

**PENGEMBANGAN SISTEM DETEKSI DINI PEMANFAATAN
ALAT PELINDUNG DIRI KEPALA BERBASIS
PENGOLAHAN CITRA**

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh
Aliffa Shalsabilah
219441002



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

2023

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

Pengembangan Sistem Deteksi Dini Pemanfaatan Alat Pelindung Diri Kepala Berbasis Pengolahan Citra

Oleh:

Aliffa Shalsabilah

219441002

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 15 Agustus 2023

Disetujui,

Pembimbing I,



Hadi Supriyanto, S.T., M.T
NIP. 196911081993031002

Pembimbing II,



Sarosa Castrena Abadi, S.Pd., M.T
NIP. 198702252020121001

Disahkan,

Penguji I,



Dr. Ing. Yuliadi Erdani, M.Sc.
NIP. 196807021997021001

Penguji II,



Ridwan, S.S.T., M.Eng.
NIP. 197806122001121002

Penguji III,



Ir. Bolo Dwiartomo, M.Eng.
NIP. 196810301995121001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	:	Aliffa Shalsabilah
NIM	:	219441002
Jurusan	:	Teknologi Rekayasa Otomasi
Program Studi	:	Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	Pengembangan Sistem Deteksi Dini Pemanfaatan Alat Pelindung Diri Kepala Berdasarkan Pengolahan Citra

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 15 – 08 – 2023
Yang Menyatakan,

(Aliffa Shalsabilah)
NIM 219441002

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	:	Aliffa Shalsabilah
NIM	:	219441002
Jurusan	:	Teknologi Rekayasa Otomasi
Program Studi	:	Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	Pengembangan Sistem Deteksi Dini Pemanfaatan Alat Pelindung Diri Kepala Berdasarkan Pengolahan Citra

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 15 – 08 – 2023
Yang Menyatakan,

(Aliffa Shalsabilah)
NIM 219441002

MOTO PRIBADI

Berangkat dengan penuh keyakinan. Berjalan dengan penuh keikhlasan dan Istiqomah dalam menghadapi cobaan. Hanya kepada Allah saya mengabdikan, memohon ampunan dan pertolongannya.

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya tercinta, kakak dan adik saya, teman-teman saya dan semua pihak yang telah membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini. Jazakallahu Khairan

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepadaNya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepadaNya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalanNya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagiNya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hambaNya dan RasulNya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “Pengembangan Sistem Deteksi Dini Pemanfaatan Alat Pelindung Diri Kepala Berbasis Pengolahan Citra”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Mohammad Nurdin, S.T., M.AB.
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ismail Rokhim, S.T., M.T.
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Ibu Nuryanti S.T., M.T.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Hadi Supriyanto, S.T., M.T dan Bapak Sarosa Castrena Abadi, S.Pd., M.T.
5. Para Penguji sidang tugas akhir Bapak Dr. Ing. Yuliadi Erdani, M.Sc., Dipl.El.HTL , Bapak Ridwan, S.S.T., M.Eng., dan Bapak Ir. Bolo Dwiartomo, M.Eng.

6. Panitia tugas akhir yang sudah menyiapkan rangkaian kegiatan tugas akhir ini.
7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Ayah Budhi Karyana dan Ibu Heli Hertikawati yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Untuk kakak Anindhita Ayudiarani dan adik penulis Muhammad Syarif Abdulhafizh dan Muhammad Farrel Zuliansyah yang telah mendukung serta mendoakan penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Untuk Om Kusdiana Hilman (Om Iman) yang telah membantu penulis untuk dapat melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi.
10. Pemilik NIM 219441027 yang selalu menemani serta membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Untuk sahabat – sahabat penulis Kirana, Wanda, Syafni, serta teman-teman OSIS DP-61 yang selalu memberi dukungan kepada penulis.
12. Untuk sahabat kembar penulis Fadila Choirunnisa yang selalu memberi dukungan kepada penulis.
13. Untuk MPS *Family* dan Dzulfikar Hamdani yang telah membantu serta memberikan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
14. Untuk sahabat PT. Tiga Dara yang selalu kebersamaan penulis dalam suka dan duka pada pengerjaan tugas akhir ini.
15. Dan rekan-rekan seperjuangan penulis AEC dan AED'19 yang selalu saling menyemangati satu sama lain dalam pengerjaan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, Agustus 2023

