

IMPLEMENTASI SISTEM ABSENSI BERBASIS PENGENALAN WAJAH MENGUNAKAN METODE CNN DAN MODEL FACENET

Anggara Putra Meldyantono^{*}, Bagus Satrio Waluyo Poetro²

^{1,2}Universitas Islam Sultan Agung, Indonesia

anggaraputra085@gmail.com¹ baguswp@unissula.ac.id²

Received: 20-01-2025

Revised: 27-01-2025

Approved: 10-02-2024

ABSTRAK

Penelitian ini mengimplementasikan sistem absensi berbasis pengenalan wajah menggunakan metode Convolutional Neural Networks dan model FaceNet. Topik ini dipilih karena pengenalan wajah merupakan metode identifikasi yang efektif untuk aplikasi absensi, tetapi seringkali menghadapi tantangan pencahayaan rendah dan jarak objek yang bervariasi, terutama pada perangkat dengan spesifikasi menengah ke bawah. Sistem ini menggunakan Convolutional Neural Networks untuk ekstraksi fitur wajah, FaceNet untuk meningkatkan akurasi representasi wajah, dan Local Binary Patterns Histogram untuk menganalisis tekstur wajah guna meningkatkan performa pengenalan. Langkah-langkah yang dilakukan meliputi pengumpulan dataset wajah, penerapan model Convolutional Neural Networks dan FaceNet, serta evaluasi sistem dalam kondisi pencahayaan rendah dan berbagai jarak objek. Hasil pengujian menunjukkan akurasi 100% dengan tiga citra wajah meskipun dalam kondisi pencahayaan rendah. Sistem ini tetap menunjukkan performa yang baik meskipun ada variasi intensitas cahaya dan jarak objek. Kontribusi utama dari penelitian ini adalah pengembangan sistem pengenalan wajah berbasis Convolutional Neural Networks dan FaceNet yang efisien dan dapat diterapkan pada perangkat dengan spesifikasi terbatas untuk aplikasi absensi, dengan fokus pengembangan pada kestabilan di pencahayaan buruk dan uji coba di lingkungan nyata.

Kata Kunci: Sistem Absensi, Pengenalan Wajah, Convolutional Neural Networks, FaceNet, Local Binary Patterns Histogram.

PENDAHULUAN

Pengenalan wajah telah menjadi teknologi kunci dalam meningkatkan efisiensi dan keamanan sistem absensi karyawan modern [1]. Kemajuan teknologi biometrik, terutama pengenalan wajah, telah menawarkan solusi inovatif untuk sistem absensi yang lebih efisien dan akurat. Pengenalan wajah adalah metode cepat, alami, dan akurat untuk identifikasi, meskipun dengan tantangan tertentu [2]. Pengenalan wajah menggantikan metode absensi tradisional yang rawan kesalahan, seperti absensi manual atau kartu identitas yang dapat dimanipulasi [3]. Sistem ini efektif dengan akurasi tinggi meski ada tantangan pencahayaan dan perangkat terbatas. CNN dan FaceNet memberikan hasil optimal [4]. FaceNet adalah sistem pengenalan wajah yang menggunakan deep CNN untuk menghasilkan vektor embedding 128 dimensi, yang menggambarkan fitur wajah. Vektor ini kemudian diklasifikasikan dengan SVM untuk menentukan identitas wajah [5]. Sistem absensi berbasis pengenalan wajah menggunakan MTCNN untuk deteksi dan FaceNet untuk pengenalan wajah [6]. Multitask Convolutional Neural Network digunakan untuk deteksi dan penyalarsan wajah, sementara Deepface dengan model pra-latih FaceNet-512 diterapkan untuk ekstraksi fitur dan pengenalan wajah [7]. Selain itu, absensi juga menggunakan fingerprint yang mudah dipindai dan RFID yang berbasis gelombang radio [8]. SMS Gateway diterapkan untuk notifikasi real-time, memudahkan pelaporan dan pemantauan [9].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem absensi berbasis pengenalan wajah yang akurat dan efisien, bahkan pada perangkat dengan spesifikasi

menengah ke bawah. Inovasi yang diusulkan adalah kombinasi metode CNN, FaceNet, dan Local Binary Patterns Histogram (LBPH), yang dikenal efisien dalam penggunaan sumber daya terbatas [10]. Kombinasi ini diharapkan meningkatkan kinerja sistem di perangkat dengan kapasitas pemrosesan terbatas dan pencahayaan buruk. Dalam penelitian ini, arsitektur CNN baru diusulkan untuk sistem pengenalan wajah, termasuk proses pengumpulan data wajah siswa. Secara eksperimental, terbukti bahwa arsitektur CNN yang diusulkan memberikan akurasi 99% [11]. Penggunaan algoritma Convolutional Neural Network (CNN) dipilih karena memiliki tingkat akurasi yang tinggi [12]. Sistem absensi wajah terintegrasi dengan perangkat pencatatan waktu dan kontrol akses, menyatukan data kehadiran untuk kemudahan dan efisiensi [13].

