

Penerapan Algoritma Convolutional Neural Network (CNN) pada Aplikasi Presensi Siswa Berbasis Pengenalan Wajah

Agustina*, Tri Widodo

Program Studi Informatika, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Teknologi Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

Email: ^{1,*}agustinajosyaa@gmail.com, ²triwidodo@ut.ac.id

Email Penulis Korespondensi: agustinajosyaa@gmail.com^{*}

Submitted: 03/11/2025; Accepted: 07/12/2025; Published: 31/12/2025

Abstrak—Perkembangan teknologi kecerdasan artifisial menghadirkan peluang baru dalam peningkatan efisiensi administrasi akademik, termasuk dalam proses presensi siswa. Sistem presensi konvensional seperti barcode atau sidik jari masih dinilai kurang efektif untuk siswa sekolah dasar karena risiko kartu mudah hilang, antrian panjang, serta kegagalan pemindaian yang cukup sering terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan merancang dan mengimplementasikan sistem presensi siswa berbasis pengenalan wajah menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* yang mampu bekerja secara *real-time*. Metode penelitian mencakup studi literatur, pengumpulan data primer berupa 320 foto wajah siswa Kelas 5 di SDN 01 Muara Enim, serta proses pengolahan data melalui normalisasi, konversi ke skala abu-abu, dan augmentasi (rotasi, flip, dan zoom) untuk meningkatkan variasi data. Model CNN kustom yang dibangun terdiri dari beberapa lapisan Convolution2D, Max Pooling, Dense, dan Dropout. Hasil sementara menunjukkan bahwa model yang diusulkan mencapai akurasi 96,8%, presisi 95,4%, dan recall 94,7%, serta memiliki performa *Confusion Matrix* yang lebih baik dibandingkan model *pre-trained* seperti VGG16 dan ResNet. Model terbaik kemudian diintegrasikan ke dalam prototipe sistem presensi yang terdiri atas aplikasi Android on-device dan website admin berbasis *cloud*. Temuan sementara ini menunjukkan bahwa penggunaan CNN berpotensi meningkatkan keakuratan, efisiensi, dan keandalan proses presensi siswa di lingkungan sekolah dasar.

Kata Kunci: Presensi Siswa; Pengenalan Wajah;Convolutional Neural Network (CNN);Real-time; Recognition.

Abstract—The advancement of artificial intelligence technologies provides new opportunities to enhance the efficiency of academic administration, including student attendance systems. Conventional attendance methods such as barcodes or fingerprint scanners are considered less effective for elementary school students due to issues such as lost cards, long queues, and frequent scanning failures. This study aims to address these problems by designing and implementing a real-time student attendance system based on facial recognition using the Convolutional Neural Network (CNN) algorithm. The research methodology includes a literature review, primary data collection consisting of 320 facial images of Grade 5 students at SDN 01 Muara Enim, and data preprocessing through normalization, grayscale conversion, and data augmentation (rotation, flip, and zoom) to improve data variability. The custom CNN model developed consists of multiple Convolution2D layers, Max Pooling, Dense, and Dropout layers. Preliminary results show that the proposed model achieves an accuracy of 96.8%, a precision of 95.4%, and a recall of 94.7%, with a Confusion Matrix performance superior to pre-trained models such as VGG16 and ResNet. The best-performing model was then integrated into a prototype attendance system consisting of an on-device Android application and a cloud-connected administrative website. These preliminary findings indicate that the use of CNN has the potential to improve the accuracy, efficiency, and reliability of student attendance processes in elementary school environments.

Keywords: Student Attendance; Face Recognition; Convolutional Neural Network (CNN); Real-time Recognition.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi kecerdasan artifisial sangat pesat dan telah merambat ke dalam berbagai sektor, termasuk dalam sektor pendidikan [1]. Perkembangan digital yang telah terjadi di dunia pendidikan mendorong terciptanya berbagai inovasi yang bertujuan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses mengajar, serta mendukung kegiatan administrasi akademik. Salah satu bentuk implementasi nyata dari kecerdasan buatan dibidang pendidikan adalah penerapan teknologi pengenalan wajah (*face recognition*) [2] [3]. Sistem ini akan mengenali identitas seseorang hanya melalui citra wajah yang diambil melalui kamera tanpa harus berinteraksi langsung [4]. Dalam ranah pendidikan, sistem presensi siswa merupakan salah satu proses adminisrasi yang dilakukan secara rutin. Sistem presensi yang telah berlaku sebelumnya sudah berjalan dengan baik, akan tetapi kehadiran teknologi memberikan peluang untuk mengintegrasikan inovasi yang lebih modern [5]. Sudah banyak teknologi yang dipakai dalam sistem presensi diantara sistem presensi berbasis barcode, presensi berbasis sidik jari (*fingerprint*), sistem presensi berbasis pengenalan wajah (*face recognition*). Masing – masing teknologi memiliki kebutuhan dan kekurangannya sendiri. Sistem presensi berbasis barcode misalnya, memerlukan kartu identitas fisik yang berisi kode unik untuk setiap siswa [6]. Presensi berbasis barcode berpeluang akan kelihangan kartu, dikarenakan risiko kehilangan kartu sangat tinggi karena anak-anak cenderung kurang memperhatikan tanggung jawab terhadap barang pribadi [7]. Sementara itu, presensi berbasis fingerprint juga memiliki keterbatasan, terutama karena kondisi tangan anak-anak yang sering kotor, basah, atau terluka, sehingga menyebabkan kesulitan dalam proses pemindaian dan kegagalan dalam identifikasi kehadiran. Maka dari itu sistem pengenalan wajah menjadi pertimbangan utama karena siswa sekolah dasar digunakan sebagai subjek utama [8].

Selain itu, penggunaan sistem pengenalan wajah juga bertujuan untuk mencegah sistem presensi dijadikan mainan oleh anak-anak. Oleh karena itu, teknologi pengenalan wajah dianggap lebih tepat untuk menghindari kendala yang tidak diinginkan. Berbeda dengan dua metode sebelumnya, sistem berbasis pengenalan wajah menawarkan pendekatan yang lebih alami dan minim interaksi fisik. Teknologi ini memanfaatkan citra wajah siswa sebagai identitas unik yang relatif stabil dan sulit untuk dimanipulasi [19].

Penelitian oleh Smitha [10] mengembangkan sistem absensi pengenalan wajah yang menggunakan deteksi *Haar-Cascade* dan algoritma *Local Binary Pattern Histogram* (LBPH). Sistem ini dapat mencatat kehadiran mahasiswa secara otomatis, efisien dan akurat. Sistem ini juga dapat menyimpan data absensi kehadiran ke dalam Excel, dan mengirim notifikasi email, sehingga berhasil meminimalisir kecurangan serta meningkatkan akurasi dibandingkan metode tradisional.

