

SISTEM PEMANTAU PENGGUNAAN ALAT PELINDUNG DIRI (APD) PEKERJA SECARA REAL TIME

Santi¹⁾, Husain T²⁾, Muliati Badaruddin³⁾, Hamka Witri Kamase⁴⁾,

^{1,2} Magister Informatika, Universitas Dipa Makassar, Makassar, Indonesia

^{3,4} Ilmu Komputer dan Sains, Sistem Informasi, Universitas Ihsan Gorontalo, Indonesia

Co Responden Email: santi@undipa.ac.id

Abstract

Article history

Received 04 Jun 2025

Revised 05 Jul 2025

Accepted 20 Jul 2025

Available online 31 Jul 2025

Keywords

Personal Protective Equipment,

Worker's Safety,

Real-time Monitoring System,

Object Detection,

YOLO Algorithm.

The use of Personal Protective Equipment (PPE) is one of the important aspects to maintain worker safety in the work environment. However, there were still many workers whose may forget or intentionally not use this PPE with several factors, such as, the head feels heavy and tight with the use of a helmet, or feels hot when using a protective vest. This can certainly pose a risk of danger while working. Therefore, this study aimed to design a system that can monitor the use of PPE on workers. This system applied the YOLOv5 algorithm in the process of detecting the completeness of the worker's PPE. By using the model weights generated in the training process with Image Size of 640, Epoch 300, Batch size 8, the PPE detection test on the company's CCTV surveillance camera captures, produced the highest accuracy value of 81% (person/worker), 87% (helmet), 78% (protective vest), 71% (without vest) and 77% (without helmet). Based on the accuracy value resulted, it can be concluded that the YOLOv5 algorithm is able to detect any objects well. The resulting system could help the supervisors in monitoring the use of PPE by workers so that the risk of danger can be avoided as early as possible.

Abstrak

Riwayat

Diterima 04 Jun 2025.

Revisi 05 Jul 2025

Disetujui 20 Jul 2025

Terbit online 31 Jul 2025

Kata Kunci

Alat Pelindung Diri,

Keselamatan Pekerja,

Sistem Pemantau Real-time,

Deteksi Objek,

Algoritma YOLO.

Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) merupakan salah satu aspek penting untuk menjaga keselamatan pekerja di lingkungan kerja. Namun, masih banyak pekerja yang mungkin lupa atau sengaja tidak menggunakan kelengkapan APD ini dengan beberapa faktor, seperti, kepala terasa berat dan ketat dengan penggunaan helm, atau merasa panas ketika menggunakan rompi pelindung. Hal ini tentunya dapat menimbulkan risiko bahaya ketika sedang bekerja. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem yang dapat memantau penggunaan APD pada pekerja. Sistem ini menerapkan algoritma YOLOv5 dalam proses pendeteksian kelengkapan APD pekerja tersebut. Dengan menggunakan bobot model yang dihasilkan pada proses *training* dengan *Image Size* 640, *Epoch* 300, *Batch size* 8, maka pengujian pendeteksian APD pada tangkapan kamera pengintai CCTV perusahaan, menghasilkan nilai akurasi tertinggi 81% (*person/pekerja*), 87% (*helm*), 78% (*rompi pelindung*), 71% (*tanpa rompi*) dan 77% (*tanpa helm*). Berdasarkan nilai akurasi yang dihasilkan, maka dapat disimpulkan bahwa algoritma YOLOv5 ini mampu mendeteksi objek apapun dengan baik. Sistem yang dihasilkan dapat membantu *supervisor* dalam memantau penggunaan APD oleh pekerja sehingga risiko bahaya dapat dihindari sedini mungkin.

PENDAHULUAN

Implementasi K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) pada lingkungan perusahaan yang tercantum pada Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Tahun 2010 No. 8. Oleh karena itu, setiap perusahaan wajib menyiapkan Alat Pelindung Diri (APD) untuk setiap pekerjanya. APD ini meliputi beberapa alat yang dirancang khusus

untuk menjaga keselamatan dari risiko bahaya pekerja di lingkungan kerja, seperti helm pelindung kepala, masker pelindung wajah, kacamata pelindung mata, rompi/pakaian pelindung tubuh (Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia, 2010).

