

Sistem Absensi Berbasis Deteksi Wajah dengan Pendekatan Eksperimen

Meryatul Husna¹, Kinarta Ketaren^{2*}, Sharfina Faza³, Orli Binta Tumanggor⁴, Aprilza Aswani⁵

^{1,2*,4}Program Studi Teknologi Rekayasa Multimedia Grafis, Jurusan Teknik Komputer dan Informatika, Politeknik Negeri Medan, Kota Medan, Indonesia

³Program Studi Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak, Jurusan Teknik Komputer dan Informatika, Politeknik Negeri Medan, Kota Medan, Indonesia

⁵Program Studi Manajemen Informatika, Jurusan Teknik Komputer dan Informatika, Politeknik Negeri Medan, Kota Medan, Indonesia

Email: ¹meryatulhusna@polmed.ac.id, ^{2*}kinartaketaren16@gmail.com, ³sharfinafaza@polmed.ac.id,

⁴orlitumanggor@polmed.ac.id, ⁵aprilzaaswani@polmed.ac.id

Abstract

This study compares the accuracy of two face detection algorithms, Haar Cascade and Multi-task Cascaded Convolutional Networks (MTCNN), to determine the most suitable method for implementation in a facial recognition-based attendance system. The evaluation was conducted through a series of tests under common real-world conditions, including variations in distance, lighting intensity, and face orientation. Each algorithm was assessed using performance metrics such as Precision, Recall, F1-Score, and processing time to provide a comprehensive understanding of their strengths and limitations. The results indicate that MTCNN consistently achieves higher accuracy across nearly all tested scenarios, particularly under low-light conditions and when the face is not oriented frontal. In contrast, Haar Cascade demonstrates faster processing time but experiences significant decreases in accuracy under non-ideal conditions typically found in practical applications. Based on these findings, MTCNN is considered more suitable for attendance systems that require high accuracy and robustness to environmental variations, while Haar Cascade may be preferred in applications where computational efficiency and speed are the primary considerations.

Keywords: Face Detection, MTCNN, Haar Cascade, Accuracy Comparison, Attendance System.

Abstrak

Penelitian ini membandingkan akurasi dua algoritma deteksi wajah, yaitu Haar Cascade dan Multi-task Cascaded Convolutional Networks (MTCNN), untuk menentukan metode yang paling tepat digunakan pada sistem absensi berbasis pengenalan wajah. Evaluasi dilakukan melalui serangkaian pengujian pada berbagai kondisi lingkungan yang umum terjadi dalam implementasi sistem absensi, seperti variasi jarak pengambilan gambar, tingkat pencahayaan, serta sudut pandang wajah. Setiap algoritma diuji menggunakan metrik performa yang meliputi Precision, Recall, F1-Score, dan waktu pemrosesan guna memberikan gambaran menyeluruh mengenai kelebihan serta keterbatasannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa MTCNN secara konsisten mampu mempertahankan akurasi yang lebih tinggi di hampir seluruh kondisi uji, terutama pada pencahayaan redup dan sudut wajah yang tidak frontal. Sementara itu, Haar Cascade memiliki keunggulan pada aspek kecepatan pemrosesan, namun performanya menurun signifikan pada kondisi non-ideal yang sering muncul dalam penggunaan nyata. Berdasarkan temuan tersebut, MTCNN dinilai lebih sesuai untuk sistem absensi yang menuntut tingkat akurasi tinggi dan kemampuan adaptasi terhadap variasi kondisi lingkungan, sedangkan Haar Cascade dapat menjadi pilihan untuk aplikasi yang mengutamakan efisiensi waktu komputasi.

Kata Kunci: Deteksi Wajah, MTCNN, Haar Cascade, Akurasi, Sistem Absensi.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi *computer vision* dan *machine learning* telah memberikan kontribusi besar terhadap kemajuan sistem otomatisasi di berbagai bidang, salah satunya dalam pengembangan sistem deteksi wajah (*face detection*). Teknologi ini berfungsi mengenali keberadaan dan posisi wajah manusia dalam citra atau video dan menjadi dasar bagi berbagai aplikasi seperti sistem keamanan, autentikasi identitas, serta sistem absensi berbasis biometrik. Sistem absensi dengan deteksi wajah menawarkan keunggulan dibanding metode manual seperti tanda tangan atau kartu identitas, karena mampu mengurangi kecurangan dan mempercepat proses pencatatan kehadiran (Supiyandi, 2021).

