

Rancang Bangun Pengenalan Wajah Pada Lemari Pengaman Menggunakan Metode *YOLO (You Only Look Once)*

Diana Rahmawati¹, Koko Joni², Galih Adhi Prasetyo³, Riza Alfita⁴, Heri Setiawan⁵, Harnyoto⁶

^{1,2,3,4} Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan, Indonesia

⁵ Elektronika Sistem Senjata, Politeknik Angkatan Darat, Batu, Indonesia

⁶ Teknik Otomotif Kendaraan Tempur, Politeknik Angkatan Darat, Batu, Indonesia

¹diana.rahmawati@trunojoyo.ac.id, ²kokojoni@trunojoyo.ac.id, ³170431100040@students.trunojoyo.ac.id,
⁴riza.alfita@trunojoyo.ac.id, ⁵herisetiawan@poltekad.ac.id, ⁶harnyoto@poltekad.ac.id

Abstrak— Perkembangan teknologi pengolahan citra saat ini memungkinkan manusia untuk membuat sistem yang dapat mengenali citra digital. Setiap orang memiliki karakteristik khusus yang membedakan satu orang dengan orang lain yang dikenal dengan biometrik. Fitur-fitur ini datang dalam bentuk *DNA (Deoxyribo Nucleic Acid)*, sidik jari, retina, dan bentuk wajah. Diantara ciri-ciri tersebut, bentuk wajah paling mudah dikenali dan diamati, karena bagian ini tidak tersembunyi. Tingkat kriminalitas dan kejahatan saat ini semakin tinggi karena banyaknya pelanggaran sehingga seseorang dapat berbuat jahat yang didasari pada kebutuhan hidup. Oleh karena itu pada penelitian ini dirancang alat berbasis pengolahan citra yaitu Rancang Bangun Pengenalan Wajah Pada Lemari Pengaman Menggunakan Metode *You Only Look Once (YOLO)* menggunakan kamera yang digunakan sebagai input dari pendeteksian yang nantinya output dari alat ini berupa *solenoid door lock* dengan menggunakan *raspberry pi*. Setelah dilakukan 3 jenis percobaan dengan menggunakan metode *YOLO* didapatkan hasil untuk wajah tampak depan sebesar 95%, untuk wajah tampak samping kanan sebesar 90% dan untuk wajah tampak samping kiri sebesar 94.4%. Untuk perhitungan menggunakan model *confusion matrix*.

Kata Kunci: Wajah; *Image Processing*; *You Only Look Once*; *Confusion Matrix*

Abstract— The development of image processing technology currently allows humans to create a system that can recognize a digital image. Each person has special characteristics that differentiate one person from another, known as biometrics. These features are present in the form of *DNA (Deoxyribo Nucleic Acid)*, fingerprints, retina, and facial shape. Among these characteristics, facial shape is the easiest to recognize and observe, because this part is not hidden. The level of crime and crime is currently increasing due to the large number of unemployed so that someone can commit crimes based on the needs of life. Therefore, in this research, an image processing based tool was designed, namely the Design of Facial Recognition in Security Cabinets Using the *You Only Look Once (YOLO)* Method using a camera which is used as input for detection which will later produce the output from this tool in the form of a door lock solenoid using a *raspberry pi*. . After carrying out 3 types of experiments using the *YOLO* method, the results for the front view of the face were 95%, for the right side of the face it was 90% and for the left side of the face it was 94.4%. For calculations using the fusion matrix model.

Keywords: Face; *Image Processing*; *You Only Look Once*; *Confusion Matrix*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pengolahan citra saat ini memungkinkan manusia untuk membuat suatu sistem yang dapat mengenali suatu citra digital. Citra digital adalah citra yang dapat diproses oleh komputer [1], [2]. Setiap orang memiliki karakteristik khusus yang membedakan satu orang dengan orang lain yang dikenal dengan biometrik[3]–[9]. Fitur-fitur ini datang dalam bentuk *DNA (Deoxyribo Nucleic Acid)*, sidik jari, retina, dan bentuk wajah. Di antara ciri-ciri tersebut, bentuk wajah paling mudah dikenali dan diamati, karena bagian ini tidak tersembunyi[9]–[13].