Sementara itu, Penelitian oleh Prastiwi [11] yang menggunakan algoritma *SIFT* untuk ekstraksi fitur dan model *YOLOv8* untuk mengembangkan aplikasi absensi web berbasis pengenalan wajah secara *real-time*. Hasil pelatihan yang dilakukan pada 537 gambar berhasil mencapai akurasi tinggi (97,05%) dan mAP (0,975). Hal tersebut membuat sistem dapat meningkatkan otomatisasi dan keamanan secara signifikan.

Penilitian lain menggunakan algoritma *Modified Region Convolutional Neural Network* (MR-CNN) dan PCA dilakukan oleh Talumepa [12] yang berfokus untuk mengembangkan sistem berbasis web untuk siswa SMK dengan fitur presensi wajah *real-time*, manajemen database siswa, dan klasifikasi otomatis yang dibuat menggunakan Algoritma MR-CNN dan PCA. Penelitian serupa oleh Pratama [13], dengan judul “Pembuatan Aplikasi Pengenalan Wajah untuk Sistem Presensi Kelas Menggunakan Algoritma *Convolutional Neural Network*” membahas tentang pengembangan presensi mahasiswa berbasis pengenalan wajah dengan algoritma CNN menggunakan model GoogleNet dengan fitur berupa presensi otomatis, klasifikasi wajah, login, dan upload citra wajah. Penelitian lain oleh Hartanto [14] dengan judul “Implementasi *Convolutional Neural Network* Menggunakan Model *MobileNet* dalam Aplikasi Presensi Berbasis Pengenalan Wajah” dalam penelitiannya menggunakan MobileNet dan dikembangkan dalam platform mobile berbasis *flutter*, dengan fitur berupa aplikasi presensi ringan dan sistem dibuat berbasis mobile. Selain digunakan dalam membangun model klasifikasi wajah dalam sistem presensi, algoritma CNN dapat digunakan untuk mendeteksi ekspresi wajah manusia seperti penelitian dengan judul “Implementasi *Convolutional Neural Network* Untuk Deteksi Nyeri Bayi Melalui Citra Wajah Dengan *YOLO*” oleh Abuzairei [15]. Sistem yang dibangun mampu mengenali ekspresi nyeri bayi secara akurat dengan tingkat keberhasilan sekitar 70-90%. Sistem ini berhasil mengklasifikasikan ekspresi wajah bayi menjadi kategori nyeri, sedih, dan netral dengan akurasi mencapai sekitar 70% dan mAP di atas 96%.

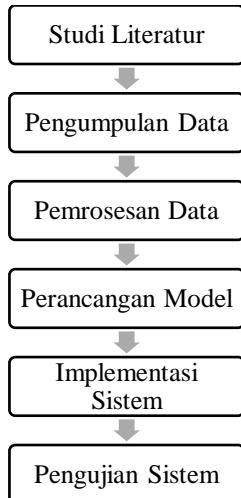
Berdasarkan tinjauan penelitian sebelumnya, terlihat adanya kebutuhan mendesak untuk menggantikan sistem presensi manual yang tidak efisien dan rawan manipulasi dengan sistem otomatis yang lebih akurat dan aman. Meskipun berbagai metode telah menunjukkan keberhasilan, algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) secara konsisten menunjukkan potensi besar di bidang ini. Sejumlah studi telah membuktikan bahwa model berbasis CNN, seperti *YOLOv8*, mampu mencapai akurasi sangat tinggi, bahkan hingga di atas 97%. Varian lain seperti MR-CNN juga telah sukses diterapkan untuk presensi siswa secara *real-time*. Keistimewaan utama CNN tidak hanya terbatas pada akurasi identifikasi saja, melainkan juga pada ketangguhannya dalam mengelola variabilitas kondisi di dunia nyata. Contohnya adalah kemampuannya untuk tetap andal dalam mendeteksi wajah meskipun terdapat beragam ekspresi, yang merupakan tantangan umum dalam implementasi sistem presensi sehari-hari.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memanfaatkan keunggulan algoritma CNN yang telah terbukti. Tujuan dari penelitian ini adalah membangun dan mengimplementasikan sistem presensi siswa *real-time* berbasis pengenalan wajah menggunakan arsitektur CNN. Untuk memastikan akurasi dan keandalan sistem dalam berbagai kondisi, model akan dilatih menggunakan dataset wajah siswa yang mencakup variasi sudut pandang hingga kondisi pencahayaan. Penerapan sistem ini diharapkan dapat secara signifikan meningkatkan efisiensi proses presensi, memvalidasi keberadaan siswa secara akurat, dan pada akhirnya mendukung terciptanya lingkungan pembelajaran yang lebih tertib dan disiplin. Selain itu sistem ini juga dikembangkan tidak hanya berfokus pada pengenalan wajah berbasis algoritma CNN, tetapi juga telah terintegrasi dengan database berbasis cloud, sehingga data presensi dapat tersimpan dan diakses secara *real-time* tanpa terbatas perangkat. Selain itu, antarmuka web khusus admin memudahkan pengelolaan data siswa dan laporan presensi, sementara guru dapat menggunakan aplikasi mobile untuk melakukan presensi secara langsung di kelas. Keistimewaan lainnya, orang tua juga dapat memantau kehadiran anak secara langsung melalui sistem yang disediakan, menjadikan penelitian ini lebih komprehensif karena melibatkan berbagai pihak dalam ekosistem pendidikan secara terintegrasi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan terstruktur guna untuk membangun model CNN yang mampu secara efektif mengenali wajah. Penelitian ini diawali dengan Studi Literatur, Pengumpulan Data, Pemrosesan Data, Perancangan Model, dan Implementasi Sistem. Tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 1.

**Gambar 1.** Tahapan Penelitian**a. Studi Literatur**

Tahap awal penelitian dilakukan melalui studi literatur untuk memperoleh dasar teori dan pemahaman mengenai konsep-konsep yang berkaitan dengan kecerdasan buatan, pengenalan wajah, serta algoritma CNN. Peneliti menelusuri berbagai sumber ilmiah seperti jurnal, prosiding, buku, dan penelitian terdahulu.

b. Pengumpulan Data

Data dikumpulkan secara langsung di SDN 01 Muara Enim sebagai lokasi studi kasus. Subjek penelitian adalah siswa kelas 5 sekolah dasar. Data diperoleh berupa foto wajah siswa yang diambil menggunakan kamera digital dengan pencahayaan alami. Contoh data foto wajah siswa dapat dilihat pada gambar 2.

