

IMPLEMENTASI FRAMEWORK YOU ONLY LOOK ONCE VERSI 8 (YOLOv8) PADA DETEKSI CITRA ALAT PELINDUNG DIRI (APD)

Urip Bahtiar¹, Fathulloh², Khurotul Aeni³

^{1,2,3}Program Studi Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Peradaban.

uripbahtiar13@gmail.com, fathul.peradaban@gmail.com, khaeni@gmail.com

Jl. Raya Pagojengan Km 3 Paguyangan, Brebes, Jawa Tengah, 52276

Keywords:

personal protective equipment, object detection, yolov8, machine learning

Abstract

Personal Protective Equipment (PPE) is essential for protecting workers from potential hazards in the workplace. However, awareness and compliance with PPE usage in Indonesia remain low, contributing to a high rate of workplace accidents. To reduce the risk caused by negligence in using PPE, this research proposes a monitoring system using the YOLOv8 object detection method. YOLOv8 is known for its high speed and accuracy in detecting and classifying objects. In this study, YOLOv8 is implemented to detect seven classes of PPE: helmets, masks, goggles, face shields, gloves, vests, and safety shoes. The system was tested using 324 testing data and achieved an accuracy of 79.60%. In real-time testing with 20 trials, the system obtained an accuracy of 85.71%. These results demonstrate that the YOLOv8 framework is effective for PPE detection in workplace environments. The system has the potential to be integrated into industrial safety protocols to ensure workers comply with PPE regulations and to help reduce the number of work-related accidents.

Kata Kunci:

alat pelindung diri, objek deteksi, yolov8, machine learning

Abstrak

Alat Pelindung Diri (APD) sangat penting untuk melindungi pekerja dari potensi bahaya di tempat kerja. Namun, kesadaran dan kepatuhan terhadap penggunaan APD di Indonesia masih rendah, sehingga menyebabkan tingginya angka kecelakaan kerja. Untuk mengurangi risiko yang disebabkan oleh kelalaian dalam penggunaan APD, penelitian ini mengusulkan sistem pemantauan menggunakan metode deteksi objek YOLOv8. YOLOv8 dikenal dengan kecepatan dan akurasinya yang tinggi dalam mendekripsi dan mengklasifikasikan objek. Dalam penelitian ini, YOLOv8 diimplementasikan untuk mendekripsi tujuh kelas APD: helm, masker, kacamata, pelindung wajah, sarung tangan, rompi, dan sepatu keselamatan. Sistem ini diuji menggunakan 324 data pengujian dan mencapai akurasi 79,60%. Dalam pengujian waktunya dengan 20 kali percobaan, sistem memperoleh akurasi 85,71%. Hasil ini menunjukkan bahwa kerangka kerja YOLOv8 efektif untuk deteksi APD di lingkungan tempat kerja. Sistem ini berpotensi untuk diintegrasikan ke dalam protokol keselamatan industri untuk memastikan pekerja mematuhi peraturan APD dan untuk membantu mengurangi jumlah kecelakaan terkait pekerjaan.

Pendahuluan

Keselamatan dan kesehatan kerja mencakup berbagai tindakan untuk melindungi serta menjaga para pekerja dari risiko kecelakaan dan penyakit akibat kelalaian di tempat kerja[1]. Pemerintah Pusat telah menyiapkan masalah ini dengan serius dan mengeluarkan Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012 tentang Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (SMK3), yang mengharapkan pengelola menjalankan peraturan tersebut sesuai prinsip kesehatan dan keselamatan kerja untuk menetapkan dan melindungi area kerja guna meningkatkan efisiensi para pekerja.

Alat pelindung diri (APD) adalah perangkat yang harus digunakan oleh para tenaga kerja untuk melindungi seluruh atau sebagian badan mereka dari ancaman kecelakaan di tempat kerja[2].

Pemakaian APD oleh tenaga kerja saat bekerja merupakan salah satu cara untuk meminimalkan ancaman bahaya di lingkungan kerja[3].

