

ANALISIS KINERJA MODEL YOLOv8 UNTUK MONITORING KEPATUHAN PENGGUNAAN SEPATU SAFETY PADA PETUGAS PEMADAM KEBAKARAN

Stephen Setyawan^{1*}, Eka Puji Widiyanto²

^{1,2}Universitas Multi Data Palembang; Jl. Rajawali No.14, 9 Ilir, Kec. Ilir Tim. II, Kota Palembang, Sumatera Selatan 30113, Telp. (0711) 376400

Keywords:

Firefighters; Monitoring; PPE (Personal Protective Equipment); Safety Shoes; YOLOv8.

Correspondent Email:

stephens12@mhs.mdp.ac.id

Abstrak. Kepatuhan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) seperti sepatu *safety* merupakan tantangan krusial di lingkungan kerja berisiko tinggi, termasuk pada petugas pemadam kebakaran. Kelalaian dalam penggunaan APD menjadi salah satu penyebab utama kecelakaan kerja. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja model *object detection* YOLOv8 dalam mengembangkan sistem *monitoring real-time* untuk mendeteksi penggunaan sepatu *safety*. Metode penelitian mencakup perancangan sistem, pengumpulan *dataset* citra, pelatihan model YOLOv8, dan pengujian performa menggunakan metrik standar. Hasil analisis kinerja menunjukkan performa model yang sangat baik, dengan *precision* mencapai 97%, *recall* 94,9%, dan *mean Average Precision* (mAP) sebesar 97,5%. Selain itu, pengujian fungsional sistem menghasilkan tingkat kepuasan pengguna sebesar 90%. Hasil ini mengindikasikan bahwa YOLOv8 adalah metode yang efektif dan andal untuk otomatisasi pengawasan, serta berpotensi besar untuk meminimalisir kecelakaan kerja akibat kelalaian penggunaan APD.



Copyright © JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstract. Compliance with Personal Protective Equipment (PPE), such as safety shoes, is a crucial challenge in high-risk work environments, including for firefighters. Negligence in PPE usage is a leading cause of workplace accidents. This study aims to analyze the performance of the YOLOv8 object detection model in a real-time monitoring system designed to detect the use of safety shoes. The research method includes system design, image dataset collection, YOLOv8 model training, and performance evaluation using standard metrics. The performance analysis shows excellent model performance, achieving a precision of 97%, recall of 94.9%, and a mean Average Precision (mAP) of 97.5%. Furthermore, functional testing of the system resulted in a 90% user satisfaction rate. These results indicate that YOLOv8 is an effective and reliable method for automated monitoring and has great potential to minimize workplace accidents caused by negligence in PPE use.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di era digital telah memberikan dampak yang signifikan dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Teknologi berperan penting dalam meningkatkan efisiensi, akurasi, dan keselamatan kerja di berbagai sektor industri [1]. Salah satu penerapan penting teknologi digital adalah dalam kegiatan

monitoring atau pemantauan aktivitas kerja, termasuk pemantauan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) yang berfungsi untuk memastikan keselamatan pekerja di lapangan.

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan aspek penting yang wajib diperhatikan dalam dunia kerja. Salah satu komponen APD yang sangat krusial adalah

sepatu keselamatan (*safety shoes*), yang dirancang untuk melindungi kaki pekerja dari risiko cedera akibat benda berat, benda tajam, atau kondisi lingkungan kerja yang berbahaya [2]. Berdasarkan Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2010 tentang Alat Pelindung Diri, setiap pekerja wajib menggunakan APD sesuai dengan potensi bahaya di tempat kerja.

Namun, permasalahan masih sering muncul di lapangan. Banyak pekerja tidak menggunakan APD dengan alasan ketidaknyamanan, beban berat, atau suhu tubuh meningkat saat bekerja [3]. Kondisi ini berdampak pada meningkatnya angka kecelakaan kerja. Berdasarkan data BPJS Ketenagakerjaan tahun 2023, tercatat sebanyak 360.635 kasus klaim Jaminan Kecelakaan Kerja (JKK) dan 121.531 kasus Jaminan Kematian (JKM), di mana sekitar 37% kecelakaan terjadi akibat pekerja tidak menggunakan APD, termasuk sepatu keselamatan [4]. Hal ini menunjukkan bahwa kepatuhan penggunaan APD masih menjadi tantangan besar dalam penerapan K3 di Indonesia.

