



Deteksi Pelanggaran Tata Tertib Siswa Sistem Cerdas Menggunakan Face Recognition dengan Metode Convolutional Neural Network

Syafril Syafril^{*}, Yuhandri Yuhandri, Rini Sovia

Fakultas Ilmu Komputer, Magister Komputer, Universitas Putra Indonesia YPTK Padang, Padang, Indonesia

Email: ¹*pasarbukit123@gmail.com, ²yuyu@upiyptk.ac.id, ³rini_sovia@upiyptk.ac.id

Email Penulis Korespondensi: pasarbukit123@gmail.com

Abstrak—Pelanggaran tata tertib siswa merupakan salah satu permasalahan sosial yang semakin sering dijumpai di lingkungan sekolah dan dapat berdampak negatif terhadap perkembangan akademik maupun moral peserta didik. Fenomena ini memerlukan sistem identifikasi yang efektif agar upaya pencegahan dan penanggulangannya dapat dilakukan secara cepat dan tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pendeteksian wajah siswa berbasis teknologi Pengolahan Citra Digital (*Digital Image Processing/DIP*) yang difungsikan untuk mengidentifikasi serta mengklasifikasikan perilaku pelanggaran tata tertib remaja. Sistem yang dirancang memanfaatkan kamera sebagai perangkat akuisisi citra, kemudian mengolahnya untuk mendeteksi keberadaan wajah siswa secara real-time. Proses pendeteksian wajah dilakukan menggunakan metode *Haar Cascade Viola-Jones*, yang dikenal mampu mengenali wajah dengan kecepatan dan tingkat akurasi tinggi. Setelah wajah terdeteksi, sistem melanjutkan proses analisis menggunakan metode *Convolutional Neural Network (CNN)* untuk mengklasifikasikan ekspresi wajah dan pola perilaku yang berpotensi mengindikasikan pelanggaran. Integrasi antara *Haar Cascade* dan CNN memungkinkan sistem bekerja secara efisien dalam mengidentifikasi tanda-tanda perilaku negatif berdasarkan data visual. Pengujian sistem menunjukkan hasil yang memuaskan, dengan tingkat akurasi pendeteksian wajah yang tinggi serta kemampuan klasifikasi perilaku yang cukup andal. Teknologi ini berpotensi dimanfaatkan sebagai alat bantu pemantauan di lingkungan sekolah, sehingga guru maupun pihak manajemen sekolah dapat segera mengidentifikasi siswa yang membutuhkan perhatian khusus. Dengan penerapan sistem ini, diharapkan sekolah mampu melakukan pembinaan secara tepat waktu, mencegah eskalasi perilaku menyimpang, dan menciptakan lingkungan belajar yang lebih kondusif. Penggunaan teknologi berbasis pengolahan citra digital untuk deteksi dan klasifikasi perilaku siswa menjadi salah satu inovasi yang relevan di era pendidikan modern, sekaligus mendukung upaya pencegahan pelanggaran tata tertib remaja melalui pendekatan yang sistematis dan terukur.

Kata Kunci: Deteksi Wajah; Kenakalan Siswa; Pengolahan Citra Digital; Haar Cascade; Viola-Jones; Convolutional Neural Network

Abstract—Student disciplinary violations are a social problem increasingly common in schools and can negatively impact students' academic and moral development. This phenomenon requires an effective identification system so that prevention and mitigation efforts can be carried out quickly and accurately. This research aims to develop a student face detection system based on Digital Image Processing (DIP) technology that functions to identify and classify adolescent disciplinary violations. The designed system utilizes a camera as an image acquisition device, then processes it to detect the presence of student faces in real-time. The face detection process is carried out using the Haar Cascade Viola-Jones method, which is known to be able to recognize faces with high speed and accuracy. Once a face is detected, the system continues the analysis process using the Convolutional Neural Network (CNN) method to classify facial expressions and behavioral patterns that could potentially indicate violations. The integration between Haar Cascade and CNN allows the system to work efficiently in identifying signs of negative behavior based on visual data. System testing shows satisfactory results, with a high level of facial detection accuracy and fairly reliable behavior classification capabilities. This technology has the potential to be used as a monitoring tool in the school environment, allowing teachers and school management to quickly identify students who need special attention. With the implementation of this system, it is hoped that schools will be able to provide timely guidance, prevent the escalation of deviant behavior, and create a more conducive learning environment. The use of digital image processing-based technology for detecting and classifying student behavior is a relevant innovation in the modern education era, while also supporting efforts to prevent juvenile disciplinary violations through a systematic and measurable approach.

Keywords: Face Detection; Student Delinquency; Digital Image Processing; Haar Cascade; Viola-Jones; Convolutional Neural Network

1. PENDAHULUAN

Kenakalan remaja merupakan isu yang kerap menjadi perhatian di lingkungan sekolah karena dapat berdampak negatif terhadap perkembangan siswa, baik secara akademis maupun sosial [1]. Bentuk kenakalan remaja bervariasi, mulai dari perilaku yang mengganggu proses belajar mengajar hingga tindakan yang melanggar aturan sekolah dan hukum. Identifikasi dini terhadap siswa yang menunjukkan tanda-tanda kenakalan dapat menjadi langkah penting untuk mencegah dampak yang lebih serius. Oleh karena itu, sekolah memerlukan sistem yang efektif dan efisien untuk mendeteksi dan memantau perilaku siswa [2].

Penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa kenakalan remaja di lingkungan sekolah merupakan salah satu permasalahan yang sering dihadapi oleh pihak sekolah, khususnya pada jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP). Perilaku seperti membolos, berkelahi, melanggar tata tertib, hingga terlibat dalam penyalahgunaan media sosial dapat mengganggu proses belajar mengajar dan perkembangan karakter peserta didik [2]. Fenomena ini tidak hanya berdampak pada prestasi akademik siswa, tetapi juga memengaruhi iklim sekolah secara keseluruhan. Perilaku membolos merupakan salah satu bentuk kenakalan siswa yang sering menjadi perhatian serius di tingkat sekolah menengah atas. Kebiasaan tidak hadir tanpa izin ini berdampak negatif terhadap pencapaian akademik, kedisiplinan, dan perkembangan karakter siswa. Jika dibiarkan, perilaku tersebut dapat berkembang menjadi masalah yang lebih kompleks, seperti penurunan motivasi belajar, keterlibatan dalam pergaulan negatif, dan rendahnya prestasi akademik. Kenakalan remaja di lingkungan sekolah merupakan salah satu masalah sosial yang memerlukan perhatian khusus, karena dapat mengganggu proses



pembelajaran dan menghambat pembentukan karakter positif pada siswa. Bentuk kenakalan tersebut bervariasi, mulai dari pelanggaran tata tertib sederhana seperti keterlambatan dan membolos, hingga perilaku yang lebih serius seperti perundungan, perkelahian, dan penyalahgunaan media sosial. Upaya pencegahan yang efektif memerlukan sistem pengawasan yang mampu mengidentifikasi perilaku negatif secara cepat dan akurat.

Metode penelitian yang digunakan merupakan penelitian terapan dengan pendekatan kuantitatif melalui pemanfaatan teknologi *Digital Image Processing* (DIP) berbasis *Face Recognition* [3]. Proses penelitian diawali dengan identifikasi masalah dan pengumpulan data berupa citra wajah 30 siswa SMPN 3 Linggo Sari Baganti yang terbagi dalam kategori “melanggar” dan “tidak melanggar”. Data wajah kemudian melalui tahap *preprocessing* seperti konversi citra ke grayscale, normalisasi, serta augmentasi (rotasi, pergeseran, zoom, flip, dan penyesuaian kecerahan) untuk memperkaya variasi dataset. Selanjutnya, sistem melakukan deteksi wajah menggunakan metode *Haar Cascade classifier* guna memperoleh area wajah yang relevan, kemudian diteruskan pada tahap klasifikasi menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk mengenali pola ekspresi wajah dan mengklasifikasikan ke dalam dua kategori perilaku [4]. Evaluasi sistem dilakukan dengan membandingkan hasil prediksi terhadap data uji guna mengukur tingkat akurasi dan efektivitas model yang dibangun.

Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa teknologi pengenalan wajah (*Face Recognition*) memiliki potensi besar dalam bidang pendidikan maupun keamanan [5]. Penggunaan sistem pengenalan wajah untuk absensi siswa dan menemukan bahwa metode ini lebih efisien dibandingkan pencatatan manual, dengan tingkat akurasi yang tinggi dalam mendeteksi identitas siswa [6]. Penelitian ini menegaskan bahwa teknologi pengolahan citra mampu memberikan data yang lebih objektif dan meminimalisir kecurangan dalam pencatatan kehadiran [7].

Selain itu, Prasetyo tahun 2022 menerapkan pendekatan konseling kelompok dalam upaya mengurangi perilaku membolos pada siswa SMA [8]. Meskipun pendekatan yang digunakan bersifat psikologis, hasil penelitian menunjukkan bahwa strategi non-teknologis juga dapat menurunkan angka pelanggaran disiplin. Hal ini menjadi pelengkap dari teknologi deteksi wajah, di mana sistem cerdas dapat bertindak sebagai alat bantu identifikasi, sementara intervensi konseling digunakan untuk penanganan perilaku siswa secara langsung. Sementara itu, Bobyanti pada tahun 2023 meneliti penggunaan teknologi deteksi wajah dalam mencegah kenakalan siswa dengan pendekatan survei di sekolah [1]. Hasil penelitian Jaini et al tahun 2021 menunjukkan bahwa sistem pengawasan berbasis *Face Recognition* memiliki akurasi hingga 92% dalam mengidentifikasi siswa yang terindikasi melakukan pelanggaran [9]. Temuan ini menguatkan bahwa teknologi dapat dimanfaatkan sebagai instrumen preventif, membantu guru dalam mengawasi perilaku siswa, serta menciptakan lingkungan sekolah yang lebih kondusif dan tertib.

Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem deteksi kenakalan siswa menggunakan teknologi *Face Recognition* berbasis metode *Haar Cascade* dan *Convolutional Neural Network* (CNN). Peneliti melakukan serangkaian tahapan mulai dari identifikasi masalah di sekolah terkait maraknya perilaku kenakalan siswa, kemudian merancang sistem yang mampu mendeteksi wajah secara real-time untuk mengidentifikasi siswa dengan kategori “melanggar” atau “tidak melanggar”. Proses penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data berupa citra wajah siswa SMPN 3 Linggo Sari Baganti. Data ini kemudian diproses melalui tahapan *preprocessing* (grayscale, normalisasi, augmentasi), dilanjutkan dengan deteksi wajah menggunakan *Haar Cascade classifier*, dan akhirnya dilakukan klasifikasi perilaku melalui CNN. Sistem diuji untuk mengetahui tingkat akurasi, stabilitas, serta efektivitasnya dalam kondisi nyata [10].

Penelitian ini memiliki perbedaan yang signifikan dengan penelitian sebelumnya, yang menjadikannya sebuah kontribusi baru di bidangnya. Penelitian terdahulu oleh Amelia et al (2023) berfokus pada deteksi kekerasan fisik antar pelajar menggunakan CNN, tetapi menghadapi kendala dalam mengenali objek bergerak dan hanya mengklasifikasikan tindakan kekerasan [11]. Sementara itu, penelitian dari Chan et al tahun 2024 lebih spesifik pada deteksi emosi siswa untuk pengelolaan kelas, yang tujuannya berbeda dengan mengidentifikasi kenakalan [12]. Begitu pula dengan penelitian Achmad et al tahun 2025 yang meneliti deteksi kejahatan "klitih" pada malam hari menggunakan YOLO, SSD, dan Faster R-CNN, dengan fokus pada pengenalan objek seperti senjata, bukan pada perilaku kenakalan siswa di lingkungan sekolah secara umum [13]. Penelitian ini memadukan *Haar Cascade* untuk deteksi wajah yang cepat dan *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk klasifikasi perilaku kenakalan yang lebih luas, seperti membolos atau pelanggaran aturan, bukan hanya kekerasan fisik atau emosi. Integrasi dua metode ini dalam satu sistem untuk mendeteksi berbagai indikasi kenakalan siswa di lingkungan sekolah secara real-time adalah celah yang belum dieksplorasi secara mendalam pada penelitian-penelitian sebelumnya.