Kecelakaan kerja terjadi akibat rendahnya tingkat kesadaran para tenaga kerja akan pentingnya menerapkan sistem kesehatan dan keselamatan kerja[4]. Berdasarkan data dari BPJS Ketenagakerjaan (bpjsketenagakerjaan.go.id) kecelakaan pada tempat kerja semakin meningkat dalam rentang waktu lima tahun terakhir, dimulai pada tahun 2019 angka klaim kecelakaan kerja sebanyak 182.835. Pada tahun 2020 jumlah tersebut meningkat 21%, pada rentang waktu tahun 2020 sampai dengan tahun 2021 jumlah klaim JKK meningkat 5,70%, pada periode tahun 2021 sampai dengan 2022 jumlah kecelakaan kerja semakin meningkat menjadi 27% dari tahun sebelumnya, dan terakhir pada tahun 2023 jumlah kecelakaan kerja meningkat sebanyak 25%.

Artificial Intelligence (AI) atau kecerdasan buatan saat ini sangat populer. Teknologi ini telah dimanfaatkan oleh berbagai sektor industri, seperti bidang kesehatan, finansial dan lain sebagainya[5]. Salah satu implementasi kecerdasan buatan yang sering digunakan adalah bidang *computer vision*. *Computer vision* adalah kemampuan komputer yang dirancang untuk mengenali objek sehingga dapat menampilkan objek secara digital serta mengumpulkan data visual. Teknologi ini memungkinkan komputer melakukan sejumlah tugas yang sulit atau tidak dapat dilakukan oleh manusia[6]. Salah satu metode yang umum diterapkan dalam *computer vision* adalah deteksi objek.

Deteksi objek adalah proses yang digunakan untuk mengenali keberadaan objek tertentu dalam sebuah citra digital[7]. Terdapat banyak sekali algoritma atau metode untuk melakukan tugas deteksi objek yang bisa digunakan. Salah satunya metode YOLO (*You Only Look Once*). Algoritma YOLO (*You Only Look Once*) merupakan metode yang dirancang untuk dapat melakukan tugas deteksi objek bahkan secara *real-time*. Proses deteksi dijalankan dengan memanfaatkan pendekatan *repurpose classifier* atau *localizer*. Metode ini diaplikasikan pada sebuah gambar di berbagai lokasi dan skala, kemudian wilayah gambar yang memiliki skor tertinggi akan diidentifikasi sebagai hasil deteksi[8].

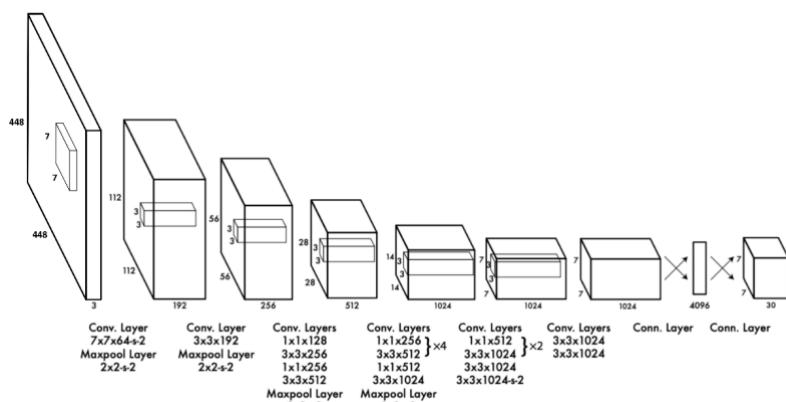
Terdapat banyak sekali penelitian yang membahas tentang tugas deteksi APD, salah satunya penelitian yang dilakukan pada tahun 2021 oleh Miftachul Ulum dkk, dengan judul “Rancang Bangun Sistem Pendekripsi Alat Pelindung Diri (APD) Berbasis *Image Processing*”. Penelitian ini menggunakan pendekatan model CNN untuk mendekripsi APD, penelitian ini mendapatkan akurasi sebesar 75%[9].

