

PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT DETECTION FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH USING YOLOV8 IN MANUFACTURING COMPANIES

Abdul Gapur^{1*}, Deden Wahiddin², Tohirin Al Mudzakir³, Jamaludin Indra⁴

^{1,2,3,4} Informatics Departement, Faculty of Computer Sciences, Universitas Buana Perjuangan Karawang, Indonesia

Email: ^{1*}if20.abdulgapur@mhs.ubpkarawang.ac.id, ²deden.wahiddin@ubpkarawang.ac.id, ³tohirin@ubpkarawang.ac.id, ⁴jamaludin.indra@ubpkarawang.ac.id

(Article received: August 6, 2024; Revision: August 26, 2024; published: September 3, 2024)

Abstract

According to data from BPJS Keltelnagakerjaan, 265,333 cases of work accidents were recorded in 2022. The use of personal protective equipment (PPE) is very important in reducing and preventing work accidents in the company. Although PPE cannot eliminate all risks, it is possible to minimise the number of work accidents in manufacturing companies. The aim of this research is to automatically select Personal Protective Equipment (PPE) in the form of hard hats and vests and to improve the accuracy results using the YOLOv8 model. With a dataset of 500 helmet and vest images for deltelksi which will be categorised into 4 classes namely hellelm, velst, no-hellelm, no-velst. The dataset used is 500 data, which is then divided into three datasets, namely: training data as much as 70%, validation data as much as 20%, and telst data as much as 10%, from the dataselt telrselbut the best results of testing data values from 50 dataselt the accuracy results obtained are 0.98. It is hoped that with the use of Metode and accuracy results using Yolo v8, it can be used in companies by detecting Personal Protective Equipment (PPE) with fast and accurate results, so that it can be applied in monitoring the use of PPE in manufacturing companies to reduce the risk of work accidents in manufacturing companies.

Keywords: you only look once, Personal Protective Equipment (PPE), Occupational Health and Safety (OHS)

DETEKSI ALAT PELINDUNG DIRI UNTUK KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA MENGGUNAKAN YOLOV8 di PERUSAHAAN MANUFAKTUR

Abstrak

Berdasarkan data BPJS Ketenagakerjaan, pada tahun 2022 tercatat 265.333 kasus kecelakaan kerja. Penggunaan Alat Pelingung Diri (APD) sangat penting untuk mengurangi dan mencegah kecelakaan kerja di perusahaan. Meskipun APD mungkin tidak dapat menghilangkan semua risiko, kemungkinan dapat diminimalkan kasus kecelakaan kerja di Perusahaan manufaktur. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi secara otomatis alat pelindung diri (APD) berupa *safety helmet* dan *vest* serta meningkatkan hasil akurasi menggunakan metode YOLOv8. Dengan *dataset* 500 *image helmet* dan *vest* untuk deteksi yang akan dikategorikan menjadi 4 *class* yaitu *helem*, *vest*, *no-helem*, *no-vest*. *Dataset* yang digunakan sebanyak 500 data, yang kemudian di split menjadi tiga dataset, yaitu: data training sebanyak 70%, data validasi sebanyak 20%, dan data *test* sebanyak 10%, dari dataset tersebut hasil terbaik nilai data testing dari 50 *dataset* hasil akurasi yang di didapatkan sebesar 0.98. Diharapkan dengan penggunaan metode dan hasil akurasi menggunakan Yolo v8 ini, dapat digunakan di Perusahaan dengan mendeteksi Alat Pelindung Diri (APD) dengan hasil yang tepat dan akurat, sehingga dapat diterapkan dalam pemantauan penggunaan APD di Perusahaan manufaktur guna mengurangi resiko kecelakaan kerja di Perusahaan manufaktur.

Kata kunci: you only look once, Alat Pelindung Diri (APD), Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)

1. PENDAHULUAN

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan prioritas utama bagi para pekerja dan perusahaan. Penerapan keselamatan dan kesehatan kerja yang sebaik-baiknya akan mewujudkan

lingkungan dan kondisi kerja yang aman dan nyaman untuk meningkatkan produktivitas tenaga kerja[1]. Berdasarkan data BPJS Ketenagakerjaan, pada tahun 2022 tercatat 265.333 kasus kecelakaan kerja[2]. Terdapat dua faktor yang dapat menjadi penyebab dalam kecelakaan kerja, yaitu resiko atau

potensi bahaya yang ada dalam lingkungan pekerjaan dan tidak menutup kemungkinan bahwa kecelakaan tersebut dapat diakibatkan oleh perilaku pekerja yang berbahaya dari pekerja itu sendiri[3]. Jaminan ketersediaan Alat Pelindung Diri (APD) adalah kewajiban bagi pengusaha yang mempekerjakan pekerja. Berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia No. 8 Tahun 2010 Pasal 6 ayat 1 tentang alat pelindung diri mengatur bahwa pekerja dan orang lain pada saat memasuki tempat kerja harus memakai atau menggunakan APD sesuai dengan potensi bahaya dan resiko[4].

