

Pengembangan Sistem Pintu Portal Miniatur dengan Pengenalan Wajah Menggunakan *FaceNet* dan *MediaPipe*

Mochamad Aditya Rizky Fahreza^{1,*}, Abd Rabi², Wahyu Dirgantara³

e-mail: marf3285@gmail.com, arrabik@unmer.ac.id, wahyu.dirgantara@unmer.ac.id

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Universitas Merdeka Malang, Jalan Terusan Dieng. 62-64, Malang, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diterima 11 Juni 2024

Direvisi 28 Juli 2024

Diterbitkan 31 Juli 2024

Kata kunci:

Pengenalan Wajah

Facenet

Mediapipe

Miniatur

Keywords:

Face Recognition

Facenet

Mediapipe

Miniature

ABSTRAK

Penelitian ini mengembangkan sistem pintu portal miniatur menggunakan teknologi pengenalan wajah dengan *FaceNet* dan *MediaPipe* untuk pengambilan video *real-time*, bertujuan meningkatkan keamanan akses. Sistem diuji dalam berbagai kondisi pencahayaan dan jarak. Hasil menunjukkan bahwa tingkat akurasi pelatihan data dengan metode CNN dan *FaceNet* mencapai 100%, tetapi intensitas pencahayaan sangat mempengaruhi kemampuan sistem dalam mendeteksi dan mengenali wajah. Pada pencahayaan 99 lux, sistem tidak mampu mengenali wajah dari jarak 25 cm hingga 1 meter. Pada 108 lux, sistem menunjukkan konsistensi yang lebih baik dengan deteksi hingga 1 meter, meskipun kepercayaan prediksi menurun di atas jarak tersebut. Pada 118 lux, meskipun deteksi wajah lebih baik, kualitas pembacaan wajah menurun di atas jarak 1 meter. Sistem ini terdiri dari tiga kamera dan tiga pintu portal. Servo pada setiap pintu portal berhasil menggerakkan pintu berdasarkan hasil pengenalan wajah. Jika wajah terdeteksi, servo bergerak 90 derajat untuk membuka pintu, dan tetap pada posisi awal jika wajah tidak terdeteksi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan memberikan solusi efektif dan nyaman untuk kontrol akses otomatis, meningkatkan keamanan, dan mengurangi risiko tindakan kriminal, meskipun dipengaruhi oleh jarak dan kondisi pencahayaan.

ABSTRACT

This research develops a miniature portal door system using facial recognition technology with FaceNet and MediaPipe for real-time video capture, aiming to improve access security. The system is tested under a variety of lighting conditions and distances. The results showed that the accuracy rate of data training with the CNN and FaceNet methods reached 100%, but the intensity of the exposure greatly affected the system's ability to detect and recognize faces. At 99 lux lighting, the system is not able to recognize faces from a distance of 25 cm to 1 meter. At 108 lux, the system showed better consistency with detection up to 1 meter, although prediction confidence decreased above that distance. At 118 lux, although face detection is better, the quality of face readings decreases above a distance of 1 meter. The system consists of three cameras and three portal doors. The servos on each portal door successfully move the door based on the results of facial recognition. If a face is detected, the servo moves 90 degrees to open the door, and stays in the starting position if the face is not detected. The results of this study show that the developed system provides an effective and convenient solution for automatic access control, improves security, and reduces the risk of criminal acts, even though it is affected by distance and lighting conditions.

Penulis Korespondensi:

Moch. Aditya Rizky Fahreza,

Jurusan Teknik Elektro,



Universitas Merdeka Malang,
Jalan Terusan Dieng. 62-64, Malang.
Email: marf3285@gmail.com
Nomor HP/WA aktif: 089685470120

1. PENDAHULUAN

Keamanan merupakan salah satu kebutuhan mendasar bagi setiap individu, terutama dalam konteks perumahan [1]. Dengan meningkatnya kasus kriminalitas dan ancaman terhadap keselamatan, teknologi modern terus berkembang untuk memberikan solusi yang lebih efisien dan efektif [2]. Salah satu inovasi terkini dalam bidang keamanan perumahan adalah penggunaan sistem pengenalan wajah [3]. Teknologi ini memungkinkan identifikasi individu secara otomatis dan real-time, sehingga dapat meningkatkan tingkat keamanan dengan mengurangi kemungkinan akses oleh pihak yang tidak berwenang.