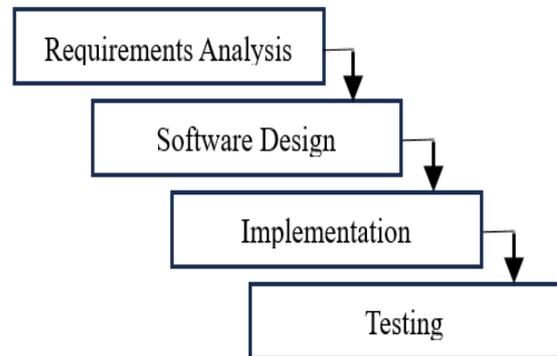
Meskipun APD ini sangat penting, namun kenyataan di lapangan, masih banyak pekerja yang kadang tidak menggunakannya sehingga

menimbulkan risiko bahaya seperti cedera pada kepala, wajah, kaki dan tangan (Azzahri, & Ikhwan, 2023). Secara umum, dapat disimpulkan bahwa mayoritas pekerja (92,07%) dilengkapi alat APD (Alat Pelindung Diri) secara tidak lengkap, hanya (7,93%) yang menggunakan APD secara lengkap. Selain itu, sebagian besar pekerja (90,48%) jarang mengalami kecelakaan kerja, sementara sisanya (9,52%) relatif sering terjadi kecelakaan di tempat kerja. (Jayanti et al., 2023). Dari temuan tersebut dikatakan persentase kecelakaan kerja cukup tinggi dan penggunaan APD inilah merupakan salah satu unsur yang paling berpengaruh pada keselamatan pekerja (Wong & Soo, 2019). Oleh karena itu, pentingnya suatu perusahaan meningkatkan standar pengawasan terhadap para pekerjanya dengan memanfaatkan teknologi yang tersedia seperti sistem pemantauan (Deng et al., 2021). Perpaduan antara teknologi *machine learning* dan *computer vision* telah dimanfaatkan oleh banyak peneliti untuk menghasilkan output yang inovatif dan bersifat otomatis dan salah satu algoritma yang banyak diterapkan adalah *You Only Look Once* (YOLO). YOLO adalah salah satu algoritma pendeteksi objek oleh Joseph Redmon dan Ali Farhadi diperkenalkan pada tahun 2015. Algoritma ini dikenal memiliki kinerja yang efektif dalam pelatihan serta pengoptimalan model deteksi citra (Redmon et al., Online akses: 2025), memprediksi *bounding box* objek dan *probability class* secara *real-time* (Rahma et al., 2021) dengan tingkat akurasi deteksi yang tinggi, seperti pada pendeteksian penggunaan APD pekerja konstruksi (Mailoa & Santoso, 2022; Djaohar & Sunawar, 2022; Nirvana et al., 2023; Ahmed et al., 2023; Taufiqurrochman & Februariyanti, 2024, Afnur et. al., 2024).

Berdasarkan paparan di atas, maka kami melakukan penelitian serupa dengan tujuan untuk merancang sebuah sistem yang dapat digunakan oleh *supervisors* suatu perusahaan dalam melakukan pemantauan penggunaan APD oleh setiap pekerja, guna menghindari risiko bahaya sedini mungkin di lingkungan kerja.

METODE PENELITIAN

Tahapan-tahapan dalam penelitian ini mengacu pada proses perancangan sistem yang mana dalam hal ini menggunakan metode *waterfall* (Kung, 2023; Tonggiroh et. al., 2024) yang secara sistematis terlihat tahapan perancangan sistem Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Perancangan Sistem

Gambar 1 adalah tahapan-tahapan dari perancangan sistem pemantau penggunaan APD:

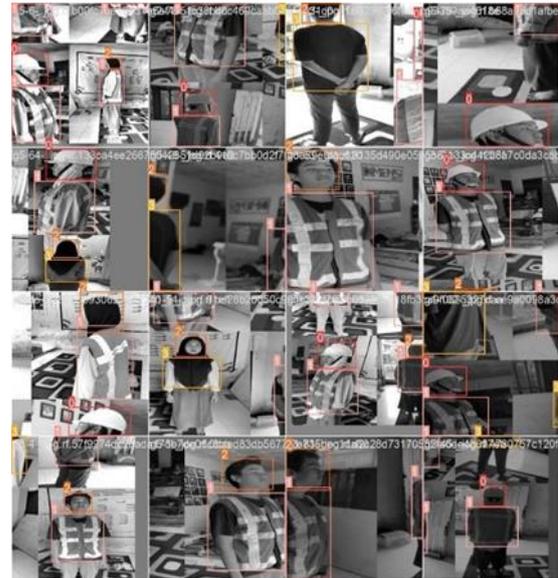
1. *Requirements Analysis* (Analisis Kebutuhan): tahapan dimana segala kebutuhan pengguna (pihak perusahaan) terhadap sistem yang dirancang diidentifikasi dan kemudian menganalisis persyaratan fungsional dan non-fungsional, seperti pemantauan penggunaan APD *real-time*.
2. *Software Design* (Desain Perangkat Lunak): tahapan dimana arsitektur sistem, seperti desain *User Interface* (UI) dan *database* dibuat dengan mengacu pada kebutuhan fungsional dan non-fungsional yang telah ditetapkan pada tahap sebelumnya.
3. *Implementation* (Implementasi): tahapan ini merupakan tahapan penulisan kode program untuk seluruh fungsionalitas sistem, termasuk penerapan algoritma YOLOv5, dengan menggunakan *Visual Studio Code* dan bahasa pemrograman *Python*.
4. *Testing* (Pengujian): fungsionalitas sistem diuji untuk menyatakan bahwa sistem yang dirancang sudah sesuai dengan harapan pihak perusahaan selaku pengguna. Pengujian ini menggunakan metode *Black-box* (Kung, 2023; Tonggiroh et. al., 2024).

Sistem pemantauan yang dirancang berbasis *Artificial Intelligence* (AI) dengan mengimplementasikan algoritma YOLOv5. YOLOv5 digunakan kerangka kerja *PyTorch* dan Penggunaannya agak sederhana dan memiliki jumlah parameter *modeling* yang lebih sedikit dari pada YOLOv4 (Ashar & Suarna, 2022; Natalia & Asmunin, 2024). APD yang dideteksi oleh sistem adalah helm dan rompi pelindung pekerja yang terekam secara *real-time* oleh kamera pengintai. Data *training* diperoleh dari beberapa foto/*image* yang diambil dan dipilih secara acak menggunakan kamera digital dengan resolusi tinggi guna memastikan representasi yang seimbang. Setiap gambar tidak hanya menampilkan pekerja menggunakan APD, tetapi juga disertai dengan keterangan mengenai kelengkapan APD yang melekat pada pekerja tersebut. Proses ini bertujuan agar model dataset deteksi dapat secara tepat mengenali pekerja yang memakai APD helm dan rompi pelindung, serta membedakan mereka dari yang tidak mengenakan kedua APD tersebut.

Untuk melihat perbandingan hasil akurasi yang dihasilkan, terdapat 3 ukuran gambar yang dibuatkan skenario yaitu 128 x 128, 256 x 256, 416 x 416. Ketiga skenario tersebut menerapkan konfigurasi yang sama untuk parameter *epoch* dan *learning rate*. digunakan sebanyak 300 data *training*

Data input yang digunakan terdiri dari citra berupa gambar helm dan rompi pelindung. Sebelum melewati tahap *preprocessing*, data citra terlebih dahulu menjalani proses pelabelan (*labeling*), penyesuaian ukuran gambar (*resizing*), pemangkasan gambar (*cropping*), serta transformasi citra dari format *Red Green Blue* (RGB) menjadi *grayscale*. Setelah tahapan *preprocessing* selesai, data tersebut kemudian digunakan dalam proses pelatihan (*training*) memakai metode YOLOv5. Dari data *training* ini (seperti yang terlihat pada Gambar 2), diperoleh model berupa bobot (*weights*) dan konfigurasi (*config*) yang selanjutnya digunakan untuk proses pengujian (*testing*).