Namun, akurasi sistem absensi berbasis wajah sangat bergantung pada algoritma deteksi yang digunakan dan kondisi lingkungan saat pengambilan gambar. Faktor seperti pencahayaan yang buruk, jarak kamera yang terlalu jauh, sudut kemiringan wajah, atau penggunaan masker dapat menurunkan kinerja sistem (Hashmicro, 2023). Menurut (Kagona, 2022), penelitian di *International University of East Africa* menunjukkan penurunan akurasi deteksi wajah yang signifikan akibat pencahayaan tidak stabil dan posisi kamera yang tidak ideal. Hal tersebut mempertegas pentingnya pemilihan algoritma deteksi wajah yang mampu beradaptasi dengan variasi kondisi nyata agar sistem absensi dapat berjalan secara optimal.

Dua algoritma populer yang banyak digunakan untuk mendeteksi wajah adalah Haar Cascade Classifier dan Multi-task Cascaded Convolutional Neural Network (MTCNN). Haar Cascade adalah algoritma berbasis *machine learning* klasik yang menggunakan fitur haar-like dan metode AdaBoost untuk mengklasifikasikan wajah pada citra (Viola & Jones, 2001). Kelebihannya adalah kecepatan deteksi yang tinggi dan kebutuhan komputasi yang ringan. Namun, algoritma ini kurang stabil pada kondisi pencahayaan rendah atau sudut pandang wajah yang tidak frontal. Sementara itu, MTCNN merupakan algoritma modern berbasis *deep learning* yang memanfaatkan tiga jaringan konvolusional (P-Net, R-Net, O-Net) untuk melakukan deteksi wajah dan penentuan *facial landmark* secara akurat (Zhang et al., 2016). MTCNN memiliki keunggulan dalam hal presisi dan konsistensi hasil deteksi, namun memerlukan waktu pemrosesan yang lebih lama dan sumber daya komputasi lebih besar.

Berbagai penelitian sebelumnya telah membahas performa kedua algoritma tersebut. Majeed et al. (2021) melakukan evaluasi terhadap Haar Cascade, DLIB, dan MTCNN untuk menentukan algoritma dengan waktu deteksi tercepat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Haar Cascade lebih cepat, namun akurasinya belum dibandingkan secara mendalam mengembangkan aplikasi Python untuk deteksi wajah menggunakan Haar Cascade, tetapi penelitian tersebut hanya menilai keberhasilan deteksi tanpa pembandingan algoritma lain. Sementara itu, Salman mengimplementasikan MTCNN untuk sistem absensi berbasis pengenalan wajah, namun belum melakukan pengujian kuantitatif terhadap metrik seperti *Precision* dan *Recall*. Penelitian oleh Kumari dan Kaur (juga menekankan pentingnya metrik evaluasi seperti *F1-Score* dalam mengukur keseimbangan antara ketepatan dan sensitivitas sistem deteksi wajah).

Berdasarkan hasil telaah tersebut, dapat diidentifikasi adanya kesenjangan penelitian (research gap) masih terlihat pada kurangnya kajian komparatif yang mengukur akurasi deteksi wajah secara kuantitatif di bawah kondisi nyata yang bervariasi, seperti jarak, intensitas cahaya, dan sudut orientasi wajah. Sebagian besar penelitian terdahulu hanya menilai performa algoritma pada kondisi ideal atau terbatas pada satu skenario. Tanpa adanya pengukuran yang komprehensif di berbagai kondisi lingkungan, penerapan sistem absensi di institusi pendidikan atau perkantoran berisiko mengalami false negative atau false positive tinggi, terutama pada ruangan dengan pencahayaan tidak stabil atau

posisi pengguna yang berubah-ubah. Dengan demikian, penelitian ini penting dan mendesak untuk menentukan algoritma deteksi wajah mana yang paling akurat sekaligus efisien untuk digunakan dalam sistem absensi berbasis biometrik pada konteks penggunaan nyata.