Landasan Teori

1. *You Only Look Once* (YOLO)

YOLO merupakan metode jaringan konvolusi yang menyediakan teknik deteksi objek secara *realtime*. YOLO merupakan jaringan konvolusi tunggal yang membagi citra masukan ke dalam satu sel *grid*, metode ini sangat berbeda dengan metode klasifikasi citra dan deteksi wajah, setiap sel *grid* pada metode YOLO ini bertugas untuk menentukan nilai probabilitas dan kotak pembatas pada setiap sisi objek[10].

Arsitektur YOLO terdiri dari 24 lapisan konvolusi (*convolutional layer*) dan 2 lapisan *fully connected*. Beberapa lapisan konvolusi menggunakan lapisan pengurangan 1×1 untuk menggantikan fungsi pengurangan kedalaman peta fitur (*feature maps*)[11].



Gambar 1. Arsitektur YOLO (Sumber : Joshep Redmon)

YOLO membagi citra masukkan menjadi *grid* yang berukuran $S \times S$. Jika pusat objek berada dalam salah satu sel *grid*, sel tersebut bertugas mendeteksi objek tersebut. Setiap sel *grid* menghasilkan prediksi berupa B kotak pembatas dan nilai kepercayaan untuk setiap kotak. Nilai kepercayaan ini menunjukkan keyakinan model bahwa kotak tersebut mengandung objek, serta tingkat akurasi prediksinya terhadap lokasi kotak tersebut[12].



Gambar 2. Ilustrasi cara kerja algoritma YOLO

Non-Maximum Suppression (NMS) merupakan salah satu teknik utama dalam metode YOLO, yang bertugas sebagai langkah setelah pemrosesan untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam deteksi objek[12]. *Non-Maximum Suppression* (NMS) memiliki tugas untuk menghapus kotak pembatas dengan nilai kepercayaan yang sangat minim, oleh karena itu hanya *bounding box* yang mempunyai skor kepercayaan tinggi yang dapat dipertahankan.

2. Alat Pelindung Diri (APD)

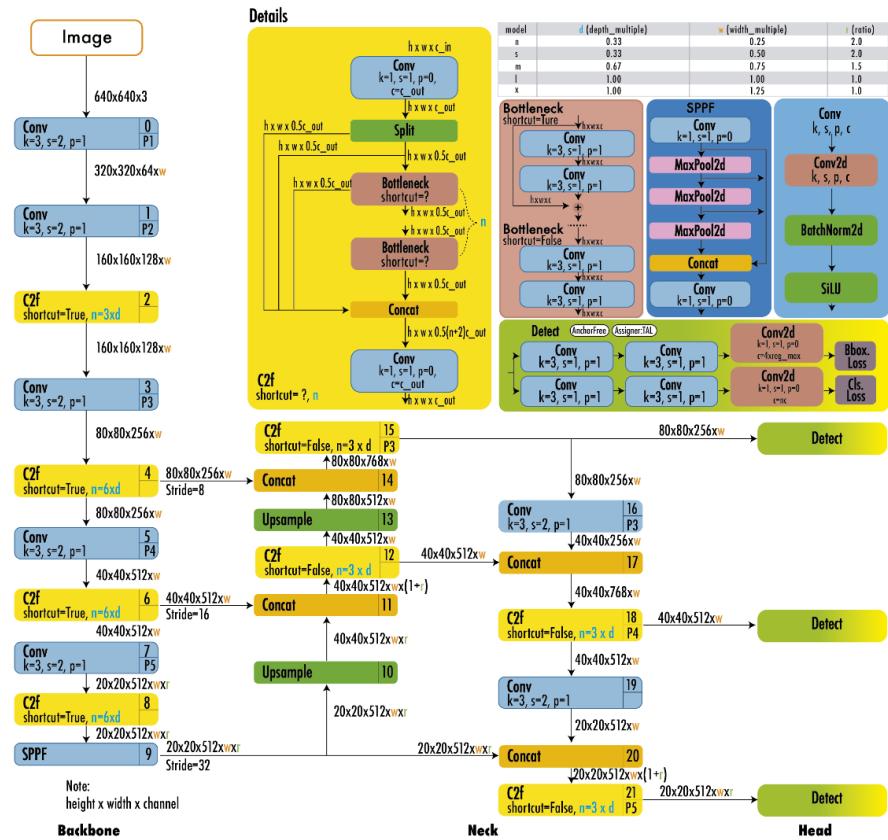
APD adalah perlengkapan keselamatan yang digunakan pekerja untuk melindungi seluruh atau sebagian tubuh dari potensi bahaya di lingkungan kerja, serta mencegah terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja.