Data baru yang diperoleh dari *testing* kemudian dimasukkan ke dalam model untuk menghasilkan prediksi. Selanjutnya, hasil prediksi ini dilakukan evaluasi menggunakan metode YOLOv5 untuk menentukan tingkat akurasi model yang telah dibangun.



Gambar 2. Hasil training

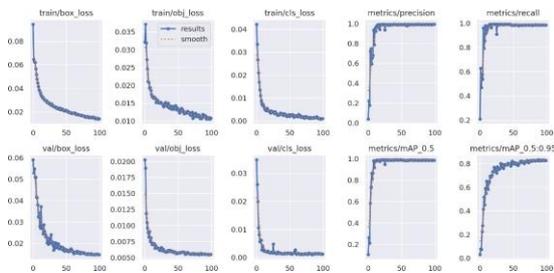
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Model YOLOv5

Sejumlah proses pelatihan dilakukan melalui Google Colab guna mendukung pengujian secara offline. Tujuan dilakukan pengujian ini yaitu untuk mengetahui efektivitas algoritma YOLOv5 dalam memprediksi nilai objek. Pengujian dilakukan secara berulang dengan menggunakan berbagai variabel atau parameter bebas. Hasil dari pengujian ini akan dianalisis untuk memilih konfigurasi dengan tingkat akurasi tertinggi. Sampel terbaik dari hasil tersebut kemudian digunakan dalam pengujian *real-time*.

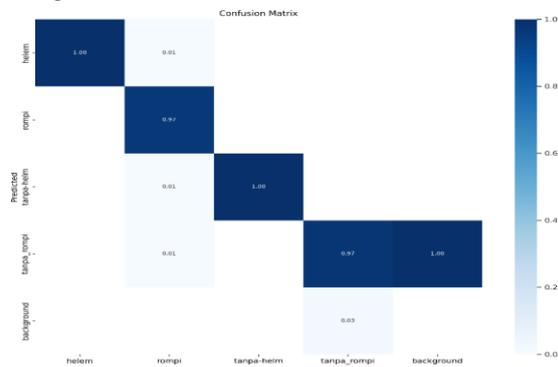
Gambar 3 menunjukkan berbagai grafik yang dihasilkan selama proses validasi dan *training* meliputi grafik *object*, *bounding box*, *class*, *Precision*, *mAP*, dan *Recall*. Dari grafik-grafik tersebut, terlihat bahwa tingkat kehilangan (*loss*) untuk *box*, *class*, dan *object* mengalami penurunan secara eksponensial, yang dipengaruhi oleh peningkatan jumlah *Epoch* selama *training*. Semakin banyak *Epoch* yang dijalankan, *loss* pada *box* dan *object* semakin berkurang. Penggunaan *Epoch* yang berlebihan juga kurang menguntungkan bagi sistem karena menunjukkan penurunan *loss* pada pola grafik eksponensial negatif. Perubahan *loss* pada *Epoch* yang lebih tinggi hanya akan membebani sistem dan memerlukan waktu *training* yang lebih lama. Oleh karena itu, dipilihlah nilai *Epoch* sebanyak 300 sebagai titik optimal yang tidak

membebani sistem dan menghasilkan nilai *loss* yang masih dalam batas wajar. Pada grafik mAP dengan *threshold* 0.5, mAP 0.5:0.95, *Precision* dan *Recall* menunjukkan pola yang berbeda dibandingkan grafik sebelumnya, dimana nilai *Recall*, mAP, dan *Precision* cenderung mendekati nilai 1.0 atau meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah *Epoch*. Nilai dari ketiga grafik ini menunjukkan bahwa sistem yang dibuat semakin baik. Untuk grafik mAP 0.5, nilai *Precision* dan *Recall* adalah 0.97, sedangkan untuk grafik mAP 0.5 adalah 0,95.



