

PENGEMBANGAN SISTEM *FACE RECOGNITION* MENGGUNAKAN *CLOUD SERVICE*, RASPBERRY PI DAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*

Rosa Andrie Asmara¹, Muhammad Ridwan², Gunawan Budi P³, Anik Nur Handayani⁴

^{1,3}Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno-Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia

²Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno-Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia

⁴Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang, Jalan Semarang No.5, Malang, 65145, Indonesia

¹rosa.andrie@polinema.ac.id, ²2051180016@student.polinema.ac.id, ³gunawan.budi@polinema.ac.id,

⁴aniknur.ft@um.ac.id

Abstrak

Wajah manusia menjadi bagian terpenting dalam tubuh manusia sebagai karakteristik masing-masing individu manusia. Wajah juga memiliki tekstur yang lebih kaya dan area yang luas. Teknik pengenalan wajah telah dilakukan oleh banyak peneliti dengan berbagai macam metode dan pendekatan. Implementasi tentang *Cloud Server* untuk penyimpanan data *Real Time* menggunakan *Raspberry Pi* telah diterapkan. Peneliti tersebut telah membangun *Server Cloud Private* yang dapat diatur di *Raspberry Pi* dan digunakan sebagai perangkat penyimpanan untuk aplikasi *real time*. Hasil dari penerapan ini adalah penggunaan *Raspberry Pi*, mikroprosesor dengan harga terjangkau. Komputasi dilakukan menggunakan layanan *cloud computing*, dikarenakan spesifikasi perangkat keras pada *Raspberry Pi* yang tidak terlalu baik. Infrastruktur *cloud computing* dapat diperoleh dengan menggunakan *platform Cloud* yang disediakan oleh *vendor cloud* tertentu. Penggunaan *Cloud* sebagai monitoring melalui pengenalan wajah menggunakan metode *Gabor* dan fitur *CS-LBP* diterapkan oleh peneliti. Sedangkan penulis tertarik ingin mengembangkan sistem *Face Recognition* menggunakan *Cloud Service* pada *Raspberry Pi*, menggunakan metode *Convolutional Neural Network (CNN)*. Dari hasil pengujian metode deteksi wajah antara *Haar Cascade* dengan *CNN* dengan berbagai variasi dan kondisi dari data pengujian, untuk *Haar Cascade* diperoleh akurasi rata-rata sebesar 81,12%, sedangkan jika menggunakan *CNN* diperoleh akurasi sebesar 86,53%. Pada pengujian *encoding* pengenalan wajah dengan *CNN*, tingkat akurasi yang lebih tinggi diperoleh jenis model pengenalan *arcface* yakni 67,69% sedangkan *facenet* hanya memperoleh akurasi 66,46%.

Kata kunci : Cloud Computing, Convolutional Neural Network, Face Recognition, Raspberry Pi.