Beberapa studi sebelumnya telah berupaya meningkatkan pengawasan terhadap penggunaan APD dengan pendekatan teknologi. Misalnya, penelitian berbasis *Computer Vision* telah digunakan untuk deteksi helm dan rompi keselamatan di area konstruksi menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN). CNN dikenal efektif dalam pengenalan dan klasifikasi objek berbasis citra karena kemampuannya mempelajari fitur visual kompleks secara hierarkis. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada deteksi helm atau rompi keselamatan, sedangkan deteksi penggunaan sepatu *safety* masih jarang dieksplorasi secara mendalam. Selain itu, banyak instansi atau lembaga, seperti Dinas Pemadam Kebakaran Palembang dan perusahaan di sektor teknik (*engineering*), masih melakukan pemantauan APD secara manual, yang berpotensi menimbulkan ketidakefisienan dan keterlambatan deteksi pelanggaran.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini menawarkan solusi berupa pengembangan sistem perangkat lunak berbasis *You Only Look Once* (YOLO) untuk mendeteksi penggunaan sepatu *safety* secara otomatis melalui citra digital. Penelitian ini

memiliki kebaruan (*novelty*) pada fokus objek yang dideteksi yaitu sepatu keselamatan yang sebelumnya belum banyak dibahas dalam konteks deteksi APD otomatis. Selain itu, penelitian ini juga menekankan penerapan model YOLO pada konteks lokal, khususnya di lingkungan kerja dan institusi pendidikan vokasi seperti SMK, yang memiliki kebutuhan tinggi terhadap pengawasan keselamatan kerja.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sepatu Safety

Sepatu *safety* merupakan alat pelindung diri (APD) yang penting untuk melindungi pekerja dari berbagai risiko di tempat kerja, termasuk risiko cedera dari benda jatuh atau gangguan lain yang dapat membahayakan kaki. Sepatu ini dirancang dengan fitur-fitur khusus seperti pelindung jari, sol anti-slip, dan bahan yang tahan terhadap berbagai zat berbahaya [2]. Pemakaiannya wajib dalam banyak industri, terutama yang memiliki potensi tinggi terhadap kecelakaan, seperti konstruksi dan manufaktur [5].

2.2 Computer Vision

Computer vision adalah cabang ilmu komputer yang memungkinkan mesin untuk memahami dan menginterpretasikan informasi visual dari dunia, mirip dengan cara manusia merasakan. Teknologi ini sangat penting dalam berbagai aplikasi di berbagai domain seperti manufaktur, pertanian, dan keselamatan.

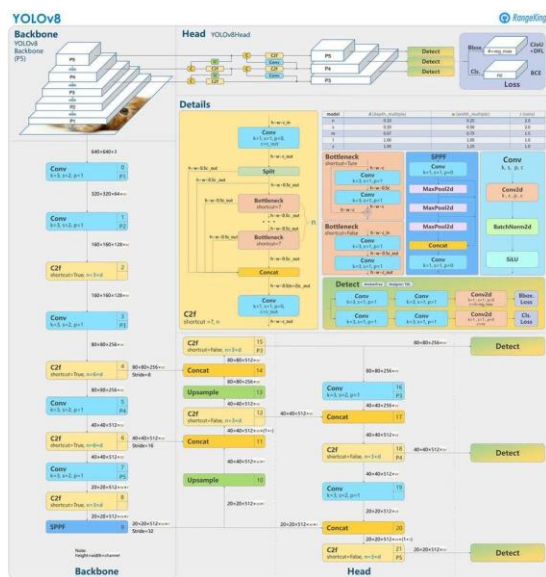
Dalam konteks *computer vision*, informasi visual dapat berasal dari berbagai sumber, seperti gambar, video, citra medis, data sensor optik, dan lainnya. *Computer vision* bertujuan untuk meniru cara kerja sistem visual manusia (*human vision*) [6].

Kemajuan signifikan dalam bidang ini telah didorong oleh pembelajaran mesin, khususnya algoritma pembelajaran dalam seperti jaringan saraf konvolusional (CNN), yang telah menunjukkan keberhasilan yang luar biasa dalam melatih model-model *computer vision* menggunakan *dataset* yang besar [7].