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan teknologi serupa dengan hasil yang menjanjikan dalam meningkatkan akurasi sistem absensi menggunakan pengenalan wajah. CNN efektif digunakan untuk deteksi wajah [3], Sementara FaceNet meningkatkan presisi pengenalan wajah [4]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma Convolutional Neural Network (CNN) efektif untuk deteksi dan pengenalan wajah dalam absensi dosen [14]. Penelitian lain juga menunjukkan FaceNet mampu memvalidasi kehadiran dengan akurasi 98,7% di pencahayaan terang dan 92% di pencahayaan redup [15]. Penelitian terkait Modified Region CNN (MR-CNN) dan PCA juga menunjukkan akurasi tinggi 96,1% [16]. Selain itu, penelitian lain juga menunjukkan bahwa CNN dapat meningkatkan akurasi di berbagai aplikasi, termasuk pengenalan wajah dan klasifikasi penyakit [17] [18].

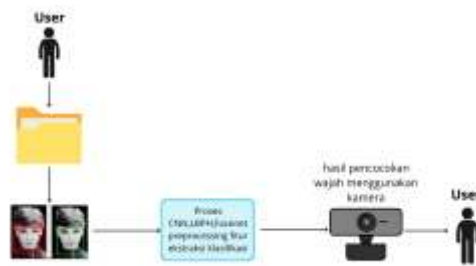
Masalah yang akan ditangani dalam penelitian ini adalah bagaimana mengimplementasikan sistem absensi berbasis pengenalan wajah menggunakan kombinasi CNN dan FaceNet, serta bagaimana mengoptimalkan sistem ini agar dapat berjalan efisien pada perangkat dengan spesifikasi terbatas. Masalah pencahayaan buruk akan diatasi dengan penyesuaian parameter pencahayaan dan algoritma adaptif.

Tujuan penelitian ini adalah mengimplementasikan sistem absensi berbasis pengenalan wajah menggunakan CNN dan FaceNet, serta menguji kinerjanya pada perangkat dengan spesifikasi menengah ke bawah. Sistem ini diharapkan efisien, akurat, dan adaptif terhadap kondisi seperti pencahayaan buruk atau jarak objek dengan kamera, serta dapat dioptimalkan untuk perangkat keras terbatas guna meningkatkan keandalan di berbagai institusi. Dengan memanfaatkan kemampuan FaceNet dalam menghasilkan representasi vektor wajah yang lebih presisi, penelitian ini diharapkan dapat mengurangi kesalahan pencatatan kehadiran dan memudahkan penerapan sistem absensi di institusi pendidikan dan organisasi [19].

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan keberhasilan penggunaan CNN untuk deteksi wajah dan faceNet untuk meningkatkan presisi pengenalan wajah [3] [4]. Metode LBPH juga terbukti efisien pada perangkat dengan kapasitas terbatas, bahkan dalam pencahayaan buruk [20]. Penelitian ini bertujuan mengembangkan solusi tersebut dengan mengoptimalkan ketiga metode untuk sistem absensi yang lebih efisien dan efektif.

METODE PENELITIAN

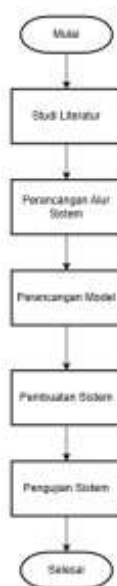
Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan sistem absensi berbasis pengenalan wajah menggunakan CNN dan FaceNet, serta menguji kinerjanya pada perangkat spesifikasi menengah ke bawah. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data wajah, pengolahan citra, pengembangan sistem, dan evaluasi akurasi.



Gambar 1 Diagram Blok Sistem.

