JIK: Jurnal Ilmu Komputer
Vol. 09, No. 2, Desember 2024, pp. 73~ 77 p-ISSN: 2527-9653
DOI: 10.47007/komp.v9i02.8993 e-ISSN: 2797-8389

DETEKSI ALAT PELINDUNG DIRI SECARA *REAL-TIME* MENGGUNAKAN ALGORITMA YOLO

Niky Ardiansyah Afnur[*1], Ryan Agus Setiawan[2], Saharani Zahra[3], Dwi Astharini[4]

[1,2,3,4]Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia
Email: [1]niky.afnur@gmail.com, [2]ryanagussetiawan@gmail.com, [3]saharani6juli2000@gmail.com, [4]astharini@uai.ac.id
[*]Penulis Korespondensi

Abstrak

Pada lingkungan industri penggunaan Alat Pelindung Diri atau yang biasa disebut APD sangat penting untuk keselamatan pekerja. Metode tradisional untuk memantau kepatuhan penggunaan APD sering kali dilakukan secara manual, memakan waktu dan rentan terhadap kesalahan manusia. Makalah ini menyajikan sistem deteksi real-time untuk memantau penggunaan APD, dengan fokus khusus pada pembukaan gerbang otomatis bagi pekerja yang mengenakan APD yang diperlukan, diolah menggunakan algoritma YOLO (*You Only Look Once*). Sistem ini menggunakan model YOLOv8, yang terkenal karena kecepatan dan akurasinya dalam tugas deteksi objek, untuk mengidentifikasi berbagai item APD seperti helm, rompi keselamatan, dan masker. Kamera yang dipasang di pintu masuk menangkap rekaman video secara real-time yang kemudian diproses oleh model YOLO untuk mendeteksi keberadaan APD. Setelah deteksi APD yang diperlukan berhasil, sistem akan memicu pembukaan gerbang secara otomatis, sehingga hanya pekerja yang mematuhi aturan yang dapat mengakses area pabrik. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan keselamatan dengan memastikan kepatuhan penggunaan APD tetapi juga meningkatkan efisiensi dengan mengotomatisasi proses masuk. Sistem yang diusulkan akan diuji di lingkungan pabrik, menunjukkan akurasi dan responsivitas yang tinggi, menjadikannya solusi yang layak untuk meningkatkan keselamatan kerja di lingkungan industri.

Kata kunci: *pendeteksi waktu nyata, alat pelindung diri, algoritma YOLO, otomasisasi pabrik, keselamatan kerja, pendeteksi objek.*

REAL-TIME PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT DETECTION USING YOLO ALGORITHM

Abstract

In industrial environments, the use of Personal Protective Equipment what is commonly called PPE is essential for worker safety. Traditional methods of monitoring PPE compliance are often manual, time consuming and prone to human error. This paper presents a real-time detection system for monitoring PPE usage, with a particular focus on automatic gate opening for workers wearing the required PPE, processed using the YOLO (You Only Look Once) algorithm. The system uses the YOLOv8 model, which is well-known for its speed and accuracy in object detection tasks, to identify various PPE items such as helmets, safety vests, and masks. Cameras installed at the entrance capture real-time video footage which is then processed by the YOLO model to detect the presence of PPE. Upon successful detection of the required PPE, the system triggers the automatic opening of the gate, allowing only compliant workers to access the factory area. This approach not only improves safety by ensuring PPE usage compliance but also improves efficiency by automating the entry process. The proposed system will be tested in a factory environment, demonstrating high accuracy and responsiveness, making it a viable solution for improving work safety in industrial environments.

Keywords: *real-time detector, personal protective equipment, YOLO algorithm, factory automation, occupational safety, object detector.*

1. *INTRODUCTION*

Keselamatan pekerja di lingkungan industri adalah prioritas utama bagi perusahaan di berbagai sektor. Memastikan penggunaan Alat Pelindung Diri yang tepat adalah salah satu cara utama untuk melindungi pekerja dari potensi.