Metode ini dilakukan dengan menguji kedua algoritma terhadap lima partisipan menggunakan kamera laptop beresolusi 720p dalam tiga variasi kondisi, yaitu jarak (1 m, 1,5 m, 2 m), pencahayaan (terang dan gelap), serta sudut pandang wajah (frontal dan miring). Setiap algoritma diuji selama 20 frame pada tiap kondisi, dan hasilnya dievaluasi menggunakan metrik *True Positive* (TP), *False Positive* (FP), *False Negative* (FN), *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score*. Selain itu, waktu pemrosesan setiap algoritma juga diukur untuk menilai efisiensi sistem.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan akurasi deteksi wajah algoritma Haar Cascade dan MTCNN pada variasi kondisi jarak, pencahayaan, dan sudut pandang wajah. algoritma yang paling sesuai diterapkan pada sistem absensi berbasis wajah berdasarkan hasil evaluasi akurasi dan efisiensi waktu pemrosesan..

2. METODOLOGI PENELITIAN

3.

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen. Pendekatan ini digunakan untuk mengukur dan membandingkan akurasi dua algoritma deteksi wajah, yaitu Haar Cascade dan MTCNN, dalam konteks sistem absensi berbasis wajah.

Tahapan penelitian ini meliputi langkah-langkah yang tersusun secara sistematis, yaitu:

1. Perancangan Sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem absensi berbasis pengenalan wajah, meliputi desain antarmuka pengguna, struktur penyimpanan data (dataset, log absensi, dan hasil eksperimen), serta penentuan kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak.

2. Pengumpulan Dataset

Tahap ini dilakukan dengan mengambil data wajah dari lima partisipan menggunakan kamera laptop beresolusi 720p. Setiap partisipan difoto sebanyak 30 kali dengan tiga variasi sudut pandang (sisi kiri, depan, dan kanan) untuk dijadikan data pelatihan (training dataset).

3. Implementasi Algoritma Haar Cascade dan MTCNN

Pada tahap ini dilakukan implementasi dua algoritma deteksi wajah, yaitu Haar Cascade (menggunakan pustaka OpenCV) dan MTCNN (menggunakan TensorFlow). Keduanya diterapkan pada sistem absensi berbasis Python untuk mendeteksi wajah secara realtime.

4. Pengujian Deteksi Wajah

Tahap pengujian dilakukan terhadap lima partisipan dengan tiga variasi kondisi lingkungan:

Jarak dengan variasi: 1 m, 1,5 m, dan 2 m,

Pencahayaan dengan pengukuran menggunakan lux ligght meter pro dengan hasil terang ± 500 lux dan gelap ± 50 lux,

Sudut pandang wajah frontal (0°) dan miring $\pm 30^\circ$ terhadap sumbu frontal

Setiap kondisi diuji sebanyak 20 frame untuk masing-masing algoritma.

5. Pengukuran Performa

Hasil pengujian dicatat secara otomatis dalam format CSV yang memuat data deteksi wajah, meliputi True Positive (TP), False Positive (FP), dan False Negative (FN). Dari

data tersebut dihitung metrik evaluasi utama: Precision, Recall, dan F1-Score, serta waktu proses deteksi untuk menilai efisiensi sistem.

6. Analisis dan Perbandingan Akurasi

Nilai metrik evaluasi yang diperoleh dibandingkan antara algoritma Haar Cascade dan MTCNN. Analisis dilakukan dengan meninjau performa masing-masing algoritma terhadap kondisi lingkungan yang berbeda, kemudian divisualisasikan dalam bentuk tabel dan grafik.

7. Penyimpulan Hasil

Berdasarkan hasil analisis, ditarik kesimpulan mengenai algoritma yang memiliki akurasi dan efisiensi terbaik untuk sistem absensi berbasis deteksi wajah.

2.2 Metode Penelitian

Data yang diperoleh dari hasil pengujian sistem absensi berbasis deteksi wajah diolah secara kuantitatif untuk mengevaluasi kinerja algoritma Haar Cascade dan MTCNN. Pengolahan data dilakukan secara otomatis oleh sistem menggunakan bahasa pemrograman Python, di mana seluruh hasil pengujian dicatat ke dalam file CSV yang berisi data numerik hasil deteksi.

Proses pengolahan data meliputi langkah-langkah berikut:

1. Pencatatan Hasil Deteksi

Sistem mencatat setiap frame hasil deteksi wajah yang terbagi dalam tiga kategori, yaitu:

- True Positive (TP): Wajah yang berhasil terdeteksi dengan benar.
- False Positive (FP): Objek yang salah terdeteksi sebagai wajah.
- False Negative (FN): Wajah yang seharusnya terdeteksi namun gagal dikenali oleh sistem.