Penulis menggunakan CNN dan FaceNet untuk pengenalan wajah, melibatkan preprocessing, ekstraksi fitur, dan pencocokan identitas, dengan regulasi untuk mencegah overfitting dan fokus pada efisiensi serta akurasi di perangkat terbatas.

Alur Penelitian



Gambar 2. Alur Penelitian

Gambar 2 menunjukkan alur penelitian yang digunakan untuk pengenalan wajah dalam sistem absensi.

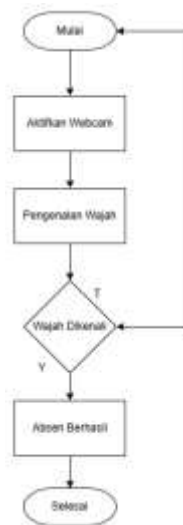
Studi Literatur

Studi literatur mencakup e-book, artikel, dan jurnal tentang identifikasi wajah, CNN, FaceNet, dan LBPh untuk merumuskan masalah dan solusi sistem pengenalan wajah terkini.

Perancangan Alur Sistem

Flowchart Sistem

Flowchart sistem menjelaskan proses kerja deteksi dan pencatatan absensi berbasis pengenalan wajah.



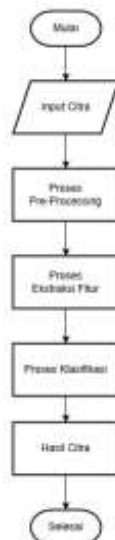
Gambar 3. Flowchart Sistem

Gambar 3 menunjukkan flowchart sistem, dimulai dengan aktivasi webcam untuk deteksi wajah, ekstraksi fitur menggunakan CNN dan FaceNet, lalu absensi dicatat otomatis jika wajah cocok dengan data.

Perancangan Model

Flowchart Metode

Penelitian ini menggunakan tiga metode utama untuk pengenalan wajah dalam sistem absensi: CNN untuk ekstraksi fitur wajah, LBPH untuk identifikasi pola tekstur, dan FaceNet untuk verifikasi identitas melalui embedding yang dihasilkan oleh CNN.



Gambar 4. Flowchart Metode

Gambar 4 menunjukkan alur metode dimulai dengan input citra, diikuti preprocessing untuk cropping ROI wajah, ekstraksi fitur citra menjadi matriks, dan klasifikasi menggunakan CNN untuk mengenali wajah.

Model Arsitektur CNN

CNN memanfaatkan konvolusi untuk mengekstraksi pola gambar, memungkinkan pengenalan citra dengan sedikit prapemrosesan, dan efektif di bidang identifikasi gambar, klasifikasi, dan pemrosesan bahasa alami sejak 1988. Berikut perhitungan output layer.

Tabel 1. Perhitungan Output layer pada cnn

Hidden Layer 1 Conv2D(32, kernel_size=(3, 3))	
Input shape : 64x64x1 Kernel : 3x3 Banyaknya kernel : 64 Diketahui : W= 64 , N = 3 , S= 1, P= 0	$\text{Output} = \frac{W - N - 2P}{S} + 1$ $\text{Output} = \frac{64 - 3 - 2(0)}{1} + 1$ $\text{Output} = 62$
Hidden Layer 2 MaxPooling2D(pool_size=(2, 2))	
Input shape : 62x62x32 Kernel : 2x2 Banyaknya kernel : 64 Diketahui : W= 62 , N = 2 , S= 2, P= 0	$\text{Output} = \frac{W - N - 2P}{S} + 1$ $\text{Output} = \frac{62 - 2 - 2(0)}{2} + 1$ $\text{Output} = 31$
Hidden Layer 3 Conv2D(64, kernel_size=(3, 3))	
Input shape : 31x31x32 Kernel : 3x3 Banyaknya kernel : 64 Diketahui : W= 31 , N = 3 , S= 1, P= 0	$\text{Output} = \frac{W - N - 2P}{S} + 1$ $\text{Output} = \frac{31 - 3 - 2(0)}{1} + 1$ $\text{Output} = 29$
Hidden Layer 4 MaxPooling2D(pool_size=(2, 2))	
Input shape : 29x29x64 Kernel : 2x2 Banyaknya kernel : 64 Diketahui : W= 29 , N = 2 , S= 2, P= 0	$\text{Output} = \frac{W - N - 2P}{S} + 1$ $\text{Output} = \frac{29 - 2 - 2(0)}{2} + 1$ $\text{Output} = 14$
Hidden Layer 5 Conv2D(128, kernel_size=(3, 3))	
Input shape : 14x14x64 Kernel : 3x3 Banyaknya kernel : 64 Diketahui : W= 14 , N = 3 , S= 1, P= 0	$\text{Output} = \frac{W - N - 2P}{S} + 1$ $\text{Output} = \frac{14 - 3 - 2(0)}{1} + 1$ $\text{Output} = 12$
Hidden Layer 6 MaxPooling2D(pool_size=(2, 2))	
Input shape : 12x12x128 Kernel : 2x2 Banyaknya kernel : 64 Diketahui : W= 12 , N = 2 , S= 2, P= 0	$\text{Output} = \frac{W - N - 2P}{S} + 1$ $\text{Output} = \frac{12 - 2 - 2(0)}{2} + 1$ $\text{Output} = 6$
Hidden Layer 7 GlobalAveragePooling2D()	
Fungsi ini menghitung rata-rata nilai pada setiap dimensi spasial (tinggi × lebar) menjadi satu nilai per saluran.	Output = Jumlah Saluran (Channels) = 128
Hidden Layer 8 Dense(128)	
Fully connected layer dengan 128 neuron.	Output = 128
Hidden Layer 9 Dense(20)	
20 kelas untuk klasifikasi	Output = 20