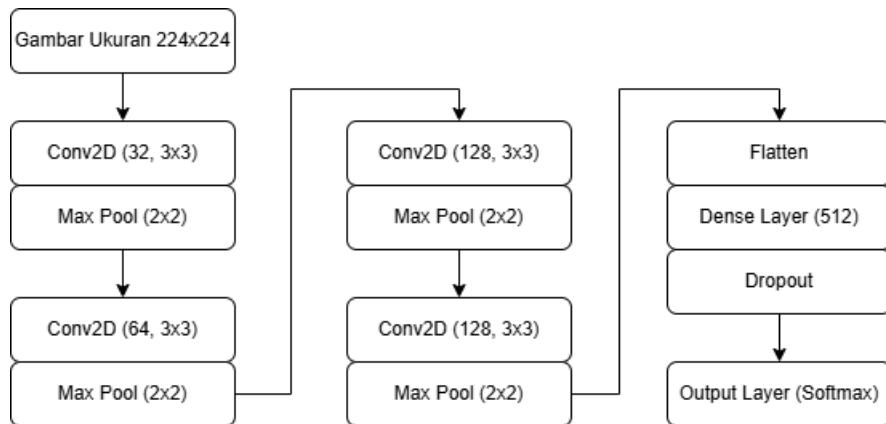
**Gambar 2.** Data Foto wajah Siswa**c. Pemrosesan Data**

Setelah data terkumpul dilakukan pra-pemrosesan data (*data preprocessing*) untuk meningkatkan kualitas citra serta mengoptimalkan kinerja model. Pra-pemrosesan data yang dilakukan yaitu normalisasi warna untuk menyamakan intensitas pencahayaan, konversi ke skala abu-abu untuk mengurangi dimensi data jika diperlukan serta peningkatan kualitas gambar. Selain itu, augmentasi data juga dilakukan dengan cara memutar, membalik, dan memperbesar gambar untuk meningkatkan keberagaman data untuk mencegah *overfitting* pada model. Hasil pemrosesan data dapat dilihat pada gambar 3.

**Gambar 3.** Hasil Pemrosesan Data

d. Perancangan Model

Model dirancang menggunakan algoritma CNN yang diujikan menggunakan data yang belum pernah digunakan sebelumnya.



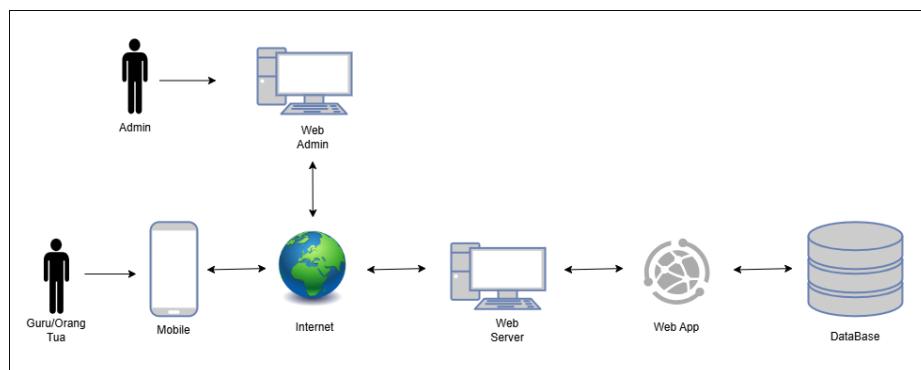
Gambar 4. Arsitektur Model

Berdasarkan gambar 4 dapat dilihat bahwa model dibangun menggunakan beberapa jenis layer diantaranya, *Convolution2D*, *Max Pooling*, dan *Fully Connected Layer (Flatten, Dense, dan Dropout)*. Layer *Convolution2D* berfungsi mendeteksi fitur dasar seperti tepi, tekstur dan pola unik wajah [16]. Layer *Max Pooling* digunakan untuk mengurangi dimensi gambar tanpa kehilangan informasi penting yang membuat model lebih efisien [17]. Setelah melewati lapisan konvolusi dan pooling, fitur yang sudah di ekstraksi akan dikirim ke *Fully Connected Layer* yang menghubungkan semua informasi dan melakukan klasifikasi berdasarkan fitur wajah. Lapisan terakhir yaitu Layer *Output (Softmax)* yang menghasilkan probabilitas untuk menentukan identitas pengguna berdasarkan kemiripan dengan wajah dalam database [18].

Evaluasi dilakukan menggunakan beberapa metrik utama yaitu akurasi, presisi, dan *recall*, untuk mengukur ketepatan serta kelengkapan hasil prediksi model. Akurasi digunakan untuk melihat proporsi prediksi yang benar dari keseluruhan data uji wajah siswa [19]. Presisi menunjukkan proporsi prediksi positif yang benar dari seluruh prediksi yang dikategorikan sebagai positif. Sebagai contoh model memprediksi wajah siswa Dani sebanyak 12 kali, presisi akan menghitung prediksi mana yang benar-benar Dani [20]. *Recall* digunakan untuk menghitung dari semua data berlabel siswa Dani berapa banyak yang benar-benar diidentifikasi sebagai siswa Dani [21]. Selanjutnya, digunakan *Confusion Matrix* untuk menganalisis distribusi hasil prediksi benar dan salah, sehingga dapat diketahui sejauh mana model mengenali wajah dengan tepat [22]. Selain itu, akan digunakan *pre-trained* model seperti VGG16 dan ResNet untuk perbandingan performa model.

e. Implementasi Sistem

Sistem ini dibangun atas dua komponen utama, yakni aplikasi presensi berbasis Android untuk pengguna (guru dan siswa) dan sebuah website admin untuk pengelolaan data. Website admin difungsikan sebagai pusat kontrol untuk memantau dan mengelola seluruh data presensi yang masuk. Pada aplikasi Android, sistem akan secara otomatis mengaktifkan kamera perangkat untuk mendeteksi wajah siswa secara real-time ketika mereka hadir di kelas. Gambaran arsitektur sistem yang berjalan dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Arsitektur Sistem

Model CNN dilatih dengan dataset wajah, kemudian diintegrasikan ke dalam aplikasi agar dapat berjalan langsung di perangkat Android. Proses verifikasi wajah dilakukan secara lokal dan hasilnya digunakan untuk mencatat kehadiran siswa secara otomatis. Berdasarkan arsitektur sistem yang telah dibangun dapat dijelaskan alur sistem presensi yang berjalan sebagai berikut:

