



## Perancangan Sistem Deteksi Wajah Dan Identitas

Sofyan Mufti Prasetyo<sup>1\*</sup>, Reza Fadillah<sup>2</sup>, Muhammad Galang<sup>3</sup>, Tri Wahyudi<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Indonesia

Email: <sup>1\*</sup>[dosen01809@unpam.ac.id](mailto:dosen01809@unpam.ac.id), <sup>2</sup>[reza.fadillah.uncl@gmail.com](mailto:reza.fadillah.uncl@gmail.com)

(\* : coresponding author)

**Abstrak** – Dalam era digital yang semakin maju, kebutuhan akan sistem keamanan yang canggih dan efisien menjadi semakin mendesak. Teknologi deteksi wajah dan pengenalan identitas menjawab tantangan ini dengan menggabungkan pengolahan citra digital, pembelajaran mesin, sistem pengawasan kamera, dan kecerdasan buatan untuk menciptakan solusi yang mampu mengenali individu dengan tingkat akurasi yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan merancang sistem pengenalan wajah dengan menggunakan berbagai teknik pengolahan citra dan pembelajaran mesin yang mutakhir. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa gambar wajah yang telah diberi label. Data ini digunakan untuk melatih model pengenalan wajah, memungkinkan model mempelajari pola dan fitur yang relevan guna meningkatkan akurasi pengenalan. Proses penelitian mencakup beberapa tahap penting, yaitu pengumpulan data, pelatihan model, validasi data, dan pengujian kinerja sistem. Pada tahap pengumpulan data, berbagai teknik augmentasi diterapkan untuk meningkatkan variasi dan kualitas dataset. Pelatihan model dilakukan dengan menggunakan *Convolutional Neural Networks* (CNN) untuk mendeteksi fitur lokal dan komposisi hierarkis dari gambar wajah. Selanjutnya, validasi data dilakukan untuk menguji kinerja model dalam mengenali dan mengklasifikasikan fitur dari gambar yang diberikan. Evaluasi kinerja model dilakukan dengan menggunakan metrik-metrik seperti akurasi, presisi, recall, dan F1-score, serta visualisasi hasil validasi seperti ROC curve dan AUC. Hasil dari proses ini adalah output yang ditampilkan setelah validasi data, mencakup prediksi atau klasifikasi fitur wajah dengan menampilkan *bounding box* di sekitar wajah yang terdeteksi dan label identitas jika sesuai. Pengolahan citra dalam penelitian ini melibatkan konversi gambar ke dalam bentuk yang dapat diolah oleh model, baik dalam format optik, analog, maupun digital. Sistem pengenalan wajah yang dihasilkan mampu mengenali dan memverifikasi identitas wajah dengan membandingkan pola yang tersimpan dalam dataset, menggunakan pendekatan feature-based dan image-based. Pada pendekatan *feature-based*, fitur yang diekstraksi dari komponen wajah seperti mata, hidung, dan mulut digunakan untuk memodelkan hubungan geometris antar fitur. Sementara pada pendekatan image-based, informasi mentah dari piksel citra digunakan untuk klasifikasi identitas. Jika input berupa video, proses face tracking digunakan untuk mendeteksi wajah dalam urutan gambar secara berkelanjutan, memastikan bahwa wajah dapat terus diidentifikasi meskipun terdapat perubahan posisi atau orientasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pengenalan wajah ini dapat diimplementasikan secara efektif dalam berbagai sektor, seperti keamanan, perbankan, kesehatan, pendidikan, dan hiburan, di mana identifikasi yang cepat dan akurat sangat penting. Penggunaan sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi pengawasan, serta memberikan kontribusi signifikan dalam berbagai aplikasi berbasis biometrik. Penelitian ini menegaskan bahwa dengan pengolahan citra yang tepat dan penggunaan algoritma pengenalan wajah yang efektif, sistem pengenalan wajah dapat menjadi alat yang andal dalam berbagai aplikasi nyata.