Tabel 1 menunjukkan model dengan input gambar wajah grayscale 64x64x1, menggunakan GlobalAveragePooling2D() untuk menghasilkan vektor fitur 128, dan

lapisan Dense untuk output probabilitas 20 kelas.

Model Arsitektur Facenet

FaceNet menghasilkan embedding wajah berdimensi 128 setelah melalui operasi convolutional, pooling, dan normalisasi. Berikut adalah proses dan perhitungan output layer untuk FaceNet.

Tabel 2. Perhitungan Output layer pada Facenet

Hidden Layer 1 Conv2D	
Input shape : 160x160x3 Kernel : 3x3 Banyaknya kernel : 64 Diketahui : W= 160 , N = 3 , S= 1, P= 1	$\text{Output} = \frac{W - N - 2P}{S} + 1$ $\text{Output} = \frac{160 - 3 - 2(1)}{1} + 1$ $\text{Output} = 160$
Hidden Layer 2 MaxPooling2D(pool_size=(2, 2))	
Input shape : 160x160x32 Kernel : 2x2 Banyaknya kernel : 64 Diketahui : W= 160 , N = 2 , S= 2, P= 0	$\text{Output} = \frac{W - N - 2P}{S} + 1$ $\text{Output} = \frac{160 - 2 - 2(0)}{2} + 1$ $\text{Output} = 80$
Serangkaian operasi convolutional dan pooling berulang kali mengurangi dimensi spasial sambil meningkatkan jumlah filter (channels).	Misalnya, setelah beberapa Conv2D dan MaxPooling2D: <ul style="list-style-type: none"> • 40x40x64 • 20x20x128 • 10x10x256 • 5x5x512
Hidden Layer 11 GlobalAveragePooling2D()	
Fungsi ini menghitung rata-rata setiap saluran (channel) pada dimensi spasial, menghasilkan satu nilai per saluran. Input shape: 5x5x512 Output shape: 1x512	$\text{Output} = \text{Jumlah Saluran (Channels)} = 512$
Hidden Layer 12 Dense(128)	
Lapisan fully connected dengan output embedding dimensi 128 Input shape: 1x512 Output shape: 1x128	$\text{Output} = 128$
Output Layer	
Final embedding hasil FaceNet adalah vektor 128 dimensi	

Kesimpulan, Tabel 2 menunjukkan bahwa output FaceNet menghasilkan embedding 128 dimensi untuk membandingkan wajah dengan mengukur jarak antar vektor dalam ruang fitur untuk verifikasi atau pengenalan.

Proses Preprocessing



Gambar 5. Flowchart Preprocessing

Gambar wajah dikonversi ke grayscale dan diresize agar konsisten dengan input model. Proses ini juga melibatkan deteksi wajah menggunakan algoritma seperti Haar Cascade atau MTCNN.

Ekstraksi Fitur

LBPH menganalisis tekstur wajah, sementara CNN dan FaceNet menghasilkan vektor wajah dan membandingkannya menggunakan jarak Euclidean.

Pelatihan Model

Dataset wajah diproses dengan LBPH, CNN, dan FaceNet, dengan 80% untuk pelatihan dan 20% untuk pengujian. FaceNet menghasilkan embedding untuk membandingkan kemiripan wajah.