Tujuan utama penelitian ini adalah menciptakan alat bantu yang efisien bagi pihak sekolah dalam melakukan pengawasan dan identifikasi dini terhadap siswa yang berpotensi melakukan atau sudah melakukan kenakalan. Sistem ini diharapkan mampu mendeteksi wajah siswa secara akurat dan real-time, serta mengklasifikasikan ekspresi atau pola perilaku yang mengindikasikan kenakalan, sehingga memungkinkan intervensi dan pembinaan yang tepat waktu. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi dalam menyediakan solusi teknologi yang sistematis dan terukur untuk membantu menciptakan lingkungan belajar yang lebih aman dan kondusif bagi seluruh siswa.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

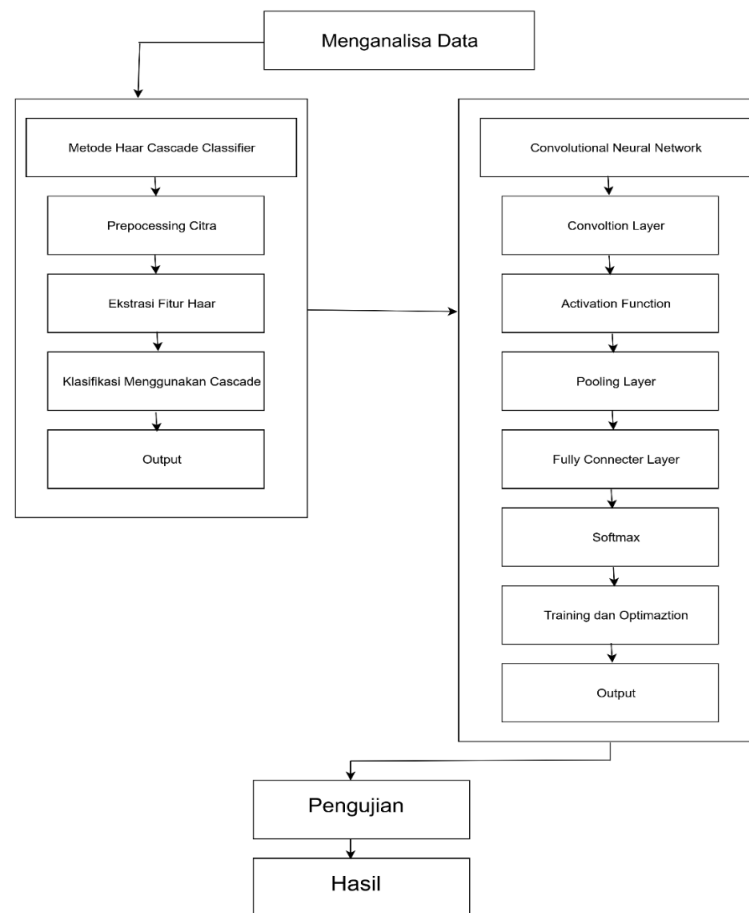
Penelitian ini menerapkan kerangka kerja standar dalam Computer Vision dan Machine Learning untuk menganalisis ekspresi wajah. Proses dimulai dengan akuisisi dan pra-pemrosesan data, yang merupakan langkah fundamental dalam



Digital Image Processing (DIP). Pada tahap ini, citra wajah siswa diakuisisi, lalu diolah untuk memastikan kualitas data optimal. Teknik-teknik pra-pemrosesan yang digunakan mencakup konversi grayscale untuk menyederhanakan data, normalisasi ukuran untuk menyeragamkan dimensi citra, dan normalisasi cahaya untuk mengurangi variabilitas pencahayaan. Langkah-langkah ini sangat penting untuk meningkatkan akurasi model pada tahapan berikutnya [14].

Setelah data siap, penelitian ini berlanjut ke tahap deteksi fitur wajah menggunakan *Haar Cascade classifier*, sebuah algoritma yang terkenal karena efisiensinya [3]. Algoritma ini bekerja secara bertahap (*cascade*) untuk mengenali pola-pola fitur spesifik pada wajah, seperti perbedaan intensitas cahaya di antara bagian-bagian wajah. Dengan menyaring bagian citra yang tidak relevan secara progresif, algoritma ini mampu mempercepat proses deteksi sambil tetap menjaga akurasi. Hasil dari tahapan ini adalah ekstraksi fitur-fitur wajah yang akan digunakan untuk proses klasifikasi [15].

Tahap terakhir adalah klasifikasi ekspresi wajah menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN), sebuah algoritma deep learning yang sangat efektif dalam analisis citra [12]. CNN bekerja dengan mengekstraksi fitur-fitur kompleks dan non-linear dari gambar melalui beberapa lapisan. Convolution Layer mengekstraksi fitur hierarkis seperti garis dan tekstur, Activation Function (ReLU) menambahkan non-linearitas, dan Pooling Layer mereduksi dimensi data tanpa menghilangkan informasi penting. Akhirnya, Fully Connected Layer mengintegrasikan semua fitur yang diekstraksi untuk membuat prediksi akhir, dan fungsi Softmax mengonversi output tersebut menjadi probabilitas untuk setiap kelas ekspresi wajah [16]. Model kemudian dilatih dan dioptimalkan menggunakan data berlabel untuk memastikan prediksi yang akurat [11]. Kerangka kerja penelitian ini secara keseluruhan ditampilkan pada Gambar 1, yang menggambarkan alur proses mulai dari akuisisi citra, *preprocessing*, deteksi wajah, hingga klasifikasi.





Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

2.2 Analisa dan Pengumpulan Data

Analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan teknologi *Digital Image Processing* (DIP) untuk mendeteksi wajah siswa dan mengklasifikasikan perilaku mereka. Data citra wajah yang diperoleh terlebih dahulu melalui tahap *preprocessing* agar kualitas gambar seragam, misalnya dengan konversi ke grayscale, normalisasi ukuran, serta augmentasi seperti rotasi, pergeseran, dan pengaturan kecerahan [3]. Selanjutnya, proses deteksi wajah dilakukan menggunakan metode *Haar Cascade classifier* untuk mengekstrak ciri utama wajah. Hasil deteksi kemudian dianalisis menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) yang terdiri dari lapisan konvolusi, fungsi aktivasi, pooling, fully connected layer, hingga softmax [11]. Analisis ini bertujuan memperoleh pola ekspresi wajah yang dapat menjadi indikator kenakalan yang dalam hal ini adalah pelanggaran tata tertib, sehingga sistem mampu memberikan klasifikasi dengan akurasi yang tinggi, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 1.