Sistem pengenalan wajah telah menjadi topik yang sering diteliti dalam bidang visi komputer selama beberapa dekade terakhir. Sistem ini telah digunakan di beberapa bidang seperti *smartphone* untuk *face unlock*, imigrasi dan juga media sosial untuk fitur pengenalan wajah. Sistem pengenalan wajah secara umum dibagi

menjadi dua tahap yaitu sistem pengenalan wajah yang merupakan tahap pertama (*pre-processing*), dilanjutkan dengan sistem pengenalan wajah (*face recognition*)[9]–[13]. Manusia melakukan langkah ini dengan sangat cepat, tetapi komputer membutuhkan waktu yang lama. Kemampuan manusia inilah yang ingin diduplikasi oleh para peneliti dalam beberapa tahun terakhir sebagai teknologi biometrik di bidang visi komputer. Tujuan duplikasi adalah untuk membuat model pengenalan citra wajah pada komputer [3], [5], [6], [14]–[16]. Kecerdasan buatan adalah cabang kecerdasan buatan yang dikendalikan oleh mesin. Kecerdasan buatan memiliki pembelajaran mesin dan pembelajaran mendalam. Deteksi objek merupakan salah satu teknik *computer vision* yang dapat digunakan untuk mengetahui posisi objek pada suatu gambar atau video. Algoritma deteksi objek biasanya menggunakan pembelajaran mesin atau pembelajaran mendalam untuk menghasilkan hasil yang bermakna. Saat orang melihat sebuah gambar atau video, dapat langsung diidentifikasi dan ditemukan objek yang menarik[17].

Pengenalan wajah adalah salah satu teknologi biometrik yang banyak digunakan dalam sistem keamanan, bersama dengan pengenalan retina, sidik jari, dan iris[16]. Dalam aplikasinya sendiri, pengenalan wajah menangkap wajah seseorang dengan kamera dan kemudian membandingkannya dengan wajah yang sebelumnya disimpan dalam *database* tertentu. Pengenalan wajah melibatkan banyak variabel seperti gambar sumber, hasil pemrosesan gambar, gambar yang diekstraksi dan informasi profil pribadi. Diperlukan juga sensor berupa sensor kamera dan metode untuk menentukan apakah citra yang ditangkap oleh *webcam* merupakan wajah manusia atau bukan dan untuk menentukan informasi profil yang sesuai dengan citra wajah target[18].

Tingkat kriminalitas dan kejahatan saat ini semakin tinggi karena banyaknya pengganggu sehingga seseorang dapat berbuat jahat yang didasari pada kebutuhan hidup. Bahkan orang yang melakukan kejahatan seperti itu sekarang sudah cerdas dan pintar sehingga sistem keamanan yang tinggi pada barang-barang berharga sangat diperlukan. Untuk itu diperlukan sebuah keamanan pada barang-barang berharga yaitu lemari pengaman dengan menggunakan pengenalan wajah sehingga hanya pemilik yang dapat membukanya dan tak perlu khawatir akan keamanan barang-barang berharga mereka.

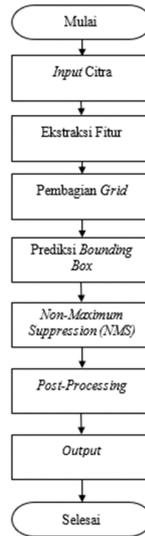
Dari permasalahan tersebut, digunakan ilmu pengetahuan dan teknologi pada gambar digital untuk mengenali wajah seseorang. Kemudian dipilih metode “*You Only Look Once*” (*YOLO*)[14], [18]–[21]. *YOLO* menerapkan *neural network* ke citra wajah lalu membagi citra menjadi beberapa daerah dan memprediksi *bounding box* dan probabilitas untuk setiap daerah. Setelah itu dihitung probabilitas setiap *bounding box* apakah itu diklasifikasikan sebagai objek atau tidak[10], [15]. Kamera yang digunakan adalah *webcam*. Kemudian data tersebut diterima oleh *mini PC (Personal Computer)* dalam hal ini adalah *Raspberry Pi*. Hasil keluaran berupa perintah apakah *solenoid door lock* aktif atau tidak melalui saklar *relay*.