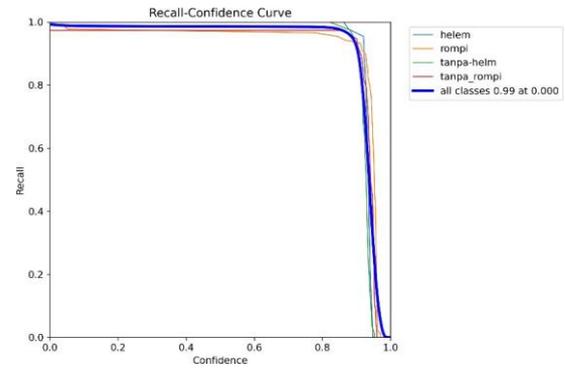
Gambar 3. Hasil training menggunakan model YOLOv5

Gambar 4 menampilkan confusion matrix yang diperoleh dari hasil pelatihan dan validasi selama proses pengujian menggunakan model YOLOv5. Berdasarkan grafik tersebut, YOLOv5 mampu mengklasifikasikan kelas person (tanpa_helm dan tanpa rompi) dengan akurasi rata-rata mencapai 94%, serta kelas rompi pelindung dengan akurasi rata-rata sebesar 95%.



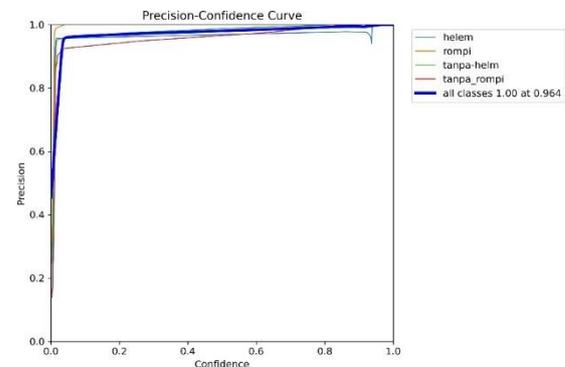
Gambar 4. Confusion matrix

Gambar 5 memperlihatkan F1 score, yaitu metrik yang digunakan untuk mengukur akurasi model terhadap dataset yang diuji, dengan mempertimbangkan kombinasi antara nilai *Precision* dan *Recall*. Nilai F1 score tertinggi tercapai pada angka 0,98 untuk setiap kelas saat nilai *Confidence* berada di angka 0,614.

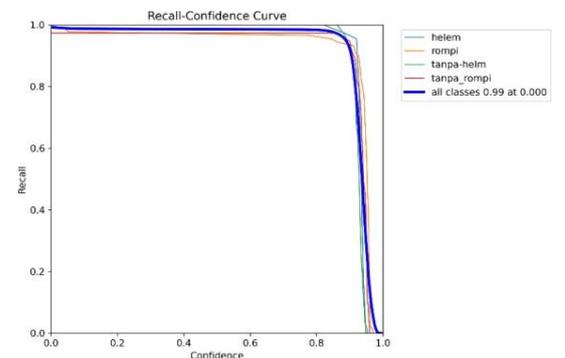


Gambar 5. Kurva confidence terhadap nilai F1

Gambar 6 memperlihatkan grafik hubungan antara nilai *Precision* dan *Confidence*. Dalam grafik tersebut, kelas tanpa_helm, tanpa_rompi, dan rompi menunjukkan nilai *Confidence* tertinggi, yakni sebesar 0,932. Dari grafik ini dapat disimpulkan bahwa semakin cepat suatu kelas mencapai nilai *Confidence* maksimum, maka semakin baik kinerja sistem dalam memprediksi objek yang bersangkutan.



