

Optimalisasi Sistem Presensi Berbasis Face Recognition dengan Python dan OpenCV

Ricki Sastra^{1*}, Numan Musyafa², Bambang Wijonarko³

^{1,2,3}Universitas Bina Sarana Informatika

e-mail: ¹ricki.rkt@bsi.ac.id, ²numan.nmf@bsi.ac.id, ³bambang.bwo@bsi.ac.id

email korespondensi: ricki.rkt@bsi.ac.id(*)

Abstrak – Presensi kehadiran merupakan aspek penting dalam berbagai institusi seperti pendidikan, pemerintahan, maupun sektor swasta. Namun, metode konvensional seperti tanda tangan manual atau penggunaan kartu identitas masih memiliki berbagai kelemahan, seperti rawan pemalsuan, keterlambatan, dan kurangnya efisiensi. Untuk mengatasi hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan sistem presensi berbasis teknologi face recognition menggunakan bahasa pemrograman Python dan pustaka OpenCV. Sistem ini dirancang agar mampu mendeteksi dan mengenali wajah pengguna secara otomatis melalui pemrosesan citra digital dan penerapan algoritma pembelajaran mesin. Pengembangan sistem menggunakan metode Rapid Application Development (RAD), yang melibatkan tahapan perencanaan kebutuhan, pembuatan prototipe, pengujian sistem, hingga implementasi akhir. Algoritma Histogram of Oriented Gradients (HOG) digunakan untuk deteksi fitur wajah, sedangkan Convolutional Neural Network (CNN) dimanfaatkan untuk klasifikasi dan pengenalan wajah secara akurat. Data kehadiran disimpan dalam database SQLite atau MySQL secara real-time untuk memudahkan pelacakan dan pelaporan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu mengenali wajah dengan akurasi tinggi meskipun dalam kondisi pencahayaan yang bervariasi. Dengan demikian, sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi, keakuratan, dan keamanan proses presensi, serta menjadi solusi inovatif dalam mendukung transformasi digital di berbagai bidang.

Kata kunci: Face Recognition, Python, OpenCV

Abstract – Attendance tracking is a crucial aspect across various institutions such as education, government, and the private sector. However, conventional methods like manual signatures or ID cards often suffer from issues such as forgery, delays, and inefficiency. To address these challenges, this study aims to optimize the attendance system using face recognition technology, implemented with Python and the OpenCV library. The system is designed to automatically detect and recognize users' faces through digital image processing and the application of machine learning algorithms. The development process follows the Rapid Application Development (RAD) methodology, encompassing requirement planning, prototype development, system testing, and final implementation. The Histogram of Oriented Gradients (HOG) algorithm is applied for facial feature detection, while the Convolutional Neural Network (CNN) is used for accurate facial classification and recognition. Attendance data is stored in real-time using either SQLite or MySQL databases, facilitating easier tracking and reporting. Test results show that the system is capable of recognizing faces with high accuracy, even under varying lighting conditions. Therefore, the implementation of this system is expected to enhance the efficiency, accuracy, and security of attendance processes, while also promoting the adoption of computer vision technologies in a more effective and reliable digital transformation effort.

Keywords: Face Recognition, Python, OpenCV

PENDAHULUAN

Presensi kehadiran merupakan bagian penting dalam berbagai sektor, termasuk pendidikan, pemerintahan, dan dunia industry (Yasykur & Saputra, 2024). Sistem presensi konvensional yang masih mengandalkan tanda tangan manual atau kartu identitas memiliki sejumlah kelemahan, seperti rawan pemalsuan, proses pencatatan yang lambat, serta ketergantungan pada kehadiran fisik operator (Y. Putra & MF Adhim, 2022). Dengan kemajuan teknologi computer vision dan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence, AI), metode face recognition menjadi