2.3 YOLOv8

YOLO merupakan sebuah algoritma pengenalan objek yang dirilis pada tahun 2015 oleh Joseph Redmon. Algoritma YOLO ini menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk memproses suatu

gambar dalam satu lintasan maju. Algoritma ini juga dapat memprediksi kotak pembatas objek dan probabilitas kelas tersebut secara real-time [8]. YOLOv8 merupakan salah satu versi dari YOLO yang dirilis pada tahun 2020 dan model ini dikembangkan oleh Ultralytics. Model ini mengalami beberapa peningkatan dari versi sebelumnya terutama di bagian arsitekturnya. Arsitektur YOLOv8 dapat dilihat pada Gambar 1.

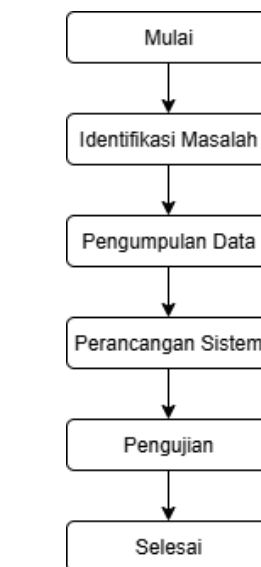


Gambar 1. Arsitektur YOLOv8

YOLOv8 terdiri dari jaringan tulang punggung (*backbone network*), leher (*neck*), dan kepala (*head*). *Backbone network* menggunakan FPN (*Feature Pyramid Network*) untuk mengekstraksi fitur dari input gambar, *neck* menggunakan sekumpulan CLC (*Cross-Layer Connection*) untuk menyempurnakan fitur, dan *head* mengambil fitur yang disempurnakan sebelumnya untuk memprediksi *bounding box*, nilai *confidence*, dan akurasi untuk sebuah objek pada citra [9].

3. METODE PENELITIAN

Pada bagian metode penelitian ini dijelaskan tahapan pelaksanaan yang telah dilakukan. Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur Penelitian

3.1. Identifikasi Masalah

Untuk memperkuat pemahaman terhadap permasalahan yang ada, dilakukan kegiatan wawancara di beberapa lingkungan kerja dan institusi pendidikan vokasi yang memiliki kebutuhan tinggi terhadap pengawasan keselamatan kerja. Wawancara tersebut dilaksanakan di tiga lokasi, yaitu SMK YP Gajah Mada Palembang, Dinas Pemadam Kebakaran Kota Palembang, dan Palembang Square Mall. Hasil wawancara ini digunakan sebagai dasar dalam merumuskan latar belakang dan kebutuhan pengembangan perangkat lunak. Selain itu, peneliti juga melakukan kajian literatur dengan menelaah berbagai jurnal dan artikel yang relevan untuk memperdalam pemahaman terkait permasalahan penggunaan alat pelindung diri di lingkungan kerja.

3.2. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, proses pengumpulan *dataset* dilakukan secara manual. *Dataset* untuk sistem *monitoring* sepatu *safety* diperoleh melalui beberapa tahapan. Pengambilan data dilakukan langsung di kantor Pemadam Kebakaran dengan cara menata sepatu *safety* secara berbaris dan diberi jarak antar sepatu. Selanjutnya, sepatu direkam dari berbagai sudut, dimulai dari sisi samping dalam jarak dekat, kemudian perlahan menjauh sambil memutar sepatu. Video yang dihasilkan kemudian diubah menjadi kumpulan *frame* untuk dilakukan pelabelan. Total *dataset* yang

diperoleh berjumlah 1772 gambar, yang kemudian dibagi menjadi tiga bagian, yaitu 70% untuk data *training*, 20% untuk data *validation*, dan 10% untuk data *testing*. Sebelum digunakan dalam pelatihan model, setiap gambar melalui proses *preprocessing* dengan mengubah ukuran menjadi 640x640 piksel agar sesuai dengan kebutuhan sistem.