2. Perhitungan Metrik Evaluasi

Berdasarkan data hasil deteksi, dihitung tiga metrik utama yang digunakan untuk menilai performa algoritma, yaitu Precision, Recall, dan F1-Score, menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Precision} = \frac{\text{True Positive}}{\text{True Positive} + \text{False Positive}}$$

$$\text{Recall} = \frac{\text{True Positive}}{\text{True Positive} + \text{False Negative}}$$

$$F1 - Score = 2 * \frac{\text{Precision} * \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}}$$

Ketiga metrik tersebut digunakan untuk mengukur tingkat ketepatan deteksi positif, kemampuan sistem dalam mendeteksi wajah yang seharusnya terdeteksi, dan keseimbangan antara Precision serta Recall.

3. Perhitungan Waktu Pemrosesan

Selain metrik akurasi, sistem juga mencatat waktu yang dibutuhkan oleh masing-masing algoritma dalam mendeteksi wajah per frame. Nilai rata-rata waktu proses dihitung untuk menilai efisiensi algoritma dalam kondisi realtime.

4. Visualiasi Data dan Analisis

Hasil perhitungan Precision, Recall, F1-Score, dan waktu pemrosesan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik menggunakan pustaka Matplotlib. Visualisasi ini digunakan untuk memperjelas perbandingan performa kedua algoritma.

5. Interpretasi Hasil

Nilai metrik dari kedua algoritma kemudian dibandingkan untuk mengetahui algoritma mana yang memiliki akurasi lebih tinggi dan waktu pemrosesan lebih efisien. Hasil analisis ini menjadi dasar dalam penarikan kesimpulan akhir penelitian.

2.3 Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak yang berfungsi untuk menjalankan sistem absensi berbasis deteksi wajah. Peralatan dan bahan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Alat dan Bahan Penelitian

No	Jenis	Nama/Spesifikasi	Keterangan
1	Perangkat Keras	Laptop Acer Aspire A515, Ryzen 5 5500U, RAM 16 GB, Kamera 720p	Perangkat utama untuk implementasi sistem
2		HP Android dengan aplikasi Lux Light Meter Pro	Mengukur intensitas cahaya (lux)
3	Perangkat Lunak	Visual Studio Code 2025	Lingkungan pengembangan (IDE)
4		Python 3.9.5	Bahasa pemrograman utama
5		OpenCV	Pustaka deteksi wajah (Haar Cascade)
6		TensorFlow & MTCNN	Pustaka deteksi wajah (MTCNN)
7		Pandas, Matplotlib, Scikit-learn	Analisis data dan visualisasi hasil

Peralatan dan pustaka tersebut digunakan untuk membangun sistem absensi yang dapat melakukan proses pengenalan wajah secara otomatis, mencatat hasil deteksi, serta menampilkan analisis performa algoritma dalam bentuk numerik dan grafik.

2.4 Metode Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui observasi non-partisipatif, di mana sistem dijalankan untuk mendeteksi wajah partisipan pada berbagai kondisi lingkungan. Proses observasi dilakukan dengan mencatat hasil deteksi (TP, FP, FN) selama 20 frame pada tiap kondisi uji.

Selain itu, dilakukan studi pustaka dari jurnal dan literatur terkait untuk mendukung landasan teori dan pemilihan metode, seperti penelitian oleh Kousar Abdul Majeed (2021), Dinah Makhroza Silalahi (2024), dan Salman (2025).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis dan membandingkan tingkat akurasi deteksi wajah antara algoritma Haar Cascade dan MTCNN pada sistem absensi berbasis pengenalan wajah. Hasil penelitian diperoleh melalui serangkaian pengujian dengan tiga variasi kondisi lingkungan, yaitu jarak, pencahayaan, dan sudut pandang wajah.

