

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), khususnya di bidang *computer vision*, telah memberikan kontribusi besar terhadap modernisasi sistem keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di sektor industri manufaktur berat. Salah satu penerapan *computer vision* yang saat ini menjadi fokus utama adalah sistem deteksi objek otomatis untuk memantau kepatuhan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) di area produksi. Sistem berbasis kamera cerdas ini dinilai lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan metode pengawasan manual konvensional oleh personel K3. Hal ini dikarenakan teknologi *computer vision* memiliki kemampuan untuk melakukan pemantauan secara *real-time*, objektif, serta mampu mencakup area hanggar yang luas tanpa terpengaruh oleh faktor kelelahan manusia (*human error*) (Dwi et al., 2026)

PT Industri Kereta Api (PT INKA) Madiun, sebagai Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang berfokus pada manufaktur perkeretaapian terintegrasi, memiliki fasilitas krusial berupa hanggar perakitan. Area hanggar ini merupakan zona kerja dengan risiko kecelakaan tinggi (*high-risk area*) yang menuntut implementasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) serta pengawasan kepatuhan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) yang sangat ketat. Saat ini, sistem pemantauan dan pengawasan K3 di

lingkungan hanggar umumnya masih mengandalkan inspeksi visual secara manual atau patroli berkala oleh personel keselamatan kerja. Metode ini memiliki kelemahan operasional yang signifikan, di antaranya adanya area tersembunyi (*blind spot*) akibat luasnya hanggar dan besarnya material bodi kereta, keterbatasan jumlah personel pengawas dibandingkan dengan ratusan pekerja yang aktif, hingga potensi keterlambatan dalam mendeteksi kelalaian penggunaan APD wajah secara instan di lapangan.

Otomatisasi pemantauan keselamatan kerja berbasis teknologi *computer vision* menjadi solusi yang ideal untuk meningkatkan efektivitas dan responsivitas pengawasan K3 di hanggar perakitan. Namun, penerapannya di lingkungan industri berat memiliki tantangan teknis tersendiri. Berdasarkan standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yang ketat, pekerja di area hanggar diwajibkan menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) secara disiplin, yang meliputi helm proyek, kacamata pelindung (*safety glasses*), hingga masker industri atau topeng las. Penggunaan atribut pelindung ini menyebabkan kondisi di mana sebagian besar area visual wajah pekerja tertutup atau mengalami oklusi (*occlusion*). Kondisi oklusi ini menjadi tantangan tersendiri bagi sistem pemantauan digital konvensional karena hilangnya fitur-fitur visual wajah yang jelas akibat tertutup APD. Oleh karena itu, diperlukan sistem deteksi objek yang cerdas dan adaptif yang mampu mengenali serta mengklasifikasikan kondisi oklusi wajah tersebut secara presisi sebagai indikator utama kepatuhan APD dalam sistem deteksi dini K3.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pendekatan berbasis *deep learning* menggunakan algoritma YOLOv8 (*You Only Look Once* versi 8) menjadi solusi yang sangat relevan dan inovatif. Berbeda dengan algoritma deteksi tradisional yang memproses citra secara bertahap sehingga memakan waktu komputasi yang lama, YOLOv8 memproses seluruh citra dalam satu kali jaringan saraf (*single neural network*). Karakteristik ini membuat YOLOv8 memiliki kecepatan pemrosesan tingkat tinggi (*real-time processing*) yang sangat krusial untuk memberikan respons deteksi dini terhadap potensi bahaya atau kelalaian K3 di lingkungan hanggar yang bergerak cepat dan dinamis (Lubis, 2023). Selain itu, arsitektur YOLOv8 terbukti sangat tangguh (*robust*) dalam mendeteksi objek pada kondisi wajah yang tertutup sebagian (*occlusion*). Algoritma ini tetap mampu mengenali dan mengklasifikasikan status penggunaan APD wajah pekerja secara presisi, meskipun fitur visual utama wajah terhalang oleh masker pelindung, kacamata *safety*, maupun helm las (Al-Dmour et al., 2023).

Berdasarkan permasalahan teknis dan kebutuhan operasional di atas, penelitian ini akan mengangkat judul “Implementasi YOLOv8 terhadap Kondisi Wajah Tertutup Sebagian (*Occlusion*) untuk Deteksi Dini K3 di Hanggar Perakitan PT Industri Kereta Api”. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan sistem pemantauan keselamatan kerja otomatis berbasis *computer vision* yang cepat, akurat, dan dapat diandalkan. Melalui integrasi algoritma YOLOv8 dengan *dashboard monitoring* berbasis web, sistem ini dirancang untuk memberikan peringatan dini (*early warning*) secara *real-*

time saat terjadi kelalaian penggunaan APD wajah atau kondisi bahaya di lapangan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi preventif yang aplikatif dalam mendukung komitmen PT INKA untuk mewujudkan target *Zero Accident* (Nol Kecelakaan Kerja) di area produksi.