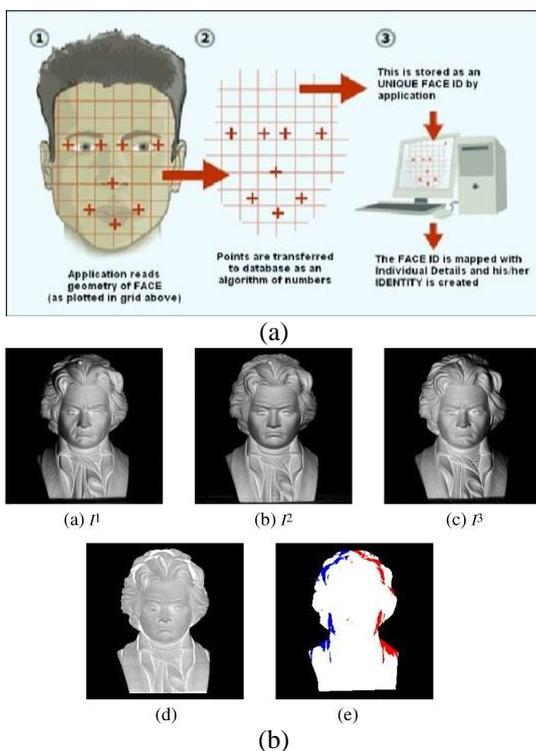
1. Pendahuluan

Wajah manusia menjadi bagian terpenting dari tubuh manusia sebagai karakteristik masing-masing individu manusia (Alwendi & Masriadi, 2021). Wajah juga memiliki tekstur yang lebih kaya dan area yang luas. Ini menjadi metode penting otentikasi biologis (C. Li et al., 2017). Adanya kemajuan teknologi saat ini, manusia berlomba menciptakan teknologi yang menerapkan pengenalan wajah. Pengenalan wajah telah menjadi topik studi sejak tahun 1960-an. Topik ini tetap menjadi relevan baik karena kepentingan praktis dari topik dan minat teoretis dari para ilmuwan. Pengenalan wajah bertujuan untuk memverifikasi atau mengidentifikasi identitas seseorang menggunakan wajah mereka, baik dari satu gambar atau dari kumpulan frame gambar (video). Sistem pengenalan wajah digunakan dalam banyak konteks, seperti untuk keamanan dan perawatan kesehatan yang digunakan untuk melacak konsumsi obat pasien secara akurat. Penerapan pengenalan wajah untuk autentikasi dalam sistem keamanan, seperti

pengenalan wajah dalam sistem penguncian/pembuka aplikasi dan entri ruangan. Hal ini telah dilakukan oleh peneliti (Kak & Mustafa, 2019) yang menerapkan autentikasi yang menerapkan pengenalan wajah dalam sistem keamanan rumah. Saat ini Perkembangan sistem pengenalan wajah seiring dengan kemajuan sistem autentikasi yang umum diterapkan.

Teknik pengenalan wajah telah dilakukan oleh banyak peneliti dengan berbagai macam metode dan pendekatan. Pendekatan yang diusulkan untuk menangani tugas-tugas deteksi atau pengenalan wajah secara mendalam, diantaranya telah dilakukan oleh peneliti (Singh & Goel, 2020) mengaplikasikan *Digital Image Processing* untuk deteksi dan pengenalan wajah. Peneliti mengklasifikasikan algoritma pengenalan menjadi dua pendekatan utama. Pendekatan pertama adalah secara Geometris. Pendekatan ini terutama berkaitan dengan korelasi spasial yang menyatukan fitur profil (yaitu wajah), juga dapat dengan mudah mengatur tata letak dimensi atribut wajah. Beberapa atribut geometris utama wajah manusia adalah

hidung, mata, dan mulut. Berdasarkan atribut-atribut ini pertama-tama wajah dikategorikan dan kemudian berdasarkan atribut-atribut ini masing-masing interval spasial dan masing-masing gradien terkait diperkirakan, sehingga memajukan proses pengenalan wajah. Ini ditunjukkan pada Gambar 1.a. Pendekatan kedua adalah Stereo fotometrik. Pendekatan ini adalah metodologi teknologi visi komputer yang terutama memulihkan struktur objek yang mendasarinya dari gambar yang diambil dalam berbagai keadaan yang dipengaruhi oleh lingkungan pencahayaan. Susunan standar permukaan yang ditunjukkan oleh grafik kemiringan yang akhirnya menjelaskan konfigurasi entitas yang diambil. Ini ditunjukkan pada Gambar 1.b



Gambar 1. Teknik pengenalan wajah(Singh & Goel, 2020). (a) Pendekatan Geometris. (b) Gambar stereo fotometrik

Teknik Haar Cascade dalam pengenalan wajah telah diterapkan oleh peneliti (Tyas Purwa Hapsari et al., 2018) dan telah diuji terhadap pengaruh perubahan intensitas. Penggunaan fitur HOG untuk proses pengenalan wajah telah diaplikasikan (Chandrakala & Devi, 2021). Ekstraktor fitur HOG digunakan untuk merepresentasikan besaran dan gradien orientasi. Kinerja vektor fitur HOG yang berbeda diuji dengan model klasifikasi dua tahap. Penelitian ini menghasilkan terdapat peningkatan akurasi prediksi seiring dengan berkurangnya jumlah fitur HOG. Teknik Viola Jones, Face-net dan *Support Vector Machine* (SVM) digabungkan peneliti (Abdullah & Stephan, 2021) untuk sistem pengenalan wajah. Penelitian ini menghasilkan tingkat akurasi 94%