Alat Pelindung Diri atau biasa disebut APD adalah peralatan yang dikenakan oleh pekerja selama melakukan pekerjaan tertentu, disesuaikan

dengan kebutuhan pekerjaan tersebut untuk memastikan keselamatan pekerja serta orang-orang di sekitarnya. Penggunaan APD di lokasi proyek bersifat wajib, sebagai langkah preventif untuk melindungi pekerja dari berbagai potensi bahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja [1].

APD mencakup beberapa fungsi seperti helm, rompi pengaman, masker, sarung tangan, kacamata pelindung, dan sepatu khusus, semuanya dirancang untuk melindungi pekerja dari berbagai jenis bahaya di tempat kerja. Sebagai ilustrasi dalam industri pembangunan, buruh harus memakai topi keras untuk melindungi kepala dari luka akibat benda jatuh. Penggunaan APD yang sah adalah dasar untuk mengurangi bahaya kecelakaan dan luka di lingkungan kerja. Namun, memantau kepatuhan penggunaan APD secara manual dapat menjadi tugas yang menantang dan memakan waktu serta rentan terhadap kesalahan manusia.

Dengan kemajuan dalam visi komputer dan kecerdasan buatan, metode otomatis untuk memantau kepatuhan penggunaan APD mulai bermunculan. Salah satu teknik paling menonjol dalam deteksi objek adalah algoritma YOLO (*You Only Look Once*), yang dikenal karena kemampuannya mendeteksi objek secara *real-time* dengan akurasi tinggi. YOLO mampu mendeteksi berbagai jenis APD dalam gambar atau video, sehingga menjadi alat yang ideal untuk mengotomatiskan pemantauan kepatuhan penggunaan APD.

Makalah ini mengusulkan sistem deteksi *real-time* menggunakan algoritma YOLO untuk mengidentifikasi penggunaan APD dalam pengaturan pabrik. Sistem ini dirancang untuk secara otomatis membuka gerbang hanya bagi pekerja yang mengenakan APD yang diwajibkan, memastikan bahwa hanya pekerja yang patuh dapat mengakses area produksi. Dengan memasang kamera di pintu masuk pabrik, sistem akan menangkap rekaman video secara *real-time*, yang kemudian diproses oleh model YOLO untuk mendeteksi keberadaan APD. Setelah berhasil mendeteksi APD yang diperlukan, sistem akan memicu pembukaan gerbang secara otomatis.

Tujuan dari sistem ini adalah untuk meningkatkan keselamatan pekerja dan efisiensi operasional dengan mengotomatiskan proses pemantauan kepatuhan penggunaan APD dan kontrol akses. Pendekatan ini tidak hanya mengurangi beban kerja pengawas keselamatan, tetapi juga meminimalkan risiko kesalahan manusia.

Uji coba yang dilakukan di lingkungan pabrik menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi dan *responsiveness* yang tinggi, menjadikannya solusi yang efektif dan efisien untuk meningkatkan keselamatan di tempat kerja.

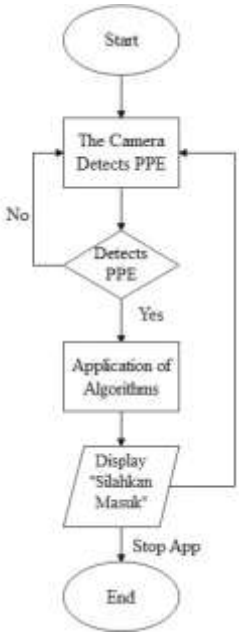
2. *RESEARCH METHOD*

YOLO (*You Only Look Once*) adalah algoritma pendeteksi objek yang dirilis pada tahun 2015. Itu dibuat oleh Joseph Redmon dan Ali Farhadi. YOLO memproses seluruh citra dalam satu lintasan maju melalui *convolutional Neural Network (*CNN) dan memprediksi kotak pembatas objek dan probabilitas kelas secara *real-time* [2].