- a. Guru/Orang Tua melakukan proses presensi menggunakan aplikasi mobile untuk verifikasi identitas pengguna.
 - b. Data presensi yang diperoleh dari aplikasi mobile akan dikirim dan disimpan di Cloud, sebagai pusat penyimpanan dan sinkronisasi data.
 - c. Data yang tersimpan di internet kemudian dapat diakses oleh Web App, yang berfungsi sebagai antarmuka untuk melihat dan mengelola data presensi.
 - d. Admin mengakses Web Service untuk melakukan konfigurasi sistem, pemantauan, atau pengelolaan data presensi.
- f. Pengujian Sistem

Tahap pengujian sistem dilakukan untuk memvalidasi fungsionalitas dan keandalan *end-to-end* menggunakan metode *Black Box Testing*, yang berfokus pada pengujian input dan output tanpa melihat struktur kode internal. Pengujian ini dilaksanakan menggunakan 10 skenario kasus uji yang telah ditentukan untuk mensimulasikan fungsi inti pemindaian wajah dalam berbagai kondisi (seperti pencahayaan, sudut, dan ekspresi). Keberhasilan akan diukur secara kuantitatif menggunakan tingkat keberhasilan, di mana setiap kasus uji dievaluasi dan dikategorikan ke dalam status "Berhasil" atau "Gagal".

- a. Berhasil: Jika aplikasi mampu mendeteksi wajah, mengidentifikasi siswa dengan benar, dan mencatat status kehadiran secara akurat di *database*.
- b. Gagal: Jika sistem gagal mendeteksi wajah, terjadi kesalahan identifikasi, atau data kehadiran gagal tercatat.

Hasil akhir dari pengujian sistem akan disajikan dalam bentuk rasio jumlah keberhasilan terhadap total kasus uji (contoh: 8 dari 10 kasus uji berhasil) untuk menentukan persentase fungsionalitas sistem secara keseluruhan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

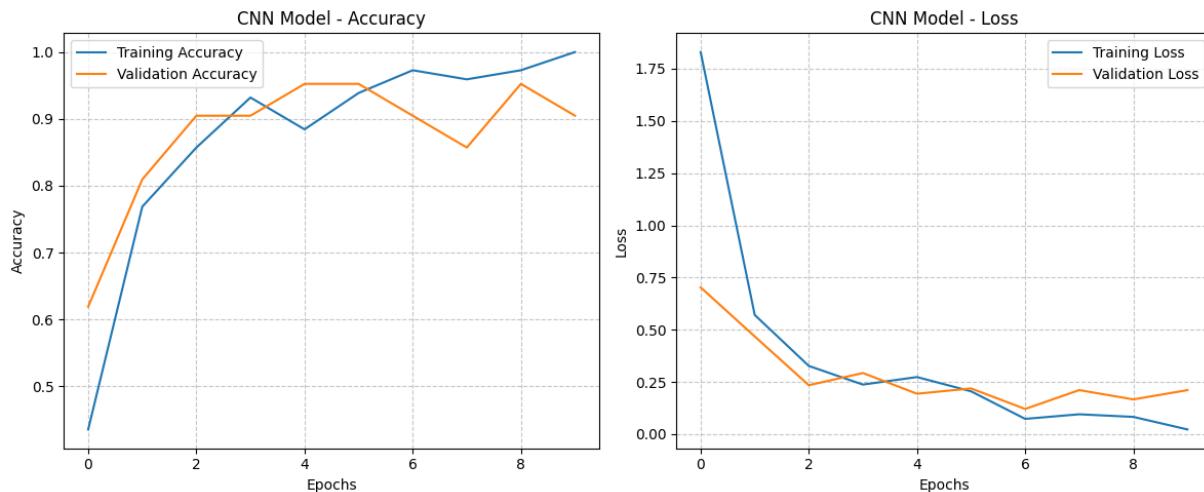
a. Pengujian Model

Model CNN yang dirancang terdiri dari 4 blok utama yang disusun dari *Convolution* layer dan *MaxPooling* layer. Blok pertama menggunakan 32 filter, blok kedua menggunakan 64 filter, dan blok ketiga serta keempat menggunakan 128 filter. Masing-masing blok menggunakan *default* kernel 3x3 dan disertai *MaxPooling* layer dengan kernel 2x2. Setelah melalui blok utama hasil ekstraksi fitur akan memasuki layer *flatten* yang kemudian dihubungkan dengan *fully connected layer (Dense)* dengan 512 lapisan atau *neuron*, dilanjutkan dengan *Dropout* untuk mengurangi terjadinya *overfitting*. Blok terakhir adalah layer *output* yang disusun oleh *Dense Layer* dengan jumlah *neuron* sesuai dengan jumlah kelas yang ada. Hasil arsitektur model final yang digunakan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Detail Arsitektur CNN

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d (Conv2D)	(None, 414, 414, 32)	320
max_pooling2d (MaxPooling2D)	(None, 207, 207, 32)	0
conv2d_1 (Conv2D)	(None, 205, 205, 64)	18,496
max_pooling2d_1 (MaxPooling2D)	(None, 102, 102, 64)	0
conv2d_2 (Conv2D)	(None, 100, 100, 128)	73,856
max_pooling2d_2 (MaxPooling2D)	(None, 50, 50, 128)	0
conv2d_3 (Conv2D)	(None, 48, 48, 128)	147,584
max_pooling2d_3 (MaxPooling2D)	(None, 24, 24, 128)	0
flatten (flatten)	(None, 73728)	0
dense (Dense)	(None, 512)	37,749,248
dropout (Dropout)	(None, 512)	0
dense_1 (Dense)	(None, 5)	2,565

Berdasarkan hasil pelatihan model CNN selama 10 epoch, diperoleh grafik akurasi dan loss seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.