untuk 100 orang hingga 166 detik dan untuk pengenalan wajah secara *real time*, akurasi mencapai 100% untuk 10 frame hingga 9 detik. Algoritma *Discrete Wavelet Transform* (DWT) serta diintegrasikan dengan *Machine Learning* telah diimplementasikan oleh peneliti (Tabassum et al., 2022). Metode gabungan dari penelitian ini menghasilkan tingkat pengenalan hingga 89,56% sampai dengan 93,34%. Pengenalan wajah aplikasi dalam ruang yang menerapkan metode LNMF dan NMFSC diterapkan oleh peneliti (Wahana et al., 2020). Penelitian ini mensimulasikan sistem pengenalan wajah yang dipasang pada sebuah ruangan berdasarkan rekaman video menggunakan metode Non-negative Matrix Factorization suppressed carrier dan metode Local Non-negative Matrix Factorization. Akuisisi data diperoleh dengan merekam video di ruang kelas dengan resolusi 640 x 480 piksel dalam format RGB, .avi, frame rate video 30 fps, dan durasi video ± 10 detik. Sistem yang diusulkan dapat melakukan pengenalan wajah dengan rata-rata nilai akurasi metode Local Non-negative Matrix Factorization sebesar 71,61% dengan waktu komputasi 152.634 detik. Sebaliknya, nilai rata-rata akurasi metode pembawa Non-negative Matrix Factorization suppressed adalah 86,76% dengan waktu komputasi 467.785 detik.

Pengenalan wajah yang menerapkan algoritma CNN telah dilakukan beberapa peneliti, salah satunya oleh peneliti (Pranav & Manikandan, 2020). Peneliti melakukan pendekatan sistematis dalam menyetel parameter sehingga dapat meningkatkan kinerja sistem. Penelitian ini menghasilkan akurasi pengenalan wajah hingga 98,75%. Pada pengenalan secara *real time* menghasilkan akurasi 98,00%. Konsep desain pengenalan wajah berbasis CNN juga diterapkan oleh peneliti (Y. Li et al., 2020). Langkah pertama dalam sistem yang diusulkan menggunakan algoritma AdaBoost untuk mendeteksi wajah agar mendapatkan posisi dan ukuran wajah secara akurat pada citra, kemudian menggunakan CNN untuk mengekstrak fitur wajah dan mengklasifikasinya. Pengenalan wajah yang diaplikasikan untuk mengenali wajah manusia menggunakan data gambar CCTV telah diaplikasikan oleh peneliti(Ullah et al., 2022). Sistem yang diusulkan meliputi akuisisi gambar dari CCTV, preprocessing gambar, deteksi wajah, lokalisasi, ekstraksi dari gambar yang diperoleh, dan pengenalan. Peneliti menggunakan dua algoritma ekstraksi fitur, analisis komponen utama (PCA) dan jaringan saraf convolutional (CNN). Hasil dari penelitian ini adalah dapat mengenali wajah dengan waktu komputasi minimum dan akurasi lebih dari 90%. Penggunaan Raspberry pi dalam proses pengenalan wajah menggunakan algoritma CNN telah diterapkan oleh peneliti(Zamir et al., 2022). Hasil dari penelitian ini adalah akurasi tertinggi yang dicapai dalam pengenalan wajah antara 89,39%

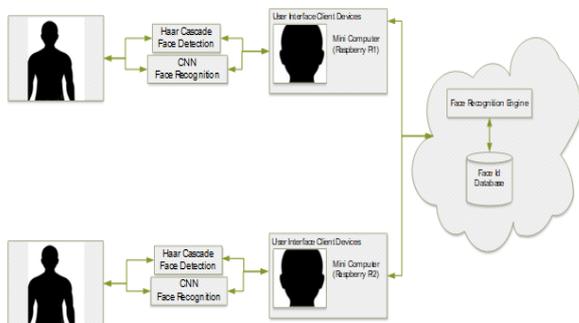
hingga 94,71%. Namun, terdapat catatan penting dari penelitian ini adalah proses komputasi dengan menggunakan raspberry memiliki waktu yang lama. Dari dasar ini peneliti ingin mengusulkan konsep cloud service yang dapat meningkatkan komputasi mengingat raspberry tidak diberikan beban untuk melakukan komputasi namun, layanan cloud yang dibuat yang akan memproses komputasi sedangkan raspberry pi sebagai client akan menangkap gambar wajah dan mengirimkan ke server cloud.

