

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era perkembangan teknologi yang pesat, berbagai sektor industri, termasuk industri minyak dan gas yang berisiko tinggi, dituntut untuk terus berinovasi demi meningkatkan standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Salah satu aspek fundamental dalam K3 adalah penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) yang berfungsi untuk meminimalkan risiko bahaya bagi pekerja. Namun, kepatuhan dalam penggunaan APD seringkali menjadi tantangan, di mana faktor kelalaian manusia menjadi penyebab utama kecelakaan kerja (Adi & Listyaningsih, 2021).

PT. Bumi Siak Pusako, sebagai perusahaan yang bergerak di industri perminyakan dan gas, menempatkan keselamatan kerja sebagai prioritas utama. Perusahaan telah menetapkan kebijakan yang mewajibkan seluruh karyawan di area operasional untuk menggunakan APD standar, seperti helm keselamatan, baju kerja khusus, dan sepatu keselamatan. Meskipun demikian, data historis kecelakaan kerja di perusahaan pada periode 2008-2013 menunjukkan bahwa insiden masih terjadi akibat kelalaian dalam kepatuhan penggunaan APD. Hal ini mengindikasikan adanya celah dalam sistem pengawasan yang ada.

Saat ini, sistem pemantauan kepatuhan APD di PT. Bumi Siak Pusako masih mengandalkan metode manual, yaitu pengawasan langsung oleh operator melalui monitor CCTV. Metode ini memiliki kelemahan signifikan, di antaranya keterbatasan jangkauan pengawasan, potensi *human error* dari sisi pengawas, serta tidak adanya sistem pencatatan otomatis untuk evaluasi. Tantangan ini diperberat dengan dinamika operasional, di mana sekitar 100 karyawan bekerja dengan sistem shift yang bervariasi, sehingga pengawasan manual menjadi tidak efektif dan kurang konsisten.

Menanggapi permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sebuah solusi inovatif berupa sistem deteksi penggunaan APD otomatis berbasis *computer vision*. Sistem ini akan memanfaatkan arsitektur *You Only Look Once* (YOLO), khususnya model YOLOv8, yang dipilih berdasarkan keunggulannya dalam hal kecepatan, akurasi tinggi, dan efisiensi komputasi untuk

deteksi objek secara *real-time*. Ketika sistem mendeteksi adanya karyawan yang tidak menggunakan APD lengkap melalui kamera CCTV, sistem akan secara otomatis mengambil gambar pelanggaran dan mengirimkan notifikasi ke petugas pengawas untuk penanganan lebih lanjut.

Meskipun proses deteksi visual dilakukan secara otomatis oleh model AI, sistem ini secara keseluruhan tetap mengusung pendekatan semi-otomatis (*Human-in-the-Loop*). Artinya, keputusan akhir terkait validasi bukti pelanggaran, pencatatan identitas, dan pelaporan tetap memerlukan intervensi manual dari operator guna memastikan akurasi dan mencegah kesalahan penindakan akibat false positive.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengimplementasikan solusi deteksi objek otomatis menggunakan algoritma *Deep Learning YOLOv8* yang dimodifikasi dengan penambahan *head* deteksi pada lapisan P2. Penerapan arsitektur YOLOv8_P2 ini memberikan solusi konkret terhadap kendala visual pada CCTV bersudut pandang luas, di mana sistem mampu mempertahankan detail fitur spasial pada objek kecil yang sebelumnya sulit dikenali. Hasil dari penelitian ini berupa sistem pengawasan cerdas yang terbukti mampu mendeteksi kelengkapan APD pekerja khususnya sepatu keselamatan, dengan akurasi tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai alat bantu yang efektif bagi petugas *Quality, Health, Safety, and Environment* (QHSE) dalam menegakkan disiplin K3 di lingkungan PT. Bumi Siak Pusako.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

