

PEMANFAATAN *FACE RECOGNITION* PADA SISTEM PENCATATAN KEHADIRAN

¹Lilis Setyowati

² Vista Sasmita Padmanagara

¹Universitas Gunadarma, lisetyo@staff.gunadarma.ac.id

²Universitas Gunadarma, vista.ara21@gmail.com

ABSTRAK

Face recognition merupakan sistem identifikasi biometrik yang paling baik dalam mengidentifikasi seseorang dengan fitur-fitur khusus pada tubuh maupun DNA yang menjadi pembeda antara satu orang dengan orang lainnya. Sistem ini dapat dimanfaatkan untuk sebuah sistem pencatatan kehadiran mahasiswa di salah satu Universitas di Depok. Sistem dibuat guna menggantikan sistem pencatatan konvensional yang masih digunakan saat ini. Sistem dibuat menggunakan salah satu variasi metode dari Deep Convolutional Neural Network (DCNN) yaitu Multi-task Cascaded Convolutional Neural Network (MTCNN) dan Vggface2 dan mengaplikasikan library Pytorch untuk memperdalam pengetahuan tentang face recognition. Vggface2 merupakan model jaringan neural network yang digunakan pada pengenalan wajah untuk ekstraksi citra. Tujuan dari penelitian ini adalah pengembangan dan pengimplementasian MTCNN dan vggface2 ke dalam sistem pencatatan kehadiran menggunakan deteksi wajah, serta melakukan pencatatan secara otomatis setelah wajah berhasil dikenali. Proses pengintegrasian sistem pencatatan dengan database dilakukan pada penelitian ini. Dari hasil pengujiannya dapat disimpulkan sistem pencatatan yang telah dibuat mampu melakukan proses pencatatan kepada user secara realtime dengan tingkat akurasi sebesar 96,6% melalui pengujian secara fungsional, akan tetapi akurasi pada sistem absensi melalui metode pengenalan wajah ini akan semakin buruk jika pencahayaan tidak tepat.

Kata Kunci: Pencatatan kehadiran, Sistem Pengenalan Wajah, MTCNN, Vggface2, Pytorch

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang mampu untuk mengidentifikasi dan mengkonfirmasi identitas seseorang menggunakan wajah semakin berkembang. Teknologi ini bisa disebut dengan *Face recognition*. *Face recognition* menjadi salah satu sistem identifikasi biometrik yang paling baik dalam mengidentifikasi seseorang dengan fitur-fitur khusus pada tubuh maupun DNA yang menjadi pembeda antara satu orang dengan orang lainnya.

Menurut US Government Accountability Office, ada 4 komponen yang dibutuhkan untuk melakukan *face*

recognition, yaitu: kamera, *faceprint*. Database dan Algoritme untuk membandingkan *faceprint* dari wajah target dengan *faceprint* dalam database.

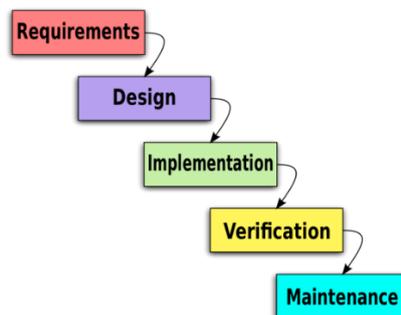
Perkembangan teknologi ini bisa dimanfaatkan untuk membantu proses pencatatan kehadiran mahasiswa di suatu instansi. Salah satu yang bisa memanfaatkan teknologi ini adalah salah satu Universitas di Depok. Saat ini sistem pencatatan kehadiran mahasiswa di salah satu Universitas di Depok masih dilakukan secara konvensional, yaitu mahasiswa menandatangani form daftar kehadiran berdasarkan mata kuliah yang sedang dilaksanakan.