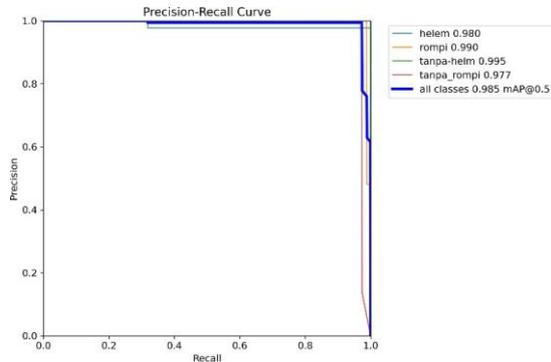
Gambar 6. Kurva nilai precision terhadap nilai confidence



Gambar 7. Kurva nilai recall terhadap nilai confidence

Gambar 7 menunjukkan grafik yang mengilustrasikan hubungan nilai *recall* dan *confidence* yang dihasilkan. Nilai *recall*

untuk masing-masing kelas mencapai 1.00, sedangkan nilai *confidence* mencapai 0.0. Nilai *recall* untuk masing-masing kelas akan turun ketika skor *confidence* mendekati 1.0. Ini disebabkan oleh fakta bahwa nilai *recall* adalah matrik yang digunakan untuk menentukan nilai yang positif.



Gambar 8. Kurva nilai antara recall terhadap nilai precision

Gambar 8 menampilkan grafik antara Nilai Recall dan nilai Precision. terlihat bahwa nilai level tertinggi untuk seluruh kelas adalah 0.994 saat nilai mAP adalah 0.5.

B. Pengujian Kamera

Pengujian kamera disesuaikan dengan rekaman CCTV. Pengujian resolusi ini akan mempengaruhi seberapa tajam gambar yang dihasilkan. Selain itu, resolusi video juga mempengaruhi jumlah *binary digit* data dan proses transfer data. sehingga sangat mungkin akan berdampak karena informasi yang terdapat di dalamnya berubah. Untuk pengujian sistem ini, video kamera berukuran 1920 x 1080 pixel digunakan, sedangkan, rekaman video CCTV di lokasi pekerja menggunakan resolusi 1280 x 720 pixel pada Gambar 9.

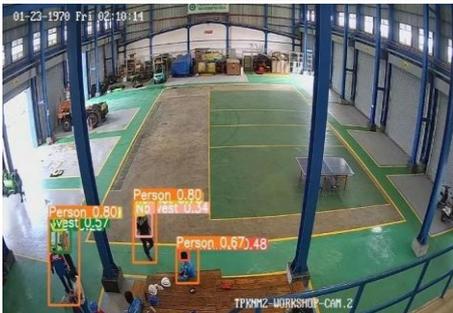
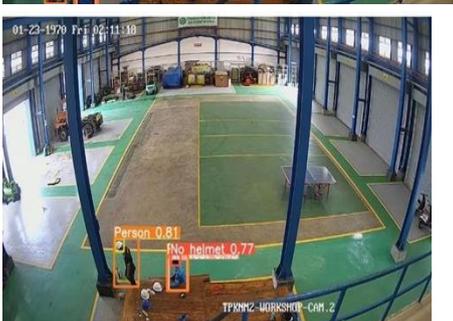


Gambar 9. Gambar tangkapan CCTV

Kelas APD yang akan dideteksi dalam penelitian ini hanya dibatasi sebanyak empat kelas, yaitu *person*, helm (*Helmet*), rompi (*Vest*), tanpa helm (*No_Helm*), tanpa rompi (*No_Vest*). Adapun nilai bobot model pada pengujian untuk pendeteksian APD yaitu bobot yang diperoleh pada proses data latih dengan *Image Size* 640, *Batch size* 8, *Epoch* 300, dengan model YOLOv5. Hasil pengujian pendeteksian APD dapat terlihat di Tabel 1.