3.3. Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan melalui proses perencanaan yang terstruktur dan terperinci untuk memastikan sistem yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan serta tujuan yang telah ditetapkan. Rancangan ini berfungsi sebagai pedoman dalam tahap implementasi agar pengembangan sistem berjalan secara terarah. Model rancangan aplikasi ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Rancangan Sistem

Data masukan berasal dari rekaman video kamera pengawas. Selanjutnya, data tersebut diproses menggunakan teknologi *computer vision* dengan menerapkan metode YOLOv8 yang diimplementasikan dalam bahasa pemrograman Python. Melalui proses ini, sistem akan mengenali objek berupa manusia, kemudian menentukan apakah orang tersebut menggunakan sepatu *safety* atau tidak. Hasil deteksi tersebut ditampilkan pada monitor dalam bentuk visualisasi yang menunjukkan status pemakaian sepatu *safety*.

3.4. Pengujian

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, dapat dihitung nilai *precision* dan *recall* menggunakan rumus pada Persamaan 1 dan Persamaan 2.

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (1)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (2)$$

Precision menunjukkan tingkat ketepatan antara data sebenarnya dengan hasil prediksi yang dihasilkan oleh model [10].

Recall menggambarkan kemampuan model dalam menemukan kembali data atau objek yang relevan dari seluruh data yang ada [11]. Dari kedua metrik tersebut, kemudian dihitung nilai *average precision* (AP) untuk setiap kelas, dan hasil rata-ratanya digunakan untuk memperoleh nilai *mean Average Precision* (mAP). Rumus perhitungan mAP dapat dilihat pada Persamaan 3.

$$mAP = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n AP_i \quad (3)$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini dilakukan dua jenis pengujian, yaitu pengujian model dan pengujian aplikasi. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa aplikasi yang dikembangkan dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan harapan.

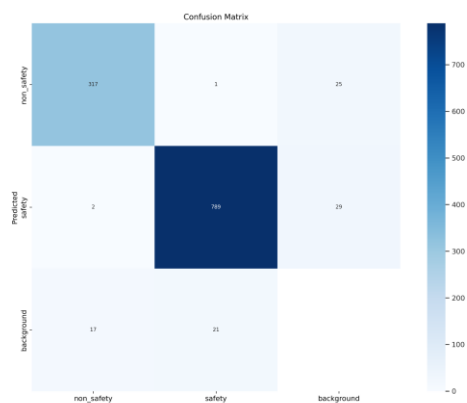
4.1. Pengujian Model

Dalam pengujian model dilakukan dua kali pengujian dengan menggunakan model yolov8l dengan *hyperparameter image size* 640x640, *epoch* 100 dan 125, *batch size* 8 dan *optimizer Stochastic Gradient Descent* (SGD). Hasil dari kedua proses *training data* ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian Model

Epoch	Batch Size	Precision	Recall	mAP
100	8	0.97	0.949	0.975
125	8	0.955	0.95	0.975

Dari kedua hasil proses *train*, model dengan *hyperparameter epoch* 100 mendapatkan hasil yang lebih baik dengan nilai *precision* 0.97, *recall* 0.949, dan mAP 0.975. Dikarenakan nilai *precision* yang lebih tinggi membuat model melakukan akurasi yang lebih akurat. Hasil *confusion matrix* pada pengujian model yang ditunjukkan pada Gambar 4.

Gambar 4. *Confusion Matrix* Pengujian Model

4.2. Pengujian Aplikasi

Pada pengujian aplikasi, dilakukan tiga kali pengujian dengan memanfaatkan video petugas pemadam kebakaran yang di *input* ke dalam aplikasi. Pengujian dilakukan untuk melihat hasil deteksi sepatu *safety*, apakah sesuai dari aktual dengan aplikasi yang dikembangkan. Hasil dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 5. Pengujian Model 5



Gambar 6. Pengujian Model 2



Gambar 7. Pengujian Model 3

Berdasarkan Gambar 5, Gambar 6, dan Gambar 7, hasil pengujian aplikasi ditunjukkan pada Tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2. Pengujian Aplikasi

Gambar	Aktual	Hasil Deteksi	Keterangan
Gambar 5	Objek sepatu <i>safety</i>	Terdeteksi sepatu <i>non safety</i> pada sepatu <i>safety</i>	Model salah mendeteksi sepatu <i>safety</i> karena terlihat sama dengan <i>non safety</i>
Gambar 6	Dua objek <i>safety</i> dan <i>non safety</i>	Terdeteksi <i>safety</i> dan <i>non safety</i>	Model berhasil mendeteksi sepatu <i>safety</i> dan <i>non safety</i>
Gambar 7	Mendeteksi objek sepatu <i>safety</i>	Tidak mendeteksi sepatu <i>safety</i>	Model tidak mendeteksi karena objek terlalu jauh