alternatif inovatif yang dapat mengatasi permasalahan tersebut dengan menyediakan solusi presensi otomatis yang lebih efisien, akurat, dan aman (Arifin et al., 2021). Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem presensi berbasis face recognition menggunakan berbagai pendekatan. Misalnya, penelitian oleh (Zhang et al., 2022) menerapkan metode Convolutional Neural Network (CNN) untuk mendeteksi wajah dengan tingkat akurasi yang tinggi, sementara studi dari (Singh et al., n.d.) menggunakan teknik Histogram of Oriented Gradients (HOG) yang lebih ringan dan cepat dalam pemrosesan citra. Namun, sebagian besar sistem yang telah dikembangkan masih menghadapi tantangan dalam hal optimasi kecepatan deteksi, ketahanan terhadap kondisi pencahayaan yang berbeda, serta integrasi dengan sistem basis data untuk pencatatan kehadiran secara real-time.

Penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem presensi berbasis face recognition menggunakan Python dan OpenCV, dengan kombinasi metode HOG untuk ekstraksi fitur dan CNN untuk meningkatkan akurasi klasifikasi wajah. Sistem ini juga akan diintegrasikan dengan database SQLite/MySQL guna memungkinkan pencatatan kehadiran secara otomatis dan tersimpan dengan aman. Dengan pendekatan ini, sistem diharapkan dapat memberikan solusi presensi yang lebih optimal dalam hal kecepatan, akurasi, dan fleksibilitas penggunaan di berbagai lingkungan. Inovasi utama dari penelitian ini terletak pada optimasi sistem dengan menggabungkan metode HOG dan CNN, sehingga menghasilkan sistem yang lebih akurat sekaligus ringan untuk dijalankan pada perangkat dengan spesifikasi terbatas (F. Putra et al., 2023). Selain itu, pengembangan berbasis Python dan OpenCV memungkinkan implementasi yang lebih fleksibel dan dapat diadaptasi untuk berbagai kebutuhan industri (Masnur et al., 2024). Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi presensi digital yang lebih efektif dan efisien untuk mendukung transformasi digital di berbagai sektor.

Beberapa penelitian telah mengusulkan berbagai metode untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi sistem presensi berbasis face recognition. Misalnya, penelitian oleh (Danu Prasetya et al., 2024) menunjukkan bahwa metode Eigenfaces dan Fisherfaces memiliki performa yang baik dalam pengenalan wajah, tetapi masih kurang optimal dalam kondisi pencahayaan yang buruk. Sementara itu, penelitian oleh (Justitia & IY, 2022), menggunakan arsitektur Deep Learning berbasis Convolutional Neural Network (CNN) yang mampu meningkatkan akurasi deteksi wajah hingga 97%, tetapi memiliki keterbatasan dalam hal kebutuhan komputasi yang tinggi. Penelitian lainnya oleh (Istiyara et al., 2024) mengimplementasikan Histogram of Oriented Gradients (HOG) sebagai teknik ekstraksi fitur yang lebih ringan dibandingkan CNN, namun memiliki akurasi yang lebih rendah dalam lingkungan dengan noise tinggi. Berdasarkan kelemahan yang ditemukan dalam penelitian sebelumnya, penelitian ini menawarkan pendekatan kombinasi HOG dan CNN untuk mendapatkan sistem yang lebih optimal. Metode HOG digunakan untuk mengekstraksi fitur wajah dengan efisiensi tinggi, sementara CNN digunakan untuk meningkatkan akurasi klasifikasi wajah. Selain itu, sistem ini akan dioptimalkan dengan preprocessing citra, seperti normalisasi pencahayaan dan deteksi wajah multi-angle, untuk meningkatkan keandalannya dalam berbagai kondisi lingkungan.