Penulis

ABSTRAK

Peningkatan kesadaran akan pentingnya alat pelindung diri kepala dalam lingkungan industri dan konstruksi telah menjadi perhatian utama dalam upaya meningkatkan keselamatan kerja. Penelitian ini mengembangkan sistem deteksi dini pemanfaatan alat pelindung diri kepala berbasis pengolahan citra menggunakan model YOLOv7 dan *controller NVIDIA Jetson Nano*. Algoritma YOLOv7 dipilih karena kemampuannya untuk deteksi objek yang cepat dan akurat. Model YOLOv7 dilatih dengan dataset untuk mengenali alat pelindung diri kepala dengan tingkat akurasi yang tinggi. Ketika terjadi pelanggaran pada objek yang tidak menggunakan helm keselamatan, sistem akan menangkap citra dan mengaktifkan *alarm* peringatan dan sistem akan mengirimkan notifikasi pada *Telegram*. Hasil pengujian menggunakan metode *confusion matrix* menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu mendeteksi alat pelindung diri kepala dengan tingkat akurasi 97,23%, yang menunjukkan kemampuan sistem dalam mengenali alat pelindung diri dengan akurasi yang sangat tinggi. Selain itu, sistem juga menunjukkan nilai *precision* sebesar 98,71% yang menunjukkan bahwa semua deteksi yang dilakukan adalah benar, dan *recall* sebesar 95,63% yang menggambarkan kemampuan sistem untuk mengenali sebagian besar alat pelindung diri kepala yang ada. Hasil rata-rata FPS menggunakan GPU dengan CUDA pada *NVIDIA Jetson Nano* mencapai 5,723 FPS.

Kata kunci: Alat Pelindung Diri, Helm Keselamatan, YOLOv7, *NVIDIA Jetson Nano*, *Telegram*

ABSTRACT

Increased awareness of the importance of personal protective equipment in industrial and construction environments has become a major concern in an effort to improve work safety. This research develops an early detection system for the utilization of personal protective equipment based on image processing using the YOLOv7 model and the NVIDIA Jetson Nano controller. The YOLOv7 algorithm was chosen because of its ability for fast and accurate object detection. The YOLOv7 model is trained with a dataset to recognize head personal protective equipment with a high level of accuracy. When a violation occurs on an object that does not use a safety helmet, the system will capture the image and activate a warning alarm and the system will send a notification on Telegram. The test results using the confusion matrix method show that the developed system is able to detect head personal protective equipment with an accuracy rate of 97.89%, which shows the system's ability to recognize personal protective equipment with very high accuracy. In addition, the system also shows a precision value of 99.06% which indicates that all detections made are correct, and a recall of 97.22% which illustrates the system's ability to recognize most of the existing head personal protective equipment. The average FPS result using GPU with CUDA on NVIDIA Jetson Nano reached 5,723 FPS.

Keywords: PPE, Safety Helmet, YOLOv7, NVIDIA Jetson Nano, Telegram

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	I-1
I.1 Latar Belakang.....	I-1
I.2 Rumusan Masalah.....	I-2
I.3 Batasan Masalah	I-3
I.4 Tujuan dan Manfaat	I-3
I.5 Sistematika Penulisan	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1 Tinjauan Teori	II-1
II.1.1 Alat Pelindung Diri.....	II-1
II.1.2 <i>Machine Learning</i>	II-2
II.1.3 Computer Vision	II-4
II.1.4 <i>Transfer Learning</i>	II-5
II.1.5 YOLO	II-6
II.1.6 Python	II-9
II.1.7 OpenCV	II-10
II.1.8 <i>Telegram</i>	II-10
II.1.9 <i>Pytorch</i>	II-11
II.2 Tinjauan Alat.....	II-12
II.2.1 <i>NVIDIA Jetson Nano</i>	II-12
II.2.2 <i>IP Camera</i>	II-12
II.2.3 Speaker.....	II-13