Pengenalan wajah yang mengaplikasikan Layanan Cloud telah dilakukan beberapa peneliti, diantaranya adalah penelitian (Tkauc et al., 2020) menggunakan Layanan Cloud dari Amazon Web Service. Sistem yang diusulkan diaplikasikan sebagai autentifikasi masuk kantor. Aplikasi pengenalan masker wajah yang menerapkan Layanan Cloud telah dilakukan oleh peneliti (Yilmazer & Solak, 2020). Pembahasan tentang deteksi wajah dan fingerprint sebagai autentifikasi keamanan akses data di layanan cloud telah dibahas oleh peneliti (Chauhan et al., 2018). Peneliti mengklaim teknik deteksi wajah dan sidik jari pada data, membuat data lebih aman karena data disimpan dengan pihak ketiga. Pemanfaatan Cloud Computing untuk Pengenalan Ekspresi Wajah menggunakan Amazon Web Services (AWS) telah dibahas oleh peneliti (Rafael et al., 2020). Machine learning yang dipakai pada penelitian ini adalah "AWS DeepLens" yang ada pada fitur AWS. Penelitian menghasilkan akurasi mencapai 76,16% .

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan diatas, maka Penulis bermaksud ingin mengembangkan *Face Recognition* yang menerapkan *Cloud Service* dan metode *Convolutional Neural Network (CNN)* yang diaplikasikan kedalam perangkat Raspberry Pi.

2. Metode Penelitian

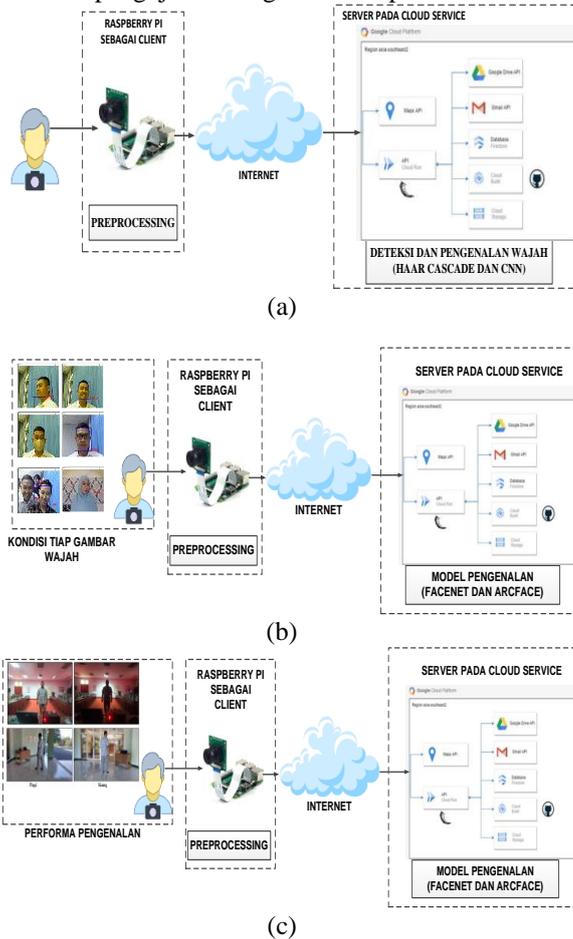
Sistem yang diusulkan tergambar pada diagram berikut ini.



Gambar 2. Alur kerja dari sistem.

Berdasarkan Gambar 2, sistem dibangun menggunakan 2 buah Raspberry Pi yang bertindak sebagai Client. Raspberry Pi akan melakukan capture gambar wajah yang selanjutnya akan dikirim ke Cloud. Dalam hal ini cloud bertindak sebagai

server yang akan mengolah data hasil dari pengiriman raspberry untuk dilakukan deteksi dan pengenalan wajah. beberapa teknik pengujian dilakukan untuk menguji kinerja dari sistem yang meliputi membandingkan teknik deteksi wajah antara CNN dengan Haar Cascade, membandingkan model pengenalan wajah facenet dan arcface dan performa dari model pengenalan facenet dan arcface. Ilustrasi pengujian ini digambarkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Teknik pengujian yang dilakukan (a) Membandingkan metode deteksi wajah antara CNN dan Haar Cascade (b) Membandingkan model pengenalan wajah antara facenet dan arcface. (c) Membandingkan pengaruh dari intensitas cahaya