Pengenalan Wajah

Sistem membandingkan citra wajah dengan embedding FaceNet, dan jika cocok, identitas dicatat sebagai absensi.

Absensi

Setelah wajah dikenali, sistem akan mencatat kehadiran individu ke dalam database menggunakan data yang diterima dari hasil pengenalan wajah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pembuatan Sistem

Setelah perancangan yang dijelaskan pada bab sebelumnya, tahap implementasi merupakan langkah berikutnya di mana aplikasi diuji untuk memastikan apakah tujuan yang diinginkan tercapai.

Halaman Dashboard

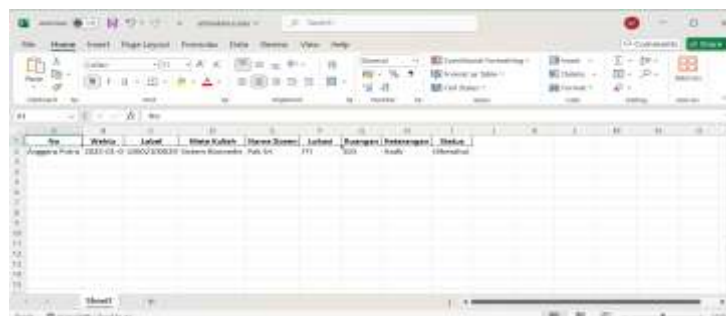


Gambar 6. Halaman Dashboard

Gambar 6 menunjukkan halaman dashboard yang memungkinkan deteksi wajah mahasiswa dalam dataset. Dibangun dengan Flask, tampilan ini mencakup grafik kehadiran, visualisasi statistik, dan menu navigasi untuk fitur lain seperti daftar hadir dan pelatihan model.

Halaman Tampilan Daftar Hadir

Tampilan ini digunakan sebagai bentuk validasi untuk meminimalisir manipulasi terhadap absensi.



Gambar 7. Tampilan Daftar Hadir

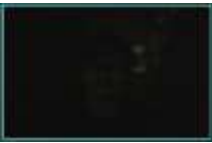





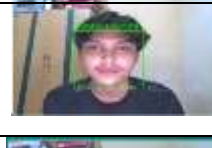

Gambar 7 menunjukkan proses prediksi hasil berdasarkan input database. Jika cocok, sistem menampilkan informasi seperti nama mahasiswa, waktu, NIM, mata kuliah, dosen, lokasi, ruangan, keterangan, dan status.

Pengujian Sistem

Pengujian Pada Intensitas cahaya

Pada tahap ini, pengujian pencocokan wajah disajikan dalam Tabel 3, menunjukkan hasil pencocokan berdasarkan skenario dan intensitas cahaya yang diukur menggunakan aplikasi "luxmeter".

Tabel 3. Pengujian Intensitas Cahaya






No	Gambar	Skenario Uji Lux	Hasil	Keterangan
1		2 lux	Tidak Terdeteksi	Citra wajah tidak teridentifikasi pada intensitas cahaya 2 lux meter.
2		17 lux	Tidak Terdeteksi	Citra wajah tidak teridentifikasi pada intensitas cahaya 2 lux meter.
3		24 lux	Terdeteksi	Citra wajah teridentifikasi pada intensitas cahaya 24 lux meter.
4		43 lux	Terdeteksi	Citra wajah teridentifikasi pada intensitas cahaya 43 lux meter.
5		70 lux	Terdeteksi	Citra wajah teridentifikasi pada intensitas cahaya 70 lux meter.
6		200 lux	Terdeteksi	Citra wajah teridentifikasi pada intensitas cahaya 200 lux meter.
7		1200 lux	Terdeteksi	Citra wajah teridentifikasi pada intensitas cahaya 1200 lux meter.
8		3500 lux	Terdeteksi	Citra wajah teridentifikasi pada intensitas cahaya 3500 lux meter.

Tabel 3 menunjukkan uji coba cahaya, di mana pada intensitas 2 dan 17, citra wajah tidak teridentifikasi, mengindikasikan bahwa cahaya rendah mempengaruhi proses pengenalan wajah.

Pengujian Pengenalan Wajah Berdasarkan Jarak

Pengujian dilakukan dengan mengarahkan wajah ke kamera pada jarak 20, 50, dan 100 cm untuk mengukur deteksi wajah dalam waktu lima detik. Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian rinci.