II.3	Studi Penelitian Terdahulu.....	II-13
BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH.....		III-1
III.1	Metode Pengembangan Sistem.....	III-1
III.1.1	Pendefinisian Tugas dan Tuntutan	III-2
III.1.2	Perancangan Sistem.....	III-3
III.1.3	Implementasi Perancangan.....	III-8
III.1.4	Skema Pengujian Alat.....	III-16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		IV-1
IV.1	Pengujian Nilai <i>Confidence</i> terhadap variasi jarak.....	IV-1
IV.1.1	Hasil Pengujian pada Daerah A.....	IV-2
IV.1.2	Hasil Pengujian pada Daerah B.....	IV-5
IV.1.3	Hasil Pengujian pada Daerah C.....	IV-7
IV.1.4	Hasil Pengujian pada Daerah D.....	IV-10
IV.2	Pengujian Fungsi Alat	IV-12
IV.2.1	Klasifikasi Objek Menggunakan Helm Keselamatan atau Tidak ..	IV-12
IV.2.2	<i>Speaker warning</i> sebagai peringatan ketika objek melakukan pelanggaran.....	IV-13
IV.2.3	Menangkap gambar berupa .png setiap terjadi pelanggaran.....	IV-14
IV.2.4	Mengirimkan foto beserta deskripsi pelanggaran pada <i>Telegram</i> ..	IV-16
IV.2.5	Riwayat pelanggaran disimpan dalam <i>database</i>	IV-16
IV.2.6	Pengujian Waktu <i>Delay</i>	IV-17
IV.2.7	Fitur Tambahan (Integrasi Sistem Deteksi dengan <i>Interface</i>) ...	IV-18
IV.3	Pengujian Nilai <i>Confidence</i> terhadap Variasi Warna Helm Keselamatan.....	IV-19
IV.4	Pengujian nilai <i>confidence</i> terhadap variasi selain helm keselamatan.	IV-21
IV.5	Pengujian Nilai <i>Confidence</i> terhadap Intensitas Cahaya.....	IV-23
IV.6	Pengujian Skema Utama.....	IV-29
IV.7	Pengujian Kecepatan Komputasi Program.....	IV-30
IV.8	Pengujian pengaruh jumlah iterasi pada model terhadap performa sistem.	IV-31
BAB V PENUTUP.....		V-1
V.1	Kesimpulan.....	V-1
V.2	Saran	V-2
DAFTAR PUSTAKA.....		iii

LAMPIRAN	vii
-----------------------	------------

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Standar Warna Helm Keselamatan dalam Proyek Konstruksi.....	II-1
Tabel II.2 Penelitian terdahulu	II-13
Tabel III.1 Tuntutan Sistem.....	III-2
Tabel III.2 Spesifikasi Umum <i>NVIDIA Jetson Nano</i>	III-3
Tabel III.3 Spesifikasi <i>software</i> dan <i>library</i> yang digunakan	III-16
Tabel III.4 Skema Pengujian Alat	III-16
Tabel III.5 Arti Warna Helm Keselamatan pada Bengkel Pengecoran Logam.....	III-18
Tabel IV.1 Titik Pengujian.....	IV-2
Tabel IV.2 Fungsi Pengujian Alat	IV-12
Tabel IV.3 Pengujian Klasifikasi Objek	IV-13
Tabel IV.4 Pengujian Alarm <i>Warning</i>	IV-13
Tabel IV.5 Pengujian Delay Waktu.....	IV-17
Tabel IV.6 Pengujian Nilai <i>Confidence</i> Terhadap Variasi Warna Helm Keselamatan Jarak 2,8 m.....	IV-20
Tabel IV.7 Pengujian Nilai <i>Confidence</i> Terhadap Variasi Selain Helm Keselamatan Jarak 2,8 m.....	IV-21
Tabel IV.8 Pengujian Nilai <i>Confidence</i> Terhadap Variasi Intensitas Cahaya Menggunakan Helm Keselamatan Jarak 2,8m	IV-23
Tabel IV.9 Pengujian Nilai <i>Confidence</i> Terhadap Variasi Intensitas Cahaya Tidak Menggunakan Helm Keselamatan Jarak 2,8m	IV-24
Tabel IV.10 Pengujian Skema Utama.....	IV-29
Tabel IV.11 Pengujian Kecepatan Komputasi Program	IV-30
Tabel IV.12 Pengujian Model YOLOv7 dengan Nilai Iterasi 25.....	IV-31
Tabel IV.13 Pengujian Model YOLOv7 dengan Nilai Iterasi 100.....	IV-32