Berdasarkan Gambar 3, raspberry pi terhubung dengan kamera. Kamera tersebut dipergunakan untuk menangkap wajah. pada raspberry yang telah diprogram dengan Bahasa Pemrograman Python. Sebelum data tangkapan gambar wajah dikirim ke server cloud, dilakukan proses pre-processing terlebih dahulu. Ini bertujuan agar tangkapan gambar wajah tersebut dapat dikondisikan ukuran piksel sehingga mengurangi beban kerja atau komputasi dalam proses pengenalan wajah. Selanjutna setelah proses pre-processing selesai, tangkapan gambar wajah dikirim ke server cloud. Server cloud menggunakan layanan Google Cloud Platform. Selanjut server cloud akan diatur beberapa teknik deteksi wajah seperti Haar Cascade

dan CNN, lalu diatur model pengenalan wajah yakni facenet dan arcface. Hasil dari kedua teknik deteksi wajah dan kedua model pengenalan akan dikirim kembali ke Client yakni Raspberry pi. Setiap perubahan dan pengaturan akan dievaluasi kinerjanya. Adapun hasil dari proses ini ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil dari proses cloud server yang dikirim ke client raspberry.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari penelitian ini terbagi menjadi tiga bagian yakni hasil dari perbandingan metode deteksi wajah antara haar cascade dengan CNN, hasil dari perbandingan pengenalan wajah dengan model pengenalan wajah facenet dan arcface serta hasil dari performa dari model pengenalan wajah facenet dan arcface.

3.1 Perbandingan Metode Deteksi Wajah

Pada tahap ini akan diuraikan hasil dari perbandingan metode Haar Cascade dan CNN dalam mendeteksi wajah dalam kondisi wajah normal, berekspresi, memakai masker, memakai aksesoris kacamata dan lebih dari 1 wajah yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Hasil deteksi wajah menggunakan Haar Cascade

No	Kondisi Wajah	Data Uji	Hasil Deteksi	Akurasi Deteksi
1	Normal	20	18	90,20 %
2	Ekspresi	20	18	90,00 %
3	Masker	20	12	60,40 %
4	Halangan	20	16	78,60 %
5	Kacamata	20	17	86,70 %
6	Lebih dari 1	20	16	80,80 %
	Rata-rata			81,12 %

Berdasarkan Tabel 1, menunjukkan bahwa deteksi wajah melalui haar cascade memiliki akurasi yang baik. Pada pengujian awal dengan wajah normal akurasi mencapai 90,20%, kondisi kedua dengan

variasi ekspresi wajah adalah 90,00%, kondisi ketiga dengan menggunakan masker wajah adalah 60,40%, kondisi keempat dengan adanya halangan/benda pada wajah adalah 78,60%, kondisi kelima dengan menggunakan aksesoris kacamata adalah 86,70% dan kondisi terakhir wajah lebih dari 1 atau multi user memiliki akurasi baik yaitu 80,80%, sehingga rata-rata akurasi semua kondisi adalah 81,12%.

Tabel 2. Hasil deteksi wajah menggunakan CNN

No	Kondisi Wajah	Data Uji	Hasil Deteksi	Akurasi Deteksi
1	Normal	20	19	93,10 %
2	Ekspresi	20	18	90,90 %
3	Masker	20	17	85,40 %
4	Halangan	20	18	89,10 %
5	Kacamata	20	18	87,50 %
6	Lebih dari 1	20	15	73,20 %
	Rata-rata			86,53 %

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa deteksi wajah melalui CNN memiliki akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan Haar Cascade. Pada pengujian pertama dengan wajah normal mampu deteksi akurasi pada 93,10%, kondisi kedua dengan berbagai macam variasi ekspresi wajah adalah 90,90%, kondisi ketiga dengan menggunakan masker wajah adalah 85,40%, kondisi keempat dengan adanya halangan/benda wajah adalah 89,10%, kondisi kelima dengan menggunakan aksesoris kacamata adalah 87,50% dan kondisi terakhir dengan wajah lebih dari 1 atau multi user adalah 73,20%, sehingga rata-rata akurasi semua kondisi adalah 86,53%.

Tingkat akurasi di pengaruhi oleh beberapa faktor yang diantaranya adalah sudut deteksi wajah pada kamera dan juga jarak dari user ke kamera begitu juga dipengaruhi oleh kemiripan pada data uji sehingga mendeteksi yang paling dominan.