YOLOv8 [3] memperkenalkan pengoptimalan tambahan dan modul baru untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi. Arsitektur YOLOv8 adalah evolusi dari YOLOv7 yang memperkenalkan beberapa perbaikan dan kelebihan baru. Salah satu kelebihan utama YOLOv8 adalah peningkatan performa dan akurasi dalam deteksi objek. Ini dicapai melalui penambahan lapisan pemrosesan gambar dan penggunaan Teknik pembelajaran mesin yang lebih canggih. Perbedaan lain antara YOLOv8 dan YOLOv7 adalah dalam hal penggunaan *anchor boxes*.

YOLOv8 memperkenalkan Teknik *anchor-free* yang lebih sederhana dan lebih efisien dibandingkan dengan teknik *anchor-based* yang digunakan oleh YOLOv7. Ini membuat YOLOv8 lebih mudah diimplementasikan dan lebih cepat dalam melakukan deteksi objek. Selain itu, YOLOv8 juga memiliki kapasitas deteksi objek yang lebih baik dan lebih akurat dibandingkan YOLOv7. Ini karena penambahan lapisan pemrosesan gambar dan penggunaan teknik pembelajaran mesin yang lebih canggih. Secara keseluruhan, arsitektur YOLOv8 adalah perbaikan dari YOLOv7 dan memiliki kelebihan yang lebih baik dalam performa, akurasi, dan kapasitas deteksi objek.

Penelitian ini menggunakan YOLOv8 untuk membuat sistem yang mendeteksi penggunaan alat pelindung diri (APD). Diagram alur sistem deteksi untuk penggunaan alat pelindung diri ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alur sistem deteksi alat pelindung diri (APD)

Sistem menggunakan kamera untuk mengambil video pekerja secara *real-time*, kemudian model rekaman video YOLOv8 diproses, dari model klasifikasi *deep leaning* untuk mendeteksi item APD, yaitu helm, rompi keselamatan, dan masker. Setelah mendeteksi item APD terpakai oleh pekerja maka sistem akan mengirim sinyal ke mekanisme kontrol gerbang untuk membuka gerbang kemudian akan muncul kata-kata "silakan masuk" pada layar pengguna.

Deteksi Objek

Deteksi objek menentukan keberadaan sebuah objek, ruang lingkupnya dan lokasi pada gambar. Objek deteksi mengidentifikasi kelas objek yang terdapat pada *database* yang telah di *Training*. Deteksi objek diawali oleh pengenalan suatu objek [4]. Hal ini dapat diperlakukan sebagai pengenalan objek kelas dua, di mana satu kelas mewakili kelas objek dan kelas lain mewakili kelas non-objek. Deteksi objek dibagi menjadi dua, yaitu *soft detection* dan *hard detection*. *Soft detection* hanya dapat mendeteksi keberadaan suatu objek sedangkan *hard detection* mendeteksi keberadaan objek dan lokasi objek pada sebuah gambar [5].

Algoritma YOLO

Gambar 2. Diagram alur sistem deteksi alat pelindung diri (APD)

Algoritma YOLO (*You Only Look Once*) mendeteksi objek sebagai masalah regresi tunggal, secara langsung memprediksi kotak pembatas dan probabilitas kelas dari gambar secara keseluruhan dalam satu evaluasi. Pendekatan *end-to-end* ini memungkinkan YOLO untuk mencapai kecepatan deteksi yang tinggi tanpa mengorbankan akuras.

Untuk melatih model YOLO secara efektif dalam mendeteksi Alat Pelindung Diri (APD), penting untuk menyusun kumpulan data yang beragam dan representatif. Kumpulan data ini harus mencakup gambar dan video yang merepresentasikan berbagai skenario khas di lingkungan industri, termasuk variasi dalam kondisi pencahayaan, sudut pengambilan gambar, dan gerakan pekerja. Selain itu, kumpulan data harus mencakup berbagai jenis APD, seperti pelindung kepala, rompi pengaman, sarung tangan, kacamata pelindung, dan sepatu khusus.