2. METODE PENELITIAN

2.1 *You Only Look Once Versi 5*

You Only Look Once (YOLO) adalah salah satu pendekatan untuk melakukan pendeteksian objek secara *real-time* berbasis *Convolutional Neural Network (CNN)*. *Convolutional Neural Network (CNN)* merupakan sebuah *MLP (Multi Layer Perceptron)* yang didesain secara khusus untuk mengidentifikasi *image/gambar* dua dimensi. *YOLO* menggunakan pendekatan jaringan syaraf tunggal (*Single neural network*) untuk melakukan pendeteksian objek pada sebuah citra. *YOLOv5* adalah versi terbaru dari keluarga *YOLO* yang dikembangkan oleh komunitas *open-source* setelah *YOLOv4* [20], [22]. *YOLOv5* menggunakan pendekatan *end-to-end* untuk deteksi objek. Model ini terdiri dari tiga komponen utama:

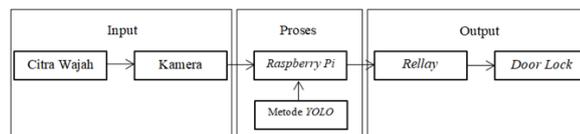
- Backbone*: Ekstraksi fitur dari gambar input. *YOLOv5* menggunakan *CSPDarknet* sebagai backbone yang dioptimalkan untuk kecepatan dan akurasi.
- Neck*: Agregasi fitur dari berbagai tingkat resolusi. *YOLOv5* menggunakan *PANet (Path Aggregation Network)* yang membantu dalam mempertahankan informasi spasial dan kontekstual dari fitur yang diekstraksi.
- Head*: Prediksi *bounding box*, kelas objek, dan confidence score. *YOLOv5* menggunakan *anchor boxes* dan *grid system* untuk prediksi akhir.



Gambar 1. Flowchart YOLO

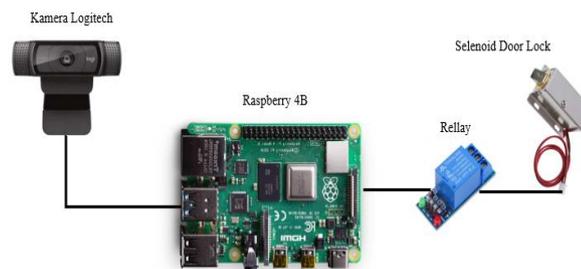
2.2 Perancangan Hardware

Pada tahapan perancangan perangkat keras ini, kamera akan diintegrasikan dengan mini *Personal Computer* (PC) *Raspberry Pi* sehingga dapat menjalankan dan memproses sistem sesuai dengan tujuan.



Gambar 2. Diagram Blok

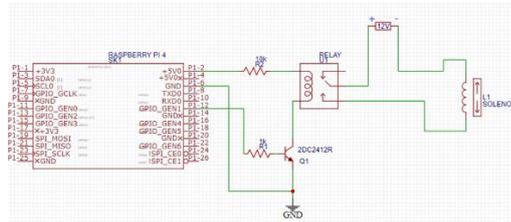
Pada diagram blok di atas dapat dijelaskan bahwa input berasal dari citra wajah yang diambil dengan kamera. Untuk prosesnya dengan *Raspberry Pi* menggunakan metode *YOLO*. Untuk outputnya menggunakan *door lock* yang dihubungkan dengan *relay*.



Gambar 1. Perancangan Hardware

Pada gambar 3 dan gambar 4 terdapat perancangan *hardware* dan skematik rangkaian dimana terdapat *webcam*, *raspberry pi*, *relay*, *power supply*, dan *selenoid door lock*. *Raspberry Pi* diberi catu daya yang bersumber

dari power supply. Kemudian untuk *output* menggunakan *solenoid door lock* yang sudah dihubungkan dengan *relay*.



Gambar 2. Skematik Rangkaian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Pembuatan Dataset

Pada pengujian deteksi wajah ini akan didapatkan data hasil pengujian sehingga dapat dilakukan perhitungan persentase tingkat keberhasilan dan tingkat kegagalan pada hasil pengambilan data. Di bawah ini merupakan perhitungan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dan kegagalan. Pada pembuatan *dataset* dilakukan dengan *Visual Studio Code* dengan dan dilakukan pengambilan dataset sebanyak 30 orang.



Gambar 3. Pembuatan Dataset

3.2 Pengujian Wajah Tampak Depan

Pada pengujian ini dilakukan terhadap 30 orang saat wajahnya menghadap ke depan. Tabel 1 menunjukkan hasil percobaannya.