3.2 Perbandingan Model Pengenalan Wajah

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap 2 model pengenalan yang berbeda antara Facenet dengan Arcface. Kedua model pengenalan tersebut akan diuji pada kondisi wajah Normal, Berekspresi, Berkaca mata, Bermasker, Bermake up, dan Multiface. Masing-masing model pengenalan akan diuji kepada 6 orang sample dan diuji sebanyak 50x untuk masing-masing orang dengan jarak 50 cm. Hasil dari perbandingan model pengenalan wajah ditunjukkan pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3, pada kondisi Normal, model pengenalan Facenet hanya mampu mengenali wajah sebanyak 47x dari total 50x pengujian pada orang yang sama dimana terdapat 1 kondisi tidak dikenali dan 2 kondisi salah pengenalan, sedangkan model pengenalan ArcFace mampu mengenali wajah sebanyak 48x dari total 50x pengujian pada orang yang sama dimana terdapat 1 kondisi tidak

dikenali dan 1 kondisi salah pengenalan. Pada kondisi Normal, dapat dikatakan model pengenal ArcFace lebih baik dibandingkan model pengenalan

Facenet karena kemampuan mengenali wajah lebih banyak.

Tabel 3. Hasil pengujian perbandingan model pengenalan wajah facenet dan arcface

No	User	FaceNet				ArcFace				Keterangan
		Dikenali	Tidak Dikenali	Tepat	Salah	Dikenali	Tidak Dikenali	Tepat	Salah	
1	Ridwan	47	1	47	2	48	1	48	1	Normal
2	Ridwan	47	2	47	1	48	1	48	1	Berekspresi
3	Ridwan	46	3	46	1	48	1	48	1	Berkaca mata
4	Ridwan	0	50	0	0	8	42	5	3	Bermasker
5	Ridwan	46	2	46	2	48	1	48	1	Bermake up
6	Ridwan	50	0	50	0	50	0	50	0	Multiface

Pada kondisi berekspresi, model pengenalan Facenet hanya mampu mengenali wajah sebanyak 47x dari total 50x pengujian pada orang yang sama dimana terdapat 2 kondisi tidak dikenali dan 1 kondisi salah pengenalan, sedangkan model pengenalan ArcFace mampu mengenali wajah sebanyak 48x dari total 50x pengujian pada orang yang sama dimana terdapat 1 kondisi tidak dikenali dan 1 kondisi salah pengenalan. Pada kondisi berekspresi, dapat dikatakan model pengenal ArcFace lebih baik dibandingkan model pengenalan Facenet karena kemampuan mengenali wajah lebih banyak. Pada kondisi berkaca mata, model pengenalan Facenet hanya mampu mengenali wajah sebanyak 46x dari total 50x pengujian pada orang yang sama dimana terdapat 3 kondisi tidak dikenali dan 1 kondisi salah pengenalan, sedangkan model pengenalan ArcFace mampu mengenali wajah sebanyak 48x dari total 50x pengujian pada orang yang sama dimana terdapat 1 kondisi tidak dikenali dan 1 kondisi salah pengenalan. Pada kondisi berkaca mata, dapat dikatakan model pengenal ArcFace lebih baik dibandingkan model pengenalan Facenet karena kemampuan mengenali wajah lebih banyak dibandingkan Facenet pada kondisi berekspresi. Pada kondisi bermasker, model pengenalan Facenet tidak mampu mengenali wajah sama sekali dari total 50x pengujian pada orang yang sama, sedangkan model pengenalan ArcFace mampu mengenali wajah sebanyak 5x dari total 50x pengujian pada orang yang sama dimana terdapat 42 kondisi tidak dikenali dan 3 kondisi salah pengenalan. Pada kondisi bermasker, dapat dikatakan model pengenal ArcFace lebih baik dibandingkan model pengenalan Facenet karena kemampuan mengenali wajah lebih banyak

dibandingkan Facenet pada kondisi bermasker. Pada kondisi bermake up, model pengenalan Facenet hanya mampu mengenali wajah sebanyak 46x dari total 50x pengujian pada orang yang sama dimana terdapat 2 kondisi tidak dikenali dan 2 kondisi salah pengenalan, sedangkan model pengenalan ArcFace mampu mengenali wajah sebanyak 48x dari total 50x pengujian pada orang yang sama dimana terdapat 1 kondisi tidak dikenali dan 1 kondisi salah pengenalan. Pada kondisi bermake up, dapat dikatakan model pengenal ArcFace lebih baik dibandingkan model pengenalan Facenet karena kemampuan mengenali wajah lebih banyak. Pada kondisi Multi-face, model pengenalan Facenet dan arcFace keduanya mampu mengenali wajah sebanyak 50x dari 50x total pengujian. Ini artinya kedua model pengenalan tersebut mampu mengenali dengan baik kondisi multi-face.