PT. Bumi Siak Pusako menghadapi tantangan dalam memastikan kepatuhan karyawan terhadap penggunaan Alat Pelindung Diri (APD). Saat ini, pemantauan masih dilakukan secara manual oleh operator melalui pengawasan CCTV di ruang kontrol. Jika operator mendeteksi pelanggaran, mereka akan memanggil karyawan yang bersangkutan melalui speaker dan mencatat pelanggaran tersebut dalam laporan. Data pelanggaran kemudian dikirim ke departemen terkait sebagai bukti ketidakpatuhan karyawan terhadap aturan keselamatan. Namun, metode ini

memiliki beberapa keterbatasan, seperti jangkauan pengawasan yang terbatas, ketergantungan pada konsistensi operator, serta potensi kelalaian dalam mengidentifikasi pelanggaran, terutama saat jumlah karyawan yang diawasi cukup banyak. Keterbatasan ini dapat meningkatkan risiko kecelakaan kerja karena kurangnya deteksi pelanggaran secara real-time. Oleh karena itu, diperlukan sistem pemantauan otomatis yang mampu mendeteksi penggunaan APD dengan lebih efektif, sehingga dapat mengurangi ketergantungan pada pengawasan manual dan meningkatkan keselamatan kerja.

1.3 Batasan Masalah

Agar ruang lingkup penelitian tidak terlalu luas, batasan masalah yang diterapkan adalah sebagai berikut:

- 1) Sistem dikembangkan sebagai aplikasi web untuk deteksi Alat Pelindung Diri (APD) berbasis computer vision. Pengembangan sistem menggunakan metode Waterfall, yang terdiri dari tahap Requirements Analysis, Design, Development, Testing, dan Maintenance.
- 2) Roboflow digunakan untuk preprocessing dataset serta pelabelan data guna meningkatkan akurasi deteksi APD sebelum model dilatih dan diimplementasikan ke dalam sistem.
- 3) Sistem menggunakan arsitektur YOLOv8 (You Only Look Once version 8) yang dimodifikasi untuk mendeteksi penggunaan APD secara real-time.
- 4) Pemantauan dilakukan di area kerja lapangan, khususnya di Departemen Operation, Transportation, Safety, PG&T (Power Generation and Transmission), IT, dan Security.
- 5) Deteksi hanya dilakukan di area kerja utama, yaitu di area CLTS (Centralize Land Treatment Site) dan area Pit (kolam tempat minyak).
- 6) Sistem hanya akan mendeteksi karyawan operasional yang bekerja di area pemantauan, dengan estimasi jumlah karyawan yang dapat terdeteksi dalam satu waktu adalah 25 karyawan, tergantung pada kepadatan area kerja.
- 7) Sistem hanya mendeteksi tiga jenis APD utama yang diwajibkan di area kerja, yaitu helm keselamatan, baju kerja, dan sepatu keselamatan. Sistem tidak mencakup deteksi APD tambahan seperti sarung tangan, kacamata pelindung, atau masker.

- 8) Sistem hanya berfungsi untuk mendeteksi ketidaksesuaian penggunaan APD dan tidak melakukan identifikasi individu. Jika terdeteksi pelanggaran, sistem akan memberikan alarm peringatan untuk menarik perhatian operator. Pencatatan pelanggaran dan tindak lanjut terhadap karyawan yang melanggar diserahkan sepenuhnya kepada operator yang bertugas.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan dan mengimplementasikan sistem berbasis web berbasis *computer vision* untuk mendeteksi penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) karyawan secara *real-time* di PT. Bumi Siak Pusako. Sistem ini menggunakan arsitektur YOLO untuk memastikan kepatuhan karyawan terhadap penggunaan APD sesuai standar keselamatan. Selain itu, sistem dilengkapi dengan antarmuka web yang intuitif bagi petugas pengawas serta menyediakan data pemantauan yang akurat sebagai dasar evaluasi dan perbaikan kebijakan keselamatan kerja di masa mendatang.

1.4.2 Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- 1) Mengurangi risiko kecelakaan kerja yang disebabkan oleh kelalaian penggunaan Alat Pelindung Diri (APD), dengan memberikan notifikasi langsung kepada petugas pengawas saat terjadi pelanggaran.
- 2) Mempercepat proses pemantauan dibandingkan dengan metode manual, sehingga pengawasan dapat dilakukan dengan lebih mudah.