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Aplikasi yang dikembangkan mampu mendeteksi sepatu *safety* dengan baik dan

- cepat, dengan waktu pemrosesan sekitar 0,175 detik.
2. Beberapa sepatu tidak terdeteksi secara optimal karena dipengaruhi oleh jarak objek yang terlalu jauh dari kamera, kondisi pencahayaan yang kurang baik, serta posisi objek yang menghadap langsung ke kamera sehingga menyebabkan kesalahan deteksi.
 3. Pengujian model dilakukan melalui beberapa percobaan, dan hasil terbaik menunjukkan nilai *precision* sebesar 97%, *recall* sebesar 94,9%, serta mAP mencapai 97,5%.
 4. Secara keseluruhan, tingkat akurasi aplikasi mencapai 90%, yang menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan deteksi sepatu *safety* dengan performa yang baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Y. Siregar dan I. P. Nasution, "Development of information technology on increasing business online," *Jurnal Ilmiah Manajemen dan Bisnis*, vol. 2, no. 1, hlm. 71–75, 2020.
- [2] M. Alfian, H. L. Wijayanto, K. Kadriadi, dan M. Jafar, "Sistem Transmisi pada Mesin Pembersih Sepatu Safety Semi Otomatis," *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, vol. 23, no. 1, hlm. 1080, Feb 2023, doi: 10.33087/jiubj.v23i1.3086.
- [3] M. Zhong dan F. Meng, "A YOLOv3-based non-helmet-use detection for seafarer safety aboard merchant ships," *J Phys Conf Ser*, vol. 1325, no. 1, hlm. 012096, Okt 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1325/1/012096.
- [4] F. L. A. Saputra, "Kecelakaan kerja makin marak dalam lima tahun terakhir," <https://www.bpjsketenagakerjaan.go.id/>.
- [5] R. Rusdin dan O. B. Lobo, "PELATIHAN WELDING SMAW 1G DAN 2F PADA MASYARAKAT KELOMPOK NELAYAN GUNA MENINGKATKAN KETERAMPILAN KOMPETENSI DI KABUPATEN FAKFAK," *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, vol. 8, no. 1, hlm. 797, Feb 2024, doi: 10.31764/jmm.v8i1.20376.
- [6] N. Khairunisa, Carudin, dan A. Jamaludin, "ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA CNN DAN YOLO DALAM MENGIDENTIFIKASI KERUSAKAN JALAN," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 3, Agu 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3.4434.
- [7] K. Man dan J. Chahl, "A Review of Synthetic Image Data and Its Use in Computer Vision," *J Imaging*, vol. 8, no. 11, hlm. 310, Nov 2022, doi: 10.3390/jimaging8110310.
- [8] Y. Yanto, F. Aziz, dan I. Irmawati, "YOLO-V8 PENINGKATAN ALGORITMA UNTUK DETEKSI PEMAKAIAN MASKER WAJAH," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 7, no. 3, hlm. 1437–1444, Okt 2023, doi: 10.36040/jati.v7i3.7047.
- [9] N. Akbar dan A. Rahman, "Pengaruh Image Size pada Penghitung Jumlah Orang Dalam Ruangan Menggunakan Metode YOLOv8," *Jurnal Algoritme*, vol. 5, no. 2, hlm. 176–187, Apr 2025, doi: 10.35957/algoritme.v5i2.9035.
- [10] U. Khairani, V. Mutiawani, dan H. Ahmadian, "Pengaruh Tahapan Preprocessing Terhadap Model Indobert Dan Indobertweet Untuk Mendeteksi Emosi Pada Komentar Akun Berita Instagram," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 11, no. 4, hlm. 887–894, Agu 2024, doi: 10.25126/jtiik.1148315.
- [11] T. Tukino dan A. R. Hakim, "ANALISIS SENTIMEN OBJEK WISATA DI GOOGLE MAPS MENGGUNAKAN METODE DECISION TREE," *Computer Based Information System Journal*, vol. 12, no. 1, hlm. 122–130, Mar 2024, doi: 10.33884/cbis.v12i1.8456.