

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki letak geografis yang strategis, yaitu berada pada jalur persilangan perdagangan dunia, kondisi tersebut menjadikan Indonesia memiliki potensi besar sebagai poros maritim dunia (Kusuma & Faisal, 2022). Dalam mendukung potensi tersebut, pelabuhan berperan penting sebagai infrastruktur yang dapat menunjang aktivitas perekonomian nasional (Puriningsih, 2022). Berbagai aktivitas dilakukan pada area pelabuhan seperti: sebagai terminal atau tempat pemberhentian kapal, bongkar muat barang, perbaikan kapal, pengisian bahan bakar dan aktivitas pendukung lainnya (Dwi & Tutuko, 2017).

Kegiatan pada area pelabuhan mempunyai peranan penting dalam meningkatkan motilitas barang dan manusia sebagai upaya dalam pertumbuhan ekonomi nasional (Kesek, Talumingan, & Pakasi, 2017). PT Krakatau Bandar Samudera, merupakan salah satu anak perusahaan dari PT Krakatau Steel, PT Krakatau Bandar Samudera adalah perusahaan yang bergerak dibidang jasa pelabuhan, seperti pelayanan dalam bidang *marine and cargo service* pada pelabuhan Krakatau *International Port*. Setiap kegiatan di area pelabuhan seperti bongkar muat maupun navigasi kapal memiliki potensi bahaya yang mana dapat mengancam keselamatan para pekerja. Oleh karena itu, pelabuhan dikategorikan sebagai lingkungan kerja yang kompleks dengan potensi risiko kecelakaan yang tinggi (Rusmawarda, 2019).

Penerapan kesehatan dan keselamatan kerja (K3) menjadi aspek penting yang harus diperhatikan (Sumantri, 2020). Dasar hukum terkait penerapan K3 di Indonesia diatur dalam beberapa peraturan, antara lain Undang-Undang Nomor 50 Tahun 2021 tentang sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja, Undang-Undang Nomor 88 Tahun 2019 mengenai kesehatan kerja serta Undang-Undang Nomor 33 Tahun 2015 mengenai ketenagakerjaan. Selain itu, Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012 juga menjelaskan secara khusus mengenai sistem manajemen K3. Penerapan standar K3 bertujuan untuk melindungi tenaga kerja dari

risiko kecelakaan kerja, yang tidak hanya berdampak pada individu pekerja, namun juga dapat mempengaruhi kelancaran operasional di lingkungan kerja. Maka dari itu, K3 menjadi prioritas utama dalam memastikan keselamatan tenaga kerja dan kelancaran aktivitas operasional (Savitri & Hermanto, 2019).

Berdasarkan data dari Kementerian Ketenagakerjaan jumlah kasus kecelakaan kerja sepanjang tahun 2025 hingga April 2025 tercatat sekitar 470.000 kasus yang terjadi di berbagai sektor, dan mengalami peningkatan hingga 12% dari periode yang sama tahun lalu (LSP KATIGA PASS, 2025). Kecelakaan kerja yang terjadi pada sektor pelabuhan diketahui pada tahun 2021 pernah terjadi kecelakaan kerja di PT Pelindo IV (Persero) Makassar *New Port* sebanyak 7 kasus pada operator bongkar muat (Nabila, Sani, & Andayanie, 2023). Selain itu, pada tahun 2024 juga terjadi kecelakaan kerja di PT Pelabuhan Indonesia Terminal Petikemas Kendari sebanyak 21 kasus pada opeator dengan tingkat ringan dan sebanyak 17 kasus pada operator dengan kejadian hampir terjadi (*Nearmiss*) (Prasetyo, Bahar, & Saptaputra, 2024).