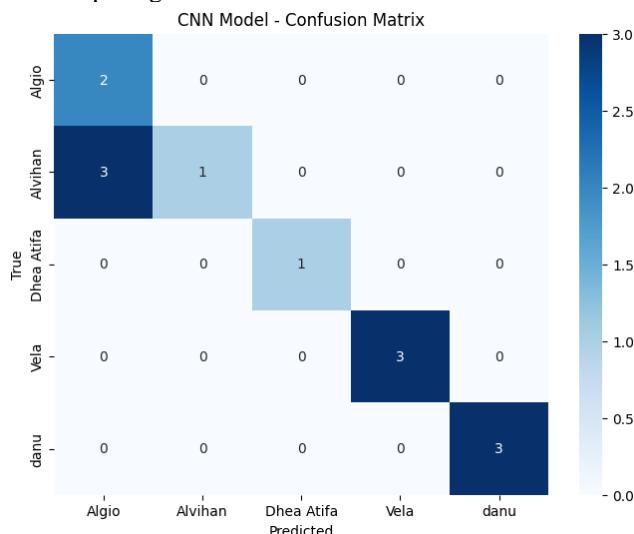
Gambar 6. Grafik Akurasi dan Loss data latih

Grafik akurasi menunjukkan bahwa akurasi data latih dapat meningkat secara konsisten dan berhasil mencapai 100% pada *epoch* ke-10. Sementara itu, akurasi data validasi juga mengalami kenaikan yang baik pada epoch-epoch awal, namun mulai menunjukkan ketidakstabilan dan fluktuasi setelah *epoch* ke-3, dengan puncaknya berkisar 95%. Kesenjangan yang melebar antara kurva latih dan validasi ini didukung kuat oleh grafik *loss*. Pada grafik tersebut, *loss* data latih menurun secara ideal hingga mendekati nol. Akan tetapi, *loss* data validasi mencapai titik terendahnya pada epoch ke-6 dan setelah itu menunjukkan tren kenaikan. Nilai presisi dan *recall* untuk setiap class dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Nilai Presisi dan *Recall*

Siswa	Presisi	Recall
Algio	0.4	1.00
Alvihan	1.00	0.25
Dhea Atifa	1.00	1.00
Vela	1.00	1.00
Danu	1.00	1.00

Berdarkan nilai presisi dapat dilihat bahwa terdapat kesalahan prediksi untuk siswa Algio yang diprediksi sebagai siswa Alvihan. Hal tersebut dapat diketahui dengan nilai *recall* pada siswa Alvihan yang bernilai 0.25 dan nilai presisi pada siswa Algio yang bernilai 0.4. Selain itu untuk mengetahui distribusi hasil prediksi digunakan *Confusion Matrix* yang dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Distribusi hasil prediksi menggunakan *Confusion Matrix*

Selain itu, untuk perbandingan hasil uji dengan arsitektur model lain dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perbandingan Performa Model

Experimen	Epoch	Layer	Akurasi
CNN + PCA	20	8	73.4
VGG16	20	7	74.8
RESNET	20	5	57.3
SEQUENTIAL	10	6	91.10
SEQUENTIAL	5	6	78.23
SEQUENTIAL	15	10	94.56
SEQUENTIAL	15	10	91.14
SEQUENTIAL	15	10	82.88

Tabel 3 menampilkan hasil perbandingan performa berbagai arsitektur jaringan konvolusional yang digunakan dalam proses klasifikasi wajah untuk sistem presensi berbasis pengenalan wajah. Tujuan utama dari pengujian ini adalah mengevaluasi tingkat akurasi dari masing-masing model berdasarkan jumlah *epoch* dan kedalaman layer yang digunakan selama proses pelatihan. Parameter yang dibandingkan meliputi *epoch*, jumlah layer, serta akurasi yang diperoleh. Hasil perbandingan ini penting untuk menentukan efektivitas dan efisiensi arsitektur jaringan dalam mengenali pola citra wajah secara akurat. Setiap model memiliki keunggulan dan keterbatasan tersendiri tergantung pada kompleksitas struktur dan kesesuaian terhadap karakteristik dataset yang digunakan selama proses pelatihan dan pengujian.

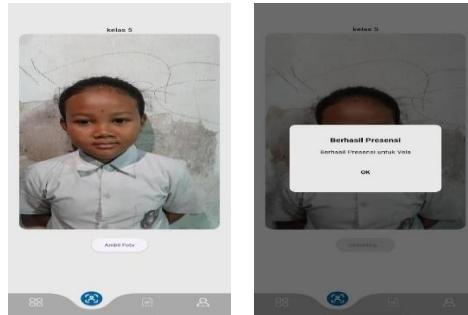
Model CNN + PCA dengan konfigurasi 20 *epoch* dan 8 *layer* menghasilkan akurasi sebesar 73,4%. Hasil ini menunjukkan kemampuan model dalam mengenali pola dasar citra wajah, namun penerapan PCA (*Principal Component Analysis*) kemungkinan menyebabkan hilangnya sebagian informasi penting akibat proses reduksi dimensi. Model VGG16 dengan 7 layer dan jumlah epoch sama memperoleh akurasi 74,8%, menunjukkan peningkatan kecil dibanding CNN + PCA. VGG16 memiliki kemampuan lebih baik dalam mengekstraksi fitur visual tingkat tinggi, tetapi membutuhkan sumber daya komputasi yang lebih besar dan waktu pelatihan yang lebih lama karena kompleksitas arsitekturnya yang cukup dalam dan detail.

Sebaliknya, model RESNET memperlihatkan performa paling rendah di antara seluruh model yang diuji, yaitu hanya 57,3% akurasi dengan 20 *epoch* dan 5 *layer*. Rendahnya akurasi ini dapat disebabkan oleh ketidaksesuaian antara kompleksitas model dan jumlah data pelatihan yang tersedia, sehingga model mengalami *underfitting*. Selain itu, fitur skip connection yang menjadi keunggulan ResNet tidak memberikan dampak signifikan pada dataset berukuran kecil atau dengan variasi ekspresi wajah yang terbatas. Dengan demikian, meskipun ResNet efektif pada dataset besar dan kompleks, penerapannya pada kasus presensi dengan data terbatas menjadi kurang optimal dibandingkan model lain yang lebih sederhana namun terarah seperti arsitektur Sequential CNN.

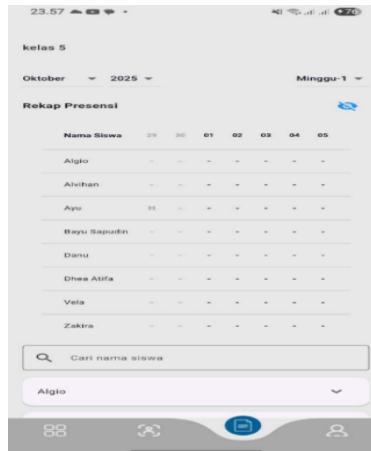
Model Sequential CNN menunjukkan performa terbaik di antara seluruh model yang diuji. Pada konfigurasi 15 *epoch* dan 10 *layer*, model ini mencapai akurasi tertinggi sebesar 94,56%. Hasil ini membuktikan bahwa arsitektur Sequential memiliki keseimbangan optimal antara kompleksitas jaringan dan kemampuan generalisasi. Variasi lain dari model ini menghasilkan akurasi antara 78,23% hingga 91,14%, tergantung kombinasi *epoch* dan layer yang digunakan. Peningkatan jumlah *epoch* terbukti meningkatkan akurasi karena model memiliki waktu lebih lama untuk menyesuaikan bobot terhadap pola data. Secara keseluruhan, Sequential CNN memberikan hasil paling stabil dan efisien, menjadikannya pilihan ideal untuk sistem presensi berbasis pengenalan wajah yang menuntut kecepatan dan akurasi tinggi.