Pekerja lapangan yang berhubungan dengan konstruksi wajib menggunakan alat pelindung diri *helmet* dan *vest* keselamatan kerja, namun masih minim pengawasan pada saat bekerja tidak menggunakan alat pelindung diri. Tindakan tersebut sangat berbahaya dan dapat berakibat fatal jika terjadi kecelakaan pada saat bekerja.

Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) sangat penting untuk mengurangi kemungkinan terpapar bahaya. Meskipun APD mungkin tidak dapat menghilangkan semua risiko, kemungkinan cedera dapat diminimalkan. Kedisiplinan pekerja untuk menggunakan alat pelindung diri masih lemah, sehingga risiko kecelakaan kerja yang menimbulkan bahaya masih tinggi. Untuk penggunaan APD pekerja harus diawasi, dimana pengawasan merupakan bagian dari komponen yang membantu mengubah perilaku karyawan[5]. Sebagian besar bisnis di Indonesia masih melakukan pengawasan secara manual. Secara umum, sistem tersebut tidak efisien karena membutuhkan pengawasan manusia dan memakan waktu yang lama, salah satu cara pengawasan yang efisien adalah dengan menggunakan sistem pengawasan deteksi penggunaan APD secara otomatis [6].

Hasil penelitian yang dilakukan oleh M.Hatami dkk yang berjudul "Deteksi helmet dan vest secara real time menggunakan Yolo berbasis web flask" Tahapan pada penelitian ini diantara lain data acquisition atau pengumpulan data citra, selanjutnya data exprolation atau anotasi data citra, selanjutnya dilakukan Modelling atau training data, dan proses terakhir yaitu deployment menggunakan flask. sistem yang telah dibuat berhasil mendeteksi tidak menggunakan helmet dan vest keselamatan dengan bounding box merah dan menggunakan helmet dan vest keselamatan dengan bounding box hijau dengan akurasi rata rata 81.60% dan memiliki nilai avg loss 0.173 dan nilai validasi mAP (mean Average Precision) 76.68%[7].

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Agung Saputra, judul pada penelitian ini "sistem pemeriksaan kelengkapan keselamatan dan kesehatan kerja (k3) untuk area kerja terbatas menggunakan Kamera ESP32Cam dengan metode Yolov8" digunakan pada jarak maksimum 100 cm untuk mengambil gambar pekerja. Sistem ini

dirancang untuk mengidentifikasi apakah pekerja mengenakan helm dan rompi keselamatan dengan tepat. Penelitian ini menggunakan library OpenCV untuk dapat mengakses tangkapan gambar ESP32Cam, kemudian library YOLOv8 diaktifkan agar dapat melakukan prediksi pengenalan objek. Dataset yang digunakan untuk helm adalah sebanyak 761 dan untuk rompi adalah sebanyak 314, dengan menggunakan model pra-pelatihan yolov8s.pt diperoleh bahwa iterasi pengujian terbaik adalah menggunakan 100 epoch. Hasil dari penelitian ini menunjukkan tingkat confidence dalam pengenalan objek sebesar 0.89, dengan tingkat akurasi 0.75 untuk pengenalan helm dan rompi keselamatan. Pengamatan hasil pengenalan dapat dipantau secara real-time melalui dashboard berbasis web[8].

Hasil penelitian tentang pendeteksian masker oleh Dermawan, pada video CCTV dengan metode YOLOv2 Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menggunakan metode deteksi objek YOLOv2 pada video Uji (1) dengan jarak 70 cm didapatkan nilai *f-measure* tertinggi sebesar 0.59 dan paling rendah sebesar 0.21. Sedangkan pada video Uji (2) yang diambil pada jarak lebih dari 90 cm bisa dilihat program sama sekali tidak dapat melakukan deteksi masker secara akurat dan didapatkan nilai *f-mesaure* sebesar 0[9].