Kecelakaan kerja yang terjadi tersebut dikarenakan para pekerja yang tidak menerapkan prosedur K3, masih adanya ketidakdisiplinan dalam penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) dan masih kurangnya pengawasan dari pihak perusahaan (Nabila, dkk., 2023; Prasetyo, dkk., 2024). Berdasarkan wawancara yang dilakukan oleh pihak PT Krakatau Bandar Samudera bagian *Port Operation* yaitu Kadis *Port Operation* mengatakan bahwasannya pada PT Krakatau Bandar Samudera pernah terjadi kecelakaan kerja di area pelabuhan, faktor yang mempengaruhi kecelakaan kerja tersebut diantaranya karena kelalaian dan kelelahan. Sedangkan, kecelakaan kerja yang disebabkan dari penggunaan APD belum pernah terjadi di PT Krakatau Bandar Samudera, namun masih ditemukan ketidakdisiplinan dalam penggunaan APD oleh sebagian pekerja, dimana hal tersebut dapat berpotensi menimbulkan risiko bahaya dan kecelakaan kerja ke depannya.

Dikutip dari berita CNBC Indonesia yang berjudul: Kecelakaan Kerja Makin Marak, Tembus 350.000 Kasus per Oktober 2024, Menteri Ketenagakerjaan menyatakan bahwa peningkatan angka kecelakaan kerja tersebut menjadi dasar penting untuk terus membangun budaya K3. Selain itu, hal ini mendorong

penguatan terhadap penerapan Sistem Manajemen K3 (SMK3) sebagai bentuk integritas untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman dan sehat (Indonesia, 2025). Banyak faktor yang dapat terjadi sebagai penyebab dan pemicu terjadinya kecelakaan kerja, salah satunya adalah risiko bahaya yang terdapat pada lingkungan pekerjaan, yang mana kecelakaan tersebut dapat dipengaruhi oleh perilaku para pekerja yang tidak aman (Laily, Fajri, & Pratamasunu, 2022). Penyebab lain terjadinya kecelakaan kerja yaitu rendahnya tingkat kesadaran dan kedisiplinan pekerja dalam menerapkan prinsip-prinsip K3 di area lingkungan kerja (Adi, Harianto, & Listyaningsih, 2021). Tercatat, bahwa penyebab kecelakaan terbesar merupakan faktor manusia dengan persentase 37.7%, kemudian faktor lingkungan dengan persentase 33.5% dan faktor peralatan dengan persentase sebesar 28.8%. Dari faktor manusia tersebut sebanyak 16.9% kecelakaan disebabkan oleh penggunaan APD yang tidak sesuai. Faktor lain yang termasuk dalam kategori faktor manusia antara lain umur pekerja, masa kerja, perilaku, tingkat pendidikan dan pelatihan K3 serta kepatuhan terhadap peraturan K3 (Nurfirmanasyah & Dijaya, 2022).

Alat pelindung diri (APD) memiliki peran penting dalam mengurangi potensi risiko bahaya di lingkungan kerja. Meskipun tidak dapat sepenuhnya menghilangkan risiko bahaya, kedisiplinan dan kesadaran diri pekerja dalam menggunakan APD secara lengkap dan tepat dapat secara signifikan mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan (Laily, dkk., 2022). Maka dari itu, penggunaan APD merupakan kewajiban yang tidak bisa diabaikan dalam lingkungan kerja karena berfungsi sebagai upaya dalam meminimalkan risiko kecelakaan kerja (Prasetyo, Bahar, & Saptaputra, 2024). Dalam area pelabuhan, APD umum yang wajib dikenakan oleh para pekerja meliputi *helmet*, pakaian kerja, *safety shoes* dan *safety vest* sebagaimana disampaikan oleh Direktur SDM dan Umum Pelindo III, Toto Heli Yanto, dalam pernyataannya pada artikel Budaya keselamatan, Pelindo III standardisasi APD di kawasan Pelabuhan (Dinas Komunikasi dan Informatika Provinsi Jawa Timur, 2016). Pekerja yang akan memasuki area dermaga diwajibkan menggunakan APD berupa *safety helmet*, *safety vest*, *safety shoes*, masker dan seragam pakaian kerja (PT Krakatau Bandar Samudera, 2025).