3.3 Perbandingan Performa Model Pengenalan

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap performa dari kedua model pengenalan yakni Facenet dan Arcface. Pengujian ini dilakukan sebanyak 3x untuk proses deteksi wajah dan proses pengenalan wajah. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui performa terbaik dari kedua model pengenalan tersebut. Pengujian juga dilakukan pada 2 kondisi yakni kondisi indoor dan kondisi outdoor serta pengujian ini dilakukan pada jarak 1 meter antara wajah orang diuji terhadap kamera. Wajah orang yang diuji diatur pada kondisi normal yang artinya wajah menghadap lurus kearah kamera. Adapun hasil dari pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian model pengenalan ArcFace terhadap performa deteksi dan pengenalan wajah

No	Intensitas Cahaya (Lux)	Jarak (m)	Facenet		Arcface		Ket.
			Face Detection (ms)	Face Recognition (ms)	Face Detection (ms)	Face Recognition (ms)	
1		1	44,210	3105,471	52,871	4140,861	
2	143	1	56,523	3133,977	46,397	3772,009	Indoor
3		1	47,073	3158,128	57,795	3769,544	

No	Intensitas Cahaya (Lux)	Jarak (m)	Facenet		Arcface		Ket.
			Face Detection (ms)	Face Recognition (ms)	Face Detection (ms)	Face Recognition (ms)	
4		1	58,875	3054,838	60,309	3735,049	
5	146	1	83,657	3146,631	74,620	3811,785	Outdoor
6		1	67,322	3316,467	59,497	3882,425	
	Rata-rata		59,61	3152,585333	58,5815	3851,9455	

Berdasarkan Tabel 4, didapatkan bahwa performa terbaik pada proses deteksi wajah dihasilkan oleh model pengenalan arcface dengan rata-rata deteksi wajah yakni 58,58 ms sedangkan untuk model pengenalan facenet hanya mampu deteksi wajah dengan rata-rata 59,61ms. Selisih rata-rata waktu yang dibutuhkan dalam proses deteksi wajah dari kedua model pengenalan tersebut sebesar 1,03 ms. Pada performa untuk proses pengenalan wajah, waktu proses pengenalan wajah tercepat dihasilkan oleh model pengenalan facenet dengan rata-rata waktu pengenalan wajah sebesar 3152,6 ms. Sedangkan arcface untuk proses pengenalan wajah menghasilkan rata-rata waktu pengenalan wajah sebesar 3851,9 ms. Selisih rata-rata waktu yang dibutuhkan dalam proses pengenalanwajah dari kedua model pengenalan tersebut sebesar 699,4 ms.

4. Kesimpulan dan Saran

Hasil dari perbandingan metode deteksi wajah antara Haar Cascade dengan CNN berbagai variasi dan kondisi dari data pengujian, untuk Haar Cascade diperoleh akurasi rata-rata sebesar 81,12%, dan dibandingkan dengan menggunakan CNN diperoleh akurasi sebesar 86,53%. Haar Cascade dapat mendeteksi wajah multi-user (lebih dari satu) yang lebih unggul dengan mendeteksi secara bersamaan tanpa gangguan wajah mana yang lebih dominan, namun haar cascade mengalami penurunan akurasi saat mendeteksi data pengujian seperti penggunaan kacamata, masker, atau halangan pada wajah yang dikondisikan. Sedangkan CNN lebih baik, dan pada hampir semua kondisi, variasi data uji wajah memiliki akurasi yang tinggi dibandingkan dengan Haar Cascade. Namun, dalam mendeteksi wajah CNN memiliki komputasi yang lebih berat dibandingkan Haar Cascade. Pada pengujian model pengenalan wajah yakni facenet dan arcface yang telah diuji pada kondisi normal, berekspresi, berkaca mata, bermasker dan bermake up serta multi-face. Tingkat akurasi yang lebih tingkat tinggi diperoleh jenis model pengenalan arcface yakni 67,69% sedangkan facenet hanya memperoleh 66,46. Pada pengujian performa dari kedua model pengenalan diperoleh untuk deteksi wajah, waktu rata-rata terbaik diperoleh pada model pengenalan arcface dengan rata-rata waktu deteksi wajah sebesar 58,58 ms sedangkan untuk pengenalan wajah, diperoleh waktu rata-rata pengenalan wajah terbaik dihasilkan

oleh model pengenalan facenet dengan rata-rata waktu pengenalan wajah sebesar 3152,6 ms.