Penelitian lain yang dilakukan oleh Asep Maulana dkk, Dalam penelitian ini penulis berusaha untuk membuat system pengecekan produk A dan B disalah satu Perusahaan manufaktur. Masalah yang sering terjadi pada industri yaitu kesalahan sortir produk yang disebabkan proses sortir masih tradisional, menggunakan tenaga manusia, Masalah pada industri dalam proses pengecekan dapat dilakukan pendekatan dengan bantuan teknologi ini. Untuk itu penelitian ini bertujuan membuat model untuk deteksi objek produk di perusahaan manufaktur. Proses yang dilakukan pengumpulan data, anotasi citra, pelatihan, pengujian, evaluasi. Citra yang dikumpulkan sebanyak 137 untuk data latih dan 34 untuk data validasi total 171 data Citra. Hasil model menggunakan YOLOv5 yang dibangun dengan *epoch* 1000 mendapatkan nilai presisi 100%, *recall* 100% dan mAP 99%, hasil deteksi produk mendapatkan nilai rata-rata 100% [10].

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Yanto dkk, Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk memfasilitasi deteksi masker dan memastikan bahwa masker digunakan dengan benar, sehingga memastikan keselamatan dan kesehatan semua orang di lingkungan dengan pendekatan AI menggunakan metode YOLOv8. Hasilnya menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi yaitu 94% untuk kelas badmask, 97% untuk mask, dan 95% untuk kelas nomask. Nilai *F1-Confidence*, *Precision*, dan *Recall* untuk semua kelas juga tinggi, masing- masing sebesar 0,94, 0,96, dan 0,978. Waktu komputasi rata-rata yang dibutuhkan oleh algoritma hanya 17ms. masing-masing sebesar 0,94, 0,96, dan 0,978. Waktu

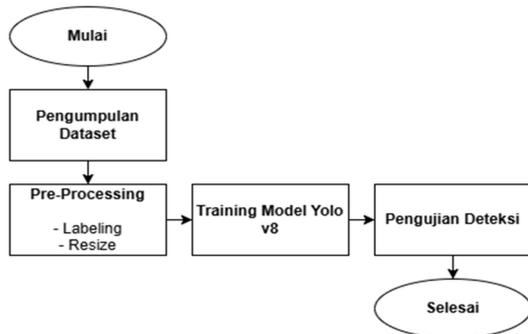
komputasi rata-rata yang dibutuhkan oleh algoritma hanya 17ms. masing-masing sebesar 0,94, 0,96, dan 0,978. Waktu komputasi rata-rata yang dibutuhkan oleh algoritma hanya 17ms[11].

Berdasarkan latar belakang masalah dan penelitian terkait sebelumnya, Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi otomatis objek alat pelindung diri (APD) berupa *safety helmet* dan *vest* menggunakan metode YOLOv8. Diharapkan dengan penggunaan metode ini, dapat mendeteksi Alat Pelindung Diri (APD) dengan hasil yang tepat dan akurat, sehingga dapat diterapkan dalam pemantauan penggunaan APD oleh para pekerja di area kerja yang mewajibkan penggunaannya[12].

2. METODE PENELITIAN

2.1. Tahapan Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan tentang deteksi *helmet* dan *vest* keselamatan secara *realtime* berbasis *webcam* dengan menggunakan metode YOLOv8. Penelitian dimulai dengan pengumpulan data citra selanjutnya *preprocessing*, selanjutnya dilakukan *training* model, dan validasi lalu proses terakhir yaitu pengujian menggunakan teknik *confusion matriks* (CF) yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Alur metode penelitian

2.2. Pengumpulan Dataset

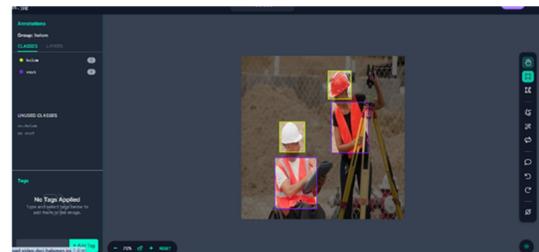
Data yang dikumpulkan berupa *dataset image* 500 gambar, 350 gambar diambil dari situs penyedia *dataset* sesuai kebutuhan penelitian. *Dataset* diakses melalui *Roboflow* di <https://universe.roboflow.com/arab-academy-for-science-and-technology-j5yog/ppe-h6vik/dataset/1>. Kumpulan gambar ini mencakup pekerja yang menggunakan alat pelindung diri (APD) seperti helm, rompi, serta yang tidak menggunakan APD. Dan 150 gambar yang telah diambil dari situs penyedia gambar <https://www.pexels.com/> dengan kata kunci “ALAT PELINDUNG DIRI”. Validasi gambar dilakukan menggunakan *Teachable Machine* untuk pengenalan objek, klasifikasi gambar dan pendeteksian anomali sesuai dengan metode penelitian sebelumnya.