Tabel 1. Tabel Pengujian Wajah Tampak Depan

No.	Nama	Percobaan 1	Percobaan 2
1	Abil	Sesuai	Sesuai
2	Agil	Sesuai	Sesuai
3	Bayu	Sesuai	Sesuai
4	Eko	Sesuai	Sesuai
5	Faizal	Sesuai	Sesuai
6	Farid	Sesuai	Sesuai
7	Farah	Sesuai	Sesuai
8	Febri	Sesuai	Sesuai

9	Galih	Sesuai	Sesuai
10	Aditya	Sesuai	Sesuai
11	Alfi	Sesuai	Tidak
12	Dava	Sesuai	Sesuai
13	Dhiyaun	Sesuai	Sesuai
14	Kebot	Sesuai	Sesuai
15	Febriansyah	Sesuai	Sesuai
16	Ghulam	Sesuai	Sesuai
17	Ogik	Sesuai	Sesuai
18	Rasuli	Sesuai	Sesuai
19	Tabita	Sesuai	Sesuai
20	Yudi	Sesuai	Sesuai
21	Insan	Sesuai	Sesuai
22	Misbakhus	Sesuai	Sesuai
23	Muthi	Sesuai	Sesuai
24	Niko	Sesuai	Sesuai
25	Prasetyo	Sesuai	Sesuai
26	Shidiq	Sesuai	Sesuai
27	Syaiful	Sesuai	Sesuai
28	Wahyu	Sesuai	Sesuai
29	Hasyim	Tidak	Tidak
30	Zami	Sesuai	Sesuai

3.3 Perhitungan YOLO

Sesuai dengan rumus IoU maka dihitung sebagai berikut:

- *Bounding Box* Prediksi (B1) : (x min=119, y min=220, x max=326, y max=386)
- *Bounding Box Truth* (B2) : (x min= 109, y min=210, x max= 316, y max=376)
- Koordinat Perpotongan:
 $x \text{ min} = \max(119, 109) = 119$
 $y \text{ min} = \max(220, 210) = 220$
 $x \text{ max} = \min(326, 316) = 316$
 $y \text{ max} = \max(386, 376) = 376$
- Area Perpotongan:

$$w = x_{\max} - x_{\min} = 316 - 119 = 197$$

$$h = y_{\max} - y_{\min} = 376 - 220 = 156$$

$$\text{Area Perpotongan} = w \times h = 197 \times 156 = 30732$$

- Area Gabungan:

$$\text{Area Prediksi} = (326 - 119) \times (386 - 220) = 34362$$

$$\text{Area Truth} = (316 - 109) \times (376 - 210) = 34362$$

$$\text{Area Gabungan} = 34362 + 34362 - 30732 = 37992$$

Hitung *IoU*

$$IoU = \frac{A \cap (\text{Intrsection})}{A \cup (\text{Union})} = \frac{30732}{37992} = 0.80$$

Dari 30 orang yang diuji saat wajah menghadap ke depan, samping kanan dan samping kiri. Saat pengujian wajah tampak depan dimana 57 percobaan sesuai dan 3 yang tidak sesuai dari 60 kali percobaan.

Tabel 2. *Confusion Matrix YOLO Tampak Depan*

n=60	Aktual : Positif (1)	Aktual : Negatif (0)
Prediksi : Positif (1)	True Positif : 57	False Positif : 3
Prediksi : Negatif (0)	True Negatif : 0	False Negatif : 0
	57	3

Dari hasil tabel *confusion matrix* di atas kemudian dihitung nilai *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F-1 score*.

Untuk perhitungannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Accuracy} &= \frac{(TP+TN)}{(TP+FP+FN+TN)} \\ &= \frac{(57+0)}{(57+3+0+0)} \\ &= \frac{(57)}{(60)} \\ &= 0.95 \\ &= 0.95 \times 100\% \\ &= 95\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Precision} &= \frac{(TP)}{(TP+FP)} \\ &= \frac{(57)}{(57+3)} \\ &= 0.95 \\ &= 0.95 \times 100\% \\ &= 95\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Recall} &= \frac{(TP)}{(TP+FN)} \\ &= \frac{(57)}{(57+0)} \\ &= 1 \\ &= 1 \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F-1 Score} &= \frac{(2 \times \text{recall} \times \text{precision})}{(\text{recall} + \text{precision})} \\ &= \frac{(2 \times 1 \times 0.95)}{(1 + 0.95)} \\ &= \frac{(1.9)}{(1.95)} \\ &= 0.974 \times 100\% \\ &= 97.4\% \end{aligned}$$