Daftar Pustaka

Abdullah, I. A., & Stephan, J. J. (2021). Face Recognition Using Face Embedding Method. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(10), 3383–3394.

Alwendi, & Masriadi. (2021). Aplikasi pengenalan wajah manusia pada citra menggunakan metode fisherface. *JURNAL DIGIT*, 11(1), 1–8.

Chandrakala, M., & Devi, P. D. (2021). Two-stage classifier for face recognition using HOG features. *Materials Today: Proceedings*, 47(xxxx), 5771–5775. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.04.114>

Chauhan, N., Ahuja, L., & Khatri, S. K. (2018). Secure Data in Cloud Computing Using Face Detection and Fingerprint. *2018 International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA)*, Icirca, 231–234.

Kak, S. F., & Mustafa, F. M. (2019). Smart Home Management System Based on Face Recognition Index in Real-Time. *2019 International Conference on Advanced Science and Engineering, ICOASE 2019*, 40–45. <https://doi.org/10.1109/ICOASE.2019.8723673>

Li, C., Wei, W., Li, J., & Song, W. (2017). A cloud-based monitoring system via face recognition using Gabor and CS-LBP features. *The Journal of Supercomputing*, 73(4), 1532–1546. <https://doi.org/10.1007/s11227-016-1840-6>

Li, Y., Wang, Z., Li, Y., Zhao, X., & Huang, H. (2020). Design of face recognition system based on CNN Design of face recognition system based on CNN. *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1601/5/052011>

Pranav, K. B., & Manikandan, J. (2020). ScienceDirect ScienceDirect Design and Evaluation of a Real-Time Face Recognition System using Convolutional Neural Networks Design and Evaluation of a Real-Time Face Recognition System using Convolutional

- Neural Networks. *Procedia Computer Science*, 171(2019), 1651–1659. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.04.177>
- Rafael, G., Kusuma, H., & Tasripan. (2020). The Utilization of Cloud Computing for Facial Expression Recognition using Amazon Web Services. *CENIM 2020 - Proceeding: International Conference on Computer Engineering, Network, and Intelligent Multimedia 2020*, 366–370. <https://doi.org/10.1109/CENIM51130.2020.9297974>
- Singh, G., & Goel, A. K. (2020). Face Detection and Recognition System using Digital Image Processing. *2nd International Conference on Innovative Mechanisms for Industry Applications, ICIMIA 2020 - Conference Proceedings, Icimia*, 348–352. <https://doi.org/10.1109/ICIMIA48430.2020.9074838>
- Tabassum, F., Islam, M. I., Khan, R. T., & Amin, M. R. (2022). Human face recognition with combination of DWT and machine learning. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 34(3), 546–556. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2020.02.002>
- Tkauc, N., Tran, T., Diaz, K. H., & Fernandez, F. A. (2020). *Cloud-Based Face and Speech Recognition for Access Control Applications*.
- Tyas Purwa Hapsari, D., Gusti Berliana, C., Winda, P., & Soelemam, M. A. (2018). Face Detection Using Haar Cascade in Difference Illumination. *Proceedings - 2018 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication: Creative Technology for Human Life, Isemantic 2018*, 555–559. <https://doi.org/10.1109/ISEMANTIC.2018.8549752>
- Ullah, R., Hayat, H., Siddiqui, A. A., Siddiqui, U. A., Khan, J., Ullah, F., Hassan, S., Hasan, L., Albattah, W., Islam, M., & Karami, G. M. (2022). *A Real-Time Framework for Human Face Detection and Recognition in CCTV Images. 2022*.
- Wahana, D. G., Hidayat, B., Aulia, S., & Hadiyoso, S. (2020). *Face Recognition System for Indoor Applications Based on Video with the LNMF and NMFSC Methods*.
- Yilmazer, B., & Solak, S. (2020). Cloud Computing Based Masked Face Recognition Application. *2020 Innovations in Intelligent Systems and Applications Conference (ASYU)*.
- Zamir, M., Ali, B., Naseem, A., Frasteen, A. A., Zafar, B., Assam, M., Othman, M., & Attia, E.-A. (2022). Face Detection & Recognition from Images & Videos Based on CNN & Raspberry Pi. *Computation*, 1–20.