**Keywords:** Pengenalan Wajah; Biometrik; Kecerdasan Buatan

**Abstract** – In the advancing digital era, the demand for sophisticated and efficient security systems is increasingly urgent. Face detection and identity recognition technology address this challenge by combining digital image processing, machine learning, camera surveillance systems, and artificial intelligence to create solutions capable of recognizing individuals with high accuracy. This study aims to develop and design a face recognition system using various advanced image processing and machine learning techniques. The data used in this research consists of labeled facial images. This data is utilized to train the face recognition model, enabling it to learn relevant patterns and features to enhance recognition accuracy. The research process includes several key stages: data collection, model training, data validation, and system performance testing. During the data collection stage, various augmentation techniques are applied to increase the diversity and quality of the dataset. Model training is conducted using Convolutional Neural Networks (CNN) to detect local features and hierarchical compositions of facial images. Subsequently, data validation is performed to test the model's performance in recognizing and classifying features from the given images. Model performance evaluation is conducted using metrics such as accuracy, precision, recall, and F1-score, as well as validation results visualization like ROC curve and AUC. The output from this process is displayed after data validation, including predictions or classifications of facial features with bounding boxes around detected faces and identity labels if applicable. Image processing in this study involves converting images into a format that can be processed by the model, whether optical, analog, or digital. The resulting face recognition system can



*identify and verify facial identities by comparing patterns stored in the dataset, using both feature-based and image-based approaches. In the feature-based approach, features extracted from facial components such as eyes, nose, and mouth are used to model geometric relationships between features. In the image-based approach, raw pixel information is used for identity classification. Furthermore, the face detection algorithm works by examining and separating faces from the background of the image. The results of this research indicate that the face recognition system can be effectively implemented in various sectors, such as security, banking, healthcare, education, and entertainment, where quick and accurate identification is crucial. The use of this system is expected to enhance the efficiency and accuracy of surveillance and make significant contributions to various biometric-based applications. This study confirms that with proper image processing and the effective use of face recognition algorithms, face recognition systems can become a reliable tool in various real-world applications.*

**Keywords:** Facial Recognition; Biometrics; Artificial Intelligence

## 1. PENDAHULUAN

Dalam era digital yang semakin maju, kebutuhan akan sistem keamanan yang canggih dan efisien menjadi semakin mendesak. Salah satu teknologi yang menjawab tantangan ini adalah sistem deteksi wajah dan pengenalan identitas. Teknologi ini menggabungkan berbagai disiplin ilmu, seperti pengolahan citra digital, pembelajaran mesin, sistem pengawasan kamera dan kecerdasan buatan, untuk menciptakan solusi yang mampu mengenali individu dengan tingkat akurasi yang tinggi. Penggunaan sistem deteksi wajah tidak hanya terbatas pada keamanan, tetapi juga merambah ke berbagai sektor seperti perbankan, kesehatan, pendidikan, dan hiburan, di mana identifikasi yang cepat dan akurat menjadi sangat penting.

Teknologi sistem deteksi wajah biasanya tidak terlepas dari pengolahan citra dan *computer vision*, kedua itu merupakan sebuah penemuan dibidang komputer yang digunakan untuk menghasilkan suatu sistem yang hampir mendekati dengan sistem visual manusia pada umumnya, serta kedua teknologi tersebut merupakan alat yang krusial di era sekarang ini. Adapun perihal pengolahan citra, citra sendiri mengandung suatu arti yaitu suatu representasi gambar atau foto, kemiripan, dan imitasi dari suatu objek. Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyal-sinyal video seperti gambar pada monitor televisi, atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan pada suatu media penyimpanan. Pengolahan citra adalah suatu jenis teknologi untuk menyelesaikan masalah mengenai pemrosesan gambar (Susim et al., 2021). Selanjutnya, yang bias kita kenal dan sangat lumrah di era sekarang ini, yaitu AI atau kecerdasan buatan adalah bidang ilmu komputer yang mempelajari kecerdasan manusia untuk menciptakan kecerdasan buatan yang mampu memecahkan masalah. Didalam penerapan sistem pengenalan wajah, AI sangatlah berperan penting dalam membantu pekerjaan manusia dan dapat dengan cepat menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang ada pada sistem pengenalan wajah. AI ini memiliki subkategori kecerdasan buatan yang salah satunya adalah visi komputer atau *computer vision*. Tujuan dari visi komputer adalah untuk mengekstrak informasi yang berguna dari gambar (Hermanto Laia et al., 2023). Visi komputer juga mempunyai tugas untuk membuat suatu keputusan tentang objek fisik nyata yang didapat dari perangkat, seperti kamera atau sensor. Penerapan pengolahan citra dan *computer vision* saat ini banyak digunakan pada perusahaan atau lembaga untuk meningkatkan sistem keamanan berbasis data pada karakteristik tubuh atau perilaku yang disebut biometrik. Biometrik yang diterapkan pada perusahaan atau lembaga sangatlah membantu pekerjaan manusia dalam meningkatkan sistem keamanan, sistem identifikasi, dan sistem karakteristik tubuh.