Pada inti dari teknologi pengenalan wajah ini adalah penggunaan jaringan saraf konvolusional (*Convolutional Neural Network* atau CNN). CNN adalah arsitektur jaringan saraf tiruan yang telah terbukti sangat efektif dalam mengolah dan mengenali gambar [4]. CNN bekerja dengan cara mengkonvolusikan gambar masukan untuk mengekstraksi fitur-fitur penting dan membangun representasi yang mendalam dari data visual [5]. Hal ini membuat CNN mampu mengenali pola dan objek dalam gambar dengan akurasi yang sangat tinggi. CNN telah menjadi teknologi kunci dalam banyak aplikasi pengenalan wajah modern, karena kemampuannya dalam menangani berbagai variabilitas dalam citra seperti perubahan pencahayaan, pose, dan ekspresi wajah [6].

Dalam pengembangan sistem keamanan berbasis pengenalan wajah, pemilihan metode yang tepat sangatlah krusial untuk mencapai akurasi dan efisiensi yang tinggi [7]. Metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dipilih karena kemampuannya yang unggul dalam melakukan ekstraksi fitur dari gambar. CNN telah terbukti efektif dalam berbagai aplikasi pengenalan wajah dan objek karena arsitekturnya yang mampu menangkap pola spasial dan fitur hierarkis secara otomatis [8]. Dengan kemampuan ini, CNN dapat mengidentifikasi wajah dengan tingkat akurasi yang tinggi bahkan dalam kondisi pencahayaan yang bervariasi dan sudut pandang yang berbeda. Selain itu, CNN juga memiliki keunggulan dalam hal skalabilitas dan kemampuan untuk diintegrasikan dengan teknologi kecerdasan buatan lainnya, menjadikannya pilihan yang tepat untuk proyek ini [9].

FaceNet, sebuah model pembelajaran mendalam yang dikembangkan oleh Google, telah menunjukkan performa unggul dalam pengenalan wajah [10]. *FaceNet* menggunakan jaringan saraf konvolusional (CNN) untuk menghasilkan representasi wajah yang kuat dan akurat. Hal ini memungkinkan sistem untuk mengenali individu dengan tingkat akurasi yang tinggi, bahkan dalam kondisi pencahayaan dan sudut pandang yang bervariasi [11]. *MediaPipe*, di sisi lain, merupakan *framework open-source* yang juga dikembangkan oleh Google untuk pemrosesan multimodal seperti video, audio [12]. *MediaPipe* menyediakan solusi lengkap dan efisien untuk deteksi wajah secara *real-time* [13].

Dalam penelitian ini, kami mengembangkan sebuah sistem pintu portal miniatur berbasis pengenalan wajah menggunakan *FaceNet* dan *MediaPipe* dengan 3 unit pintu portal dan masing-masing memiliki 1 unit kamera untuk mendeteksi adanya objek. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan keamanan perumahan dengan cara yang lebih modern dan efisien. Pintu portal miniatur ini akan terbuka secara otomatis ketika sistem mengenali wajah yang telah terdaftar, memberikan akses yang aman dan nyaman bagi penghuni rumah. Integrasi dengan mikrokontroler ESP32 memungkinkan kontrol yang presisi terhadap mekanisme servo yang menggerakkan pintu portal, serta memberikan fleksibilitas dalam implementasi dan pemeliharaan sistem.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan dan menguji efektivitas sistem pintu portal miniatur berbasis pengenalan wajah dalam meningkatkan keamanan perumahan. Sistem ini diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih aman dan efisien dibandingkan dengan metode konvensional seperti penggunaan kunci fisik atau kartu akses. Selain itu, sistem ini juga dapat memberikan kenyamanan lebih bagi penghuni rumah dengan otomatisasi yang ditawarkan.