3. Convolutional Neural Network (CNN)

CNN merupakan algoritma *deep learning* yang dirancang khusus untuk memproses data berbentuk gambar. Algoritma ini bertujuan untuk menetapkan bobot dan bias yang dapat dipelajari dari berbagai karakteristik dalam gambar, sehingga mampu membedakan satu objek dari objek lainnya. CNN termasuk salah satu arsitektur *neural network* yang banyak diterapkan dalam pemrosesan citra. Secara prinsip, CNN memiliki kesamaan dengan *neural network* pada umumnya, dengan arsitektur yang terdiri dari dua lapisan utama: lapisan *feature learning* dan lapisan *classification*[13].

4. You Only Look Once Versi 8 (YOLOv8)

YOLOv8 merupakan versi yang dikeluarkan pada tahun 2023. Versi ini menghadirkan berbagai perbaikan dibandingkan dengan versi sebelumnya, seperti jaringan *backbone* yang lebih efektif dari versi sebelumnya, dan memiliki kemampuan prediksi pada berbagai ukuran. Arsitektur YOLOv8 memiliki tiga komponen utama yaitu : *backbone*, *neck*, dan *head*. *Backbone* menggunakan pendekatan *Feature Pyramid Network* (FPN) untuk mengekstraksi fitur dari gambar masukan, sementara *neck* mengoptimalkan fitur tersebut melalui *Cross-Layer Connection* (CLC). Selanjutnya, komponen *head* memproses fitur yang telah dioptimalkan untuk memprediksi *bounding boxes* di sekitar objek dan menentukan tingkat akurasi pada setiap objek dalam gambar[12].

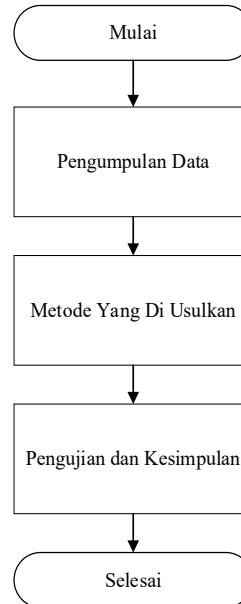


Gambar 3. Model arsitektur YOLOv8 (Sumber :Github/Rangeking)

YOLO mempunyai kelebihan pada saat memproses gambar secara *real-time* yang sangat efisien, serta akurasi yang cukup baik. YOLO versi 8 menawarkan peningkatan kecepatan, akurasi, dan efisiensi dalam deteksi objek dibandingkan dengan versi sebelumnya[14].

Metode

Tahapan penelitian ini terdiri dari pengumpulan data, metode yang diusulkan serta pengujian dan kesimpulan.



