

ABSTRAK

Keamanan dan keselamatan pekerja merupakan aspek krusial di sektor industri berisiko tinggi seperti konstruksi, pertambangan, dan manufaktur. Walaupun Alat Pelindung Diri (APD) tidak sepenuhnya menghilangkan risiko, pemakaian helm dan rompi keselamatan dapat meminimalkan dampak cedera. Namun kesadaran pekerja dalam penggunaan APD sering rendah, sehingga dibutuhkan sistem otomatis untuk memantau kepatuhan secara *real-time*. Penelitian ini bersifat kuantitatif dan memanfaatkan data sekunder dari Kaggle serta Roboflow. Sistem dikembangkan menggunakan bahasa Python dengan antarmuka Streamlit pada aplikasi web lokal. Model deteksi YOLOv8 dilatih untuk mengenali empat kelas objek *helmet*, *no_helmet*, *vest*, dan *no_vest* yang kemudian digabungkan dengan algoritma pelacakan DeepSORT untuk mengikuti pergerakan objek dalam video.

Hasil pengujian pada data *testing* eksternal menunjukkan model mencapai *mean Average Precision* (mAP50) sebesar 90,7%, mengindikasikan performa deteksi yang sangat baik pada kondisi objek berputar, tumpang tindih, dan jarak jauh. Meskipun demikian, terdapat 22 citra rompi yang salah diklasifikasi sebagai *no_vest* kemungkinan akibat bentuk *vest* tidak sempurna atau overlap dengan objek lain. Selama fase *training*, model memperoleh akurasi 86%, *precision* 94,8%, dan *recall* 92%, serta mAP50 sebesar 96% pada data validasi. Pada pengujian independen mAP50 mencapai 91%, membuktikan ketahanan model terhadap variasi kondisi lapangan.

Kesimpulannya, integrasi YOLOv8 dan DeepSORT berhasil menyelesaikan tugas deteksi dan pelacakan APD dalam satu proses *end-to-end*, tanpa memisahkan tahap deteksi dan *tracking*. Sistem ini menawarkan solusi efektif untuk meningkatkan kepatuhan penggunaan APD di lapangan, dengan rekomendasi perbaikan mencakup penambahan data pada kondisi pencahayaan ekstrem, overlap objek, dan optimasi varian YOLOv8 ringan untuk perangkat edge.

Kata kunci: deteksi objek, DeepSORT, YOLOv8, alat pelindung diri, *real-time*.

ABSTRACT

Worker safety is a critical concern in high-risk industries such as construction, mining, and manufacturing. Although Personal Protective Equipment (PPE) cannot eliminate all hazards, proper use of helmets and safety vest significantly reduces injury severity. Low compliance with PPE usage motivates an automated real-time monitoring system. This study adopts a quantitative approach using secondary image data from Kaggle and Roboflow. A Python-based surveillance system was developed and deployed as a local web application via Streamlit. We trained a YOLOv8 model to detect four classes helmet, no_helmet, vest, and no_vest and integrated its outputs with DeepSORT for object tracking in video streams.

On an external test set, the system achieved a mean Average Precision at IoU = 0.5 (mAP50) of 90.7%, demonstrating robust performance under varied object poses, occlusions, and distances. During training, YOLOv8+DeepSORT yielded an overall accuracy of 86%, precision of 94.8%, recall of 92%, and mAP50 of 96% on validation data. For out-of-sample scenarios, mAP50 reached 91%. Misclassifications such as 22 vest instances labeled as no_vest were attributed to incomplete vest shapes or overlap between workers.

In conclusion, the integrated YOLOv8 and DeepSORT pipeline successfully performs end-to-end PPE detection and tracking in real time without separate detection and tracking stages. Future work should expand the dataset to cover extreme lighting, heavy occlusion, and edge-device deployment, and explore adaptive thresholds and lighter model variants for on-site safety monitoring.

Keywords: *Object detection, tracking DeepSORT, YOLOv8, personal protective equipment, real-time.*