2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

2.1. Pengumpulan Dataset

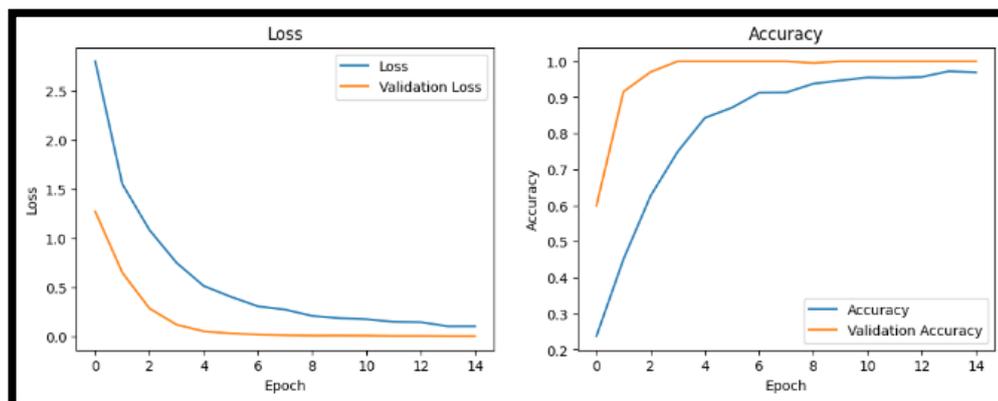
Pengumpulan dataset adalah proses mengumpulkan, memperoleh, atau menyusun data dari berbagai sumber untuk digunakan dalam analisis atau pelatihan model [14]. Proses ini melibatkan pemilihan, pengumpulan, dan penyimpanan data yang relevan dan berkualitas tinggi, sesuai dengan tujuan penelitian atau proyek yang sedang dikerjakan. Pada penelitian ini dataset wajah menggunakan 10 sampel wajah sebagai perbandingan dengan masing masing 100 foto.

2.2. Pre-Processing

Preprocessing adalah tahap dalam pengolahan data yang melibatkan pembersihan, transformasi, dan penyiapan data mentah agar siap digunakan dalam analisis atau pelatihan model [15]. Untuk augmentasi dataset pada penelitian ini menggunakan fungsi *resize*, *flip*, *shear*, dan pencahayaan.

2.3. Pelatihan Dataset Menggunakan Facenet

Pelatihan dataset menggunakan FaceNet adalah proses di mana model neural network dilatih menggunakan dataset yang terdiri dari gambar wajah manusia [16]. FaceNet menggunakan teknik deep learning untuk mempelajari representasi wajah yang unik untuk setiap individu dalam ruang fitur yang disebut "*embedding space*". Proses pelatihan ini memungkinkan model untuk memahami perbedaan antara wajah yang berbeda dan menghasilkan vektor fitur yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi atau memverifikasi identitas seseorang [17].



Gambar 1. Hasil Pelatihan Dengan *Facenet*

Grafik pada gambar 3 tersebut menunjukkan bahwa model mengalami peningkatan performa selama pelatihan. Pada *plot Loss*, nilai *loss* baik pada data pelatihan maupun validasi menurun seiring bertambahnya *epoch*, menandakan model semakin baik dalam memprediksi nilai target. Pada *plot Accuracy*, akurasi model meningkat seiring bertambahnya *epoch*, baik pada data pelatihan maupun validasi, menunjukkan bahwa model belajar dengan baik dari data pelatihan dan dapat menggeneralisasi dengan baik pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya. Dengan demikian, grafik tersebut menunjukkan bahwa model telah melalui proses pelatihan yang efektif dan berhasil meningkatkan performanya.

2.4. Eksekusi Model dengan MediaPipe

Eksekusi model menggunakan MediaPipe memungkinkan akses langsung ke kamera dan pengolahan video secara real-time, mirip dengan penggunaan *OpenCV* [18]. Dengan MediaPipe, kita dapat dengan mudah



mengintegrasikan model *machine learning* untuk deteksi objek, deteksi pose, atau pengenalan wajah dalam aplikasi *computer vision*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

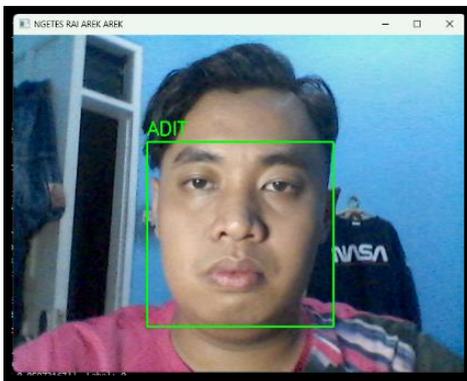
A. Jarak Capture Kamera

- Pengaturan Jarak: Kamera diposisikan pada jarak minimal 25 cm dari pengguna. Dengan tinggi kamera ± 1 meter. Pengujian dilakukan untuk memastikan deteksi wajah akurat pada jarak ini.
- Variasi Jarak: Selain jarak standar 25 cm, pengujian juga dilakukan pada jarak 50 cm dan 100 cm untuk mengevaluasi kinerja sistem pada jarak yang berbeda.