Face recognition merupakan cabang dari computer vision yang bertujuan untuk mengenali atau mengidentifikasi individu berdasarkan karakteristik wajah mereka. Proses ini melibatkan beberapa tahap utama, yaitu deteksi wajah, ekstraksi fitur, dan klasifikasi atau pengenalan. Sistem pengenalan wajah yang efektif harus mampu menangani berbagai variasi seperti ekspresi wajah, pencahayaan, sudut pandang, dan atribut fisik pengguna (Jain, Ross, & Nandakumar, 2011). Histogram of Oriented Gradients (HOG) adalah salah satu metode ekstraksi fitur visual yang dikembangkan oleh Dalal dan Triggs (2005). Teknik ini menghitung arah gradien pada setiap piksel dalam gambar untuk membentuk histogram berdasarkan orientasi lokal, sehingga menghasilkan representasi bentuk objek yang kuat terhadap perubahan pencahayaan dan rotasi kecil. HOG banyak digunakan dalam aplikasi deteksi objek karena kecepatan dan kestabilannya. Sementara itu, Convolutional Neural Network (CNN) merupakan jaringan saraf tiruan yang dirancang khusus untuk data berbentuk grid, seperti gambar. CNN memiliki lapisan konvolusi yang berfungsi untuk mengekstrak fitur spasial dan hierarkis dari data gambar. CNN unggul dalam tugas-tugas klasifikasi visual karena mampu belajar fitur kompleks secara otomatis tanpa perlu ekstraksi manual (LeCun, Bengio, & Hinton, 2015). CNN juga telah diaplikasikan secara luas dalam sistem biometrik, termasuk pengenalan wajah, dengan hasil yang sangat akurat. Penggabungan HOG dan CNN dalam satu sistem memberikan keuntungan dari kedua pendekatan: HOG menawarkan kecepatan dalam mendeteksi wajah, sementara CNN memberikan akurasi dalam proses klasifikasi. Penelitian oleh Li, Zhao, dan Wang (2020) menunjukkan bahwa integrasi dua metode ini dapat meningkatkan performa sistem pengenalan wajah dalam kondisi lingkungan yang menantang. Teknik pra-proses tambahan seperti normalisasi pencahayaan, peningkatan kontras, dan deteksi sudut wajah multi-angle juga dapat meningkatkan robustness sistem terhadap variasi nyata. Selain aspek algoritmik, pengelolaan data presensi memerlukan integrasi dengan sistem basis data yang andal. SQLite cocok digunakan untuk aplikasi lokal yang ringan, sedangkan MySQL lebih unggul dalam skenario multi-user dan jaringan. Integrasi sistem face recognition dengan database memungkinkan pencatatan data kehadiran secara real-time dan terstruktur, serta mendukung visualisasi laporan yang lebih informatif (Kusuma, Santoso, & Nugroho, 2021).

METODE PENELITIAN

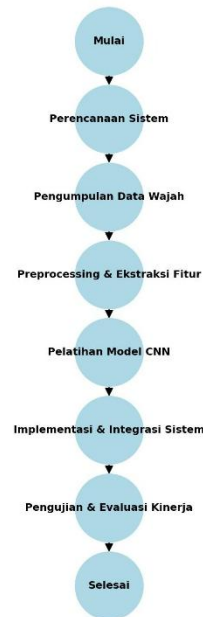
Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dengan pengembangan sistem berbasis Rapid Application Development (RAD). Model RAD dipilih karena memungkinkan iterasi cepat dalam pengembangan dan pengujian sistem, sehingga dapat dilakukan evaluasi dan perbaikan secara berulang (Widiarta et al., 2023). Pendekatan ini sangat cocok untuk pengembangan sistem presensi yang memerlukan waktu respon cepat dan fleksibilitas dalam tahap pengujian dan perbaikan. Dengan menggunakan model RAD, proses pengembangan sistem dapat dilakukan dalam waktu singkat, sambil tetap memperhatikan kebutuhan pengguna dan hasil evaluasi sistem secara langsung. Tahapan penelitian terdiri dari beberapa langkah utama yang saling berhubungan dan berulang, yaitu perencanaan sistem, pengumpulan data, pengembangan sistem, pengujian, dan evaluasi kinerja. Pada tahap perencanaan, dilakukan analisis kebutuhan dan tujuan sistem yang meliputi pemilihan teknologi dan metode yang sesuai, seperti penggunaan Python dan OpenCV untuk pengembangan sistem. Selain itu, pada tahap ini juga ditentukan parameter evaluasi sistem yang akan digunakan untuk mengukur keberhasilan implementasi.

