3. 40 Sebelum dilakukan <i>Upsample</i>	49
Tabel 3. 41 Setelah dilakukan <i>Upsample</i>	49
Tabel 3. 42 Data Simulasi <i>Frame 1</i>	53
Tabel 3. 43 Data Simulasi <i>Frame 2</i>	53
Tabel 3. 44 Data Simulasi <i>Frame 3</i>	54
Tabel 3. 45 Kategori <i>Confidence Frame 1</i>	54
Tabel 3. 46 Kategori <i>Confidence Frame 2</i>	54
Tabel 3. 47 Kategori <i>Confidence Frame 3</i>	54
Tabel 3. 48 Inisialisasi <i>Track Baru</i>	55
Tabel 3. 49 Konversi Koordinat <i>Frame 1</i> dan <i>Frame 2</i>	56
Tabel 3. 50 Hasil Perhitungan <i>Matriks IoU Track Frame 1</i> dengan Deteksi <i>Frame 2</i>	58
Tabel 3. 51 Hasil Perhitungan <i>Cost Matrix</i>	58
Tabel 3. 52 Hasil Assignment Tahap 1 <i>Frame 1</i> ke <i>Frame 2</i>	59
Tabel 3. 53 Hasil <i>Two-Stage Matching</i> pada <i>Frame 2</i>	60
Tabel 3. 54 Hasil Update <i>Frame 2</i>	61
Tabel 3. 55 Konversi Koordinat <i>Frame 2</i> dan <i>Frame 3</i>	61
Tabel 3. 56 Hasil Perhitungan <i>Matriks IoU Track Frame 2</i> dengan Deteksi <i>Frame 3</i>	62
Tabel 3. 57 Hasil Update Track pada <i>Frame 3</i>	63
Tabel 4. 1 Perbandingan <i>Hyperparameter</i> Penelitian Terdahulu.....	74
Tabel 4. 2 Perbandingan Hasil Pengujian <i>Hyperparameter</i> pada <i>Dataset</i> Penelitian	75
Tabel 4. 3 Hasil Evaluasi Metrik MOT pada Video Uji Pertama	82
Tabel 4. 4 Hasil Evaluasi Metrik MOT pada Video Uji Kedua	87
Tabel 4. 5 Hasil Evaluasi Metrik MOT pada Video Uji Ketiga.....	90
Tabel 4. 6 Hasil Evaluasi Data Testing dan Data Eksternal	91

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	112
------------------	-----