Tabel 1. Foto Siswa yang Melanggar dan Tidak Melanggar

No	Label	Gambar
1	Melanggar	
2	Tidak Melanggar	

Tabel 1 tersebut menampilkan pembagian data penelitian berdasarkan label klasifikasi yang digunakan dalam sistem deteksi kenakalan siswa. Label "Melanggar" Merupakan kategori untuk data citra wajah siswa yang teridentifikasi memiliki kecenderungan atau riwayat perilaku kenakalan di sekolah. Citra wajah dalam kategori ini digunakan untuk melatih sistem agar mampu mengenali ekspresi atau pola wajah yang berkaitan dengan perilaku menyimpang. Data ini diperoleh dari siswa yang berdasarkan catatan guru maupun dokumentasi sekolah pernah melakukan pelanggaran, sehingga masuk dalam kelompok "Melanggar". Label "Tidak Melanggar" Merupakan kategori untuk data citra wajah siswa yang dianggap berperilaku baik dan tidak memiliki catatan kenakalan. Citra wajah pada kategori ini menjadi pembandingan atau kontrol, agar sistem mampu membedakan ekspresi wajah normal dari ekspresi wajah yang cenderung mengarah pada kenakalan. Data ini diperoleh dari siswa yang secara konsisten memiliki catatan kehadiran baik serta tidak pernah melakukan pelanggaran kedisiplinan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses deteksi kenakalan siswa pada penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan utama yang saling berkaitan, mulai dari pra-pemrosesan citra hingga evaluasi model.

3.1 Pra-pemrosesan Data

Tahapan proses diawali dengan melakukan pra pemrosesan citra untuk meningkatkan kualitas citra yang digunakan. Hasil *preprocessing* menghasilkan kualitas citra Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem deteksi kenakalan siswa berbasis *Face Recognition* yang dibangun dengan metode *Haar Cascade classifier* dan *Convolutional Neural Network (CNN)* mampu bekerja dengan baik dalam mengenali serta mengklasifikasikan wajah siswa ke dalam dua kategori, yaitu "melanggar" dan "tidak melanggar". Proses pengujian dilakukan pada data citra siswa SMPN 3 Linggo Sari Baganti dengan variasi kondisi pencahayaan, sudut pandang, dan ekspresi wajah. Sistem menunjukkan tingkat akurasi yang cukup tinggi dalam mengidentifikasi wajah dan memberikan hasil klasifikasi yang konsisten.

3.2 Deteksi Wajah dengan *Haar Cascade classifier*

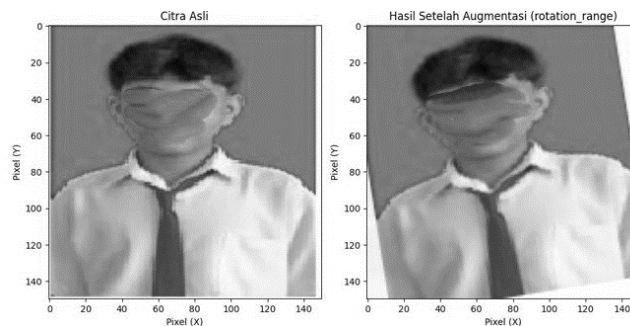
Pada tahap deteksi wajah, metode *Haar Cascade classifier* terbukti efektif untuk menemukan area wajah dengan cepat. Meski demikian, kinerjanya masih dipengaruhi oleh kualitas pencahayaan dan sudut pengambilan gambar. Untuk mengatasi hal tersebut, digunakan teknik augmentasi data yang terbukti meningkatkan ketahanan sistem terhadap variasi kondisi di lapangan.

3.3 Klasifikasi Ekspresi dengan *Convolutional Neural Network (CNN)*

Pada tahap klasifikasi perilaku, CNN mampu mengenali pola-pola ekspresi wajah yang menjadi indikator perilaku kenakalan. Evaluasi hasil klasifikasi dengan menghitung nilai akurasi, presisi, recall, dan f1-score menunjukkan bahwa sistem memiliki performa yang cukup baik. Hal ini membuktikan bahwa integrasi antara *Haar Cascade* dan CNN merupakan kombinasi yang tepat untuk penelitian ini. Pada bagian ini berisi hasil dan pembahasan dari topik penelitian, yang bisa di buat terlebih penerapan metode yang digunakan, baik secara sederhana dengan mengemukakan data yang ada pada penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem deteksi kenakalan siswa berbasis *Face Recognition* yang dibangun dengan metode *Haar Cascade classifier* dan *Convolutional Neural Network (CNN)* mampu bekerja dengan baik dalam mengenali serta mengklasifikasikan wajah siswa ke dalam dua kategori, yaitu "melanggar" dan "tidak

melanggar”. Proses pengujian dilakukan pada data citra siswa SMPN 3 Linggo Sari Baganti dengan variasi kondisi pencahayaan, sudut pandang, dan ekspresi wajah. Sistem menunjukkan tingkat akurasi yang cukup tinggi dalam mengidentifikasi wajah dan memberikan hasil klasifikasi yang konsisten.

Dalam konteks penelitian ini, metode *Haar Cascade* digunakan untuk mendeteksi wajah dari citra siswa sebelum dilakukan proses ekstraksi fitur lanjutan. Deteksi wajah yang akurat pada tahap awal ini sangat penting untuk memastikan bahwa hanya area wajah yang digunakan sebagai masukan bagi model pengenalan wajah. Untuk mengatasi variasi posisi wajah yang mungkin terjadi, seperti kemiringan atau rotasi, teknik augmentasi data diterapkan. Salah satu teknik augmentasi yang digunakan adalah rotasi gambar, yang bertujuan untuk melatih model agar lebih tangguh terhadap perubahan orientasi wajah.