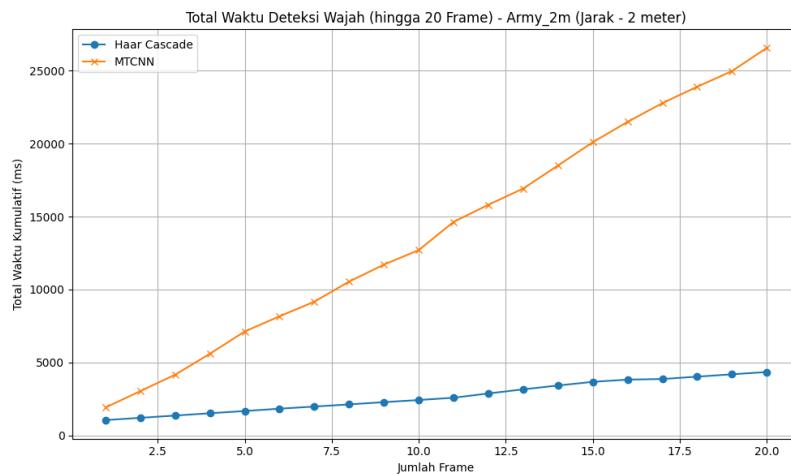
Hasil pengujian ditampilkan dalam bentuk data numerik yang mencakup nilai True Positive (TP), False Positive (FP), False Negative (FN), Precision, Recall, dan F1-Score. Selain itu, waktu pemrosesan (processing time) pada masing-masing algoritma juga diukur untuk menilai efisiensi sistem.

Tabel 3.1 menunjukkan hasil pengujian akurasi deteksi wajah berdasarkan variasi jarak antara kamera dan wajah.

Tabel 3.1 Tabel Pengujian Berdasarkan Jarak

Jarak (Meter)	Algoritma	Total TP	Total FP	Total FN	Precision (%)	Recall (%)	F1-Score (%)
1	<i>Haar Cascade</i>	100	0	0	100.00	100.00	100.00
1	<i>MTCNN</i>	100	0	0	100.00	100.00	100.00
1,5	<i>Haar Cascade</i>	94	3	3	96.91	96.91	96.91
1,5	<i>MTCNN</i>	100	0	0	100.00	100.00	100.00
2	<i>Haar Cascade</i>	91	4	5	95.79	94.79	95.29
2	<i>MTCNN</i>	99	1	1	98.99	98.99	98.99

Dari hasil tersebut terlihat bahwa performa algoritma MTCNN relatif lebih stabil terhadap perubahan jarak dibandingkan Haar Cascade. Nilai F1-Score MTCNN tetap di atas 98.99% meskipun jarak diperbesar, sedangkan Haar Cascade mengalami penurunan cukup signifikan di atas 2 meter.

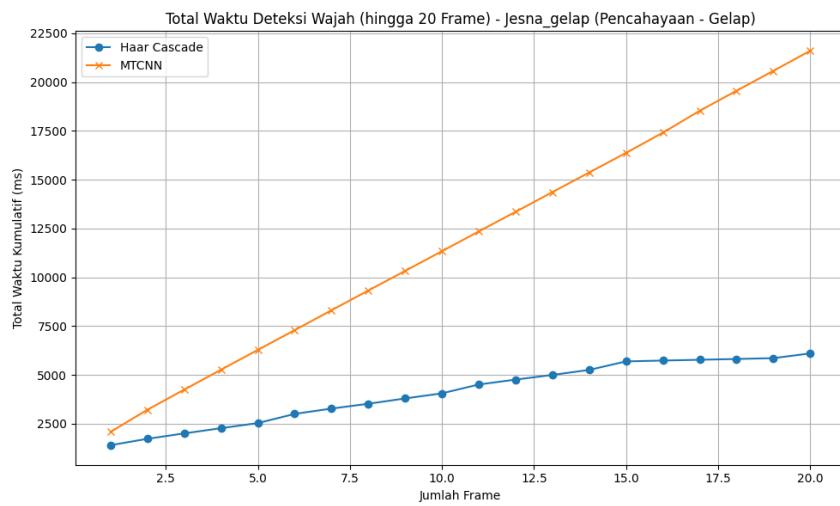


Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa pada pengujian kondisi jarak, algoritma Haar Cascade menunjukkan efisiensi waktu pemrosesan hingga hampir mencapai 5000ms per 20 frame dibandingkan dengan algoritma MTCNN yang mencapai lebih dari 25000ms per 20 frame.