Tanda tangan mahasiswa diperlukan setiap kegiatan belajar-mengajar berlangsung. Mahasiswa harus menandatangani form kehadiran oleh Dosen pengampu mata kuliah sebagai bukti kehadiran. Selesai ditandatangani, form absensi dikembalikan kepada Dosen yang bersangkutan. Sistem pencatatan kehadiran seperti ini tentunya tidak efisien, karena pencatatan dilakukan secara manual satu per satu dan harus dilakukan sebanyak 14 pertemuan belum termasuk dengan daftar kehadiran saat ujian. Selain itu, adanya pandemic Covid-19 yang terjadi saat ini, sangat tidak memungkinkan untuk setiap mahasiswa melakukan pengisian daftar kehadiran secara manual. Pengisian daftar kehadiran secara manual dapat menjadi salah satu penyebab meningkatkan penyebaran virus. Hal ini bisa terjadi karena setiap mahasiswa harus menyentuh daftar kehadiran secara bergantian. Berdasarkan uraian masalah di atas, proses perancangan suatu aplikasi pencatatan kehadiran berbasis *computer vision* dengan metode pengenalan wajah (*face recognition*) dirasa bisa menjadi salah satu alternatif dalam memecahkan masalah tersebut. Perancangan sistem

akan dilakukan menggunakan algoritma *Multi-task Cascaded Convolutional Neural Network* serta model Vggface2 dengan mengaplikasikan *library* Pytorch. Hal tersebut digunakan untuk memperdalam pengetahuan mengenai *deep learning* pada sistem deteksi secara *realtime* dan akan diimplementasikan dengan bahasa pemrograman tingkat tinggi berbasis desktop.

METODE PENELITIAN

Sistem pencatatan kehadiran berbasis *computer vision* dengan metode pengenalan wajah (*face recognition*) dikembangkan menggunakan metode *waterfall* yang merupakan salah satu metode dari SDLC (*System Development Life Cycle*). Metode *waterfall* ini terdiri dari beberapa alur proses yang sistematis dan terstruktur. Beberapa proses pada metode *waterfall* secara berurutan adalah *System/ Information Engineering and Modelling, Software Requirements Analysis, Design, Coding (Implementation), Testing/ Verification, dan Maintenance*. Alur metode *waterfall* dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Metode *Waterfall*

Requirements

Pada tahap ini dilakukan analisis kebutuhan dan pengumpulan data

dengan mengambil citra menggunakan kamera *webcam*.

Design

Perancangan sistem aplikasi dan perancangan *interface* aplikasi dibuat pada tahap ini. Rancangan sistem aplikasi ditampilkan dalam bentuk *flowchart*. Rancangan sistem aplikasi digunakan untuk membuat kelas-kelas program secara terpisah. Sedangkan rancangan *interface* digunakan untuk aplikasi utama (penggabungan kelas-kelas program).

Implementation and unit testing

Pengimplementasian perancangan aplikasi ke dalam kode-kode program menggunakan perangkat lunak opencv dilakukan pada tahap ini. Setelah implementasi ke dalam kode-kode, Langkah selanjutnya adalah dilakukannya pengujian untuk menemukan kesalahan-kesalahan.

Integration and system testing

Pada tahap ini dilakukan penyatuan unit-unit program kemudian diuji secara keseluruhan untuk memastikan bahwa tidak ada lagi kesalahan-kesalahan yang masih terjadi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

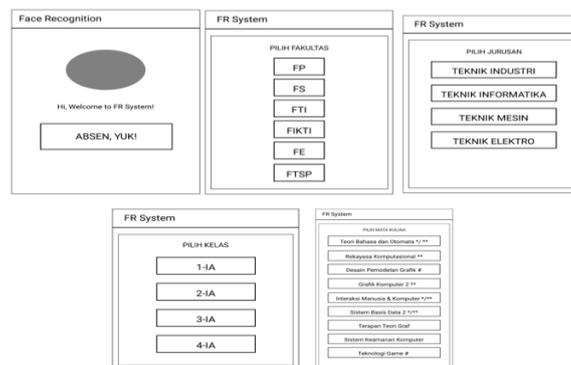
Aplikasi Sistem pencatatan kehadiran Mahasiswa merupakan aplikasi pengenalan wajah yang dirancang dan dibuat untuk dijadikan salah satu alternative pengganti sistem pencatatan kehadiran konvensional.

Sistem pencatatan kehadiran bersifat digital yang memanfaatkan teknologi *computer vision* serta teknologi biometrik di dalamnya.