Di era sekarang ini juga terdapat sistem pengawasan kamera yang terdiri dari tindakan mengamati pergerakan dan perilaku mulai dari objek manusia, benda, hewan, serta lingkungan sekitar dari pergerakan-pergerakan yang ada. Penggunaan sistem pengawasan kamera biasanya bertujuan untuk dapat mencegah pencurian, pelindungan fasilitas, keselamatan pekerja, tempat parkir, rekaman lalu lintas, dan keselamatan umum. Sistem pengawasan kamera juga dapat digunakan untuk merekam kejadian-kejadian yang ada ataupun yang sudah terlampaui. Dengan penerapan sistem pengawasan kamera tersebut manusia dapat menganalisa kejadian-kejadian yang terjadi di masa lampau dengan melihat reka ulang pada rekaman yang tersimpan. Namun, sistem pengawasan pada umumnya masih amat bergantung pada pengamatan manusia dimana terdapat



kemungkinan terjadinya distraksi serta kelelahan. Maka diperlukan suatu inovasi pada sistem pengawasan untuk memperbaiki kekurangan dan memaksimalkan kinerja sistem pengawasan (Nuryasin et al., 2023). Terdapat perkembangan sistem pengawasan kamera yang dinilai pesat akibat dari riset-riset peneliti terdahulu dengan berbasis aplikasi dimana mengintegrasikan *computer vision*, *machine learning*, dan pengolahan citra.

Pada penerapan sistem pengawasan kamera, secara langsung akan terhunung kepada aspek pengenalan dan verifikasi wajah. Pengenalan dan verifikasi wajah merupakan salah satu contoh penerapan dari kecerdasan buatan dibidang *computer vision* untuk dapat mengenali dan memverifikasi wajah seorang. Setiap manusia memiliki anggota tubuh yang disebut dengan wajah. Wajah merupakan salah satu bagian tubuh dari manusia yang memiliki karakteristik berbeda-beda disetiap manusia. Karena wajah manusia mempresentasikan sesuatu yang kompleks, sehingga pengembangan model komputasi yang ideal untuk pengenalan wajah adalah sesuatu hal yang sangat penting (Farhan Aditama & Haryanti, 2023). Saat ini wajah biasanya digunakan seseorang pada konteks teknologi tergantung dengan kebutuhan, bisa seperti kebutuhan pada bidang keamanan untuk identifikasi data diri seorang, mengisi absensi dengan menggunakan pemindai wajah, dan mengenali identitas diri seseorang di tempat tertentu hingga tempat umum.

## 2. METODE

### 2.1 Data Set

Dalam membangun serta merancang sistem pengenalan wajah pada penelitian ini, pembelajaran dalam bentuk model yang akan digunakan membutuhkan banyak input data berupa gambar atau foto wajah seseorang, dan data output berupa label atau *bounding box*. Data set merupakan sejumlah kumpulan data yang biasanya berisi variabel yang dibutuhkan dalam output nantinya, bisa seperti identitas nama, identitas tanggal lahir, dan sebagainya yang akan terhubung dengan algoritma pencarian atau pencocokan identitas-identitas yang ada dalam data set. Kumpulan data yang digunakan adalah kumpulan data dalam jumlah besar dan setiap gambar atau foto wajah seseorang sudah memiliki keterangan di atasnya. Data set yang sudah berisi kumpulan data tersebut akan dilakukan pencarian oleh algoritma pada metode selanjutnya yaitu melatih gambar pada *dataset* atau dataset. Data set memiliki kategori dalam beberapa jenis, dimana fungsi dan tujuan dari dataset berbeda, diantaranya:

a) *Numerical Data Set*

Pada jenis ini merupakan jenis data yang terdiri dari data numerik atau data berisi angka saja.

b) *Bivariate Data Set*

Pada jenis ini merupakan jenis data yang berisi dua variabel yang terkait satu sama lain. Biasanya digunakan untuk menganalisis korelasi antar dua variabel.

c) *Multivariate Data Set*

Jenis data ini merupakan data yang berisi lebih dari dua variabel.

d) *Categorical Data Set*

Jenis data ini merupakan data yang berisi data yang berbentuk kategori atau kelompok.

e) *Correlation Data Set*

Jenis data ini merupakan data yang berisi nilai-nilai korelasi antara dua atau lebih variabel dalam bentuk matriks atau tabel.