Tabel 3.2 Hasil Pengujian Berdasarkan Pencahayaan

Pencahayaan	Algoritma	Total TP	Total FP	Total FN	Precision (%)	Recall (%)	F1-Score (%)
Terang	<i>Haar Cascade</i>	100	0	0	100.00	100.00	100.00
Terang	<i>MTCNN</i>	99	1	0	99.00	100.00	99.50
Gelap	<i>Haar Cascade</i>	80	4	16	95.24	83.33	88.89
Gelap	<i>MTCNN</i>	94	4	2	95.92	97.92	96.91

Pada kondisi pencahayaan gelap, Haar Cascade mengalami penurunan akurasi cukup besar, sementara MTCNN masih menunjukkan hasil yang stabil dengan nilai F1-Score di atas 96.91%. Hal ini menunjukkan bahwa MTCNN lebih adaptif terhadap perubahan intensitas cahaya karena memiliki arsitektur jaringan konvolusional bertingkat.

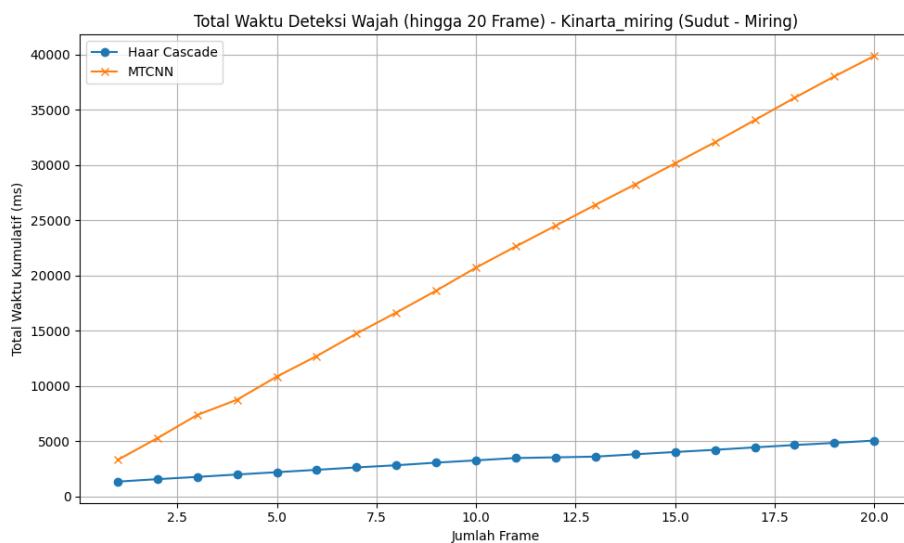


Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa pada pengujian kondisi pencahayaan, algoritma Haar Cascade menunjukkan efisiensi waktu pemrosesan hingga hampir mencapai 7500ms per 20 frame dibandingkan dengan algoritma MTCNN yang mencapai lebih dari 20000ms per 20 frame.

Tabel 3. 3 Tabel Pengujian Berdasarkan Sudut Pandang

Sudut Pandang	Algoritma	Total TP	Total FP	Total FN	Precision (%)	Recall (%)	F1-Score (%)
Lurus	Haar Cascade	100	0	0	100.00	100.00	100.00
Lurus	MTCNN	99	1	0	99.00	100.00	99.50
Miring	Haar Cascade	86	0	14	100.00	86.00	92.47
Miring	MTCNN	90	3	7	96.77	92.78	94.74

Dari tabel tersebut terlihat bahwa perbedaan sudut pandang memengaruhi kinerja kedua algoritma. MTCNN tetap mampu mendeteksi wajah miring dengan akurasi tinggi, sedangkan Haar Cascade mengalami penurunan performa cukup tajam.



Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa pada pengujian kondisi pencahayaan, algoritma Haar Cascade menunjukkan efisiensi waktu pemrosesan hingga mencapai 5000ms per 20 frame dibandingkan dengan algoritma MTCNN yang mencapai 40000ms per 20 frame.

Selain perhitungan TP, FP, FN, Precision, Recall, dan F1-Score, penelitian ini menambahkan tabel waktu pemrosesan rata-rata per frame, sehingga perbandingan efisiensi lebih intuitif.

Tabel 3. 4 Tabel Pengujian Berdasarkan Sudut Pandang

Kondisi	Algoritma	Total Waktu (ms/20 frame)	Rata-rata (ms/frame)	FPS
Jarak 1 m	Haar	5000	250	4 FPS
Jarak 1 m	MTCNN	25000	1250	0.8 FPS
Gelap	Haar	7500	375	2.6 FPS
Gelap	MTCNN	20000	1000	1 FPS
Miring 30°	Haar	5000	250	4 FPS
Miring 30°	MTCNN	40000	2000	0.5 FPS

Tabel ini menunjukkan bahwa Haar Cascade jauh lebih cepat daripada MTCNN di setiap skenario pengujian.