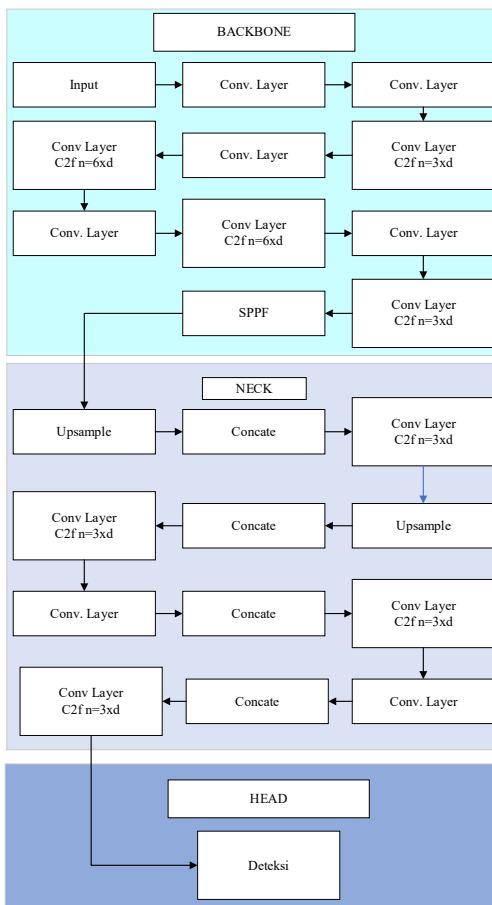
Gambar 4. Tahapan Penelitian

1. Pengumpulan Data

Pengumpulan *dataset* menggunakan data yang sudah tersedia pada platform *Roboflow* (<https://roboflow.com>) serta telah melewati tahap *preprocessing* (anotasi dan pelabelan). Jumlah keseluruhan data yang digunakan mencangkup 3.235 data, yang terdiri dari 7 kelas alat pelindung diri (APD) dengan pembagian data sebesar, 2.264 data latih, 647 data validasi dan 324 data uji.

2. Metode yang Diusulkan

Penelitian ini mengusulkan metode *You Only Look Once versi 8* (YOLOv8), di mana model akan dibangun menggunakan data yang telah diproses. Berdasarkan arsitektur YOLOv8 yang dijelaskan sebelumnya, pelatihan data akan dilaksanakan menggunakan tiga elemen utama dari arsitektur YOLOv8, yaitu *backbone*, *neck*, dan *head* [12]. Pada arsitektur YOLOv8, *backbone* yang digunakan adalah CSPNet, yang berperan dalam mengekstraksi fitur-fitur penting dari gambar masukan. Setelah melalui tahap *backbone*, citra akan diproses pada bagian *neck*, yang terdiri dari lapisan konvolusi tambahan untuk menggabungkan fitur dari berbagai tingkat resolusi. Tujuan dari tahap ini adalah menghasilkan fitur yang lebih padat sekaligus mempertahankan detail informasi yang krusial. Selanjutnya, citra dibagi menjadi sel *grid* untuk memprediksi kotak pembatas (*bounding boxes*). Pada tahap akhir, yaitu *head*, sistem akan menghasilkan *output* akhir berupa prediksi objek dalam bentuk *bounding boxes*.



Gambar 5. Model yang diusulkan

3. Pengujian

Model yang telah dilatih akan dievaluasi menggunakan skenario jarak. Tujuannya adalah untuk mengukur kemampuan model dalam mengenali objek pada jarak yang bervariasi. Kinerja model akan dinilai berdasarkan skor akurasi yang didapatkan pada proses pengujian secara *real-time*, yang akan dihitung menggunakan persamaan (3.1)[15].

$$Akurasi(%) = \frac{\text{Jumlah prediksi yang benar}}{\text{Jumlah total data percobaan}} \times 100\%$$

Hasil dan Pembahasan

1. Pelatihan Model

Pelatihan model YOLOv8 dilakukan dengan menggunakan berbagai parameter yang telah disesuaikan. Parameter-parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter pelatihan