Alur kerja aplikasi ini dimulai dari pembuatan *database* dan tabel data yang dibutuhkan untuk absensi, kemudian dilanjutkan dengan pengambilan data diri dan dataset citra wajah dari para mahasiswa melalui kamera *webcam* yang dalam pengambilan dataset ini sudah dibuat sedemikian rupa sehingga hasilnya sudah sesuai dengan standar gambar yang digunakan untuk pengenalan wajah. Dataset akan dibuat menjadi model yang akan digunakan untuk pembelajaran mesin dalam mengenali dan membedakan tiap wajah serta identitasnya. Terakhir adalah tahap pencatatan, dimana para mahasiswa harus mengarahkan wajahnya ke *webcam*, setelah terdeteksi sistem akan secara otomatis memasukkan data diri dan data waktu pembuatannya ke dalam *database*.

Perancangan Tampilan (Interface)

Rancangan tampilan dilakukan pada tahap awal pembuatan aplikasi. Hal ini guna memudahkan dalam mendapatkan gambaran dari tampilan aplikasi. Gambar 3 menampilkan rancangan tampilan dari aplikasi.



Gambar 2 Perancangan Interface

Perancangan Data Aplikasi

Data yang akan diproses oleh program merupakan citra wajah dan data identitas sebagai identitas pemilik wajah. Pengumpulan data identitas mahasiswa diawali dengan pembuatan database daftar kehadiran sesuai tingkatan kelas per jurusan dan terdiri dari tabel-tabel mata kuliah. Data mahasiswa yang dikumpulkan berupa data kelas, npm, dan nama yang diambil dari database mahasiswa yang tersimpan di dalam database kampus. Atribut tambahan seperti attendance, date, dan time akan di-update secara otomatis oleh sistem. Proses update dilakukan setelah tahap pengenalan wajah dilakukan. Data citra wajah diambil dari gambar yang dikirimkan masing-masing mahasiswa saat melakukan pendaftaran sebagai mahasiswa baru di salah satu Universitas di Depok, sehingga tiap

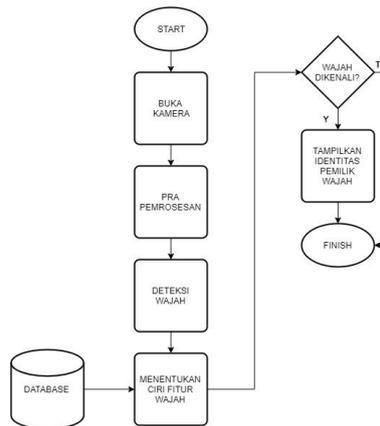
mahasiswa bisa memiliki lebih dari 1 data citra wajah.

Pelatihan Data Wajah

Pelatihan data wajah dilakukan langsung di tahap *training data* dengan menggunakan MTCNN dan vggface2. Pelatihan data wajah atau ekstraksi fitur wajah merupakan fungsi terpenting dalam metode pengenalan wajah. Ekstraksi fitur berfungsi untuk menemukan fitur ciri dari citra wajah. Wajah manusia memiliki ciri masing-masing, seperti jarak kedua mata, jarak mata ke hidung, bentuk geometri wajah, dan sebagainya. Berikut ini merupakan gambaran umum untuk mendapatkan ciri fitur tekstur wajah yang terdapat dalam tombol “*Training Data*”. Gambaran umum training data dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 Gambaran Umum *Training Data*



Gambar 4 Flowchart Pengenalan Wajah

Proses *training* data dilakukan dengan menggunakan sampel wajah yang sudah tersimpan dalam folder. Data wajah akan diekstraksi oleh program dengan cara mengambil seluruh sampel wajah dan sistem akan mulai melakukan pencarian ciri fitur dari setiap wajah. Hasil dari pencarian ciri fitur berupa data fitur yang memiliki berat dan grafik. Hasil grafik histogram berupa matriks yang akan disimpan ke dalam data.pt. Hanya data.pt yang Anda perlukan untuk dapat menjalankan model terlatih yang diberikan.

Pengenalan Wajah

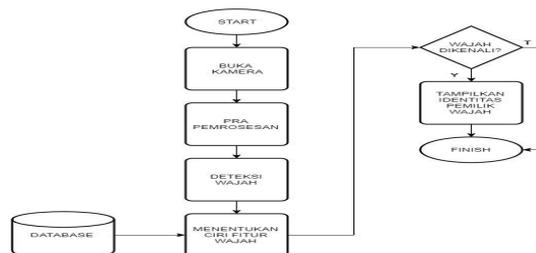
Pengujian berfungsi untuk menguji program apakah program sudah benar mengenali wajah yang telah terdaftar. Gambar 4 merupakan *flowchart* pengujian pengenalan wajah.