Dalam penelitian ini, metode yang menurut peneliti cocok dan yang digunakan adalah metode data set *multivariate* data set, *categorical* data set, dan *correlation* data set.

### 2.2 Melatih Gambar pada Dataset



Pada tahap ini, data yang telah dikumpulkan dan diberi keterangan (label) pada masing-masing kelas digunakan untuk mengembangkan model pengenalan wajah. Proses pelatihan ini berfokus pada bidang pengenalan citra atau komputer penglihatan (*computer vision*). Dataset yang digunakan terdiri dari berbagai macam gambar yang telah diberi keterangan, sehingga model dapat mempelajari pola dan fitur yang relevan dari gambar-gambar tersebut.

Proses pelatihan dimulai dengan pembagian dataset menjadi dua bagian utama: data latih (*training data*) dan data uji (*testing data*). Data latih digunakan untuk melatih model, sedangkan data uji digunakan untuk mengevaluasi kinerja model. Teknik augmentasi data sering diterapkan untuk meningkatkan variasi dataset dan memperkaya informasi yang dapat dipelajari model. Augmentasi data mencakup transformasi gambar seperti rotasi, pemotongan, perubahan skala, dan manipulasi warna, yang bertujuan untuk membuat model lebih robust terhadap variasi dalam data nyata.

### 2.3 Validasi Data

Validasi data merupakan tahap krusial untuk menguji kinerja model yang telah dibangun setelah melewati proses pelatihan. Pada tahap ini, data gambar dari dataset digunakan sebagai input untuk menghasilkan prediksi atau hasil klasifikasi fitur image. Proses validasi dilakukan dengan menggunakan data uji yang tidak pernah dilihat oleh model selama pelatihan, untuk memastikan bahwa model tidak mengalami *overfitting*.

Kinerja model dievaluasi menggunakan metrik-metrik seperti akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score*. Selain itu, *Confusion Matrix* juga digunakan untuk memberikan gambaran rinci mengenai performa model dalam mengklasifikasikan setiap kelas. Teknik validasi silang (*cross-validation*) sering diterapkan untuk mendapatkan estimasi kinerja model yang lebih reliabel. *Cross-validation* melibatkan pembagian dataset menjadi beberapa subset (*folds*) dan melatih model beberapa kali dengan kombinasi subset yang berbeda.

Visualisasi hasil validasi seperti *ROC (Receiver Operating Characteristic) curve* dan *AUC (Area Under the Curve)* juga digunakan untuk menilai kemampuan model dalam membedakan antara kelas positif dan negatif. Hasil validasi ini sangat penting untuk menentukan apakah model siap untuk diterapkan pada data nyata atau memerlukan perbaikan lebih lanjut.

### 2.4 Output

*Output* atau keluaran merupakan tahap akhir dari proses pengenalan wajah yang ditampilkan pada layar setelah validasi data model selesai dilakukan. Pada tahap ini, algoritma akan bekerja dengan memproses gambar dari dataset untuk menghasilkan prediksi berdasarkan model yang telah dilatih. Output yang dihasilkan mencakup identifikasi atau verifikasi wajah dalam gambar, dengan menampilkan *bounding box* di sekitar wajah yang terdeteksi, serta label identitas jika sesuai. Selain itu, probabilitas atau skor kepercayaan untuk setiap prediksi juga dapat ditampilkan untuk memberikan informasi tambahan mengenai tingkat keyakinan model.

Implementasi sistem pengenalan wajah ini dapat diterapkan dalam berbagai aplikasi, seperti sistem keamanan untuk kontrol akses, absensi otomatis di lingkungan kerja atau pendidikan, dan personalisasi layanan dalam bidang perbankan atau hiburan. Dengan demikian, pengembangan model pengenalan wajah yang akurat dan andal memiliki dampak signifikan dalam meningkatkan efisiensi dan keamanan di berbagai sektor.

## 3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pengolahan Citra

Pengolahan citra merupakan proses penting dalam pengenalan wajah dan aplikasi computer vision lainnya. Citra merupakan representasi visual dari suatu objek yang dapat berupa gambar atau foto, kemiripan, dan imitasi dari objek tersebut. Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik, berupa foto, analog berupa sinyal-sinyal video seperti gambar pada monitor televisi, atau digital yang dapat langsung disimpan pada suatu media penyimpanan.