b. Implementasi Sistem

Tahap implementasi sistem merupakan proses untuk mewujudkan arsitektur yang telah dirancang menjadi aplikasi yang fungsional. Model *Convolutional Neural Network* (CNN) yang telah selesai dilatih dan divalidasi pada tahap sebelumnya, selanjutnya akan diimplementasikan ke dalam sebuah aplikasi presensi berbasis Android. Aplikasi ini akan berfungsi sebagai antarmuka pengguna yang memanfaatkan model tersebut untuk menjalankan fungsi inti sistem, yaitu pengenalan wajah untuk pencatatan kehadiran. Antarmuka untuk pengenalan wajah dapat dilihat pada gambar 8.

**Gambar 8.** Halaman Scan Presensi

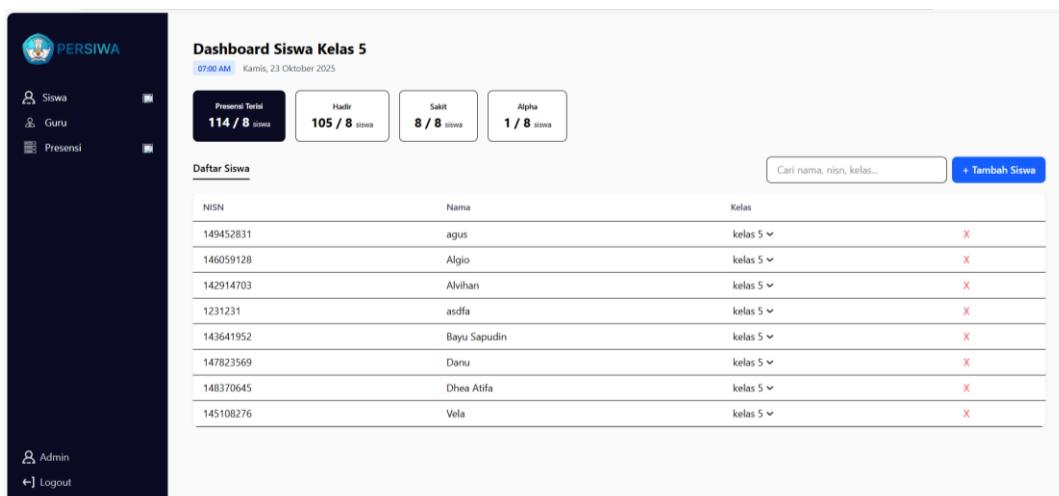
Pada Gambar 8 ditampilkan halaman Scan Presensi, di mana antarmuka aplikasi menampilkan kamera yang digunakan untuk melakukan proses pemindaian wajah siswa. Kamera yang digunakan adalah kamera belakang agar memudahkan guru dalam mengambil citra wajah siswa secara langsung saat proses presensi berlangsung di kelas. Wajah yang tertangkap kamera kemudian diproses menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk mengekstraksi fitur-fitur utama wajah. Hasil ekstraksi ciri tersebut dibandingkan dengan data wajah yang telah tersimpan pada database *cloud* hingga sistem dapat mengenali identitas siswa secara otomatis. Setelah wajah terdeteksi dengan benar, sistem akan menampilkan notifikasi “Berhasil Presensi” dan secara otomatis memperbarui status kehadiran siswa menjadi hadir pada halaman rekap presensi. Selain itu, guru juga dapat melihat daftar kehadiran seluruh siswa secara real-time, melakukan konfirmasi ulang, atau mengubah status presensi secara manual apabila terjadi kesalahan dalam proses pengenalan wajah. Halaman rekap presensi dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Halaman Rekap Presensi

Gambar 9 menunjukkan halaman rekap presensi siswa pada aplikasi mobile guru. Halaman ini menampilkan daftar nama siswa dalam satu kelas beserta status kehadiran mereka pada tiap tanggal dalam satu minggu. Terdapat menu navigasi untuk menampilkan data presensi sesuai periode yang diinginkan. Setiap kolom tanggal menampilkan simbol tertentu yang merepresentasikan status kehadiran siswa. Selain itu, halaman ini juga dilengkapi dengan fitur pencarian nama siswa, yang memudahkan guru menemukan data presensi secara cepat tanpa perlu menggulir seluruh daftar. Melalui halaman ini, guru dapat memantau kehadiran siswa secara real-time, melakukan pembaruan data, serta memastikan keakuratan hasil presensi yang telah diproses otomatis oleh sistem.

Selain aplikasi *mobile* untuk pengguna, sistem ini juga dilengkapi dengan komponen kedua berupa *website admin* yang dirancang untuk pengelolaan data terpusat. *Website* ini menyediakan halaman *dashboard* utama yang menyajikan rangkuman statistik presensi secara *real-time*, seperti yang akan ditunjukkan pada gambar di bawah. Melalui antarmuka ini, admin dapat dengan cepat memantau total presensi harian serta rincian jumlah siswa yang berstatus Hadir, Sakit, dan Absen melalui kartu-kartu ringkasan. Halaman ini juga berfungsi sebagai pusat manajemen data master siswa, di mana admin memiliki fungsionalitas penuh untuk menambah data siswa baru, melakukan pencarian cepat, dan mengelola daftar siswa yang terdaftar dalam sistem. Tampilan antarmuka *dashboard admin* dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Halaman Dashboard Admin

c. Pengujian Sistem

Metode pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengujian *black box*. Metode ini berfokus pada pengujian fungsionalitas sistem dengan memberikan *input* dan mengamati *output* yang dihasilkan tanpa memperhatikan proses internal program. Pengujian *black box* pada sistem presensi siswa berbasis pengenalan wajah ini dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu pengujian pada website admin dan pengujian pada aplikasi mobile (Android).

Pengujian pada website admin mencakup fungsi-fungsi seperti *login* admin, pengelolaan akun guru, pengelolaan data siswa, serta penampilan *dashboard* presensi. Sementara itu, pengujian pada aplikasi Android difokuskan pada fungsi *login* guru, deteksi wajah untuk presensi otomatis, koreksi manual kehadiran, dan rekap data presensi.