2.3. Pre-Processing

Pada tahap awal *pre-processing* data gambar, dilakukan proses labeling, di mana setiap objek dalam gambar diberikan kotak pembatas (*bounding box*) dan diberi label untuk melatih sistem mengenali dan menentukan kotak pembatas untuk setiap objek.

Pelabelan ini menghasilkan file teks yang berisi informasi tentang kelas dan koordinat *bounding box* dari objek. Setiap gambar memiliki file teks tersendiri yang menyimpan informasi ini. Hasil dari proses anotasi data ini dapat dilihat dalam gambar yang terlampir[13].

Setelah dilakukan proses labelling maka dilakukan perubahan ukuran gambar menjadi 640x640 piksel. Langkah ini bertujuan untuk mengurangi beban komputasi dan mempercepat proses pelatihan model. Setelah ukuran gambar disesuaikan, dataset gambar kemudian melewati proses pelabelan/anotasi *bounding box* menggunakan format YOLO (*You Only Look Once*). Hasil anotasi data yang telah dilakukan ditunjukkan di sini.



Gambar 2. Anotasi *Helmet* dan *Vest*

Pada Gambar 2 merupakan proses anotasi untuk *class helmet* dan *vest* dengan format YOLO.



Gambar 3. Anotasi *no-Helem* dan *no-Vest*

Pada Gambar 3 merupakan proses anotasi untuk *class No Helmet* dan *No Vest* Dengan format YOLO. Proses anotasi ini dilakukan untuk melatih membedakan objek yang menggunakan *helmet* dan *vest* keselamatan dengan lengkap atau tidak.

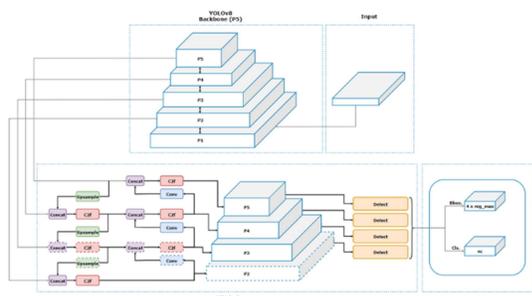
2.4. Training Model

Tahap ini adalah tahap yang memaparkan tentang hasil pengolahan data yang telah diproses sebelumnya, yang bertujuan untuk mendeteksi objek sesuai dengan ke empat *class* yang telah ditentukan, yaitu *helmet*, *no-helmet*, *vest* dan *n-vest*. ada dua proses dalam implementasi *dataset* dengan metode

YOLOv8, yaitu proses *training* dan testing. proses training dataset meliputi instalasi YOLO, pemanggilan *dataset*, proses *training dataset* dan test deteksi dengan random *image*. sementara proses testing meliputi instalasi YOLO, pemanggilan hasil *training dataset* dan proses testing *dataset*.

2.5. Arsitektur YOLO

You Only Look Once (YOLO) adalah metode pendeteksian objek yang dikembangkan oleh Joseph Redmon yang menggunakan algoritma CNN untuk mendeteksi objek. Redmon membuat arsitektur model yang terinspirasi dari model arsitektur *GoogLeNet*. Dengan itu dia bisa membuat model algoritma deteksi objek yang memiliki kecepatan training yang melebihi algoritma sebelumnya[14].



Gambar 4. Arsitektur YOLO

Arsitektur *GoogLeNet* adalah sebuah modifikasi arsitektur CNN yang berhasil menjadi model terbaik pada ILLSVRC14. Arsitektur ini bekerja dengan mendeteksi citra dengan lapisan yang dimiliki sejumlah lima hingga 22 lapisan, tetapi tetap memiliki akurasi yang tinggi. Konsep kerja arsitektur ini didasarkan pada *activation values* pada *deep network* yang tidak sepenuhnya penting karena terdapat *value of zero* akibat korelasi sebelumnya, sehingga dibutuhkan *activation values* yang tidak terkoneksi sepenuhnya. Untuk memenuhi kondisi tersebut, pada *GoogLeNet* terdapat lapisan *inception module* yang terinspirasi dari model *visual cortex* manusia yang berperan untuk mengoptimalkan *sparse structure* sehingga menunjang komputasi[15].