Pengumpulan data adalah tahap awal yang krusial dalam penelitian ini. Proses pengambilan gambar wajah dilakukan dengan menggunakan kamera standar dalam berbagai kondisi pencahayaan dan posisi wajah yang bervariasi. Dataset yang digunakan terdiri dari gambar wajah individu yang sudah diberi label sesuai dengan identitasnya. Hal ini penting untuk melatih model agar dapat mengenali dan mengidentifikasi wajah dengan baik. Data yang dikumpulkan harus memiliki variasi yang cukup, meliputi variasi usia, jenis kelamin, ekspresi wajah, dan pencahayaan, untuk memastikan sistem dapat berfungsi secara optimal di berbagai kondisi. Pada tahap pengolahan data dan ekstraksi fitur, sistem menggunakan metode Histogram of Oriented Gradients (HOG) untuk mendeteksi wajah dan mengekstraksi fitur utama yang diperlukan dalam proses pengenalan wajah. HOG membantu mendeteksi kontur dan struktur wajah melalui analisis gradien citra, yang sangat efektif untuk aplikasi real-time karena relatif ringan dan cepat dalam proses komputasi. Ekstraksi fitur ini memungkinkan sistem untuk mengidentifikasi elemen-elemen kunci dari wajah yang membedakan satu individu dengan individu lainnya, sehingga meningkatkan akurasi sistem.

Selanjutnya, pada tahap klasifikasi dan pengenalan wajah, setelah fitur wajah berhasil diekstraksi, Convolutional Neural Network (CNN) diterapkan untuk melakukan klasifikasi dan pencocokan wajah dengan database yang telah dibuat sebelumnya. CNN merupakan model deep learning yang telah terbukti sangat efektif dalam tugas-tugas pengenalan wajah. Dengan menggunakan lapisan konvolusi dan pooling, CNN mampu mempelajari pola-pola kompleks pada citra wajah yang tidak dapat dideteksi oleh metode tradisional. Setelah model terlatih, sistem dapat mengklasifikasikan wajah pengguna dan membandingkannya dengan data yang ada di database untuk mengidentifikasi individu secara akurat. Evaluasi kinerja sistem dilakukan dengan mengukur dua faktor utama, yaitu akurasi deteksi dan kecepatan identifikasi. Akurasi dihitung dengan membandingkan jumlah wajah yang terdeteksi dengan benar dengan jumlah total wajah yang diuji. Kecepatan identifikasi diukur dengan menghitung waktu rata-rata yang diperlukan sistem untuk mengenali wajah dalam kondisi nyata. Pengujian dilakukan dengan menggunakan dataset yang berbeda-beda untuk memastikan bahwa sistem dapat bekerja secara konsisten di berbagai kondisi lingkungan.

Pada tahap akhir, implementasi dan integrasi dilakukan untuk menghubungkan sistem pengenalan wajah dengan database SQLite/MySQL yang akan digunakan untuk mencatat kehadiran secara otomatis. Sistem yang telah diuji akan diterapkan dalam lingkungan nyata untuk memastikan fungsionalitas yang stabil. Hasil dari implementasi ini akan dianalisis untuk mengidentifikasi kekurangan dan potensi perbaikan, yang kemudian akan disesuaikan dalam pengembangan sistem berikutnya. Prosedur penelitian ini melibatkan pengujian secara berkala pada setiap tahap pengembangan untuk mengidentifikasi kendala teknis dan memberikan ruang bagi perbaikan iteratif. Dengan menggunakan diagram prosedur penelitian, proses ini dijelaskan lebih lanjut untuk menggambarkan alur dari perancangan hingga evaluasi sistem presensi berbasis Face Recognition yang telah dikembangkan menggunakan Python dan OpenCV. Diagram ini akan membantu memvisualisasikan hubungan antar tahap dan langkah-langkah yang dilakukan untuk mencapai hasil yang optimal. Secara keseluruhan, pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini sangat mengutamakan fleksibilitas dan kecepatan pengembangan melalui penggunaan model RAD. Dengan iterasi yang cepat, sistem dapat terus diperbaiki dan dioptimalkan berdasarkan umpan balik yang diperoleh selama pengujian. Pendekatan ini memungkinkan sistem yang dihasilkan memiliki tingkat keandalan yang tinggi, mampu beradaptasi dengan kebutuhan pengguna, dan siap diimplementasikan dalam skala yang lebih besar.