Dari hasil penelitian di atas dapat dianalisa dari pengujian wajah tampak depan dari 60 kali percobaan yang dilakukan didapatkan hasil 95% dengan 3 hasil yang tidak sesuai. Adapun hasil yang tidak sesuai yaitu wajahnya tidak sesuai dengan namanya. Dari pengujian wajah tampak samping kanan dari 90 kali percobaan yang dilakukan didapatkan hasil 90% dengan 9 hasil yang tidak sesuai. Adapun hasil yang tidak sesuai yaitu wajah tidak terdeteksi *bounding box*, wajah tidak sesuai dengan namanya serta wajah yang terdeteksi lebih dari satu. Dari

pengujian wajah tampak samping kiri dari 90 kali percobaan yang dilakukan didapatkan hasil 94.4% dengan 5 hasil yang tidak sesuai.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa didapatkan sebuah kesimpulan yaitu :

1. Untuk deteksi wajah dapat diaplikasikan menggunakan metode *You Look Only Once (YOLO)* dengan mencari nilai *IoU*, *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F-1 score*.
2. Untuk penerapan metode *YOLO* pada pengenalan wajah sudah sesuai meskipun ada kendala pada percobaannya.
3. Prinsip kerja metode *YOLO* yaitu dengan wajah yang akan dijadikan sampel akan dibuat *data training* sebelum pengujian.
4. Untuk nilai *IoU* didapatkan hasil 0.80 yang didapatkan dari area gabungan dan area perpotongan.
5. Pada percobaan pertama saat wajah tampak depan didapatkan nilai *accuracy* 95%, *precision* 95%, *recall* 100%, dan *F-1 score* 97.4%.
6. Pada percobaan kedua saat wajah tampak samping kanan didapatkan nilai *accuracy* 90%, *precision* 90%, *recall* 100%, dan *F-1 score* 94.7%.
7. Pada percobaan ketiga saat wajah tampak samping kiri didapatkan nilai *accuracy* 94%, *precision* 94%, *recall* 100%, dan *F-1 score* 96.9%.
8. Adapun pada percobaan yang tidak sesuai diantaranya wajah yang terdeteksi tidak sesuai dengan namanya serta wajah yang terdeteksi lebih dari satu serta wajah tidak terdeteksi *bounding box*.

REFERENSI

- [1] J. F. Fauzi, H. Tolle, and R. K. Dewi, "Implementasi Metode RGB To HSV pada Aplikasi Pengenalan Mata Uang Kertas Berbasis Android untuk Tuna Netra," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 6, pp. 2319–2325, 2018.
- [2] A. P. W. Wibowo and I. Rijayana, "Implementasi Teknologi Smart Drone Dan Citra Udara Untuk Monitoring Pertumbuhan Kelapa Sawit," *Semasteknomedia Online*, pp. 13–18, 2017.
- [3] L. Susanti, N. K. Daulay, and B. Intan, "Sistem Absensi Mahasiswa Berbasis Pengenalan Wajah Menggunakan Algoritma YOLOv5," *JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer)*, vol. 10, no. 2, p. 640, 2023, doi: 10.30865/jurikom.v10i2.6032.
- [4] A. Baihaqi, H. Firliansyah, R. Jaelani, and ..., "Systematic Literatur Review Mendeteksi Wajah Manusia Menggunakan Metode YOLO (You Only Look Once)," *JRIIN J. Ris. Inform. dan Inov.*, vol. 01, no. 01, pp. 1–5, 2023.
- [5] M. Y. A. Thoriq, I. A. Siradjuddin, and K. E. Permana, "Deteksi Wajah Manusia Berbasis One Stage Detector Menggunakan Metode You Only Look Once (Yolo)," *J. Teknoinfo*, vol. 17, no. 1, p. 66, 2023, doi: 10.33365/jti.v17i1.1884.
- [6] F. H. Laia, R. Rosnelly, A. Naswar, K. Buulolo, and M. C. M. Lase, "Deteksi Pengenalan Wajah Orang Berbasis Ai Computer Vision," *J. Teknol. Inf. Mura*, vol. 15, no. 1, pp. 62–72, 2023, doi: 10.32767/jti.v15i1.2024.
- [7] D. Frenza and R. Mukhaiyar, "Aplikasi Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Adaptive Resonance Theory (ART)," *Multidisciplinary Res. Dev.*, vol. 3, no. 1, pp. 35–42, 2021.