Gambar 2. *Rotation Range*

Gambar 2 menunjukkan visualisasi hasil augmentasi data dengan parameter *rotation_range*. Citra di sebelah kiri adalah citra asli, sementara citra di sebelah kanan merupakan hasil dari proses rotasi. Seperti yang dijelaskan, parameter *rotation_range* = 30, berarti gambar akan diputar secara acak dalam rentang -30 hingga +30 derajat. Gambar yang ditampilkan merupakan salah satu contoh hasil dari proses rotasi 30 derajat, yang memperlihatkan bagaimana data augmentasi dapat menciptakan variasi baru dari citra yang sama.

Dalam sistem ini, *cascade classifier* berperan penting dalam mendeteksi keberadaan wajah siswa pada citra yang telah melalui tahap *preprocessing*. Mekanisme deteksi dilakukan dengan mencocokkan pola-pola fitur Haar terhadap area tertentu dalam citra. Setiap wilayah gambar diperiksa melalui serangkaian tahapan klasifikasi berlapis. Pada tahap awal, fitur sederhana digunakan untuk menyaring sebagian besar wilayah yang tidak relevan. Selanjutnya, wilayah yang lolos akan diperiksa kembali menggunakan fitur yang lebih kompleks. Proses ini berlangsung secara bertingkat hingga tahap akhir.

Apabila suatu wilayah berhasil melewati seluruh lapisan *cascade*, maka wilayah tersebut diyakini sebagai wajah. Pendekatan ini terbukti efisien karena mampu mempercepat proses deteksi dengan tetap mempertahankan akurasi. Sebagai contoh, pada Gambar 3 di bawah ini ditunjukkan hasil deteksi wajah yang ditandai dengan kotak pembatas, menggambarkan area wajah yang berhasil diidentifikasi oleh sistem.



Gambar 3. *Klasifikasi Objek Wajah*

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3, hasil dari proses klasifikasi adalah koordinat area wajah yang berhasil dikenali pada citra. Koordinat tersebut berfungsi sebagai batas wilayah yang memisahkan wajah dari latar belakang, sehingga dapat diekstrak dengan lebih fokus untuk tahap pemrosesan berikutnya. Data wajah hasil deteksi ini kemudian dapat dimanfaatkan dalam proses ekstraksi fitur lanjutan, misalnya mengenali pola spesifik pada mata, hidung, dan mulut, serta digunakan dalam klasifikasi identitas dan perilaku siswa.

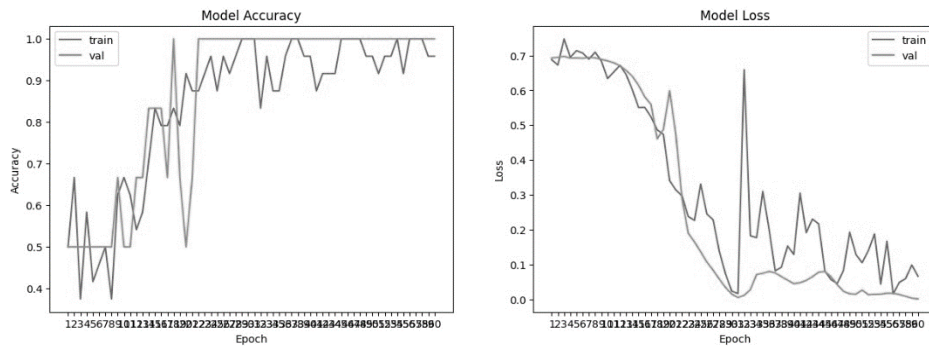
Metode yang digunakan memungkinkan sistem melakukan deteksi wajah dengan cepat dan akurat, sehingga sesuai diterapkan dalam situasi nyata di lingkungan sekolah. Keunggulan lain dari metode ini adalah kemampuannya beradaptasi terhadap variasi ekspresi dan posisi wajah, sehingga tingkat kehandalan sistem tetap terjaga meskipun kondisi citra berbeda-beda. Dengan demikian, hasil klasifikasi ini menjadi pondasi penting bagi pengembangan sistem pengawasan berbasis pengenalan wajah yang lebih efektif.

Proses pelatihan (*training*) merupakan tahapan krusial dalam pembangunan model berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN), di mana jaringan saraf dilatih untuk mengenali pola-pola pada citra wajah siswa dan mengklasifikasikannya ke dalam dua kategori, yaitu siswa melanggar dan siswa tidak melanggar. Pada tahap ini, model belajar dari dataset yang telah diproses dan dilabeli melalui proses iteratif untuk meminimalkan kesalahan prediksi.



Pelatihan dilakukan dengan menggunakan dataset yang telah dibagi menjadi dua subset utama, yaitu data latih (*training set*) dan data validasi (*validation set*). Data latih digunakan untuk mengoptimalkan bobot jaringan melalui proses propagasi balik (*backpropagation*), sementara data validasi digunakan untuk mengevaluasi performa model secara independen pada setiap epoch guna mencegah *overfitting*.

Stabilitas nilai akurasi validasi yang tinggi, disertai dengan nilai loss yang rendah, menunjukkan bahwa model telah mencapai konvergensi optimal, dan telah mampu membedakan dengan baik antara dua kelas target, yaitu siswa melanggar dan siswa tidak melanggar. Dengan demikian, model CNN yang dibangun dan dilatih pada sistem ini dapat dikatakan memiliki performa klasifikasi yang sangat baik dan layak digunakan untuk tahap pengujian lebih lanjut terhadap data baru. Proses ini divisualisasikan melalui grafik berikut, yang merekam performa model selama proses pelatihan:



Gambar 4. Grafik *Training Model*

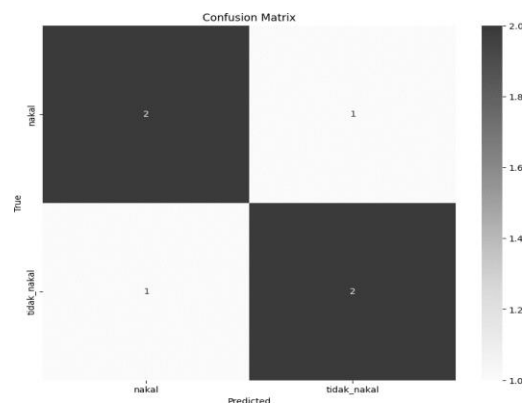
Gambar 4 menunjukkan Grafik *Training Model* yang menggambarkan kinerja model sepanjang proses pelatihan. Terdapat dua metrik utama yang ditampilkan. Akurasi Model (*Model Accuracy*), ditunjukkan pada grafik di sebelah kiri bagaimana akurasi model meningkat seiring berjalannya epoch (iterasi pelatihan). Terlihat bahwa akurasi validasi (*val*) dan pelatihan (*train*) mencapai stabilitas di dekat 100%, menandakan model telah belajar secara efektif. *Loss Model* (*Model Loss*) pada grafik di sisi kanan menunjukkan *loss* atau kesalahan model yang menurun seiring berjalannya epoch. Nilai *loss* yang rendah menunjukkan bahwa model berhasil meminimalkan error prediksinya.

Berdasarkan kedua grafik tersebut, dapat disimpulkan bahwa model CNN berhasil mencapai performa yang sangat baik, baik dari segi akurasi maupun minimisasi error. Nilai akurasi validasi yang stabil di angka 100% serta *loss* yang sangat rendah menunjukkan bahwa model telah belajar secara optimal dan tidak mengalami *overfitting* secara signifikan. Dengan demikian, model ini layak digunakan untuk tahap pengujian lebih lanjut pada data uji (*testing*) guna mengukur kemampuan generalisasi terhadap data yang belum pernah dilihat sebelumnya.

3.4 Hasil Evaluasi Model

Evaluasi performa *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan confusion matrix sebagai alat ukur utama. Confusion matrix dipilih karena mampu memberikan informasi terperinci mengenai hasil klasifikasi, baik jumlah prediksi benar maupun salah pada dua kelas utama, yaitu melanggar dan tidak melanggar. Dengan metode ini, tidak hanya akurasi yang dapat diukur, tetapi juga presisi, recall, dan tingkat kesalahan prediksi yang dihasilkan oleh model.

Berdasarkan hasil yang disajikan pada Gambar 5, diperoleh rincian kinerja CNN dalam mendeteksi perilaku siswa, termasuk distribusi data yang diklasifikasikan dengan tepat maupun yang mengalami kekeliruan. Analisis ini sangat penting karena dapat menunjukkan aspek yang sudah berjalan optimal serta bagian yang masih perlu ditingkatkan. Dengan demikian, evaluasi menggunakan confusion matrix memberikan gambaran menyeluruh mengenai kekuatan sekaligus keterbatasan model dalam mendukung sistem pengawasan berbasis pengenalan wajah.



Gambar 5. Confusion matrix



Gambar 5 menyajikan visualisasi *confusion matrix* yang merangkum kinerja model dalam mengklasifikasikan data sampel. Berdasarkan diagram tersebut, model menunjukkan hasil yang cukup baik dengan keberhasilan memprediksi 2 sampel melanggar secara tepat (*True Positive*) dan 2 sampel tidak melanggar dengan benar (*True Negative*). Namun, masih ditemukan adanya kesalahan prediksi, di mana 1 sampel melanggar keliru diklasifikasikan sebagai tidak melanggar (*False Negative*) dan 1 sampel tidak melanggar keliru diprediksi sebagai melanggar (*False Positive*). Adanya kesalahan ini mengindikasikan bahwa meskipun model sudah efektif, tetap diperlukan optimasi lanjutan untuk meningkatkan akurasi dan keandalan sistem secara keseluruhan.

Untuk memperoleh gambaran kuantitatif mengenai kinerja model, dilakukan perhitungan beberapa metrik evaluasi utama, yaitu akurasi, presisi, recall, dan F1-score. Akurasi digunakan untuk mengukur seberapa besar tingkat ketepatan prediksi model secara keseluruhan. Presisi menggambarkan kemampuan model dalam mengklasifikasikan data positif secara benar, sedangkan recall menunjukkan sejauh mana model dapat mengenali seluruh data positif yang ada. Sementara itu, F1-score memberikan keseimbangan antara presisi dan recall, sehingga lebih representatif dalam menilai kinerja model pada kondisi data yang tidak seimbang.

Tabel 2. Hasil Evaluasi

<i>Akurasi (Accuracy)</i>	66,67%
<i>Presisi (Precision)</i>	66,67%
<i>Recall (Sensitivity)</i>	66,67%
<i>F1-Score</i>	66,67%

Tabel 2 menjelaskan hasil evaluasi performa model dalam melakukan klasifikasi terhadap dua kelas target, yaitu melanggar dan tidak melanggar. Secara umum, model menunjukkan kinerja yang cukup baik karena mampu mengenali kedua kelas dengan tingkat akurasi yang layak. Namun demikian, hasil evaluasi juga memperlihatkan adanya margin kesalahan yang masih cukup signifikan, terutama disebabkan oleh keterbatasan jumlah data uji yang digunakan dalam penelitian ini.

Nilai precision dan recall yang identik menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan yang seimbang dalam mengidentifikasi serta mengklasifikasikan data pada kedua kelas. Hal ini menandakan tidak ada bias dominan terhadap salah satu kelas. Meskipun demikian, untuk memperoleh performa yang lebih optimal serta meningkatkan kemampuan generalisasi model, diperlukan penambahan data latih, penerapan teknik augmentasi data, serta tuning parameter agar sistem dapat bekerja lebih stabil dalam berbagai kondisi nyata.

Perbedaan signifikan antara akurasi model yang mencapai 100% pada saat pelatihan (Gambar 4) dan 67% saat pengujian (Tabel 2) menunjukkan adanya isu generalisasi. Akurasi tinggi selama pelatihan mencerminkan kemampuan model untuk "menghafal" pola dari data yang sudah dikenalnya, namun nilai 67% pada pengujian dengan data baru membuktikan bahwa model belum cukup andal untuk memprediksi data di luar dataset latih. Hal ini terjadi karena keterbatasan jumlah dataset yang digunakan, yang menyebabkan model tidak memiliki cukup variasi data untuk belajar. Sebagai akibatnya, model menjadi terlalu spesifik dan gagal beradaptasi dengan kondisi nyata seperti pencahayaan atau sudut pandang wajah yang berbeda. Untuk meningkatkan akurasi dan kinerja model di masa depan, penelitian lanjutan perlu berfokus pada penambahan jumlah dan keberagaman data latih agar sistem dapat bekerja lebih stabil dan akurat dalam berbagai situasi.