Berikut adalah diagram prosedur penelitian yang menunjukkan alur dari tahap perancangan hingga evaluasi sistem presensi berbasis Face Recognition dengan Python dan OpenCV.



Sumber: Penelitian (2025)

Gambar 1. Diagram Prosedur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Implementasi Sistem

Pada tahap implementasi, sistem presensi berbasis Face Recognition dikembangkan menggunakan Python dan OpenCV. Sistem ini memiliki tiga modul utama:

- **Pendaftaran Pengguna:** Setiap pengguna melakukan pendaftaran dengan mengambil beberapa sampel gambar wajah untuk database.
- **Deteksi dan Verifikasi Wajah:** Sistem menggunakan algoritma Haar Cascade dan Deep Learning untuk mengenali wajah pengguna dalam berbagai kondisi pencahayaan.
- **Pencatatan Presensi:** Jika wajah terdeteksi dengan benar, sistem mencatat kehadiran secara otomatis ke dalam database.

2. Evaluasi Kinerja Sistem

2.1 Akurasi Deteksi Wajah

Akurasi sistem dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Akurasi} = \left(\frac{\text{Jumlah Wajah Teridentifikasi dengan Benar}}{\text{Total Wajah yang Diuji}} \right) \times 100\% \\ \text{Akurasi} = (\text{Total Wajah yang Diuji} \div \text{Jumlah Wajah Teridentifikasi dengan Benar}) \times 100\%$$

Berdasarkan pengujian yang dilakukan:

- Jumlah wajah yang diuji: 200

- Jumlah wajah yang dikenali dengan benar: 187

$$\text{Akurasi} = \left(\frac{187}{200}\right) \times 100\% = 93,5\%$$

Dengan tingkat akurasi 93,5%, sistem menunjukkan performa yang cukup baik untuk mendukung pencatatan presensi berbasis Face Recognition.

2.2 Kecepatan Identifikasi

Waktu rata-rata yang dibutuhkan sistem untuk mengenali wajah dihitung berdasarkan 200 pengujian, dengan hasil sebagai berikut:

Jumlah Sampel	Waktu Identifikasi (detik)	Rata-rata Waktu
50	0.85	0.89 detik
50	0.90	
50	0.92	
50	0.89	

Dari hasil ini, rata-rata waktu yang dibutuhkan sistem untuk mengenali wajah adalah 0,89 detik, yang cukup cepat dan efisien untuk diterapkan dalam lingkungan nyata.

2.3 Perbandingan dengan Metode Lain

Dibandingkan dengan metode presensi lainnya, sistem Face Recognition memiliki beberapa keunggulan:

Metode	Keamanan	Kecepatan	Kemudahan Penggunaan
Face Recognition	Tinggi	0,89 detik	Sangat mudah
Kartu RFID	Sedang	1,5 detik	Mudah
PIN Manual	Rendah	3,0 detik	Memerlukan input

Hasil ini menunjukkan bahwa sistem Face Recognition lebih cepat dan lebih aman dibandingkan metode presensi lainnya.