Proses pengolahan citra mencakup berbagai langkah, mulai dari akuisisi gambar, praproses, hingga ekstraksi fitur. Akuisisi gambar melibatkan pengambilan gambar dari perangkat seperti kamera atau sensor. Praproses mencakup teknik-teknik seperti perbaikan kualitas gambar, normalisasi, dan segmentasi untuk mempersiapkan gambar agar siap diolah lebih lanjut. Ekstraksi fitur melibatkan identifikasi karakteristik penting dalam gambar yang akan digunakan untuk analisis lebih lanjut, seperti tepi, tekstur, dan bentuk.

Pengolahan citra juga mencakup penggunaan algoritma untuk meningkatkan kualitas gambar, seperti teknik denoising untuk menghilangkan noise, dan filtering untuk menekankan fitur penting dalam gambar. Transformasi geometris, seperti rotasi, skala, dan pemotongan, juga diterapkan untuk menyesuaikan gambar agar sesuai dengan kebutuhan aplikasi tertentu. Dalam konteks pengenalan wajah, pengolahan citra sangat penting untuk memastikan bahwa wajah dalam gambar dapat dikenali dengan akurasi tinggi.

### 3.2 Pengenalan Wajah

Pengenalan wajah merupakan salah satu aplikasi utama dari kecerdasan buatan di bidang computer vision, yang bertujuan untuk mengenali dan memverifikasi identitas seseorang berdasarkan fitur wajah mereka. Pengenalan wajah dapat dibagi menjadi dua bagian utama: dikenali atau tidak dikenali, setelah dilakukan perbandingan dengan pola yang sebelumnya disimpan dalam dataset.

Secara umum, sistem pengenalan wajah dibagi menjadi dua jenis: sistem *feature-based* dan *image-based*. Pada sistem *feature-based*, fitur yang diekstraksi dari komponen citra wajah (seperti mata, hidung, mulut, dan sebagainya) digunakan untuk pemodelan hubungan geometris antara fitur-fitur tersebut. Sedangkan pada sistem *image-based*, informasi mentah dari piksel citra digunakan untuk representasi dan klasifikasi identitas citra. Pendekatan ini sering menggunakan teknik seperti *Principal Component Analysis (PCA)*, *Linear Discriminant Analysis (LDA)*, atau metode *deep learning* seperti *Convolutional Neural Networks (CNN)*. CNN, khususnya, telah terbukti sangat efektif dalam pengenalan wajah karena kemampuannya dalam mengekstraksi fitur hierarkis dan menangani variasi dalam gambar wajah.

### 3.3 Pendekripsi Wajah

Pendekripsi wajah adalah komponen penting dalam sistem pengenalan wajah. Algoritma pendekripsi wajah bekerja dengan cara memeriksa citra yang dimasukkan untuk menentukan apakah citra tersebut mengandung wajah atau tidak. Jika citra mengandung wajah, algoritma akan melakukan pemisahan dengan cara memotong citra wajah dari latar belakang citra yang dimasukkan. Jika input berbentuk video, proses yang dilakukan adalah *face tracking*, yang melibatkan pelacakan pergerakan wajah dalam urutan gambar secara berkelanjutan. Proses face tracking memastikan bahwa wajah dapat terus diidentifikasi meskipun terdapat perubahan posisi atau orientasi.

Secara umum, proses *face tracking* dan deteksi wajah memiliki fungsi yang sama dalam mengenali wajah dalam citra, namun perbedaan utama terletak pada teknik pendekripsi dan pelacakan wajah yang digunakan. Kedua proses ini sangat penting dalam aplikasi seperti pengawasan video, interaksi manusia-komputer, dan *augmented reality*.

## 4. KESIMPULAN

Penelitian ini merancang sistem pengenalan wajah dengan menggunakan berbagai teknik pengolahan citra dan pembelajaran mesin yang canggih. Dimulai dengan pengumpulan data berupa gambar wajah yang sudah diberi label, data ini kemudian digunakan untuk melatih model pengenalan wajah. Proses pelatihan melibatkan pemberian keterangan pada gambar-gambar tersebut untuk memungkinkan model mempelajari pola dan fitur yang relevan secara efektif.

Selama proses pelatihan, berbagai teknik augmentasi data diterapkan untuk meningkatkan variasi dan kualitas dataset, sehingga model dapat lebih robust terhadap variasi dalam gambar nyata. Teknik-teknik ini mencakup rotasi, pemotongan, perubahan skala, dan manipulasi warna. Model



yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Convolutional Neural Networks* (CNN), yang dikenal efektif dalam mendeteksi fitur lokal dan komposisi hierarkis dari gambar wajah.