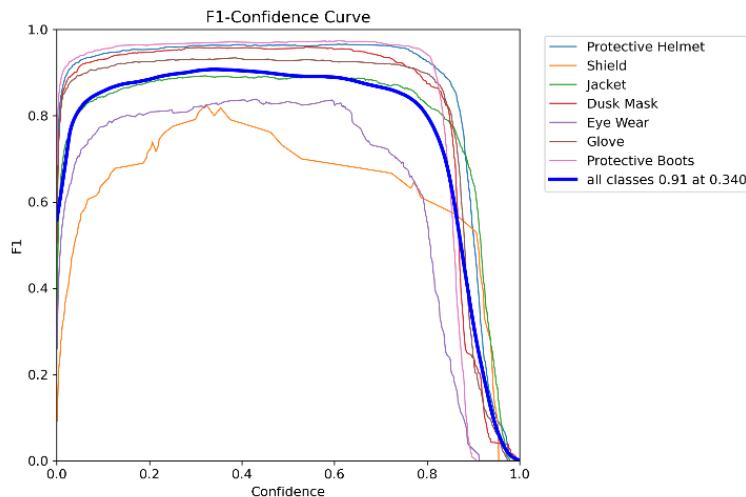
Nama Parameter	Jenis dan Nilai Parameter
<i>Image Size</i>	416
<i>Epoch</i>	50

Proses pelatihan dengan parameter yang telah ditentukan dalam Tabel 1 menghasilkan model sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil pelatihan

Keterangan	Nilai
<i>Epoch</i>	50
<i>Box Loss</i>	0,7155
<i>Class Loss</i>	0,3458
<i>Dfl Loss</i>	0,992
<i>mAP 50</i>	0,927
<i>Map 50-95</i>	0,682

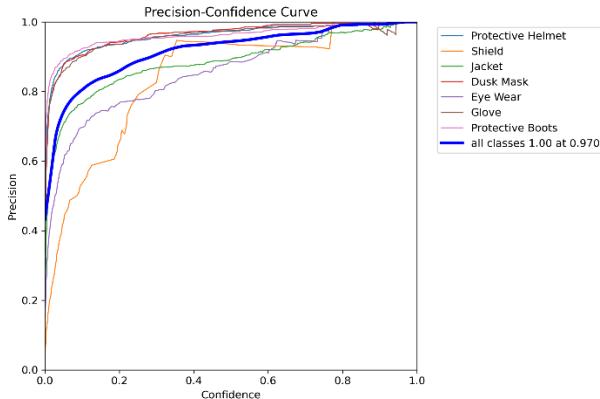
Hasil pelatihan model pada tabel 2, *epoch* terakhir menunjukkan nilai *Box Loss* Sebesar 0,7155 dan *Clas Loss* 0,3458.



Gambar 6. Kurva F1-Score terhadap nilai confidence

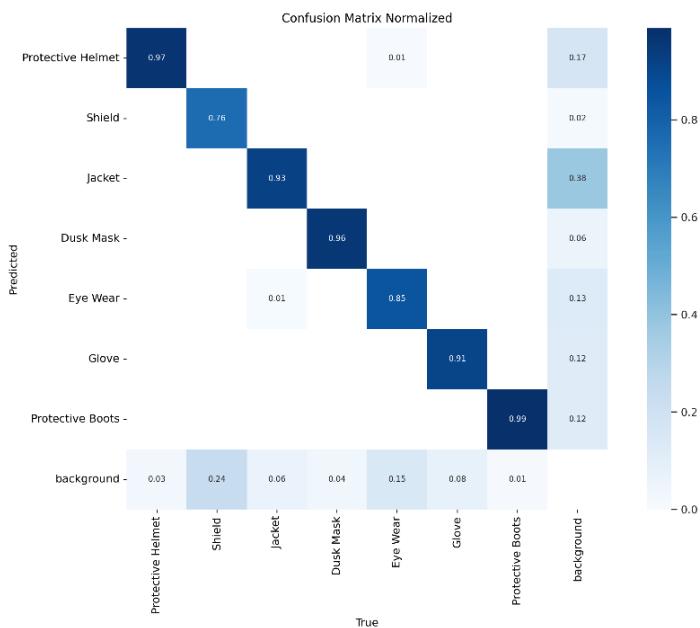
Nilai F1-score merupakan metrik yang menggabungkan presisi dan *recall* untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai kinerja model dalam mengklasifikasikan data. Pada hasil pengujian, nilai F1-score tertinggi yang diperoleh mencapai rata-rata sebesar 0,91 pada nilai *confidence* 0,340. Hal ini menunjukkan bahwa model memberikan keseimbangan terbaik antara ketepatan dan sensitivitas pada *threshold confidence* tersebut.