B. Pengujian Hasil Model

Pengujian hasil model dengan MediaPipe adalah tahap dalam evaluasi kinerja sistem pintu portal miniatur berbasis pengenalan wajah. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana model yang telah dilatih mampu mengenali wajah dengan akurat dan responsif menggunakan data dari kamera webcam yang diakses secara *real-time*. Pada gambar 5 dan 6 merupakan hasil eksekusi model dengan *Mediapipe* dengan platform pemrograman berbahasa python pada aplikasi *Visual Studio Code*.

Tabel 1 Wajah Dikenali dan Tidak Dikenali

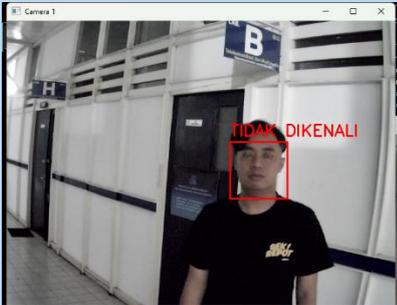
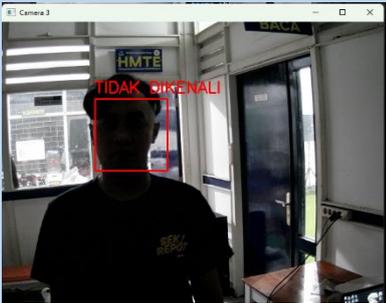


C. Kondisi Pencahayaan

- Cahaya Redup: Pengujian dilakukan dalam kondisi pencahayaan yang lebih redup (99 lux) untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam kondisi kurang cahaya.



Tabel 2 Pengujian Dengan Lux 99

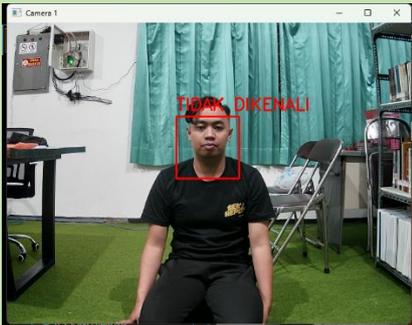
NO	HASIL CAPTURE	LABEL HASIL	LABEL ASLI	KAMERA
1		TIDAK DIKENALI	ADIT	2
2		TIDAK DIKENALI	ADIT	1
3		TIDAK DIKENALI	ADIT	3

Pada Tabel 2 pengujian meliputi beberapa sampel wajah dengan akses ketiga kamera dengan posisi yang berbeda beda, hasil dari pengujian tersebut menunjukkan sama sekali tidak ada wajah yang dikenali karena intensitas cahaya belum memenuhi standar model. Pengujian dilakukan dengan jarak 25cm - 1 meter, hasil dari pengujian menunjukkan tidak ada wajah yang dikenali namun bounding box masih bisa mendeteksi adanya wajah.

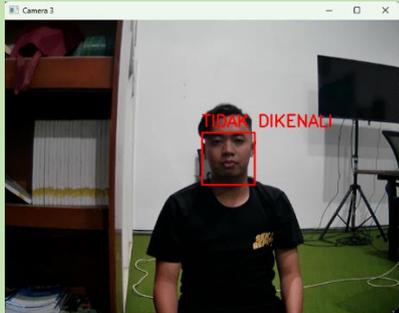
- b. Cahaya Standar: Pengujian dilakukan dalam kondisi pencahayaan standar (108 lux) dengan pencahayaan ruangan untuk memastikan wajah terdeteksi dengan jelas.