Semua symbol yang belum disebutkan dalam persamaan harus dijelaskan dalam teks berikut.

Cara Kerja YOLO

Cara kerja YOLO secara keseluruhan adalah mengambil citra *input*, melewatkannya melalui CNN untuk ekstraksi fitur, membagi citra menjadi *grid*, memprediksi kotak pembatas dan kelas objek di setiap sel *grid*, menerapkan NMS untuk menghilangkan tumpang tindih, dan akhirnya menghasilkan hasil deteksi objek yang akhir [6]. YOLO berfokus pada kecepatan dan efisiensi dengan melakukan deteksi objek secara *real-time* dalam satu langkah.

Berikut adalah langkah-langkah utama cara kerja YOLO [7]:

1. *Preprocessing*: Citra input yang akan dideteksi objeknya diproses terlebih dahulu. Proses *preprocessing* meliputi normalisasi citra, *resizing* citra ke ukuran yang sesuai, dan pemrosesan lainnya untuk mempersiapkan citra sebagai *input* untuk model YOLO.
2. *Convolutional* Neural Network (CNN): YOLO menggunakan arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) sebagai *back bone* untuk ekstraksi fitur. CNN digunakan untuk mempelajari fitur-fitur visual dari citra secara hierarkis, di mana lapisan-lapisan konvolusi dan *pooling* digunakan untuk mengekstraksi fitur semakin kompleks.
3. *Grid* dan Kotak Pembatas: YOLO membagi citra menjadi *grid* dengan ukuran tertentu. Setiap sel dalam *grid* bertanggung jawab untuk mendeteksi objek di dalamnya. Pada setiap sel, YOLO memprediksi beberapa kotak pembatas (*bounding box*) yang mungkin berisi objek, bersama dengan skor kepercayaan dan probabilitas kelas untuk setiap kotak pembatas.
4. Prediksi Objek: Pada setiap kotak pembatas, YOLO menghasilkan prediksi probabilitas kelas objek yang berbeda. Dengan menggunakan fungsi aktivasi *softmax*, YOLO memperkirakan probabilitas kelas untuk setiap objek yang mungkin ada dalam kotak pembatas tersebut. Metode YOLOv4 menggunakan teknik penggabungan (*ensemble*) yang kompleks untuk meningkatkan akurasi prediksi objek.
5. *Non-Maximum Suppression* (NMS): Setelah prediksi objek dilakukan, YOLO menerapkan algoritma *Non-Maximum Suppression* (NMS) untuk menghilangkan kotak pembatas yang tumpang tindih dan mempertahankan kotak pembatas dengan skor tertinggi NMS memastikan bahwa setiap objek hanya terdeteksi satu kali dan mengurangi kemungkinan adanya duplikat deteksi objek.
6. *Post-processing*: Setelah tahap NMS, kotak pembatas yang tersisa berisi informasi lokasi

dan kelas objek yang terdeteksi. Kotak pembatas ini dapat digunakan untuk menampilkan hasil deteksi objek pada citra, termasuk anotasi objek dengan kotak pembatas dan label kelas yang sesuai

3. *RESULT AND ANALYSIS*

Hasil implementasi deteksi Alat Pelindung Diri (APD) menggunakan algoritma YOLO. Implementasi dilakukan di mana kamera dipasang di titik-titik kritis seperti gerbang masuk, stasiun kerja, dan zona berisiko tinggi. Model YOLOv8 dipilih untuk tugas ini karena kinerjanya yang unggul dalam deteksi objek *real-time.*

Meskipun sistem bekerja dengan baik secara keseluruhan, ada contoh positif palsu (item *non*-APD terdeteksi sebagai APD) dan negatif palsu (APD tidak terdeteksi karena oklusi atau pencahayaan yang buruk). Masalah ini lebih umum terjadi di lingkungan dengan latar belakang yang kompleks atau cahaya redup. Peningkatan di masa depan dapat mencakup pelatihan lebih lanjut dari model dengan kumpulan data yang lebih beragam dan menerapkan teknik peningkatan gambar tingkat lanjut.