Selanjutnya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7, kurva presisi mencapai nilai maksimum sebesar 1,00 pada nilai *confidence* 0,970, menandakan bahwa pada *threshold* tersebut model mampu melakukan prediksi positif dengan sangat tepat, meskipun hal ini mungkin mengorbankan *recall*. Pemilihan nilai *confidence threshold* yang tepat sangat penting untuk mengoptimalkan kinerja model sesuai kebutuhan aplikasi, baik yang mengutamakan presisi maupun *recall*.



Gambar 7. Nilai presisi terhadap nilai *confidence*

Setelah proses pengujian menggunakan *dataset* yang sudah ada, hasil pengujian akan ditampilkan dalam bentuk *confusion matrix* yang dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. *Confusion Matrix*

Berdasarkan *confusion matrix* di atas maka nilai akurasi, presisi dan *recall* yang didapatkan adalah sebagai berikut :

a. Akurasi

$$\text{akurasi} = \frac{\text{TP} + \text{TN}}{\text{TP} + \text{FP} + \text{FN} + \text{TN}} \times 100\%$$

Dengan nilai:

- TP (jumlah total true positive) : 6,36
- TN (true negative) : 0
- FP (false positive) : 1,01
- FN (false negative) : 0,62

$$akurasi = \frac{6,36 + 0}{6,36 + 1,01 + 0,62 + 0} \times 100\% = \frac{6,36}{7,99} \times 100\% = 79,60\%$$

b. Presisi

$$\text{Presisi} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FP}} \times 100\% = \frac{6,36}{6,36 + 1,01} \times 100\% = \frac{6,36}{7,37} \times 100\% = 86,31\%$$

c. Recall

$$\text{Recall} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FN}} \times 100\% = \frac{6,36}{6,36 + 0,62} \times 100\% = \frac{6,36}{6,98} \times 100\% = 91,12\%$$

2. Pengujian *realtime*

Pengujian secara langsung dilakukan menggunakan kamera untuk menguji kemampuan model yang telah dilatih sebelumnya dalam mendeteksi APD. Berikut adalah hasil dari pengujian tersebut.

Tabel 3. Hasil pengujian *realtime*

Kelas	Hasil Pengujian <i>Realtime</i>	
	Total Percobaan	Prediksi Benar
Helm Keselamatan	20	20
Face Shield	20	20
Sarung Tangan	20	20
Masker	20	20
Kacamata	20	20
Rompi	20	20
Sepatu Keselamatan	20	0
Total keseluruhan	140	120

Hasil dari pengujian *realtime* akan dihitung menggunakan persamaan berikut ini :

$$Akurasi(\%) = \frac{\text{Jumlah prediksi yang benar}}{\text{Jumlah total data percobaan}} \times 100\% = \frac{120}{140} \times 100 = 85,71\%$$

Kesimpulan dan Saran

1. Kesimpulan

Dalam penelitian ini, penggunaan model YOLOv8 memberikan hasil yang sangat memuaskan. Pengujian dengan 324 data uji menunjukkan akurasi sebesar 79,60%, dengan presisi mencapai 86,31% dan *recall* sebesar 91,12%. Sementara itu, pada pengujian *real-time* yang dilakukan melalui 20 percobaan untuk setiap kelas, diperoleh tingkat akurasi sebesar 85,71%.

2. Saran

Untuk mengembangkan penelitian ini penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut :

- Menambahkan jumlah APD yang lebih bervariasi untuk menambah tingkat akurasi yang lebih baik.
- Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan algoritma YOLO versi terbaru. Dengan digunakannya metode YOLO versi terbaru diharapkan model bisa memperoleh perbedaan yang sangat signifikan, baik dari segi kecepatan deteksi dan akurasinya.