Tabel 3 Pengujian Dengan Lux 108

NO	HASIL CAPTURE	LABEL HASIL	LABEL ASLI	KAMERA
1		ADIT	ADIT	2
2		TIDAK DIKENALI	ADIT	2
3		ADIT	ADIT	1
4		TIDAK DIKENALI	ADIT	1

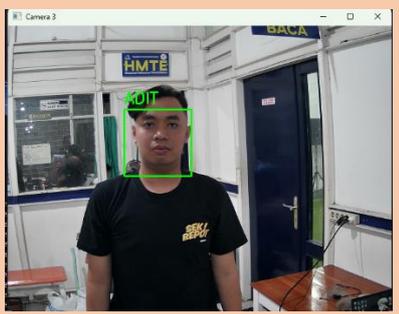


5		TIDAK DIKENALI	ADIT	3
6		ADIT	ADIT	3

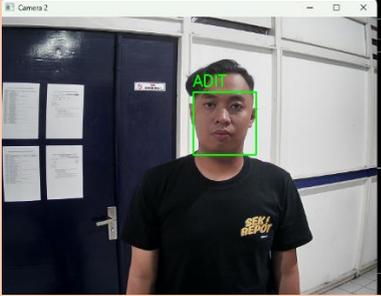
Pada Tabel 3 pengujian dilakukan dengan lux 108, hasil pengujian menunjukkan bahwa dari beberapa sampel wajah dapat terdeteksi dan dikenali. Hal ini menunjukkan bahwa standar pencahayaan yang dibutuhkan oleh model adalah 108 lux. Dengan radius jarak 25cm hingga 1 meter sistem mampu membaca dan mengenali wajah, diatas radius jarak 1 meter, sistem membaca wajah namun sudah tidak mengenali/kepercayaan pembacaan dan pengenalan wajah pada sistem tidak memenuhi standar sehingga bounding box berwarna merah, namun masih bisa mendeteksi adanya wajah.

- c. Cahaya Terang: Pengujian juga dilakukan dalam kondisi pencahayaan yang sangat terang (119 lux) untuk melihat dampak dari pencahayaan berlebih pada deteksi wajah.

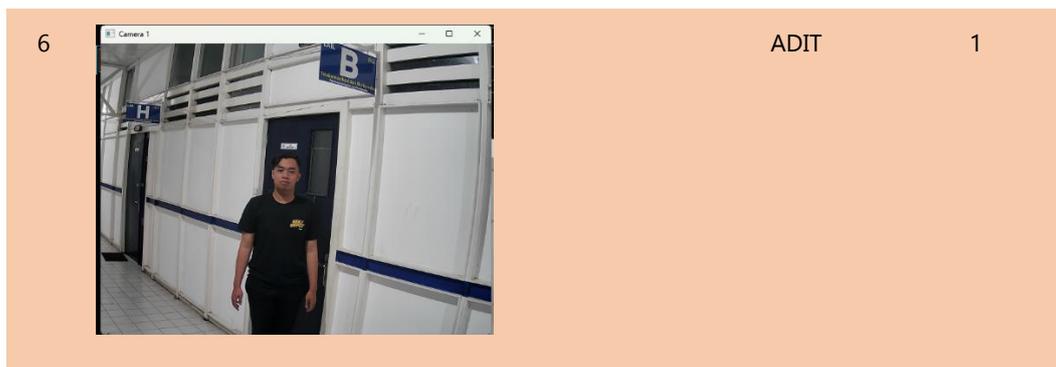
Tabel 4 Pengujian Dengan Lux 118

NO	HASIL CAPTURE	LABEL HASIL	LABEL ASLI	KAMERA
1		ADIT	ADIT	3



2		ADIT	3	
3		ADIT	ADIT	2
4		ADIT	2	
5		ADIT	ADIT	1



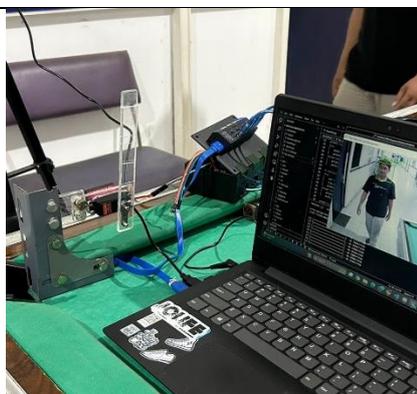


Pada Tabel 4 hasil penelitian pada lux 118, menunjukkan pembacaan wajah dengan beberapa sampel wajah dengan konsistensi yang berbeda. Beberapa sampel wajah masih bisa terdeteksi dan dikenali oleh sistem pada jarak radius 25-1 meter, pada jarak lebih dari satu meter, sistem sudah tidak mampu membaca maupun mengenali adanya wajah. Hal ini dikarenakan pencahayaan mempengaruhi kinerja sistem dan bias pada sampel wajah mempengaruhi pembacaan wajah seperti keringat yang menimbulkan bias pantulan cahaya yang menyebabkan sistem tidak mampu bekerja dengan baik atau mengalami error.