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Beberapa Jenis Algoritma yang ada pada Machine Learning [23] .	II-2
Gambar II.2 Alur Kerja <i>Supervised Learning</i>	II-3
Gambar II.3 <i>Unsupervised Learning</i>	II-4
Gambar II.4 <i>Reinforcement Learning</i>	II-4
Gambar II.5 <i>Computer Vision</i> dan sub-konsepnya [9]	II-5
Gambar II.6 Diagram Algoritma YOLO [10]	II-6
Gambar II.7 Pembentukan Grid pada YOLO.....	II-7
Gambar II.8 Pembuatan Bounding Box.....	II-7
Gambar II.9 Persamaan <i>Intersection Over Union (IoUpredtruth)</i>	II-8
Gambar II.10 Plot <i>Bounding Box</i> Berdasarkan Hasil NMS	II-8
Gambar II.11 Ilustrasi CNN Pada YOLO	II-9
Gambar II.12 Python.....	II-9
Gambar II.13 OpenCV	II-10
Gambar II.14 <i>Telegram</i>	II-10
Gambar II.15 Logo <i>Pytorch</i>	II-11
Gambar II.16 <i>NVIDIA Jetson Nano Developer Kit</i>	II-12
Gambar II.17 Contoh IP Camera	II-13
Gambar III.1 Skema Metode Penelitian Waterfall [31].....	III-1
Gambar III.2 Perbandingan Algoritma Deteksi [18]	III-4
Gambar III.3 Blok Diagram Perancangan Sistem	III-4
Gambar III.4 Wawancara dengan Kepala Bengkel Pengecoran Logam.....	III-6
Gambar III.5 Transfer Learning	III-6
Gambar III.6 Diagram Alir Sistem	III-7
Gambar III.7 Diagram Alir Perancangan dan Pembuatan	III-8
Gambar III.8 CUDA	III-10
Gambar III.9 CuDNN	III-10
Gambar III.10 Folder Dataset.....	III-11
Gambar III.11 Gambar <i>file.jpg</i> dan <i>.txt</i> Dataset	III-12
Gambar III.12 Diagram Alir <i>Training YOLOv7</i>	III-13
Gambar III.13 Proses <i>training</i> model pada <i>Google Colab</i>	III-14
Gambar III.14 Model <i>training YOLOv7</i>	III-14
Gambar III.15 Proses Deteksi Algoritma YOLO	III-15
Gambar III.16 UML <i>Use Case Diagram</i> Admin.....	III-15

Gambar III.17 Helm Keselamatan Berstandar SNI ISO 8373:2012.....	III-18
Gambar III.18 Confussion Matrix [32]	III-21
Gambar IV.1 Ilustrasi Lingkungan Pengujian.....	IV-1
Gambar IV.2 Grafik Hasil Pengujian pada Daerah A (Menggunakan Helm Keselamatan)	IV-3
Gambar IV.3 Grafik Hasil Pengujian pada Daerah A (Tidak Menggunakan Helm Keselamatan)	IV-4
Gambar IV.4 Grafik Hasil Pengujian pada Daerah B (Menggunakan Helm Keselamatan)	IV-5
Gambar IV.5 Grafik Hasil Pengujian pada Daerah B (Tidak Menggunakan Helm Keselamatan)	IV-7
Gambar IV.6 Grafik Hasil Pengujian pada Daerah C (Menggunakan Helm Keselamatan)	IV-8
Gambar IV.7 Grafik Hasil Pengujian pada Daerah C (Tidak Menggunakan Helm Keselamatan)	IV-9
Gambar IV.8 Grafik Hasil Pengujian pada Daerah D (Menggunakan Helm Keselamatan)	IV-10
Gambar IV.9 Grafik Hasil Pengujian pada Daerah D (Tidak Menggunakan Helm Keselamatan)	IV-11
Gambar IV.10 <i>Folder</i> Pelanggaran per hari	IV-14
Gambar IV.11 Foto Pelanggaran yang Tersimpan	IV-15
Gambar IV.12 Contoh Foto Pelanggaran.....	IV-15
Gambar IV.13 Pengiriman Notifikasi pada Aplikasi <i>Telegram</i>	IV-16
Gambar IV.14 Data Pelanggaran Pada <i>Database</i>	IV-17
Gambar IV.15 Tampilan <i>Interface Home Page</i>	IV-18
Gambar IV.16 Tampilan <i>Interface</i> Tabel Pelanggaran.....	IV-19
Gambar IV.17 Variasi Warna Helm Pengujian.....	IV-19
Gambar IV.18 Rata-rata nilai <i>Confidence</i> Berdasarkan Variasi Warna	IV-20
Gambar IV.19 Variasi Selain Helm Keselamatan	IV-21
Gambar IV.20 Rata-rata nilai <i>Confidence</i> Berdasarkan Variasi Selain Helm Keselamatan	IV-22
Gambar IV.21 Rata-rata Nilai <i>Confidence</i> Terhadap Variasi Intensitas Cahaya Menggunakan Helm Keselamatan Jarak 2,8m	IV-24
Gambar IV.22 Rata-rata Nilai <i>Confidence</i> Terhadap Variasi Intensitas Cahaya Tidak Menggunakan Helm Keselamatan Jarak 2,8m	IV-25
Gambar IV.23 Rata-rata Nilai <i>Confidence</i> Terhadap Penyamaan Intensitas Cahaya Menggunakan Helm Keselamatan Jarak 2,8m	IV-27
Gambar IV.24 Rata-rata Nilai <i>Confidence</i> Terhadap Penyamaan Intensitas Cahaya Tidak Menggunakan Helm Keselamatan Jarak 2,8m	IV-28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Pengujian