Tabel 4. Pengujian Pengenalan Wajah Berdasarkan Jarak




No	User ID	Pengujian	Hasil Analisa	
			Dikenali	Tidak Dikenali
1		20cm	5	-
		50cm	5	-
		100cm	5	-
2		20cm	5	-
		50cm	5	-
		100cm	5	-
3		20cm	5	-
		50cm	5	-
		100cm	5	-
4		20cm	5	-
		50cm	5	-
		500cm	4	-
5		20cm	5	-
		50cm	5	-
		500cm	4	-

Uji coba jarak ditunjukkan pada tabel 4 pengujian pertama, kedua, ketiga, keempat dan kelima dengan nilai centimeter 20, 50, 100 dan 500 centimeter, citra wajah tetap dapat diidentifikasi dengan baik pada jarak 500 cm.

Pengujian Keakuratan

Pengujian keakuratan sistem absensi dilakukan untuk mengukur kinerja model CNN dan FaceNet yang dilatih dengan 3 citra wajah. Tabel 5 menunjukkan hasil keakuratan pengujian.

Tabel 5. Pengujian Keakuratan

No	User ID	Hasil Analisa		
		Benar	Salah	Total Terdeteksi
1		20	-	20
2		37	-	37
3		44	-	44
		101	-	101
	Keakuratan	100%	-	100%

Tabel 5 menunjukkan hasil pengujian keakuratan sistem absensi dengan CNN dan FaceNet, mencapai 100% akurasi pada 101 citra yang terdeteksi setelah diuji dengan 3 citra wajah selama 5 menit.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan sistem absensi berbasis pengenalan wajah menggunakan metode CNN dan model FaceNet, yang mampu bekerja dengan baik pada perangkat dengan spesifikasi menengah. Sistem ini mencapai akurasi 100% pada 101 citra yang diuji dalam berbagai kondisi pencahayaan. Namun, intensitas pencahayaan yang sangat rendah memengaruhi akurasi deteksi wajah, dengan kegagalan pengenalan pada pencahayaan 2 lux dan 17 lux. Pada jarak 100 cm, sistem tetap konsisten dalam mendeteksi wajah, meskipun kepercayaan prediksi sedikit menurun pada jarak yang lebih jauh. Kombinasi CNN dan FaceNet efektif untuk ekstraksi dan perbandingan fitur wajah, sementara LBPH mendukung identifikasi tekstur wajah. Hasil ini memenuhi tujuan penelitian untuk mengembangkan sistem absensi yang akurat, efisien, dan dapat berjalan pada perangkat dengan kapasitas terbatas, serta menyediakan solusi absensi yang handal bagi berbagai institusi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Khatama Insani and D. Budi Santoso, "Perbandingan Kinerja Model Pre-Trained CNN (VGG16, RESNET, dan INCEPTIONV3) untuk Aplikasi Pengenalan Wajah pada Sistem Absensi Karyawan," *Jurnal Indonesia : Manajemen Informatika dan Komunikasi (JIMIK)*, vol. 5, no. 3, 2024, [Online]. Available: <https://journal.stmiki.ac.id>
- [2] N. M. Hussain Hassan, M. A. Moussa, and M. H. M. Mahmoud, "CNN and Adaboost fusion model for multiface recognition based automated verification system of students attendance," *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, vol. 35, no. 1, pp. 133–139, Jul. 2024, doi: 10.11591/ijeecs.v35.i1.pp133-139.
- [3] S. Zahra, Azhar, and A. Musta'inul, "Syifa2022 Sistem Deteksi Wajah Untuk Pencatatan Kehadiran Mahasiswa Di Kls Menggunakan Metode CNN," *ournal of Artificial Intelligence and Software Engineering*, vol. 2, no. 1, pp. 24–28, 2022.
- [4] Evelyn, R. Adipranata, and K. Gunadi, "Sistem Presensi Mahasiswa Menggunakan Face Recognition Dengan Metode Facenet Pada Android," *Jurnal Infra*, vol. 10, no. 2, pp. 56–62, 2022.
- [5] D. Mantara Sakti, W. Sudoro Murti, A. Kurniasari, and J. Rosid, "Face recognition dengan metode Haar Cascade dan Facenet," *Indonesian Journal of Data and Science (IJODAS)*, vol. 3, no. 1, pp. 30–34, 2022.
- [6] S. Huang and H. Luo, "Attendance System Based on Dynamic Face Recognition," *Proceedings - 2020 International Conference on Communications, Information System and Computer Engineering, CISCE 2020*, pp. 368–371, Jul. 2020, doi: 10.1109/CISCE50729.2020.00081.
- [7] U. Essien and G. Ansa, "A deep learning-based face recognition attendance system," *Global Journal of Engineering and Technology Advances*, vol. 17, no. 1, pp. 009–022, Oct. 2023, doi: 10.30574/gjeta.2023.17.1.0165.
- [8] D. Bathinko, G. Putra Kelana, and R. Meimaharani, "Perancangan Sistem Absensi Karyawan Berbasis Web Dengan Metode Waterfall," 2024.
- [9] A. Muharman, A. Frinaldi, L. Magriasti, and F. Vena Anisa, "Implementasi