Namun, berbagai studi menunjukkan bahwa masih banyak pekerja yang kurang disiplin dan tidak menyadari penggunaan APD, yang pada akhirnya dapat meningkatkan risiko kecelakaan kerja, termasuk risiko yang berdampak besar (Laily, dkk., 2022). Dikutip pada vokasi *news* UNAIR dalam artikel berjudul: Ketidakpatuhan Penggunaan APD Mengakibatkan Kecelakaan Kerja disebutkan bahwa kelalaian dalam penggunaan APD merupakan salah satu penyebab terjadinya kecelakaan kerja (Vokasi, 2024). Berdasarkan wawancara yang dilakukan oleh pihak PT Krakatau Bandar Samudera kadis departemen *Port Operation* dan kadis departemen *Health, Safety, and Environment* (HSE), bahwasannya faktor-faktor yang menjadi tantangan dalam disiplin penggunaan APD secara lengkap pada PT Krakatau Bandar Samudera diantaranya yaitu faktor ketidaknyamanan, kebiasaan, budaya dan ketidaktahuan, khususnya para pekerja yang berasal dari luar PT Krakatau Bandar Samudera. Dikarenakan para pekerja tersebut belum mengetahui atau kurangnya pengetahuan terkait pentingnya penggunaan APD dan peraturan yang berlaku, serta terkait pemantauan penggunaan APD masih dilakukan secara manual dengan pemantauan pada CCTV dan patroli lapang oleh departemen HSE.

Oleh karena itu, diperlukannya pemantauan secara efektif terhadap penerapan kesehatan dan keselamatan kerja (K3), khususnya dalam penggunaan APD. Pemantauan yang masih dilakukan secara manual dinilai kurang optimal dalam memastikan bahwa pekerja menggunakan APD secara lengkap dan sesuai standar. Maka dari itu, untuk mengatasi hal tersebut diperlukannya inovasi berupa sistem deteksi otomatis yang mampu memastikan kepatuhan para pekerja dalam penggunaan APD yang lengkap dan tepat. Pendeteksian secara otomatis merupakan solusi inovatif, menggunakan teknologi kecerdasan buatan (AI) yang memungkinkan pemantauan dilakukan lebih cepat, dan efisien dibandingkan dengan metode pengawasan manual (Taufiqurrochman & Februariyanti, 2024).

Menurut Rofii, Priyandoko, Fanani, dan Suraji (2021), terdapat penelitian sebelumnya yang membahas mengenai deteksi APD, metode yang digunakan dari beberapa penelitian tersebut diantaranya menggunakan metode *Single Shot Detector* (SSD) dan *Recurrent-Convolutional Neural Networks* (R-CNN). Namun,

metode-metode tersebut masih memiliki keterbatasan dalam keseimbangan antara hal performa deteksi dengan kecepatan deteksinya. Dimana, pada metode SSD menghasilkan akurasi yang lebih rendah sebesar 92.7% namun dapat menghasilkan kecepatan deteksi yang lebih cepat. Sedangkan, pada metode R-CNN menghasilkan akurasi yang tinggi sebesar 93.2% namun kecepatan akurasinya sangat lambat. Sehingga, kedua metode tersebut masih memerlukan pengembangan lebih lanjut guna meningkatkan akurasi dan efisiensinya (Rofii, Priyandoko, Fanani, & Suraji, 2021). Dalam penelitian ini, metode yang dipilih untuk mendeteksi penggunaan APD secara *realtime* adalah *You Only Look Once* (YOLO). YOLO merupakan salah satu algoritma berbasis CNN yang telah mengalami berbagai perkembangan dan peningkatan signifikan dalam kerangka kerjanya (Drantantiyas, dkk., 2023). Perkembangan tersebut menjadikan YOLO sebagai algoritma yang sangat efisien untuk melakukan deteksi objek secara *realtime* (Swandaru, 2025).