Lampiran 2 Spesifikasi Alat

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

APD = Alat Pelindung Diri

YOLO = *You Only Look Once*

USB = *Universal Serial Bus.*

mAP = *Mean Average Precision for object detection.*

IoU = *Intersection over Union.*

CUDA = *Compute Unified Device Architecture.*

CPU = *Central Processing Unit*

GPU = *Graphics Processing Unit*

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kecelakaan kerja adalah suatu kejadian yang tidak diduga yang terjadi pada atau selama bekerja dan mengakibatkan kematian atau luka yang tidak fatal [1] [2]. Kecelakaan kerja disebabkan oleh risiko atau potensi bahaya di tempat kerja dan perilaku pekerja itu sendiri yang berbahaya, seperti tertimpa benda berat, terluka oleh mesin produksi, atau terkena bahan kimia [3]. APD adalah suatu alat yang berfungsi sebagai pelindung seseorang untuk mengisolasi separuh atau seluruh tubuhnya dari potensi bahaya kecelakaan di tempat kerja [4], seringkali para pekerja lupa atau sengaja lalai menggunakan APD [5]. APD dapat mengurangi risiko kecelakaan walaupun tidak dapat menghilangkan semua bahaya dari tempat kerja [6]. Teknik Pengecoran Logam (FE) adalah salah satu jurusan yang terdapat di Politeknik Manufaktur Bandung. Proses pembelajaran perkuliahan praktik di bengkel Pengecoran Logam, baik staff tenaga ahli maupun mahasiswa diwajibkan menggunakan APD sebelum memasuki bengkel, salah satunya ialah pelindung kepala (helm keselamatan), maka dibutuhkan sebuah deteksi penerapan APD kepala untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja. Untuk menerapkan deteksi APD ini dibutuhkan pengolahan citra *object detection*.

Deep learning [7] [8] banyak digunakan dalam penelitian *computer vision* [9]. Salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk mendeteksi APD adalah algoritma *You Only Look Once* (YOLO). Algoritma ini merupakan sistem untuk mendeteksi objek secara *real time* [10] [11]. Penelitian terdahulu, Muhammad Hatami, dkk. Menggunakan algoritma YOLOv2 untuk mendeteksi secara *real time* dan meraih nilai validasi mAp 76.68% [12]. Berdasarkan algoritma YOLOv3 [13], Peizhi Wen, dkk. Menggunakan algoritma *K-Means* untuk mengelompokkan objek, lalu menggunakan *multi-scale feature extraction* untuk meningkatkan deteksi objek kecil dan mengoptimalkan model YOLOv3 menggunakan *soft-NMS*. Metode ini berhasil mendeteksi helm keselamatan dengan akurasi deteksi 90,7% [14]. Deng Benyang, dkk. Melakukan penelitian deteksi helm keselamatan berdasarkan

algoritma YOLOv4. Metode ini mendapatkan hasil mAP helm keselamatan hingga 92.89% [15]. Penelitian lainnya, penerapan algoritma YOLOv5 untuk mendeteksi *dataset* helm keselamatan menunjukkan nilai akurasi rata-rata 94% [16] [17]. Berdasarkan penelitian sebelumnya, diperlukan sebuah algoritma yang dapat mendeteksi sistem dengan meningkatkan kecepatan dan akurasi yang lebih baik. Penelitian ini menggunakan algoritma deteksi YOLOv7 [18] yang kecepatan dan akurasinya lebih baik dari algoritma – algoritma YOLO lainnya pada penelitian sebelumnya.