Tabel 1 menguraikan kemampuan sistem dalam mendeteksi pekerja beserta dengan kelengkapan APD yang melekat. Nilai akurasi yang diperoleh berbeda-beda untuk masing-masing objek yang terdeteksi. Hal ini dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya seperti tingkat kecerahan ruangan, posisi objek, jarak objek dari kamera dan resolusi kamera yang digunakan. Semakin tinggi tingkat kecerahan dan resolusi, semakin baik dan dekat posisi objek dengan kamera CCTV, maka semakin tinggi pula tingkat akurasi deteksi yang dihasilkan. Pada foto pertama dapat dilihat bahwa sistem mampu mendeteksi *Person* (pekerja) dengan nilai akurasi sebesar 0.63, *Vest* (rompi) sebesar 0.78 dan *No-Helm* (tanpa helm) sebesar 0.65. Pada foto kedua, sistem mampu mendeteksi *Person* (pekerja) dengan nilai akurasi sebesar 0.80, *Vest* (rompi) sebesar 0.57, *No_Vest* (tanpa rompi) sebesar 0.34 dan *No-Helm* (tanpa helm) sebesar 0.48. Pada foto ketiga, sistem mampu mendeteksi *Person* (pekerja) dengan nilai akurasi sebesar 0.56, *Helmet* (helm) sebesar 0.87, *Vest* (rompi) sebesar 0.58, dan *No_Vest* (tanpa rompi) sebesar 0.71. Pada foto keempat, sistem mampu mendeteksi *Person* (pekerja) dengan nilai akurasi sebesar 0.81 dan *No-Helm* (tanpa helm) sebesar 0.77. Dengan demikian, nilai akurasi tertinggi adalah 81% (*person*/pekerja), 87% (helm), 78% (rompi pelindung), 71% (tanpa rompi) dan 77% (tanpa helm). Dari nilai-nilai akurasi yang dihasilkan tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa algoritma YOLOv5 ini mampu mendeteksi dengan baik, kelengkapan APD yang digunakan pekerja ketika berada di lingkungan kerja.

Tabel 1. Hasil pengujian pendeteksian APD secara real-time

No	Gambar Tangkapan CCTV	mAP APD				
		Person	Helem	Vest	No Vest	No Helm
1		0.63	-	0.78	-	0.63
2		0.80	-	0.57	0.34	0.48
3		0.56	0.87	0.58	0.71	-
4		0.81	-	-	-	0.77

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, baik dari pengujian model YOLOv5 maupun pengujian kamera yang telah dijabarkan sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa algoritma YOLOv5 mampu mendeteksi penggunaan APD pada pekerja/objek yang bergerak sekalipun dengan sangat baik. Algoritma YOLOv5 yang digunakan sebagai *image processing* dalam sistem ini mampu membaca kelengkapan APD dan kemudian

memisahnya berdasarkan kelasnya masing-masing. Dengan penerapan algoritma YOLOv5 ini pada sistem, *supervisor*/pengawas lapangan perusahaan dapat dengan mudah memantau pekerja yang tidak menggunakan APD sehingga risiko bahaya sebisa mungkin dapat dihindari.

Di dalam penelitian ini, sistem hanya mendeteksi 4 kelas penggunaan APD, yaitu helm, rompi pelindung, tanpa helm, dan tanpa rompi. Mengingat begitu pentingnya penggunaan APD ini di lingkungan kerja, maka penelitian berikutnya dapat memberikan

beberapa komponen lainnya seperti masker, sepatu, dan kacamata. Selain itu pula, implementasi YOLO versi terbaru juga sangat disarankan untuk menghasilkan tingkat akurasi yang lebih tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami penulis mengucapkan banyak terima kasih untuk Ahmad Abroar, S.Kom. dan Nur Madinah Yandriswan, S.Kom. atas kontribusinya dalam penyelesaian penelitian ini.