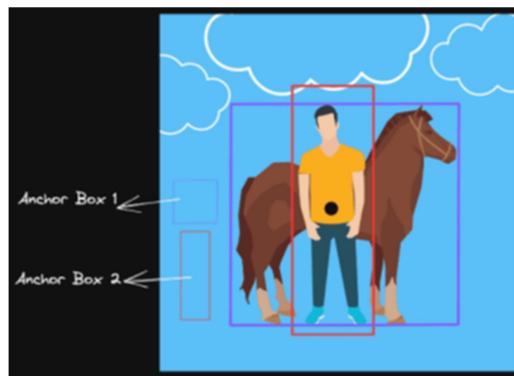
Pada arsitektur *GoogLeNet*, pada lapisan *inception module*, konvolusi dengan matriks 1×1 dilakukan sebelum konvolusi dengan matriks 3×3 dan 5×5 , guna mengurangi dimensi modul yang berperan meningkatkan kedalaman analisis serta perluasan *network* tanpa menurunkan kinerja sistem. Secara umum, pada arsitektur *GoogLeNet*, lapisan konvolusi dan *pooling* berperan dalam melakukan ekstraksi data, sedangkan *inception module* berperan dalam mengurangi beban komputasi dan meningkatkan kedalaman data, dan pada bagian akhir arsitektur *GoogLeNet*, *fully connected layer* berperan untuk menampung hasil proses lapisan *pooling*. Keluaran sistem akan diganti dengan *simple global average pooling* untuk mengurangi ukuran total parameter tanpa mengurangi akurasi[16].

2.6. You Only Look Once (YOLO) v8

YOLOv8 adalah model dari keluarga *YOLO* yang dikembangkan oleh Ultralytics, membawa perubahan signifikan dibandingkan YOLOv5 dari sisi arsitektur dan pengalaman pengguna. Sejak peluncuran pertama pada 2015, model *YOLO* terkenal karena akurasinya yang tinggi serta ukurannya yang kecil, menarik perhatian komunitas visi komputer. Pengembangan YOLOv8 dipimpin oleh Glenn Jocher, yang memulai dengan *YOLOv3* di *PyTorch*, kemudian meluncurkan YOLOv5 dengan arsitektur *Python* yang fleksibel. YOLOv8 merupakan hasil penelitian selama enam bulan dan dirilis pada Januari 2023[17].

Pada YOLOv8, proses deteksi dimulai dengan memecah gambar menjadi beberapa grid, di mana setiap grid bertugas mendeteksi objek dan memprediksi kotak pembatas (bounding box). Berbeda dari versi sebelumnya, model ini langsung memprediksi posisi dan ukuran objek tanpa menggunakan perhitungan anchor box. Pendekatan ini menyederhanakan proses deteksi, mempercepat prediksi, dan mengurangi kompleksitas. Setelah kotak pembatas diprediksi, YOLOv8 menggunakan metode Non-Maximum Suppression (NMS) untuk menyaring prediksi berlebih, memilih prediksi terbaik berdasarkan tingkat kepercayaan (confidence score) terhadap objek yang terdeteksi. Dengan pendekatan tanpa anchor box, YOLOv8 mampu mendeteksi objek dengan lebih cepat dan efisien, sekaligus menghindari masalah yang sering muncul karena ketidaksesuaian ukuran anchor box dengan objek yang terdeteksi[18].

Perubahan lain termasuk konvolusi 6×6 yang digantikan oleh konvolusi 3×3 , serta penggunaan blok C2f menggantikan C3, yang menggabungkan semua output dari *Bottleneck* untuk meningkatkan kinerja model.



Gambar 5. Visualisasi *Anchor boxes free* pada YOLOv8

Dapat dilihat pada gambar 5, Gambar tersebut menunjukkan representasi visual dari konsep anchor box yang sebelumnya digunakan dalam algoritma deteksi objek seperti pada model YOLO terdahulu.

Dalam gambar, terdapat dua anchor box yang mengelilingi objek manusia dan kuda. Namun, pada YOLOv8, pendekatan ini dihilangkan sehingga model dapat secara langsung memperkirakan pusat dan ukuran objek tanpa memerlukan kotak panduan yang ditentukan sebelumnya. Pendekatan baru ini membuat prediksi menjadi lebih fleksibel dan akurat karena tidak lagi bergantung pada ukuran anchor box yang mungkin tidak sesuai dengan ukuran objek sebenarnya[19].

```

Input = Dataset gambar train dan validasi
Output = Model latih

function train_yolov8(dataset, num_epochs):
    model = initialize_yolov8()
    for epoch in range(num_epochs):
        train(model, dataset)
        val_loss = validate(model, dataset)
        print(f'Epoch [{epoch+1}/{num_epochs}], Val Loss: {val_loss}')
    
```

Gambar 6. Pseudocode Yolov8

Daapat dilihat pada Gambar 6, menggambarkan proses pelatihan data dengan memasukkan dataset gambar untuk pelatihan dan validasi serta menentukan jumlah epoch yang diinginkan. Pada setiap iterasi epoch, proses ini memulai model YOLOV8, melatih model menggunakan dataset pelatihan, dan menghitung loss pada dataset validasi. Setelah setiap epoch selesai, informasi tentang jumlah epoch yang telah dilalui dan nilai loss pada dataset validasi akan dicetak.