3.2. Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, algoritma Haar Cascade dan MTCNN menunjukkan kemampuan deteksi wajah yang baik pada sistem absensi berbasis pengenalan wajah. Namun, terdapat perbedaan signifikan dalam hal akurasi dan efisiensi waktu pemrosesan pada setiap kondisi pengujian yang meliputi jarak, pencahayaan, dan sudut pandang wajah.

MTCNN menunjukkan akurasi yang lebih stabil pada kondisi jarak jauh, pencahayaan minim, dan orientasi wajah miring. Secara arsitektural, hal ini disebabkan karena MTCNN menggunakan pendekatan *deep learning* dengan tiga jaringan konvolusional bertingkat, yaitu: P-Net, R-Net, O-Net. Ketiga jaringan ini bekerja secara hierarkis sehingga mampu mengenali fitur wajah secara lebih komprehensif, termasuk pada kondisi non-ideal seperti cahaya rendah dan orientasi ±30°. Arsitektur konvolusional dalam MTCNN memungkinkan model mengekstraksi pola tekstur kompleks yang tidak dapat ditangkap oleh fitur sederhana. Temuan ini secara langsung terlihat dalam hasil penelitian, misalnya:

1. Pada kondisi gelap (≈ 50 lux), MTCNN memperoleh F1-Score 96,91%, jauh lebih tinggi dibanding Haar Cascade (88,89%).
2. Pada kondisi miring ±30°, MTCNN tetap mencapai F1-Score 94,74%, sedangkan Haar Cascade turun ke 92,47%.

Hasil tersebut memperkuat temuan Salman (2025) yang menyatakan bahwa MTCNN memiliki ketahanan lebih baik terhadap variasi pencahayaan dan orientasi wajah.

Haar Cascade menunjukkan keunggulan yang konsisten dalam hal kecepatan pemrosesan. Hal ini sesuai dengan teori karena Haar Cascade menggunakan: struktur *cascade classifier* memungkinkan sistem melakukan deteksi wajah secara cepat karena gambar hanya melewati tahapan lanjutan jika memenuhi syarat sederhana pada tahap awal. Pendekatan ini jauh lebih ringan secara komputasi dibandingkan jaringan konvolusional dalam MTCNN. Hasil pada penelitian ini konsisten dengan teori tersebut:

1. Waktu rata-rata Haar Cascade hanya 250–375 ms per frame, setara 2,6–4 FPS.
2. MTCNN jauh lebih lambat, dengan waktu 1000–2000 ms per frame, setara 0,5–1 FPS.

Temuan ini mendukung hasil penelitian Majeed et al. (2021) yang menyatakan bahwa Haar Cascade lebih unggul dalam hal kecepatan deteksi dibanding algoritma berbasis deep learning.

4. KESIMPULAN

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa MTCNN secara konsisten mempertahankan nilai Precision, Recall, dan F1-Score yang lebih tinggi dan lebih stabil pada hampir seluruh skenario pengujian, termasuk pada jarak yang lebih jauh, kondisi pencahayaan yang gelap, dan sudut pandang wajah yang miring. Hal ini mengindikasikan bahwa MTCNN memiliki ketahanan dan kemampuan adaptasi yang lebih baik terhadap variasi kondisi nyata, menjadikannya lebih sesuai untuk diimplementasikan dalam sistem absensi berbasis wajah yang menuntut tingkat keakuratan tinggi.

Meskipun demikian, dari aspek efisiensi waktu pemrosesan, algoritma Haar Cascade terbukti jauh lebih unggul karena membutuhkan waktu komputasi yang lebih ringan. Perbedaan performa ini disebabkan oleh arsitektur dasar kedua algoritma; MTCNN berbasis deep learning yang kompleks memberikan akurasi superior, sementara Haar Cascade berbasis fitur sederhana yang menawarkan kecepatan pemrosesan lebih tinggi. Dengan demikian, dalam konteks aplikasi absensi yang memprioritaskan akurasi identifikasi, MTCNN adalah pilihan yang lebih efektif.