REFERENSI

- Afnur, N.A., Setiawan, R.A., Zahra, S. & Astharini, D. (2024). Deteksi Alat Pelindung Diri Secara Real-time Menggunakan Algoritma YOLO. *JIK: Jurnal Ilmu Komputer*, 9(2), 73~ 77. DOI: 10.47007/komp.v9i02.8993
- Ahmed, M. I. B., Saraireh, L., Rahman, A., Al-Qarawi, S., Mhran, A., Al-Jalaoud, J., AlMudaifer, D., Al-Haidar, F., AlKhulaifi, D., Youldash, M. & Gollapalli, M. (2023). Personal Protective Equipment Detection: A Deep-Learning-Based Sustainable Approach. *MDPI: Sustainability (Switzerland)*, 15(18):13990. DOI:10.3390/su151813990
- Ashar, M. H., & Suarna, D. (2022). Implementasi Algoritma YOLOv5 dalam Mendeteksi Penggunaan Masker Pada Kantor Biro Umum Gubernur Sulawesi Barat. *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, 3(3), 298-302. DOI: <https://doi.org/10.30865/klik.v3i3.559>.
- Azzahri, L. M., Ikhwan, K. I. (2023). Hubungan Pengetahuan Tentang Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) dengan Kepatuhan Penggunaan APD pada Perawat di Puskesmas Kuok. *Prepotif: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 3, 50-57, <https://doi.org/10.31004/prepotif.v3i1.442>.
- Deng, H., Ou, Z. & Deng, Y., (2021). Multi-angle fusion-based safety status analysis of construction workers. *Int J Environ Res Public Health*, 18. <https://doi.org/10.3390/ijerph182211815>
- Djaohar, M., & Sunawar, A. (2022). Rancang Bangun Pengecekan Alat Pelindung Diri Menggunakan Algoritma You Only Look Once (YOLO). *Journal of Electrical Vocational Education and Technology*, 7(1), 12-18.
- Jayanti, U., Ali, H., Reflis, R., Ramdhon, M., Utama, S., Adeko, R., Afirmansyah, A., Arifin, Z., Siswahyono, S. (2023). Analisis Penggunaan Alat Pelindung Diri dan Kecelakaan Kerja pada Pekerja Pabrik Kelapa Sawit di PT. Palma Mas Sejati Kabupaten Bengkulu Tengah. *Jurnal Ilmu Keperawatan dan Kesehatan Masyarakat*, 11(1), 272-278. DOI: <https://doi.org/10.37676/jnph.v11i1.4138>.
- Kung, D. C. (2023). *Software Engineering: 2nd Edition*. New York: McGraw Hill.
- Mailoa, R. M., & Santoso, L. W. (2022). Deteksi Rompi dan Helm Keselamatan Menggunakan Metode YOLO dan CNN. *Jurnal Infra*, 10(2), 49-55.
- Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi (2010). *Alat Pelindung Diri*. Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia, No. PER.08/MEN/VII/2010.
- Natalia, I. G., & Asmunin (2024). Deteksi Kelengkapan APD Keselamatan Pekerja Konstruksi Dengan Menggunakan Metode Convolutional Neural Network Dan Model Jaringan YOLOv5. *Jurnal Manajemen Informatika*, 16(1). <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-manajemen-informatika/article/view/56546>
- Nirvana, M. N. Rachmadi, R. F. & Purnama, I. K. E. (2023). Sistem Pendeteksi Alat Pelindung Diri (ADP) pada Pekerja Konstruksi Berbasis Convolutional Neural Network. *Jurnal Teknik ITS*, 12(3). ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print).
- Rahma, L., Syaputra, H., Mirza, A. H. & Purnamasari, S. D. (2021). Objek

- Deteksi Makanan Khas Palembang Menggunakan Algoritma YOLO (You Only Look Once). *J. Nas. Ilmu Komput.*, 2(3), 213–232.
- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R. & Farhadi, A. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. Retrieved July 4, 2025, from: <http://pjreddie.com/yolo/>.
- Taufiqurrochman, M. A. & Februariyanti, H. (2024). Rancang Bangun Aplikasi Deteksi Alat Pelindung Diri (APD) untuk Pekerja Proyek dengan Menggunakan Algoritma Yolov5. *JTIK: Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 8(2), DOI: <https://doi.org/10.35870/jtik.v8i2.1960>.
- Tonggiroh, M., Pardosi, V. B. A., Basiroh, Nugroho, F. (2024). *Rekayasa Perangkat Lunak*. Solok: PT Mafy Media Literasi Indonesia.
- Wong, SS. & Soo, AL. (2019). Factors Influencing Safety Performance in the Construction Industri. *Journal of Social Science and Humanities*, 16(3), 1-9. ISSN: 1823-884x.