- [8] I. D. Kurniawati, I. A. Kusumawardhani, and M. Sc, "Implementasi Algoritma Canny dalam Pengenalan Wajah menggunakan Antarmuka GUI Matlab," pp. 1–5, 1986.
- [9] N. Dewi and F. Ismawan, "Implementasi Deep Learning Menggunakan Cnn Untuk Sistem Pengenalan Wajah," *Fakt. Exacta*, vol. 14, no. 1, p. 34, 2021, doi: 10.30998/faktorexacta.v14i1.8989.
- [10] H. O. K. Sugianto, M. A. D. Widyadara, and A. B. Setiawan, "Implementation of Face Recognition for Attendance Using Yolo V3 Method," *Semin. Nas. Inov. Teknol.*, vol. 6, no. 2, pp. 50–55, 2022, [Online]. Available: <https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/inotek/article/view/2559>.
- [11] Z. Fachmi, M. Sudarma, and L. Jasa, "Sistem Monitoring Kehadiran Perkuliahan Menggunakan Face Detection Dengan Algoritma Viola Jones," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 18, no. 1, p. 119, 2019, doi: 10.24843/mite.2019.v18i01.p18.
- [12] M. F. Yasykur and W. A. Saputra, "Implementasi Face Recognition Pada Sistem Presensi Mahasiswa Menggunakan Metode Ssd Dan Lbph," *J. Pendidik. Teknol. Inf.*, vol. 7, no. 1, pp. 63–74, 2024, doi: 10.37792/jukanti.v7i1.1207.
- [13] H. O. K. Sugianto, M. A. D. Widyadara, and A. B. Setiawan, "Implementation of Face Recognition for Attendance Using Yolo V3 Method," *Semin. Nas. Inov. Teknol.*, vol. 6, no. 2, pp. 50–55, 2022.
- [14] K. Khairunnas, E. M. Yuniarno, and A. Zaini, "Pembuatan Modul Deteksi Objek Manusia Menggunakan Metode YOLO untuk Mobile Robot," *J. Tek. ITS*, vol. 10, no. 1, 2021, doi: 10.12962/j23373539.v10i1.61622.
- [15] A. A. Malik, "Identifikasi Wajah Manusia menggunakan Yolo Frameworks dengan Metode Scale Modifier sebagai Preprocessing Secara Real Time," *Skripsi Jur. Tek. Elektro Univ. Sultan Ageng Tirtayasa*, pp. 1–20, 2023.
- [16] A. Shalsabila and R. Mukhaiyar, "Perancangan Alat Pendeteksi Iris Mata Menggunakan Metode Wavelet Filter," *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 8, no. 2, p. 433, 2022, doi: 10.24036/jtev.v8i2.118360.
- [17] D. Yulianti, I. Triastomoro, and S. Sa'idah, "Identifikasi Pengenalan Wajah Untuk Sistem Presensi Menggunakan Metode Knn (K-Nearest Neighbor)," *J. Tek. Inf. dan Komput.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–10, 2022, doi: 10.37600/tekinkom.v5i1.477.
- [18] I. Nihayatul Husna, M. Ulum, A. Kurniawan Saputro, D. Tri Laksono, and D. Neipa Purnamasari, "Rancang Bangun Sistem Deteksi Dan Perhitungan Jumlah Orang Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)," *Semin. Nas. Fortei Reg.*, vol. 7, pp. 1–6, 2022.
- [19] Y. Arvio, D. T. Kusuma, and I. B. M. Sangadji, "Pendekatan Algoritma Yolo V5 Untuk Mendeteksi Cacat Produk Masker Yolo V5 Algorithm Approach for the Face Mask Defect Detection," vol. 20, pp. 11–17, 2024.
- [20] H. Deshpande, A. Singh, and H. Herunde, "Comparative Analysis on YOLO Object Detection with OpenCV," *Int. J. Res. Ind. Eng.*, vol. 9, no. 1, pp. 46–64, 2020, doi: 10.22105/riej.2020.226863.1130.
- [21] J. S. W. Hutaeruk, T. Matulatan, and N. Hayaty, "Deteksi Kendaraan secara Real Time menggunakan Metode YOLO Berbasis Android," *J. Sustain. J. Has. Penelit. dan Ind. Terap.*, vol. 9, no. 1, pp. 8–14, 2020, doi: 10.31629/sustainable.v9i1.1401.
- [22] A. Setiyadi, E. Utami, and D. Ariatmanto, "Analisa Kemampuan Algoritma YOLOv8 Dalam Deteksi Objek Manusia Dengan Metode Modifikasi Arsitektur," *J. Sains Komput. Inform. (J-SAKTI)*, vol. 7, no. 2, pp. 891–901, 2023.