Tabel 4. Tabel Pengujian Sistem

No	Skenario Uji	Kasus Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil
1	<i>Login</i> Admin	Admin memasukkan <i>username</i> dan <i>password</i> valid	Admin berhasil login ke <i>dashboard</i> web	Berhasil
2	<i>Login</i> Admin Gagal	Admin salah memasukkan <i>password</i>	Sistem menampilkan pesan “ <i>Username</i> atau <i>password</i> salah”	Berhasil
3	Tambah Akun Guru	Admin mengisi form tambah akun guru dan menyimpan	Akun guru baru tersimpan di database	Berhasil
4	Hapus Akun Guru	Admin memilih akun guru lalu klik “Hapus”	Akun guru terhapus dari sistem	Berhasil
5	Tambah Data Siswa	Admin menambahkan data siswa baru (nama, kelas, foto wajah)	Data siswa tersimpan dan muncul di daftar	Berhasil
6	Hapus Data Siswa	Admin menghapus data siswa	Data siswa terhapus dari database	Berhasil
7	<i>Login</i> Guru	Guru memasukkan <i>username</i> dan <i>password</i> valid	Guru berhasil login ke aplikasi Android	Berhasil
8	Deteksi Wajah untuk Presensi	Guru mengarahkan kamera ke wajah siswa	Sistem mengenali wajah dan mencatat kehadiran otomatis	Berhasil
9	Wajah Tidak Dikenali	Guru memindai wajah yang tidak ada di database	Sistem menampilkan pesan “Wajah tidak dikenali”	Berhasil
10	Koreksi Manual Presensi	Guru mengubah status kehadiran siswa	Status kehadiran berhasil diperbarui	Berhasil
11	Rekap Presensi	Guru membuka menu rekap presensi	Data rekap kehadiran siswa tampil di aplikasi	Berhasil
12	Lihat <i>Dashboard</i> Presensi	Admin membuka halaman <i>dashboard</i>	Data presensi tampil lengkap dan <i>real-time</i>	Berhasil

3.2 Pembahasan

Model CNN yang digunakan dalam penelitian ini merupakan arsitektur *sequential* kustom yang dirancang secara spesifik untuk tugas klasifikasi wajah siswa. Arsitektur ini terdiri dari empat blok konvolusi utama dengan jumlah filter yang meningkat (32, 64, 128, 128) dan lapisan *max pooling* pada setiap bloknya untuk meningkatkan kemampuan model dalam mengekstraksi fitur wajah. Penyesuaian ini dirancang agar model dapat menangkap hierarki fitur, mulai dari tepi dasar hingga fitur wajah yang lebih kompleks, yang sesuai dengan dataset yang digunakan. Tujuannya adalah untuk menangkap informasi diskriminatif antar wajah siswa secara efisien dan meningkatkan akurasi klasifikasi untuk sistem presensi.

Model yang telah dilatih menunjukkan performa akurasi yang sangat baik berdasarkan hasil pelatihan, di mana *training accuracy* berhasil mencapai 100% pada *epoch* ke-10. Namun, akurasi pada data validasi menunjukkan adanya indikasi *overfitting* (di mana *validation loss* mulai meningkat setelah *epoch* ke-6). Terdapat pula ketidakseimbangan performa antar kelas, yang mengindikasikan kelemahan model. Secara spesifik, model menunjukkan kesulitan dalam membedakan kelas dengan kemiripan visual tinggi, seperti pada kasus siswa 'Algio' dan 'Alvihan' yang memiliki nilai presisi dan *recall* yang rendah. Untuk mengatasi hal ini, perbaikan dapat dilakukan, seperti menambah jumlah dan variasi data latih, khususnya untuk kelas yang sulit dibedakan. Selain itu, perlu dilakukan penyeimbangan distribusi data antar kelas serta penyetelan *hyperparameter* atau teknik regularisasi yang lebih ketat untuk mengurangi *overfitting* dan meningkatkan kemampuan generalisasi model pada data baru.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengembangan dan pengujian sistem presensi PERSIWA, dapat disimpulkan bahwa sistem ini berhasil mengimplementasikan teknologi pengenalan wajah (*face recognition*) secara optimal dalam proses pencatatan kehadiran. Aplikasi PERSIWA dikembangkan berbasis platform mobile yang terhubung dengan sistem database terintegrasi berbasis *cloud*, sehingga seluruh data presensi dapat tersimpan dan diakses secara *real-time*. Sistem ini juga dilengkapi berbagai fitur utama seperti login, scan presensi, rekap data, dan pengelolaan akun yang saling terhubung dalam satu ekosistem. Desain antarmuka aplikasi dibuat sederhana, responsif, dan mudah digunakan, sehingga mendukung kemudahan operasional bagi pengguna serta meningkatkan efisiensi proses presensi di lingkungan sekolah. Penerapan fitur pemindaian wajah secara *real-time* menjadikan proses kehadiran lebih cepat, akurat, dan aman, sekaligus mengurangi potensi kecurangan atau manipulasi data yang sering terjadi pada sistem manual. Dari sisi teknis, penerapan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) terbukti sangat efektif dalam melakukan deteksi serta pengenalan wajah. Model CNN dengan arsitektur *Sequential*, 10 *layer*, dan 15 *epoch* menghasilkan tingkat akurasi sebesar 94,56%, yang menunjukkan kemampuan tinggi dalam mempelajari serta mengenali pola wajah dengan presisi, bahkan pada kondisi pencahayaan atau ekspresi wajah yang bervariasi. Hasil ini menunjukkan bahwa algoritma CNN sangat andal, efisien, dan sesuai digunakan untuk pengembangan sistem presensi berbasis pengenalan wajah yang modern, akurat, serta mendukung transformasi digital administrasi sekolah menuju sistem yang lebih otomatis, efektif, dan transparan.