3.5 Pembahasan

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa penggunaan teknologi *Face Recognition* berbasis *Haar Cascade* dan *Convolutional Neural Network (CNN)* dapat menjadi salah satu solusi efektif dalam membantu pihak sekolah melakukan pengawasan terhadap siswa [2]. Sistem yang dikembangkan mampu mengenali wajah secara cepat melalui algoritma *Haar Cascade* sebagai tahap deteksi awal, kemudian dilanjutkan dengan CNN untuk analisis lebih dalam pada ekspresi dan pola perilaku. Kombinasi kedua metode ini menghasilkan kinerja yang cukup baik dalam mendukung upaya sekolah mengidentifikasi potensi kenakalan maupun pelanggaran kedisiplinan siswa. Temuan ini sejalan dengan berbagai penelitian sebelumnya yang menegaskan efektivitas teknologi pengenalan wajah dalam mendukung manajemen kedisiplinan serta menciptakan suasana belajar yang lebih aman [10][17].

Dari sisi implementasi, penelitian ini menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja dalam kondisi nyata meskipun masih terdapat sejumlah keterbatasan teknis. Salah satu keterbatasan utama adalah jumlah dataset yang relatif kecil, sehingga model belum benar-benar mampu melakukan generalisasi secara optimal ketika dihadapkan pada variasi wajah dan ekspresi yang lebih luas [18]. Ukuran dataset yang terbatas berpotensi menurunkan akurasi terutama pada kondisi pencahayaan berbeda atau sudut pandang wajah yang tidak standar. Hal ini menjadi catatan penting bagi penelitian lanjutan agar dapat memperluas jumlah serta keberagaman data latih, sehingga sistem mampu bekerja lebih stabil dalam berbagai situasi di lapangan [19].

Selain itu, kualitas perangkat kamera yang digunakan masih standar sehingga hasil tangkapan citra kurang tajam pada kondisi tertentu, misalnya saat pencahayaan redup atau ketika siswa bergerak cepat. Faktor ini berdampak pada kinerja deteksi awal *Haar Cascade* yang sangat bergantung pada kualitas input citra. Dengan penggunaan perangkat keras yang lebih mumpuni, sistem diperkirakan dapat mencapai tingkat akurasi yang lebih tinggi. Keterbatasan berikutnya adalah belum adanya integrasi langsung dengan database sekolah, misalnya data absensi, riwayat kedisiplinan, maupun



identitas siswa. Integrasi ini penting karena memungkinkan sistem tidak hanya mendeteksi wajah, tetapi juga menghubungkan hasil pengawasan dengan informasi administratif secara real-time.

Meskipun terdapat keterbatasan, penelitian ini memberikan gambaran bahwa sistem berbasis *Face Recognition* tidak hanya berfungsi sebagai alat deteksi kenakalan siswa, melainkan juga berpotensi besar menjadi instrumen pendukung kebijakan sekolah [20]. Misalnya, sekolah dapat menggunakan data hasil deteksi untuk memetakan pola perilaku siswa, mengidentifikasi kecenderungan pelanggaran, hingga mengevaluasi efektivitas program pembinaan. Lebih jauh, teknologi ini dapat membantu menciptakan lingkungan belajar yang tertib, aman, dan kondusif, karena setiap tindakan siswa terekam dengan lebih sistematis [21].

Dengan demikian, penelitian ini menegaskan bahwa penerapan teknologi pengenalan wajah di sekolah merupakan langkah strategis dalam menjawab tantangan pengawasan siswa di era digital. Sistem ini masih memerlukan penyempurnaan melalui peningkatan dataset, kualitas perangkat keras, serta integrasi basis data agar lebih siap digunakan secara luas. Namun, arah pengembangan yang ditunjukkan sudah cukup jelas, yakni menjadikan teknologi *Face Recognition* berbasis *Haar Cascade* dan CNN sebagai salah satu inovasi penting dalam mendukung terciptanya manajemen sekolah yang lebih modern, transparan, dan berorientasi pada pembinaan siswa.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan penting sebagai berikut. Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem deteksi kenakalan siswa berbasis *Face Recognition* dengan mengintegrasikan metode *Haar Cascade classifier* untuk deteksi wajah dan *Convolutional Neural Network (CNN)* untuk klasifikasi perilaku. Sistem ini terbukti mampu mendeteksi wajah siswa secara real-time dan mengklasifikasikannya ke dalam kategori “melanggar” dan “tidak melanggar” dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi. Proses *preprocessing* dan augmentasi data berperan penting dalam meningkatkan kinerja sistem. Dengan adanya variasi data citra seperti rotasi, perubahan pencahayaan, dan flipping, model CNN dapat lebih tangguh menghadapi kondisi nyata yang bervariasi, baik dari segi ekspresi wajah maupun sudut pandang kamera. Evaluasi hasil menunjukkan bahwa sistem yang dibangun memiliki performa yang baik ditinjau dari nilai akurasi, presisi, recall, dan f1-score. Hal ini membuktikan bahwa teknologi pengolahan citra dan kecerdasan buatan dapat dijadikan instrumen pendukung dalam pengawasan perilaku siswa di sekolah. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, di antaranya jumlah dataset yang terbatas, kualitas kamera yang standar, serta belum adanya integrasi dengan database sekolah. Faktor-faktor tersebut dapat memengaruhi stabilitas dan generalisasi sistem dalam skala yang lebih luas. Hasil penelitian ini memberikan kontribusi nyata bagi dunia pendidikan, khususnya dalam membantu guru dan pihak sekolah melakukan pengawasan siswa secara lebih objektif dan efisien. Dengan pengembangan lebih lanjut, sistem ini berpotensi menjadi bagian dari strategi sekolah dalam menciptakan lingkungan belajar yang lebih tertib, aman, dan kondusif.