Pemilihan algoritma YOLO dalam penelitian ini didasarkan pada kemampuannya yang tinggi dalam mendeteksi objek dengan cepat dan akurat. Versi yang digunakan adalah YOLOv8, salah satu versi terbaru yang dikembangkan oleh Ultralytics dan versi ini mampu menggabungkan inovasi-inovasi terkini pada bidang *deep learning* dan *computer vision* (Armin, dkk., 2023). Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya penggunaan algoritma YOLO dalam mendeteksi penggunaan APD seperti *helmet*, *vest* dan *safety shoes*, menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi, yakni berkisar antara 91% hingga 98%.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang model deteksi otomatis penggunaan APD di area pelabuhan dengan menggunakan algoritma YOLOv8. Hasil dari perancangan model ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem pengawasan K3 yang lebih efisien dan akurat, serta diharapkan dapat berkontribusi dalam menurunkan risiko kecelakaan kerja di area pelabuhan dengan pemantauan yang lebih efektif. Dengan fokus pada tahap perancangan model, penelitian ini juga memberikan dasar untuk penelitian lebih lanjut dalam mengimplementasikan sistem deteksi otomatis penggunaan APD di lingkungan kerja.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, penelitian ini dilakukan untuk membuat suatu pemodelan dalam mendeteksi alat pelindung diri (APD) dengan menggunakan algoritma *You Only Look Once* (YOLO) dengan studi kasus pada PT Krakatau Bandar Samudera (Krakatau *International Port*) dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang model deteksi menggunakan algoritma YOLOv8 untuk mengenali penggunaan alat pelindung diri (APD) di area pelabuhan?
2. Bagaimana menguji performa model deteksi penggunaan APD pada pekerja di area pelabuhan yang telah dirancang?

1.3 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah yang sudah dipaparkan, tujuan dilakukannya penelitian ini adalah, sebagai berikut:

1. Merancang model deteksi penggunaan alat pelindung diri (APD) di area pelabuhan dengan menggunakan algoritma YOLOv8.
2. Menguji performa model deteksi penggunaan alat pelindung diri (APD) di area pelabuhan yang telah dirancang menggunakan algoritma YOLOv8.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian ini yaitu:

1. Hasil akhir dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang *computer vision* dan *deep learning* untuk mendeteksi kepatuhan para pekerja dalam penggunaan APD di lingkungan pelabuhan.
2. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan pengembangan model *computer vision* dan *deep learning* dalam sistem deteksi penggunaan APD.
3. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan model deteksi penggunaan APD berbasis algoritma YOLOv8 yang dapat digunakan sebagai dasar dalam pengembangan sistem pemantauan otomatis.

4. Diharapkan hasil akhir penelitian ini dapat digunakan sebagai studi awal untuk memberikan gambaran bagi sektor lain yang ingin mengembangkan teknologi serupa dalam sistem pengawasan APD otomatis.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada cakupan perancangan dan evaluasi performa model deteksi penggunaan APD menggunakan YOLOv8, penelitian ini tidak mencakup implementasi langsung pada sistem PT Krakatau Bandar Samudera (*Krakatau International Port*). Dataset APD yang menjadi objek deteksi dalam penelitian ini hanya meliputi *helmet*, *safety vest*, dan *safety shoes*, yang sesuai dengan standar keselamatan kerja yang berlaku di area pelabuhan PT Krakatau Bandar Samudera, jumlah dataset yang digunakan sebanyak 1068 data gambar. Dataset tersebut akan dilabeli secara manual menggunakan bantuan *website Roboflow* untuk memastikan kualitas data dalam proses pelatihan model. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini dikumpulkan secara langsung di area pelabuhan dengan dokumentasi menggunakan kamera *smartphone*, dataset yang didokumentasi berupa gambar pekerja dengan berbagai kondisi penggunaan APD dan dataset publik dari *website Roboflow*. Model prediksi yang telah dirancang akan diimplementasikan kedalam *website* sederhana sebagai pengujian akhir model dan simulasi aplikasi penggunaannya.