D. Kondisi Motor Servo

Sistem pengenalan wajah ini dirancang untuk mengontrol motor servo yang mengoperasikan pintu portal berdasarkan deteksi wajah. Berikut adalah dua kondisi yang akan memicu respons dari sistem ini:

- Saat Wajah Terdeteksi: Ketika wajah terdeteksi dan dikenali, motor servo akan bergerak 90 derajat (membuka pintu portal).
- Saat Wajah Tidak Terdeteksi: Jika tidak ada wajah yang terdeteksi atau wajah tidak dikenali, motor servo tetap pada posisi awal 0 derajat (pintu tertutup). Respon sistem terhadap situasi ini juga dicatat untuk memastikan keamanan dan keandalan.



Gambar 2. Posisi Servo Saat Terdeteksi Wajah



Gambar 3. Posisi Servo Saat Tidak Terdeteksi Wajah

Sistem yang dikembangkan berhasil mengintegrasikan FaceNet dan MediaPipe untuk pengenalan wajah dengan akurasi yang cukup tinggi. Implementasi pada pintu portal miniatur menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali wajah dalam berbagai kondisi pencahayaan dan sudut pengambilan gambar. Penggunaan MediaPipe membantu dalam mendeteksi wajah secara real-time, sehingga mempercepat proses pengenalan. Selain itu, ESP32 sebagai mikrokontroler memberikan fleksibilitas dalam pengembangan dan pengaturan sistem.