REFERENCES

- [1] H. Sunhaji, M. Misbah, dan Nawawi, *Evaluasi Kurikulum Pascasarjana PTKIN di Era Revolusi Industri 4.0 (Teori dan Implementasinya)*, 1 ed. Purwokerto Barat, Banyumas, Jawa Tengah: Zahira Media Publisher, 2021.
- [2] S. Gunawan Ramdhani dan E. Itje Sela, "Implementasi Face Recognition Untuk Sistem Presensi Universitas Menggunakan Convolutional Neural Network," *Indonesian Journal of Computer Science Attribution*, vol. 12, no. 6, hlm. 2023–4098, 2023.
- [3] R. Shafwatul Anam, S. Gumilar, I. Nurul Ainie, dan F. Ali Wibowo, "Tren dan Tantangan Penerapan Kecerdasan Buatan dalam Pendidikan: Analisis Artikel pada Jurnal Terakreditasi Nasional," *Kalam Cendekia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, vol. 13, no. 2, Mei 2025.
- [4] E. Alber, J. Jasmir, dan Y. Arvita, "Perancangan Sistem Presensi Face Recognition Dengan Menggunakan Metode Haar Cascade Object Detection," *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Komputer (JAKAKOM)*, no. 1, Apr 2025, doi: 10.33998/jakakom.v5i1.
- [5] N. R. Muntiari, Indah Chairun Nisa, Ana Srikaningih, Andri Yogi Adyatma Prasetyo, dan Muhammad Yusril, "Penerapan Algoritma YOLOv8 Dalam Identifikasi Wajah secara Real-Time menggunakan CCTV untuk Presensi Siswa," *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, vol. 4, no. 3, hlm. 1155–1165, Nov 2024, doi: 10.51454/decode.v4i3.847.
- [6] L. Judijanto, V. Wiliyanti, W. Sahusilawane, dan Muh. Agus, *Teknologi Pembelajaran : Inovasi Pembelajaran di Masa Depan*, 1 ed. Kota Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2025.
- [7] I. K. Indra, T. Wurijanto, dan M. B. Muvid, "Aplikasi Absensi Siswa Berbasis RFID pada Tk Kristen Sejahtera Surabaya," *RAINSTEK: Jurnal Terapan Sains dan Teknologi*, vol. 5, no. 3, hlm. 252–262, Sep 2023, doi: 10.21067/jst.v5i3.9090.
- [8] M. Fauzan Yasykur dan A. Saputra, "IMPLEMENTASI FACE RECOGNITION PADA SISTEM PRESENSI MAHASISWA MENGGUNAKAN METODE SSD DAN LBPH," *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi (JUKANTI)*, vol. 7, no. 1, Apr 2024.
- [9] E. Febiyani, Z. Hanni Pradana, dan I. Permatasari, "Analisis Sistem Monitoring Presensi Menggunakan Face Recognition Berbasis CNN dengan Arsitektur MobileNetV1," *Jurnal SINTA: Sistem Informasi dan Teknologi Komputasi*, vol. 2, no. 3, Jul 2025, doi: 10.61124/sinta.v2i3.83.
- [10] P. S. Smitha dan A. Hegde, "Face Recognition based Attendance Management System," vol. 9, no. 5, Mei 2020, [Daring]. Tersedia pada: www.researchgate.net/publication/326261079_Face_detection
- [11] C. A. Prastiwi dan I. Nurhaida, "Web-Based Face Recognition System for Attendance Management," *Electronic Journal of Education, Social Economics and Technology*, vol. 5, no. 2, 2024.
- [12] R. V. Talumepa, D. A. Putra, dan H. Soetanto, "Sistem Presensi Pendekripsi Wajah menggunakan Metode Modified Region Convolutional Neural Network dan PCA," *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, vol. 8, no. 1, hlm. 46–55, Jun 2024, doi: 10.29408/edumatic.v8i1.25207.
- [13] A. M. F. Pratama, J. Siswantoro, dan V. R. Prasetyo, "PEMBUATAN APLIKASI PENGENALAN WAJAH UNTUK SISTEM PRESENSI KELAS MENGGUNAKAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK," *CALYPTRA VOL*, vol. 12, no. 1, Nov 2023.
- [14] B. Hartanto, B. Wiryawan Yudanto, D. Nugroho, S. Tomo, S. Sinar Nusantara, dan S. Informasi, "IMPLEMENTASI CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK MENGGUNAKAN MODEL MOBILENET DALAM APLIKASI PRESENSI BERBASIS PENGENALAN WAJAH," *Biner: Jurnal Ilmiah Informatika dan Komputer*, vol. 3, no. 1, Jan 2024, [Daring]. Tersedia pada: <https://ojs.unsiq.ac.id/index.php/biner>

- [15] T. Abuza'ir, N. Widanti, A. Kusumaningrum, dan Y. Rustina, "Implementasi Convolutional Neural Network Untuk Deteksi Nyeri Bayi Melalui Citra Wajah Dengan YOLO," *Jurnal RESTI*, vol. 5, no. 4, hlm. 624–630, Agu 2021, doi: 10.29207/resti.v5i4.3184.
- [16] I. P. Agus, K. Hidjah, N. Sulistianingsih, G. Hendro, dan S. Syahrir, "Implementasi Arsitektur Deep Convolutional Neural Network (CNN) dengan Transfer Learning untuk Klasifikasi Penyakit Kulit," *JTIM: Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*, vol. 7, no. 3, hlm. 461–477, Jun 2025, doi: 10.35746/jtim.v7i3.734.
- [17] K. Prasetyo dan R. Mahendra, "Analisis Kinerja Convolutional Neural Networks Baseline untuk Identifikasi Jenis Jenis Penyakit Kentang," *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, vol. 5, no. 2, hlm. 609–615, Mar 2025, doi: 10.57152/malcom.v5i2.1722.
- [18] L. febby Olivia, Y. Yuhandri, dan S. Arlis, "Penerapan Deep Learning Menggunakan Metode Convolutional Neural Network dan K-Means dalam Klasterisasi Citra Butiran Pasir," *Jurnal KomtekInfo*, hlm. 54–62, Mar 2025, doi: 10.35134/komtekinfo.v12i1.629.
- [19] M. Athorik Alfayyed dan D. Sandra, "Perbandingan Algoritma Naive Bayes Dan K-Nearest Neighbor Pada Klasifikasi Email," *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Komputer (JAKAKOM)*, vol. 5, no. 2, Sep 2025, doi: 10.33998/jakakom.v5i2.
- [20] A. Alghazali Lubis, S. Iskandar Al Idrus, Z. Indra, dan K. S. Saputra, "Klasifikasi Akun Buzzer Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbor pada Tagar #STYTanpaDiasporaNol di Media Sosial X," *Blend Sains Jurnal Teknik*, vol. 4, no. 2, Okt 2025, doi: 10.56211/blendsains.v4i2.1093.
- [21] M. Amirudin dan Kusrini, "Perbandingan SVM dan Random Forest dalam Memprediksi Kelulusan Santri Menuju Timur Tengah," *JIIP (Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan)*, vol. 8, no. 10, Okt 2025, [Daring]. Tersedia pada: <http://Jiip.stkipyapisdompul.ac.id>
- [22] A. Hardiyanto dan M. Akbar, "KLASIFIKASI CITRA SINTETIS HASIL MODEL DIFUSI MENGGUNAKAN GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX (GLCM) dan CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)," *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, vol. 9, no. 3, hlm. 572, Okt 2025, doi: 10.26798/jiko.v9i3.2033.