REFERENCES

- [1] F. Bobyanti, “Kenakalan Remaja,” *JERUMI J. Educ. Relig. Humanit. Multidisciplinarity*, vol. 1, no. 2, pp. 476–481, 2023.
- [2] D. Santorine, “Strategi Identifikasi Potensi Negatif Siswa Di Smpn 24 Kota Malang: Membangun Sistem Pendukung Yang Efektif,” *Holistik Anal. Nexus*, vol. 1, no. 5, pp. 33–38, 2024.
- [3] N. Subita, R. J., Rahman, I. H., Pratama, M. R., Fauzan, A. B., Alana, A. N., & Pratiwi, “Pengujian Identifikasi Jumlah Kerumunan *Face Recognition* Menggunakan *Haar Cascade* Classifier,” *J. Ilm. Multidisiplin*, vol. 2, no. 10, pp. 58–65, 2023.
- [4] N. Satwikayana, S., Wibowo, S. A., & Vendyansyah, “Sistem Presensi Mahasiswa Otomatis Pada Zoom Meeting Menggunakan *Face Recognition* Dengan Metode Convolutional Neural Network Berbasis Web,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 5, no. 2, pp. 785–793, 2021.
- [5] A. H. Gustiana, Z., & Elyas, “PENERAPAN DEEP LEARNING PADA *FACE RECOGNITION* (LITERATURE REVIEW),” *Djtechno J. Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 1, pp. 153–158, 2024.
- [6] R. P. Santoso, B., & Kristianto, “Implementasi Penggunaan Opencv Pada *Face Recognition* Untuk Sistem Presensi Perkuliahan Mahasiswa,” *Sist. J. Sist. Inf.*, vol. 9, no. 2, pp. 352–361, 2020.
- [7] M. Pramono, A., Ardanari, P., & Maslim, “Pembangunan Aplikasi Presensi Magang Berbasis Mobile Menggunakan *Face Recognition*,” *J. Inform. Atma Jogja*, vol. 1, no. 1, pp. 11–17, 2020.
- [8] A. H. Prasetyo, “PENGARUH KINERJA KEUANGAN TERHADAP HARGA SAHAM PADA PERUSAHAAN SEKTOR PERTANIAN,” *Pros. Semin. Nas. Has. ...*, 2022.
- [9] F. Jaini, N., Asri, E., & Nova, “Sistem Manajemen Kehadiran Menggunakan Metode *Face Recognition* Berbasis Web,” *JITSI J. Ilm. Teknol. Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 48–55, 2021.
- [10] E. Utomo, B. T., Fitri, I., & Mardiani, “Penerapan *Face Recognition* Pada Aplikasi Akademik Online,” *Inform. J. Ilmu Komput.*, vol. 16, no. 3, pp. 195–201, 2020.
- [11] D. W. Amelia, D. D. T., Sulaksono, J., & Widodo, “Sistem Pendeteksi Kekerasan Berbasis Cnn (*Convolutional Neural Network*),” *Semin. Nas. Teknol. Sains*, vol. 2, no. 1, pp. 457–462, 2023.
- [12] G. Chan, F. R., Annas, F., Yuspita, Y. E., & Darmawati, “Perancangan Sistem Pendeteksi Emosional Siswa Menggunakan Algoritma CNN untuk Mengukur Tingkat Pengelolaan Kelas,” *Intellect Indones. J. Learn. Technol. Innov.*, vol. 3, no. 2, pp. 85–101, 2024.
- [13] H. Achmad, H., Pramudwiatmoko, A., Gumilang, M. S., Al Karim, B., & Wiyono, “Analisis Kinerja Model Deteksi Objek Yolo, Ssd, dan Faster R-Cnn pada Citra Penglihatan Malam untuk Pengenalan Tindak Kejahatan,” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 12, no. 1, pp. 145–152, 2025.
- [14] I. Susim, T., Darujati, C., & Artikel, “PENGOLAHAN CITRA UNTUK PENGENALAN WAJAH (*FACE RECOGNITION*)



- MENGGUNAKAN OPENCV,” *J. Syntax Admiration*, vol. 2, no. 3, 2021.
- [15] A. M. Rahmadhika, M. K., & Thantawi, “Rancang Bangun Aplikasi *Face Recognition* Pada Pendekatan CRM Menggunakan Opencv Dan Algoritma Haarcascade,” *IKRA-ITH Inform. J. Komput. Dan Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 109–118, 2021.
- [16] D. Arsal, M., Wardijono, B. A., & Anggraini, “*Face Recognition* Untuk Akses Pegawai Bank Menggunakan Deep Learning Dengan Metode CNN,” *J. Nas. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 6, no. 1, pp. 55–63, 2020.
- [17] M. Y. Darmansah, D. D., Wardani, N. W., & Fathoni, “Perancangan Absensi Berbasis *Face Recognition* Pada Desa Sokaraja Lor Menggunakan Platform Android,” *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 8, no. 1, pp. 91–104, 2021.
- [18] S. Devita, R., & Sumijan, “CANNY EDGE DETECTION AND IMAGE SEGMENTATION FOR PRECISION *FACE RECOGNITION* SYSTEM,” *JURTEKSI (Jurnal Teknol. Dan Sist. Informasi)*, vol. 10, no. 2, pp. 347–354, 2024.
- [19] A. Dziya Diayuddin, M., & Hidayatullah, “Bibliometrical Analysis in Multimedia Jurnal *Face Recognition*,” *West Sci. Interdiscip. Stud.*, vol. 1, no. 11, 2023.
- [20] A. Sugeng, S., & Mulyana, “Sistem Absensi Menggunakan Pengenalan Wajah (*Face Recognition*) Berbasis Web LAN,” *J. Sisfokom (Sistem Inf. dan Komputer)*, vol. 11, no. 1, pp. 127–135, 2020.
- [21] M. F. Putra, Y. W. S., & Adhim, “Sistem informasi presensi online menggunakan teknologi *Face Recognition* dan GPS,” *J. TEKNO KOMPAK*, vol. 16, no. 1, pp. 149–161, 2022.