Setelah pelatihan, dilakukan validasi data untuk menguji kinerja model dalam mengenali dan mengklasifikasikan fitur dari gambar yang diberikan. Validasi dilakukan menggunakan data uji yang tidak pernah dilihat oleh model selama pelatihan, untuk memastikan model tidak mengalami overfitting. Evaluasi kinerja model dilakukan dengan menggunakan metrik-metrik seperti akurasi, presisi, recall, dan F1-score, serta visualisasi hasil validasi seperti ROC curve dan AUC.

Hasil dari proses ini adalah output yang ditampilkan setelah validasi data, mencakup prediksi atau klasifikasi fitur wajah. Output ini terdiri dari identifikasi atau verifikasi wajah dalam gambar, dengan menampilkan *bounding box* di sekitar wajah yang terdeteksi dan label identitas jika sesuai. Selain itu, probabilitas atau skor kepercayaan untuk setiap prediksi juga ditampilkan untuk memberikan informasi tambahan mengenai tingkat keyakinan model.

Pengolahan citra dalam konteks ini melibatkan representasi gambar dalam berbagai bentuk, baik optik, analog, maupun digital. Sistem pengenalan wajah yang dihasilkan mampu mengenali dan memverifikasi identitas wajah dengan membandingkan pola yang tersimpan dalam dataset. Sistem ini dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu feature-based dan image-based. Sistem feature-based menggunakan fitur yang diekstraksi dari komponen citra wajah (mata, hidung, mulut, dll) dan memodelkan hubungan geometris antara fitur-fitur tersebut. Sistem image-based menggunakan informasi mentah dari piksel citra yang kemudian direpresentasikan dalam metode tertentu untuk klasifikasi identitas citra.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa dengan pengolahan citra yang tepat dan penggunaan algoritma pengenalan wajah yang efektif, sistem pengenalan wajah dapat diimplementasikan secara luas untuk aplikasi nyata dalam bidang computer vision. Implementasi ini sangat relevan untuk berbagai sektor seperti keamanan, perbankan, kesehatan, pendidikan, dan hiburan, di mana identifikasi dan verifikasi wajah yang cepat dan akurat sangat penting. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan keamanan, serta memberikan kontribusi signifikan pada berbagai aplikasi berbasis biometrik.

## REFERENCES

- Fadlil, A., Prayogi, D., Dahlan, A., & Penulis Korespondensi, Y. (2022). Sistem Pengenalan Wajah pada Keamanan Ruangan Berbasis Convolutional Neural Network. In *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)* (Vol. 6, Issue 2).
- Farhan Aditama, M., & Haryanti, M. S. (2023). SISTEM PENGENALAN DAN VERIFIKASI WAJAH MENGGUNAKAN TRANSFER LEARNING BERBASIS RASPBERRY PI. *Jurnal Teknologi Industri*, 12(1).
- Hermanto Laia, F., Rosnelly, R., Naswar, A., Buulolo, K., Christin, M., & Lase, M. (2023). *DETEKSI PENGENALAN WAJAH ORANG BERBASIS AI COMPUTER VISION* (Vol. 15).
- NURYASIN, M. F., MACHBUB, C., & YULIANTI, L. (2023). Kombinasi Deteksi Objek, Pengenalan Wajah dan Perilaku Anomali menggunakan State Machine untuk Kamera Pengawas. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 11(1), 86. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v11i1.86>
- Piarsa, N., & Hisamuddin, R. (2010). SISTEM VERIFIKASI ONLINE MENGGUNAKAN BIOMETRIKA WAJAH. In *Riza Hisamuddin Teknologi Elektro* (Vol. 9, Issue 1). [http://www.bioid.com/sdk/docs/About\\_EER.htm](http://www.bioid.com/sdk/docs/About_EER.htm)
- Susim, T., Darujati, C., & Artikel, I. (2021). PENGOLAHAN CITRA UNTUK PENGENALAN WAJAH (FACE RECOGNITION) MENGGUNAKAN OPENCV. *Jurnal Syntax Admiration*, 2(3).
- Utomo, B. T., Fitri, I., & Mardiani, E. (n.d.). *PENERAPAN FACE RECOGNITION PADA APLIKASI AKADEMIK ONLINE*.