- Kebijakan Sistem Absensi Online Dalam Meningkatkan Kinerja Asn Di Bappeda Kota Sungai Penuh,” 2023. [Online]. Available: <https://siabon.sungaipeuhkota.go.id>
- [10] M. Saied and A. Syafii, “Perancangan dan Implementasi Sistem Absensi Berbasis Teknologi Terkini Untuk Meningkatkan Efisiensi Pengelolaan Kehadiran Karyawan dalam Perusahaan,” *Jurnal Teknik Indonesia*, vol. 2, no. 3, pp. 87–92, Jul. 2023, doi: 10.58860/jti.v2i3.21.
- [11] S. Kakarla, P. Gangula, M. S. Rahul, C. S. Singh, and T. H. Sarma, “Proceedings of 2020 IEEE-HYDCON, International Conference on Engineering in the 4th Industrial Revolution : September 11-12, 2020,” 2020.
- [12] R. B. Setiawan and N. Lukman, “Attendance System Face Recognition using Convolutional Neural Network (CNN),” *CoreID Journal*, vol. 1, no. 3, Mar. 2024, doi: 10.60005/coreid.v1i3.16.
- [13] V. Santosh, M. Panbude, K. P. Rao, G. Bhakt, M. Akanksha, and M. Student, “Attendance System Using Face Recognition and Detection,” *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management*, 2024, doi: 10.55041/IJSREM33713.
- [14] F. Ramadhan, A. Triayudi, and E. Mardiani, “Implementation of Face Recognition for Lecturer Attendance Using Deep Learning CNN Algorithm,” *SaNa: Journal of Blockchain, NFTs and Metaverse Technology*, vol. 2, no. 2, pp. 123–130, Sep. 2024, doi: 10.58905/sana.v2i2.275.
- [15] A. Anggreini, “Pengembangan Sistem Presensi Karyawan dengan Face Recognition menggunakan Model Facenet,” Yogyakarta, 2024. Accessed: Nov. 20, 2024. [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/51600/20523151.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [16] R. V. Talumepa, D. A. Putra, and H. Soetanto, “Sistem Presensi Pendeteksi Wajah menggunakan Metode Modified Region Convolutional Neural Network dan PCA,” *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, vol. 8, no. 1, pp. 46–55, Jun. 2024, doi: 10.29408/edumatic.v8i1.25207.
- [17] A. W. Murdiyanto, D. H. Zulfikar, B. S. Waluyo Poetro, and A. C. Siregar, “Performance Comparison of CNN and ResNet50 for Skin Cancer Classification Using U-Net Segmented Images,” *Indonesian Journal of Data and Science*, vol. 5, no. 3, pp. 198–205, Dec. 2024, doi: 10.56705/ijodas.v5i3.200.
- [18] B. S. W. Poetro, S. Mulyono, and V. A. Pramesti, “Prediksi Penyakit Batu Ginjal dengan Menerapkan Convolutional Neural Network,” *Jurnal Buana Informatika*, vol. 15, no. 2, pp. 153–162, 2024.
- [19] F. Cahyono, “Pengenalan Wajah Menggunakan Model Facenet Untuk Presensi Pegawai,” 2020. Accessed: Nov. 20, 2024. [Online]. Available: https://repository.its.ac.id/76660/2/07111850067013-Master_Thesis.pdf
- [20] O. Pribadi, “Aplikasi Pengenalan Wajah Menggunakan Algoritma Haar Cascade Classifier Dan Local Binary Pattern Histogram,” *Jurnal TIMES*, vol. 12, no. 1, pp. 40–47, 2023.