B. Pembatasan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah disampaikan, maka ruang lingkup permasalahan dalam penelitian ini di batasi pada hal – hal sebagai berikut :

1. Metode yang di gunakan untuk pendeteksian dan pengenalan wajah dalam penelitian ini menggunakan algoritma *YOLOv8 (You Only Look Once)*.
2. Penelitian ini membahas sistem kontrol akses hanggar perakitan dengan kondisi wajah tertutup sebagian (*occlusion*) akibat penggunaan APD standar K3 (masker dan kaca mata pelindung) pada karyawan PT. Industri Kereta Api (PT.INKA)
3. Perancangan sistem menggunakan pemodelan UML (*Unified Modeling Language*), seperti use case diagram, acitivity diagram, dan class diagram.
4. Sistem pemantauan yang di gunakan kontrol akses yang di bangun di intregrasikan dengan perangkat keras berupa kamera / webcam,
5. Sistem hanya dapat di akses oleh Admin / Pengawas K3 (*Safety Officer*) untuk memantau visualisasi data medeteksi keadaan, menerima real-time alert (peringatan dini), sedangkan pekerja hanggar bertindak sebagai subjek visual yang dipantau tingkat kepatuhannya.

C. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah di paparkan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini dapat di rumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana tahapan rancang bangun sistem deteksi dini Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) berbasis *computer vision* menggunakan algoritma YOLOv8 di PT. Industri Kereta Api (PT. INKA)?
2. Bagaimana mengimplementasikan algoritma YOLOv8 untuk mengklasifikasikan kondisi wajah tertutup sebagian (*occlusion*) akibat kepatuhan atau pelanggaran penggunaan APD standar K3 secara *real-time*?
3. Bagaimana membangun antarmuka (*dashboard*) pemantauan pada website yang mampu menampilkan hasil deteksi visual APD serta memberikan notifikasi peringatan dini (*early warning alert*) secara otomatis ketika ditemukan pelanggaran?
4. Bagaimana hasil pengujian fungsionalitas sistem *dashboard monitoring* berbasis website menggunakan metode *Black Box Testing* serta evaluasi performa akurasi model YOLOv8 (melalui metrik *Precision*, *Recall*, dan *mAP*)?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang telah di uraikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk menjabarkan tahapan rancang bangun sistem deteksi dini Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) berbasis *computer vision*

menggunakan algoritma YOLOv8 di Hanggar Perakitan PT Industri Kereta Api (PT INKA).

2. Untuk menganalisis tingkat akurasi dan kinerja penerapan algoritma YOLOv8 dalam mendeteksi serta mengklasifikasikan kondisi wajah tertutup sebagian (*occlusion*) akibat penggunaan APD secara *real-time*.
3. Untuk mengimplementasikan antarmuka (*dashboard*) pemantauan pada website yang mampu menampilkan hasil deteksi visual APD serta mengirimkan notifikasi peringatan dini (*early warning alert*) secara otomatis untuk kebutuhan operasional pengawas K3 (*Safety Officer*).
4. Untuk mengevaluasi fungsionalitas dari sistem *dashboard monitoring* berbasis website yang telah dibangun melalui metode pengujian *Black Box Testing* serta mengukur performa model YOLOv8 berdasarkan metrik evaluasi *deep learning*.

E. Kegunaan Penelitian

Kegunaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Kegunaan Teoritis
 - a. Kegunaan bagi Universitas PGRI Madiun

Penelitian ini diharapkan dapat digunakan oleh mahasiswa Universitas PGRI Madiun sebagai referensi akademis pada penelitian-penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan *computer vision*. Khususnya dalam pemanfaatan algoritma *deep learning* YOLOv8 untuk mendeteksi kondisi oklusi (*occlusion*) wajah pada sistem keselamatan kerja (K3) di lingkungan industri.

b. Bagi Pengembangan Ilmu Pengetahuan

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi informasi, khususnya dalam ranah *computer vision* dan *deep learning*. Penelitian ini memperkaya studi literatur mengenai analisis serta implementasi arsitektur *YOLOv8* untuk otomatisasi sistem pemantauan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) secara cerdas di lingkungan industri manufaktur berat..

2. Kegunaan Praktis

a. Kegunaan bagi PT.Industri Kereta Api (PT.INKA)

Sistem yang dihasilkan dalam penelitian ini diharapkan dapat membantu perusahaan dalam mengoptimalkan sistem pengawasan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) secara *real-time* di area hanggar perakitan. Melalui sistem deteksi dini berbasis *computer vision* ini, tim *Safety Officer* dapat memantau dan mengidentifikasi pelanggaran atau kelalaian penggunaan APD wajah secara instan tanpa mengganggu aktivitas dan produktivitas pekerja di lapangan. Hal ini bermanfaat untuk meminimalisir risiko kecelakaan kerja secara preventif serta mendukung penuh komitmen perusahaan dalam mewujudkan target *Zero Accident* (Nol Kecelakaan Kerja).

b. Kegunaan bagi Peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam memperdalam wawasan dan pengetahuan peneliti mengenai implementasi teknologi *computer vision* berbasis *deep learning* menggunakan algoritma *YOLOv8*, serta proses integrasinya ke dalam *dashboard monitoring* berbasis web. Selain itu, penelitian ini juga menjadi sarana untuk meningkatkan keterampilan peneliti dalam memecahkan permasalahan nyata terkait Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di dunia industri manufaktur secara sistematis dan ilmiah.