2.8. Pengujian Model

Pada proses uji coba, keberhasilan dalam pengujian metode *You Only Look Once* (YOLO) dalam monitoring penggunaan Alat Pelindung Diri (APD), dinilai berdasarkan tingkat akurasi, presisi, sensitifitas, dan nilai kesalahan deteksi (*loss*) dalam mendeteksi objek yang telah ditentukan kedalam empat kelas. Perhitungan akurasi, presisi, dan sensitifitas dilakukan menggunakan perhitungan *Confusion Matrix*. Perlu adanya pemahaman terkait 4 variabel kemungkinan dari hasil deteksi yang terangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. *Confusion Matrix*

Predicted Values	Actual Values	
	Positive	Negative
Positive	TP	FP
Negative	FN	TN

- a. *True Positive* (TP) atau Benar Positif, jumlah prediksi yang benar dalam kelas positif.
- b. *False Positive* (FP) atau Salah Positif, jumlah prediksi yang salah dalam kelas positif.
- c. *False Negative* (FN) atau Salah Negatif, jumlah prediksi yang salah dalam kelas negatif.
- d. *True Negative* (TN) atau Benar Negatif, jumlah prediksi yang benar dalam kelas negative [15].

Pengujian model dapat dilakukan dengan menggunakan metrik seperti *precision*, *recall*, dan *F1-score* [16] , [17].

- a. Presisi adalah perbandingan dari jumlah data kategori positif dan dapat diprediksi dengan benar jumlah total data prediksi positif. Presisi dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP}$$

(1)

- b. *Recall* adalah pengukuran data dengan kelas *true positive* (TP) yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN}$$

(2)

- c. *F1-Score* merupakan metode perhitungan kombinasi presisi dan recall. *F1-Score* dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$F1 - Score = \frac{2 \times Recall \times Precision}{Recall + Precision}$$

(3)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Dataset

Data yang dikumpulkan berupa *dataset image helmet* dan *vest* untuk deteksi yang akan dikategorikan menjadi 4 *class* yaitu *helmt*, *vest*, *no-helmt*, *no-vest*. Data gambar yang dikumpulkan di split menjadi tiga *dataset*, data *training* data validasi dan data test, dengan data *training* sebanyak 70% gambar citra data validasi sebanyak 20% gambar citra dan data *test* sebanyak 10% data citra.



Gambar 6. Contoh Dataset

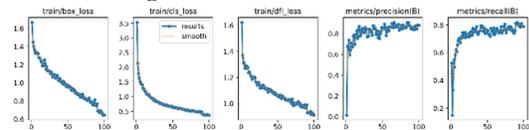


Gambar 7. Contoh Dataset setelah labelling dan Resize

3.2. Implementasi YOLO V8

Hasil setelah *dataset*, *pre-processing* data, selanjutnya akan mengimplementasikan Yolo V8, berupa proses *training dataset* sebanyak 70% *dataset*, validasi *dataset* sebanyak 20% *dataset*, dan testing *dataset* sebanyak 10% *dataset*. Selanjutnya akan dilakukan pengujian secara *real-time* menggunakan kamera. agar dapat mengetahui seberapa efektif dan akuratkah kinerja YOLO v8 pada dataset penelitian ini.

3.2.1. Training dan Validasi Data



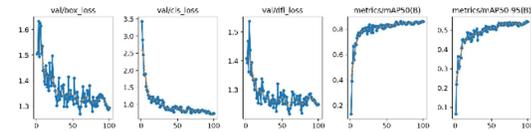
Gambar 8. Precision and Recall Curve Hasil Training 100 Epoch

Dapat dilihat pada gambar 8, menampilkan lima grafik yang menggambarkan metrik pelatihan suatu model. Grafik-grafik tersebut mencakup (box loss), (cls loss), dan (df loss) yang semuanya menunjukkan penurunan konsisten seiring dengan bertambahnya epoch pelatihan, yang menandakan peningkatan akurasi model dalam memprediksi kotak pembatas, mengklasifikasikan objek, dan mendistribusikan nilai prediksi.