Jika semua item APD yang diperlukan seperti helm dan rompi pengaman terdeteksi, maka akan muncul pesan yang mengatakan "*All APD On*" seperti pada gambar berikut:

Gambar 3. Hasil mendeteksi APD lengkap

Dengan posisi yang berbeda jika salah satu item APD yang diperlukan hilang, akan muncul pesan yang mengatakan *"APD Missing"* seperti gambar berikut:

Gambar 4. Hasil mendeteksi APD tidak lengkap

4. *CONCLUSION*

Desain sistem deteksi Alat Pelindung Diri (APD) menggunakan algoritma *You Only Look Once* (YOLO) khususnya YOLOv8 telah berhasil diimplementasikan. Sistem deteksi ini mengenali pola seperti helm dan rompi pengaman. Sistem deteksi APD dapat mendeteksi lebih dari satu orang selama mereka berada di dalam bingkai kamera, membuat proses masuk ke area pabrik lebih cepat dan efisien.

Saran untuk penelitian selanjutnya, sistem ini dapat dikembangkan dan ditingkatkan lebih lanjut dengan membuat prototipe berbasis *Internet of Things (IoT)*, menambahkan lebih banyak kamera untuk mencakup area yang lebih luas, sehingga dapat diterapkan di sektor industri, khususnya bagi perusahaan yang memberlakukan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) demi keselamatan pekerjanya.

5. *ACKNOWLEDGEMENTS*

Penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada Program Studi Teknik Elektro Universitas Al-Azhar Indonesia (UAI) atas dukungannya dalam penelitian ini, yang memungkinkannya berjalan dengan lancar. Diharapkan hasil penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dan memberikan manfaat kepada semua pihak yang terlibat.

6. *REFERENCES*

[1] Ahmed, T., Hoque, A. S. M., Karmaker, C. L., & Ahmed, S. (2023). *Integrated approach for occupational health and safety (OHS) risk Assessment: An Empirical (Case) study in Small enterprises. Safety Science*, 164, 106143. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ssci.2023.106143

[2] L. Rahma, H. Syaputra, A. H. Mirza, and S. D. Purnamasari, "Objek Deteksi Makanan Khas Palembang Menggunakan Algoritma YOLO (You Only Look Once)," *J. Nas. Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 3, pp. 213–232, 2021.

[3] Ramadah, F., Wibawa, I. G. P. D., & Rizal, A. (2022). Sistem Deteksi Api Menggunakan Pengolahan Citra Pada Webcam Dengan

Metode Yolov3. E-Proceeding of Engineering, 9(2), 226–23.

[4] N. A. Dzaky, A. G. Rio, A. Dimas, S. Muhammad Adi and R. Perani "Penggunaan Metode YOLO Pada Deteksi Objek: Sebuah Tinjauan Literatur Sistematis," J. Artificial Inteligent dan Sistem Penunjang Keputusan Volume 1, No. 1 Juni 2023 Hal 54-63.

[5] H. Wang, X. Xu, Y. Liu, D. Lu, B. Liang, and Y. Tang, "Real-Time Defect Detection for Metal Components: A Fusion of Enhanced Canny–Devernay and YOLOv6 Algorithms," *Appl. Sci.*, vol. 13, no. 12, p. 6898, 2023.

[6] A. N. Sugandi and B. Hartono, "Implementasi Pengolahan Citra pada Quadcopter untuk Deteksi Manusia Menggunakan Algoritma YOLO," in Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar, 2022, vol. 13, no. 01, pp. 183–188.

[7] S. S. Sindarto, D. E. Ratnawati, and I. Arwani, "Klasifikasi Citra Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI) dengan Metode Convolutional Neural Network pada Perangkat Lunak berbasis Android," J. Pengemb. Teknol. Inf. Dan Ilmu Komput., vol. 6, no. 5, pp. 2129–2138, 2022.