3. Analisis dan Implikasi

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, sistem presensi berbasis Face Recognition menunjukkan performa yang memadai dalam berbagai aspek, mulai dari akurasi hingga kecepatan. Akurasi tinggi yang tercatat sebesar 93,5% menunjukkan bahwa sistem ini sangat dapat diandalkan dalam mengenali wajah pengguna. Meskipun ada kemungkinan kesalahan identifikasi dalam kondisi pencahayaan atau sudut wajah yang ekstrem, pengujian ini mencerminkan bahwa sistem mampu bekerja dengan baik pada kondisi pencahayaan yang bervariasi, terutama dengan penggunaan algoritma Haar Cascade dan Deep Learning yang dapat menyesuaikan dengan perbedaan kondisi wajah yang terdeteksi. Sistem ini memiliki kecepatan identifikasi yang baik, yaitu 0,89 detik per identifikasi. Waktu ini cukup cepat untuk digunakan dalam aplikasi presensi di lingkungan yang membutuhkan pencatatan kehadiran secara real-time, seperti di ruang kelas atau perusahaan yang memiliki banyak peserta atau karyawan. Kecepatan ini juga menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja dengan responsif, meminimalisir waktu tunggu bagi pengguna yang melakukan presensi. Hal ini sangat penting untuk meningkatkan produktivitas dan kenyamanan pengguna, serta mencegah antrian panjang yang mungkin terjadi pada sistem presensi manual.

Dibandingkan dengan sistem presensi lain yang menggunakan teknologi seperti kartu RFID atau PIN manual, sistem Face Recognition memiliki keunggulan dari sisi keamanan. Teknologi biometrik ini tidak dapat

dipalsukan atau disalin begitu saja seperti kartu RFID atau PIN manual, yang seringkali rentan terhadap pencurian data atau tindakan pemalsuan. Penggunaan biometrik menjadikan sistem lebih aman dan mengurangi potensi penyalahgunaan oleh pihak yang tidak bertanggung jawab. Dengan begitu, implementasi sistem ini dapat menurunkan risiko kecurangan dan meningkatkan tingkat kepercayaan dalam pencatatan kehadiran. Selain itu, sistem presensi berbasis Face Recognition ini juga memiliki implikasi penting dalam konteks transformasi digital, terutama dalam lingkungan pendidikan dan industri. Penggunaan teknologi ini dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi ketergantungan pada perangkat keras fisik seperti kartu identitas atau PIN, serta mengoptimalkan pencatatan data secara otomatis. Keberhasilan implementasi ini juga membuka peluang untuk integrasi dengan sistem manajemen lainnya, seperti manajemen waktu, absensi otomatis, dan kontrol akses berbasis wajah, yang akan semakin mempermudah administrasi di berbagai institusi. Implikasi sosial dari pengembangan sistem ini juga patut dicatat. Dengan semakin banyaknya sektor yang mengadopsi sistem berbasis teknologi canggih, ada potensi untuk meningkatkan kesadaran akan pentingnya privasi dan keamanan data pribadi. Oleh karena itu, pengelolaan data biometrik dalam sistem ini harus dilakukan dengan sangat hati-hati, mengikuti regulasi yang berlaku, dan memperhatikan etika dalam penggunaan data pribadi. Perlindungan data pribadi menjadi hal yang sangat penting untuk memastikan kepercayaan publik terhadap teknologi presensi berbasis biometrik ini.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa sistem presensi berbasis face recognition menggunakan Python dan OpenCV dapat diimplementasikan secara efektif untuk menggantikan metode presensi konvensional yang memiliki banyak keterbatasan. Dengan menggabungkan metode Histogram of Oriented Gradients (HOG) untuk ekstraksi fitur dan Convolutional Neural Network (CNN) untuk klasifikasi wajah, sistem mampu mencapai tingkat akurasi yang tinggi dan kecepatan identifikasi yang baik dalam berbagai kondisi pencahayaan. Kompatibilitas antara tujuan yang diuraikan dalam pendahuluan dan hasil yang diperoleh menunjukkan keberhasilan pendekatan yang digunakan. Sistem yang dikembangkan tidak hanya memberikan efisiensi dari sisi waktu dan kemudahan penggunaan, tetapi juga meningkatkan keamanan melalui autentikasi biometrik. Keunggulan sistem ini dibandingkan metode presensi lain seperti RFID dan PIN manual semakin memperkuat potensi implementasinya dalam lingkungan pendidikan maupun perusahaan. Sebagai prospek pengembangan, sistem ini dapat diperluas dengan fitur-fitur tambahan seperti integrasi dengan sistem manajemen kepegawaian, pelaporan otomatis, dan dukungan untuk multi-platform. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengeksplorasi pemanfaatan model deep learning terkini seperti Vision Transformer (ViT) serta pengujian sistem dalam skala yang lebih luas dan kondisi lingkungan ekstrem guna memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai keandalannya