Selain itu, grafik presisi dan recall menunjukkan peningkatan signifikan dalam beberapa epoch awal dan kemudian stabil, menandakan bahwa model menjadi lebih baik dalam memprediksi dan mendeteksi objek yang benar. Secara keseluruhan, gambar tersebut memperlihatkan peningkatan performa model yang

signifikan selama pelatihan dengan penurunan yang semakin berkurang dan *matrix* presisi serta recall yang meningkat..

Baik nilai *loss* pada pelatihan menurun seiring dengan bertambahnya *epoch*, dan metrik presisi, *recall*, dan mAP meningkat selama pelatihan dan validasi, menunjukkan bahwa model semakin akurat dan konsisten dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan objek.



Gambar 9. Precision and Recall Curve Hasil validasi 100 Epoch

Dapat dilihat pada gambar 9 ini, menampilkan lima grafik yang merinci metrik validasi dari suatu model.

Grafik pertama, "val/box_loss," menunjukkan penurunan (box loss) dari sekitar 1,6 ke 1,3 selama 100 epoch, meskipun terdapat sedikit fluktuasi. Grafik kedua, "val/cls_loss," memperlihatkan penurunan klasifikasi dari sekitar 3,5 ke 1,3 dengan pola yang lebih stabil. Grafik ketiga, "val/df_loss," menunjukkan penurunan konsisten dalam kerugian distribusi dari sekitar 1,5 ke 1,1, walaupun ada beberapa fluktuasi. Dua grafik terakhir menggambarkan metrik mAP.

Grafik "metrics/mAP50(B)" menunjukkan peningkatan signifikan dari sekitar 0,2 ke 0,8 dalam beberapa epoch awal dan kemudian stabil, sementara "metrics/mAP50-95(B)" juga menunjukkan peningkatan dari sekitar 0,1 ke 0,5 dan kemudian stabil.

Keseluruhan, gambar ini mengindikasikan bahwa model mengalami peningkatan performa yang signifikan selama validasi, dengan penurunan hasil dan peningkatan metrik mAP seiring bertambahnya epoch pelatihan.

3.2.2. Testing Data

Dapat dilihat pada tabel 2. 50 gambar sebagai data testing menunjukkan bahwa, Hasil yang diperoleh mendapatkan nilai akurasi lebih dari 0.8 dan label menunjukkan sesuai dengan tipe produk. Masing-masing tipe terdeteksi dengan benar.

Tabel 2. Pengujian Deteksi

No	Img	Nilai akurasi	Label	Times (S)
1	005996	0,94	helm	89,8 s
2	005977	0,90	vest	80,8 s
3	005888	0,68	No-vest	75,8 s
4	005877	0,93	No-helm	77,8 s
...
...
50	005754	0,89	vest	87,8 s

Dapat dilihat pada gambar 10, disimpulkan bahwa hasil yang didapatkan dari deteksi alat pelindung diri berhasil karena nilai uji deteksi yang didapatkan rata-rata nilai akurasi adalah 0.86-0.94 dan mampu membedakan dengan benar sesuai kelasnya.



Gambar 10. Pengujian Data Test

Pada proses testing, data yang digunakan 50 gambar. Namun dari 50 gambar tersebut hanya 49 gambar yang terdeteksi dengan benar. Akurasi dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{49}{50} \times 100\%$$

Hasil nilai akurasi yang didapatkan sebesar 98%, sehingga proses deteksi Alat Keselamatan Diri (APD) dengan metode Yolo V8 dapat mendeteksi dengan cukup baik.

4. DISKUSI

4.1. Penelitian Sebelumnya

Dari studi sebelumnya mengenai Alat Keselamatan Diri menggunakan metode Yolo V8, sudah terbukti penggunaan model tersebut dapat memberikan nilai deteksi yang akurat. pada penelitian yang dilakukan oleh M.Hatami dkk, tahun 2024 menunjukkan bahwa Yolo V8 dapat mendeteksi nilai, tingkat akurasi sebesar 81.60%.

4.2. Interpretasi Hasil

Dengan demikian, dalam konteks penelitian ini, metode Yolo V8 dapat efektif mendeteksi alat pelindung diri dengan tepat dan memiliki nilai akurasi yang memuaskan.

5. SARAN

Berdasarkan temuan penelitian ini, ada beberapa rekomendasi untuk pengembangan lebih

lanjut dalam upaya mengembangkan deteksi alat keselamatan kerja dengan membuat aplikasi atau *website* agar mempermudah memonitoring pendeteksian alat keselamatan kerja tersebut didalam Perusahaan Butuh perbandingan algoritma dengan *framework* yang lain yang cara kerjanya sama dengan YOLO v8 agar mengetahui seberapa baguskah nilai akurasi antara algoritma atau *framework* tersebut.

6. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan model YOLO v8 menjadi alat deteksi menggunakan kamera yang mampu mendeteksi secara *real-time* dengan nilai akurasi yang cukup tinggi berdasarkan citra yang ada dalam *dataset*. Dengan nilai validasi *dataset*, diantaranya, presisi sebesar 0.826 *recall* sebesar 0.821 mAP sebesar 0.822 pengujian ini mencapai tingkat akurasi sebesar 0.98%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Busyairi, L. Ode, and A. Safar, "PRODUKTIVITAS KERJA KARYAWAN," no. 09, pp. 112–124, 2014.
- [2] Sulistya Febriana, "RI Alami 265.334 Kasus Kecelakaan Kerja hingga November 2022," *dataindonesia.id*, 2023. <https://dataindonesia.id/tenaga-kerja/detail/ri-alami-265334-kasus-kecelakaan-kerja-hingga-november-2022> (accessed Jan. 22, 2024).
- [3] I. Yuliani and R. Amalia, "ARTIKEL PENELITIAN Faktor-Faktor yang Berhubungan Dengan Perilaku Pekerja dalam Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)," vol. 08, no. 01, 2019.
- [4] D. Rahmat, T. Yang, and M. Esa, "Te nt a ng ;," no. 14, 1970.
- [5] T. Online, G. Qorik, O. Pratamasunu, F. Nur, and P. Kurnia, "Jurnal Politeknik Caltex Riau Deteksi Tangan Otomatis Pada Video Percakapan Bahasa Isyarat Indonesia Menggunakan Metode Deep Gated Recurrent Unit (GRU)," vol. 8, no. 1, pp. 186–193, 2022.
- [6] P. A. Nugroho, I. Fenriana, and R. Arijanto, "Implementasi Deep Learning Menggunakan Convolutional Neural Network (Cnn) Pada Ekspresi Manusia," *Algor*, vol. 2, no. 1, 2020.
- [7] M. Hatami, F. Nurapriani, W. Andriani, U. Buana, P. Karawang, and S. B. Saleh, "DETEKSI HELMET DAN VEST KESELAMATAN SECARA REALTIME MENGGUNAKAN METODE YOLO BERBASIS WEB FLASK," vol. 10, no. 1, pp. 221–233, 2023.
- [8] "Disusun oleh;," 2024.

- [9] A. Kahfi, "Overview of Waste Management," *Jurisprud. Dep. Law, Fac. Sharia Law*, vol. 4, no. 1, p. 12, 2017.
- [10] U. Deteksi, O. Produk, and D. I. Perusahaan, "Inti nusa mandiri," vol. 18, no. 2, pp. 107–114, 2024.
- [11] F. Aziz, U. Bina, S. Informatika, U. N. Mandiri, and M. Wajah, "YOLO-V8 PENINGKATAN ALGORITMA UNTUK DETEKSI," vol. 7, no. 3, pp. 1437–1444, 2023.
- [12] J. Adiwibowo and K. Gunadi, "Deteksi Alat Pelindung Diri Menggunakan Metode YOLO dan Faster R-CNN".
- [13] Å. Rinnan, L. Nørgaard, and F. Van Den Berg, "Data Pre-processing," vol. 3, 2009.
- [14] R. Kurniawan, A. T. Martadinata, and S. D. Cahyo, "Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Sawit Berbasis Deep Learning dengan Menggunakan Arsitektur YOLOv5," vol. 5, no. 1, pp. 302–309, 2023, doi: 10.47065/josh.v5i1.4408.
- [15] A. Revan and E. Legya, "Klasifikasi Jenis Cacat pada Kulit Menggunakan Arsitektur GoogLeNet," vol. 11, no. 1, 2024, doi: 10.33369/pseudocode.11.1.15-20.
- [16] N. Bi, J. Chen, and J. Tan, "Accepted manuscript to appear in IJPRAI Accepted Manuscript International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence," 2019, doi: 10.1142/S0218001419400160.
- [17] X. Wang, H. Gao, Z. Jia, and Z. Li, "BL-YOLOv8: An Improved Road Defect Detection Model Based on YOLOv8," 2023.
- [18] A. Setiyadi, E. Utami, and D. Ariatmanto, "Analisa Kemampuan Algoritma YOLOv8 Dalam Deteksi Objek Manusia Dengan Metode Modifikasi Arsitektur," vol. 7, no. September, pp. 891–901, 2023.
- [19] Y. Li, Q. Fan, H. Huang, Z. Han, and Q. Gu, "A Modified YOLOv8 Detection Network for UAV Aerial Image Recognition," 2023.