Referensi

- [1] Partahi Lumbangaol, Tiuroma Saragih, And Peri Shandy Hasibuan, "Keselamatan, Kesehatan Kerja Dan Lingkungan Hidup (K3lh) Pada Proyek Supermarket Jl. Sisingamangaraja Xii Km. 3,3," 2022.
- [2] A. Aini, V. Dwi Putri, And P. Apriyanti, "Edukasi Pemakaian Apd (Alat Pelindung Diri) Pada Pekerja," 2023. [Online]. Available: <Http://Jurnal.Globalhealthsciencegroup.Com/Index.Php/JPM>
- [3] Hamsir, Dewi Peletean, And Rostiana, "Penggunaan Alat Pelindung Diri (Apd) Di Kota Makassar Relationship Of Knowledge And Attitudes Of Waste Transport Workers With The Use Of Personal Protective Equipment (PPE) In Makassar City," 2020.
- [4] A. Nurfirmansyah And R. Dijaya, "Deteksi Kelalaian Alat Pelindung Diri (Apd) Pada Pekerja Kontruksi Bangunan," 2022.
- [5] M. Sobron And Y. Lubis, *Implementasi Artificial Intelligence Pada System Manufaktur Terpadu*. 2021.
- [6] A. Purno And W. Wibowo, "Implementasi Teknik Computer Vision Dengan Metode Colored Markers Trajectory Secara Real Time," 2019.
- [7] G. Novandra Rizkatama, A. Nugroho, And Dan Alfa Faridh Suni, "Edu Komputika Journal Sistem Cerdas Penghitung Jumlah Mobil Untuk Mengetahui Ketersediaan Lahan Parkir Berbasis Python Dan YOLO V4," *Edu Komputika*, Vol. 8, No. 2, 2021, [Online]. Available: <Http://Journal.Unnes.Ac.Id/Sju/Index.Php/Edukom>
- [8] C. Geraldy And C. Lubis, "Jurnal Ilmu Komputer Dan Sistem Informasi Pendekripsi Dan Pengenalan Jenis Mobil Menggunakan Algoritma You Only Look Once Dan Convolutional Neural Network," 2020.
- [9] M. Ulum, M. Zakariya, A. I. Fiqhi, T. Elektro, And S. Artikel, "Mei 2021 Hal. 23-30 Jurnal Ilmiah Teknik Informatika," 2021. [Online]. Available: <Www.Journal.Unisma.Ac.Id:8080/Index.Php/Infotron>
- [10] I. Gloriagnys Natalia And Asmunin, "Deteksi Kelengkapan APD Keselamatan Pekerja Konstruksi Dengan Menggunakan Metode Convolutional Neural Network Dan Model Jaringan Yolov5," 2023.
- [11] R. Dwiyanto, D. W. Widodo, And P. Kasih, "Implementasi Metode You Only Look Once (Yolov5) Untuk Klasifikasi Kendaraan Pada CCTV Kabupaten Tulungagung," 2022. [Online]. Available: <Https://Arxiv.Org/Abs/1506.02640>.
- [12] Yanto, Faruq Aziz, And Irmawati, "Peningkatan Algoritma Yolo-V8 Untuk Deteksi," 2023.
- [13] K. Azmi, S. Defit, And U. Putra Indonesia YPTK Padang Jl Raya Lubuk Begalung-Padang-Sumatera Barat, "Implementasi Convolutional Neural Network (CNN) Untuk Klasifikasi Batik Tanah Liat Sumatera Barat," Vol. 16, No. 1, 2023.
- [14] N. Dwi Grevika Drantantiyas *Et Al.*, "Performasi Deteksi Jumlah Manusia Menggunakan Yolov8," 2023. [Online]. Available: <Https://Universe.Roboflow.Com/Csgo-Head-Detection/Head-Datasets>
- [15] N. Mega Saraswati, R. Cipta Sigitta Hariyono, And D. Chandra, "Face Recognition Menggunakan Metode Haar Cascade Classifier Dan Local Binary Pattern Histogram," 2023.