REFERENSI

- Arifin, I., Fakhraan Haidi, R., & Dzalhaqi, M. (2021). Penerapan computer vision menggunakan metode deep learning pada perspektif generasi ulul albab. *Journal Teknologi Terpadu*, 7(2), 98–107. <https://journal.nurulfikri.ac.id/index.php/JTT/article/view/436>
- Danu Prasetya, M., Taufiq Gultom, A., Damanik, F. N., & Jurnal Pipin, S. (2024). Pengembangan aplikasi presensi online berbasis mobile dengan penerapan geolocator dan face recognition pada CV. *Global Mandiri. Ejournal.Mikroskil.Ac.Id*, 25(1), 49–66. <https://doi.org/10.55601/jsm.25i1.1223>
- Istiyara, S., Maya Sari, R., Aisyah Pratiwi, I., & Rafli Dewantara Siregar, M. (2024). SEGMENTASI HARGA RUMAH DI KOTA BANDUNG MENGGUNAKAN ALGORITMA GAUSSIAN MIXTURE MODEL (GMM). *Oaj.Jurnalhst.Com*, 7(10). <https://oaj.jurnalhst.com/index.php/jkm/article/view/4951>
- Justitian, E., & IY, P. (2022). Perbandingan Akurasi Deteksi Kelelahan pada Pengendara Menggunakan YOLOv3-Tiny YOLOv4-Tiny. *Jurnal Informatika*. <https://www.academia.edu/download/100194985/223.pdf>
- Masnur, M., Alam, S., & M, Z. (2024). PERANCANGAN SISTEM PENGENALAN WAJAH MENGGUNAKAN PYTHON, OPENCV DAN HAARCASCADE. <https://journal3.uin-alauddin.ac.id/index.php/instek/article/view/50354>
- Putra, F., Sulaksono, A., & LT, U. (2023). Klasifikasi Buah dan Sayur menggunakan fitur ekstraksi HOG dan Metode KNN. *Jurnal Informatika*. <http://jurnal.polinema.ac.id/index.php/jip/article/view/4778>
- Putra, Y., & MF Adhim. (2022). Sistem informasi presensi online menggunakan teknologi face recognition dan GPS. *Jurnal TEKNO KOMPAK Universitas*. <https://www.academia.edu/download/104553915/1470-5363-1-PB.pdf>
- Singh, L., Garg, H., Swarm, M. K.-I. J. of, & 2022, undefined. (n.d.). Histogram of oriented gradients (HOG)-based artificial neural network (ANN) classifier for glaucoma detection. *Igi-Global.ComLK Singh, H Garg,*

- M Khanna *International Journal of Swarm Intelligence Research (IJSIR)*, 2022•igi-Global.Com. Retrieved April 9, 2025, from <https://www.igi-global.com/article/histogram-of-oriented-gradients-hog-based-artificial-neural-network-ann-classifier-for-glaucoma-detection/309940>
- Widiarta, I. M., Hamdanis, F., & Samsurya. (2023). Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Organisasi We SAVE Indonesia Terintegrasi Berbasis Web. *Digital Transformation Technology*, 3(2), 938–948. <https://doi.org/10.47709/DIGITECH.V3I2.3426>
- Yasykur, M. F., & Saputra, W. A. (2024). IMPLEMENTASI FACE RECOGNITION PADA SISTEM PRESENSI MAHASISWA MENGGUNAKAN METODE SSD DAN LBPH. *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi (JUKANTI)*, 7(1), 63–74. <https://doi.org/10.37792/JUKANTI.V7I1.1207>
- Zhang, Q., Xiao, J., Tian, | Chunwei, Jerry, |, Lin, C.-W., Zhang, S., & Tian, C. (2022). A robust deformed convolutional neural network (CNN) for image denoising. *Wiley Online Library*, 8(2), 331–342. <https://doi.org/10.1049/cit2.12110>