Penelitian ini akan membahas rancangan deteksi dini pemakaian APD kepala sebelum memasuki area bengkel. Bengkel yang akan dipakai untuk pengujian alat deteksi ini adalah bengkel pengecoran logam yang berada di jurusan Teknik Pengecoran Logam. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan sebuah CCTV untuk menangkap citra di depan bengkel pengecoran logam dan *NVIDIA Jetson Nano* [19] sebagai pengolah citra dengan menggunakan algoritma YOLOv7 untuk pendeteksian penggunaan APD dan memanfaatkan *Telegram* [20] sebagai media notifikasi. *NVIDIA Jetson Nano* memiliki arsitektur CPU-GPU yang heterogen, di mana sistem operasi dapat di-*boot* oleh CPU dan dapat diprogram untuk mempercepat tugas *machine learning* yang rumit dari GPU yang mendukung CUDA [21]. Penelitian ini diharapkan dapat mendeteksi ketidakpatuhan dalam penggunaan APD kepala dengan nilai akurasi lebih dari 94% dan dapat mengoptimalkan serta meminimalisir ketidakpatuhan terhadap pemakaian APD kepala di lingkungan bengkel pengecoran logam Polman Bandung.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, terdapat beberapa rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana rancangan dan implementasi sistem deteksi dini alat pelindung diri kepala menggunakan YOLOv7?
2. Bagaimana performa dari sistem deteksi dini alat pelindung diri kepala menggunakan YOLOv7?
3. Bagaimana performa *controller NVIDIA Jetson Nano* yang diterapkan pada sistem deteksi dini alat pelindung diri kepala?

I.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, agar dapat dibahas lebih spesifik maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut.

1. Sistem dibuat menggunakan 1 buah perangkat *IP Cam* yang dipasang menggunakan tripod, 1 buah perangkat *USB speaker* dan 1 buah *NVIDIA Jetson Nano*.
2. Tempat yang digunakan untuk pengujian adalah Bengkel Pengecoran Logam di jurusan Teknik Pengecoran Logam Polman Bandung dengan keterangan kondisi sebagai berikut:
 - a) Penempatan *IP Cam* berada di area masuk bengkel pengecoran logam.
 - b) Jarak maksimum antara kamera dengan objek: 4,1 meter.
 - c) Intensitas Cahaya : 100-160 lux
3. Proses deteksi dilakukan sesaat objek memasuki area bengkel FE.
4. Objek yang dideteksi adalah objek dengan memakai atau tidak memakai APD berupa helm keselamatan.
5. Penggunaan model APD menggunakan *YOLOv7* yang telah di *training*.
6. Alarm berupa suara yang dihasilkan oleh *speaker*.
7. Alarm notifikasi dikirim setiap terjadi pelanggaran melalui aplikasi *Telegram*.
8. Pengujian helm keselamatan menggunakan warna putih, biru, kuning dan hijau.
9. Pengujian selain helm keselamatan menggunakan helm *half face*, *baseball cap*, dan *bucket hat*.
10. Waktu *delay* pengamatan objek nyata dengan sistem deteksi memiliki rata-rata 7,1 detik.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang dan mengimplementasikan sebuah perangkat sistem deteksi dini penggunaan alat pelindung diri kepala menggunakan *YOLOv7*.
2. Mengetahui performa sistem dalam mengidentifikasi penggunaan alat pelindung diri kepala menggunakan *YOLOv7*.
3. Mengetahui performa *controller NVIDIA Jetson Nano* yang diterapkan pada sistem deteksi dini alat pelindung diri kepala.

Adapun Manfaat dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Jurusan
 - a) Deteksi dini penggunaan APD ini dikembangkan di Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika.
 - b) Penerapan K3 bisa lebih optimal.
2. Bagi Dosen
 - a) Memudahkan dosen dalam mengimbuu agar mahasiswa yang menggunakan helm keselamatan sebelum memasuki bengkel praktik.
 - b) Mengetahui pelanggaran yang terjadi atas ketidakpatuhan menggunakan helm keselamatan.
3. Bagi Penulis
 - a) Menjadi dasar dan pengembangan ilmu untuk belajar terkait dengan teknologi di masa yang akan datang.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem, perancangan sistem dan perencanaan pengujian.

BAB IV HASIL IMPLEMENTASI DAN ANALISIS, berisi hasil pengujian pada beberapa domain dan pengujian sistem kaitan dengan tuntutan yang harus dipenuhi.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan yang diperoleh dari pengerjaan tugas akhir yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian lebih lanjut.