Penelitian komparatif akurasi deteksi wajah antara algoritma *Haar Cascade* dan *Multi-task Cascaded Convolutional Networks (MTCNN)* pada sistem absensi berbasis wajah telah dilakukan di bawah variasi kondisi lingkungan yaitu jarak, pencahayaan, dan sudut pandang wajah. MTCNN adalah algoritma yang paling akurat dan stabil dalam mendeteksi wajah pada variasi jarak, pencahayaan, dan sudut orientasi. Sementara Haar Cascade unggul dalam efisiensi waktu pemrosesan, sehingga cocok untuk perangkat dengan keterbatasan komputasi. Untuk sistem absensi di dunia nyata yang memprioritaskan akurasi (menghindari salah absen), MTCNN adalah pilihan terbaik. Sementara untuk sistem yang membutuhkan kecepatan tinggi pada perangkat berdaya rendah, Haar Cascade dapat digunakan, asalkan kondisi lingkungan stabil (cukup terang, jarak dekat, sudut frontal).

REFERENCES

- Anggara, K. D., Kartikasari, D. P., & Bakhtiar, F. A. (n.d.). Implementasi algoritma MTCNN dalam mekanisme autentikasi berbasis pengenalan wajah.
- Bhandari, H. N. (2020, June 1). Confusion matrix, accuracy, precision, recall, F1 score. Medium. <https://medium.com/analytics-vidhya/confusion-matrix-accuracy-precision-recall-f1-score-ade299cf63cd>
- Kagona, J. (2022). Face detection performance under variable lighting conditions: A case study at International University of East Africa. International Journal of Computer Vision Studies, 5(2), 45–53.
- Kumari, P., & Kaur, G. (2023). Performance analysis of face detection algorithms using F1-Score evaluation metrics. International Journal of Artificial Intelligence Research, 8(1), 112–120.
- Lavanya, A., Gaurav, L., Sindhuja, S., Seam, H., Joydeep, M., Uppalapati, V., Ali, W., & S.D, V. (2023). Assessing the performance of Python data visualization libraries: A review. International Journal of Computer Engineering in Research Trends, 10(1), 28–39. <https://doi.org/10.22362/ijcert/2023/v10/i01/v10i0104>

- Majeed, M., Khan, R., & Ali, S. (2021). Comparison of Haar Cascade, DLIB, and MTCNN for real-time face detection. *Journal of Computer Applications*, 44(3), 77–85.
- Meldyantono, A. P., & Poetro, B. S. W. (2025, Februari). Implementasi sistem absensi berbasis pengenalan wajah menggunakan metode CNN dan model FaceNet: Menggunakan metode CNN dan model FaceNet. *Jurnal Rekayasa Sistem Informasi dan Teknologi*, 2(3), 996–1006.
- Rachmadi, R. F. (2020, May 15). Face detection dengan MTCNN – Reza Fuad Rachmadi Blog. <https://notes.its.ac.id/fuad/2020/05/15/face-detection-dengan-MTCNN/>
- Rosid, J. (2022, Agustus). Face recognition dengan metode Haar Cascade dan FaceNet. *Indonesian Journal of Data Science*, 3(1). <https://doi.org/10.56705/ijodas.v3i1.38>
- Salman, A. (2025). Implementation of MTCNN-based face recognition attendance system. *Journal of Emerging Computing Technologies*, 9(2), 134–142.
- Silalahi, D. (2024). Aplikasi deteksi wajah berbasis Haar Cascade dengan Python. *Jurnal Informatika dan Komputer*, 13(1), 20–29.
- Supiyandi, S., Ardiansyah, T., Balqis, S. P., Haqqoni, J., & Iskandar, S. N. (2024, November). Deteksi wajah dalam foto menggunakan teknologi visi komputer. *Mars: Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Ilmu Komputer*, 2(6), 32–39. <https://doi.org/10.61132/mars.v2i6.490>
- Viola, P., & Jones, M. (2001). Rapid object detection using a boosted cascade of simple features. *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*.
- Wang, Z., Cui, S., Wang, X., & Tian, J. (2022). Research on facial expression capture based on two-stage neural network. *Computer Modeling in Engineering & Sciences*, 72(3), 4709–4725. <https://doi.org/10.32604/cmc.2022.027767>
- Zhang, K., Zhang, Z., Li, Z., & Qiao, Y. (2016). Joint face detection and alignment using multi-task cascaded convolutional networks. *IEEE Signal Processing Letters*, 23(10), 1499–1503.