4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisis data pada sistem pintu portal miniatur dengan pengenalan wajah menggunakan FaceNet dan MediaPipe, akurasi pelatihan mencapai 100%. Namun, intensitas pencahayaan yang berbeda mempengaruhi hasil deteksi wajah. Pada pencahayaan 99 lux, sistem gagal mengenali wajah dari jarak 25 cm hingga 1 meter. Pada 108 lux, sistem konsisten mendeteksi wajah hingga jarak 1 meter, meskipun kepercayaan prediksi menurun di atas jarak tersebut, ditandai dengan bounding box merah. Pada 118 lux, sistem dapat mendeteksi dan mengenali wajah, namun kualitas deteksi menurun di atas jarak 1 meter karena pencahayaan yang terlalu tinggi. Servo motor di sistem bergerak 90 derajat untuk membuka pintu jika wajah terdeteksi, dan tetap pada posisi awal jika tidak ada deteksi. Ini menunjukkan bahwa sistem ini dapat mengoperasikan pintu portal otomatis berdasarkan data dari tiga kamera, meningkatkan keamanan dan kenyamanan akses, dengan catatan mengenai jarak dan kondisi pencahayaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Fakhruddin *et al.*, "RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN PINTU RUMAH BERBASIS INTERNET OF THINGS DENGAN ESP32 DAN APLIKASI BLYNK," vol. 19, pp. 53–59, 2024.
- [2] F. Putri Untsa, "Meningkatkan Keamanan Kota melalui Perencanaan dan Perancangan Kota," *Blantika Multidiscip. J.*, vol. 2, no. 6, pp. 594–613, 2024, doi: 10.57096/blantika.v2i6.148.
- [3] T. Arifianto, "Pengembangan Sistem Pengenalan Wajah Berbasis Deep Learning Untuk Keamanan Komputer 2024," *J. Rev. Pendidik. dan Pengajaran*, vol. 7, no. 2, pp. 3934–3938, 2024.
- [4] M. Reynaldo, "Convolutional Neural Network Dalam Deteksi Dan Rekognisi Agent Pada Kontes Robot Sepak Bola Humanoid Indonesia," pp. 1–6, 2020, [Online]. Available: <http://repository.teknokrat.ac.id/id/eprint/3382%0Ahttp://repository.teknokrat.ac.id/3382/4/b216312303.pdf>.
- [5] D. P. Romadhon and R. E. Putra, "Penerapan Metode Deep Learning Menggunakan Algoritma CNN based Recommendation pada Aplikasi E- Commerce Gols (Studi Kasus : PT . Cipta Giri Sentosa)," vol. 05, pp. 616–627, 2024.
- [6] M. F. Irsyandi and T. Sutabri, "Analisis Kinerja Algoritma Kecerdasan Buatan untuk Pengenalan Wajah dalam Pengaturan Keamanan," *IJM Indones. J.*, vol. 2, pp. 122–127, 2024, [Online]. Available: <https://journal.csspublishing.com/index.php/ijm/article/view/717%0Ahttps://journal.csspublishing.com/index.php/ijm/article/download/717/510>.
- [7] A. Azhar, B. Siswoyo, D. Pratama, K. Anam, and H. Susana, "Penerapan Algoritma Convolutional Neural Network (Cnn) Untuk Diagnosa Tumor Otak," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 2, pp. 1797–1801, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i2.8242.
- [8] A. H. Qisthan, "Analisis performa metode convolutional neural network dengan arsitektur convnext dalam klasifikasi spesies ular berbisa dan tidak berbisa di indonesia," *Repository.Uinjkt.Ac.Id*, 2023, [Online]. Available: https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/77034%0Ahttps://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/77034/1/ALIFIAR_HAZAZI_QISTHAN-FST.pdf.
- [9] D. Iverson, "SISTEM PENDETEKSI PNEUMONIA MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DENGAN ARSITEKTUR DENSENET201 LAPORAN," vol. 4, no. 02, pp. 7823–7830, 2024.
- [10] W. Sugeng and D. Barus, "Pengecekan Foto Pasport Menggunakan Metode Dnn Dan Facenet Sebagai Pengenalan Wajah," *J. Pekommas*, vol. 8, no. 2, pp. 169–180, 2023, doi: 10.56873/jpkm.v8i2.5195.
- [11] P. Ramadhika, "BAB II Tinjauan Pustaka BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1. 1–64," *Gastron. ecuatoriana y Tur. local.*, vol. 1, no. 69, pp. 5–24, 2019.
- [12] I. B. A. Peling, I. M. P. A. Ariawan, and G. B. Subiksa, "Deteksi Bahasa Isyarat Menggunakan Tensorflow Lite dan American Sign Language (ASL)," *J. Krisnadana*, vol. 3, no. 2, pp. 90–100, 2024, doi: 10.58982/krisnadana.v3i2.534.
- [13] Zaini Miftach, "BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA & DASAR TEORI," pp. 53–54, 2018.
- [14] A. Fu'adi *et al.*, "Pembangunan Sistem Monitoring Kehadiran Mahasiswa Menggunakan Yolo Pendeteksi Obyek dan Pengenal Wajah Opencv," *J. Ilm. Teknol. Inf. Asia*, vol. 18, no. 1, pp. 84–87, 2024.
- [15] I. Of, T. K. Neighbor, M. For, C. Of, D. On, and L. Images, "Implementasi Metode K-Nearest Neighbor Untuk Klasifikasi Penyakit Tanaman Mentimun Pada Citra Daun," pp. 135–145, 2024.
- [16] P. Studi, T. Informatika, F. Sains, D. A. N. Teknologi, U. Islam, and N. Syarif, "Klasifikasi Deepfake Video Menggunakan Random Forest dan Stochastic Gradient Descent Dengan Metode Pendekatan Triplet Loss Approach Algoritma MTCNN Klasifikasi Deepfake Video Menggunakan Random Forest dan Stochastic Gradient Descent Dengan Metode Pendekat," 2023.
- [17] Riswan, "PENGENALAN POLA WAJAH GENDER FACE RECOGNITION MENGGUNAKAN METODE COSINE SIMILARITY," *Proposal*, pp. 4–6, 2024.
- [18] P. B. Utomo, A. Komunitas, N. Putra, and S. Fajar, "Deteksi Gerak Tangan sebagai Pengenal Bahasa Isyarat menggunakan Mediapipe dan Long-Short Term Memory Deteksi Gerak Tangan sebagai Pengenal Bahasa Isyarat menggunakan Mediapipe dan Long-Short Term Memory," no. June, 2024, doi: 10.24176/simet.v15i1.10505.