Proses pengenalan wajah dilakukan dengan membuka kamera *webcam*, kemudian memulai pra pemrosesan citra wajah yang terdapat

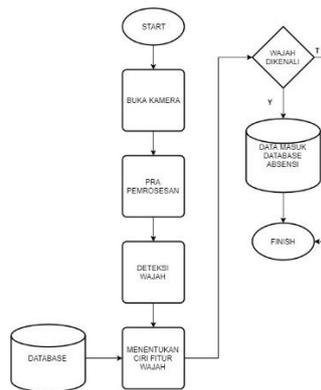
dalam kamera. Pra pemrosesan citra wajah dilakukan dengan cara melakukan pendeteksian terhadap wajah secara *realtime*. Program mulai melakukan pencarian fitur tekstur wajah yang didapat dari *webcam* dengan mencocokkan dengan basis data sampel citra yang telah dilatih. Ketika ditemukan citra wajah yang cocok dan sudah terlatih, maka program akan menampilkan identitas pemilik wajah berupa identitas nama. Sedangkan citra wajah yang belum dilatih tidak akan menampilkan identitas apapun dan program otomatis selesai.

Perancangan Pencatatan Kehadiran Mahasiswa

Pencatatan dilakukan dengan memasukkan data *realtime* hasil pengenalan wajah ke dalam *database* absensi. Gambar 5 merupakan gambaran umum dari alur uji kehadiran mahasiswa:



Gambar 5 Flowchart Pengenalan Wajah



Gambar 6 Flowchart Pencatatan Kehadiran

Sistem pencatatan dilakukan dengan proses deteksi wajah yang dilakukan dengan mengaktifkan *webcam* untuk mengambil citra. Setelah citra didapatkan maka sistem otomatis akan mendeteksi dan mencocokkan dengan data citra yang sudah tersedia di dalam basis data. Ketika citra yang ditangkap cocok dengan data citra yang berada di basis data, maka sistem otomatis akan menampilkan identitas berupa nama. Ketika identitas citra sudah ditemukan, selanjutnya akan dicatat kehadirannya untuk citra dengan identitas yang telah tampil. Pada saat diuji, pencatatan kehadiran terdapat jam serta hari mahasiswa terdaftar masuk.

Implementation and unit testing

Preprocessing Citra

Data wajah diuji dengan algoritma yang diusulkan, dilakukan *preprocessing* yang merupakan tahap pertama dari setiap sistem pengenalan wajah. Teknik *preprocessing* baru telah diusulkan untuk aplikasi pengenalan wajah dalam kondisi pencahayaan yang tidak terkontrol dan sulit.

Multi-task Cascaded Convolutional Neural Network (MTCNN)

Multi-task Cascaded Convolutional Network

(MTCNN) sebagai pendeteksi wajah dalam program ini. MTCNN membuat 3layer CNN yaitu P-Net, R-Net, dan O-Net.

Ekstraksi Fitur

Ekstraksi Fitur merupakan langkah kunci dalam tugas identifikasi wajah. Ekstraksi dilakukan pada fitur komponen wajah seperti titik landmark (mata, hidung, mulut, dll) dan hubungan di antara keduanya. Aplikasi sistem pencatatan kehadiran mahasiswa menggunakan VGG-Net berjenis vggface2 berbasis InceptionResnetV1 yang berasal dari *library facenet_pytorch*.

Classification

Tahapan klasifikasi akan menentukan bagian mana saja pada setiap piksel yang memiliki pola wajah. Dalam penelitian ini digunakan sebanyak 44 sampel wajah. Di dalam proses klasifikasi ini, terdapat beberapa wajah yang menjadi objek untuk diklasifikasikan. Program akan menentukan mana wajah si A atau si B, dan seterusnya. Ketika tahap ini selesai hasilnya program akan mengenali tiap-tiap wajah.

Database

Database yang digunakan dalam penelitian ini adalah database SQLite3. Database berfungsi untuk menyimpan informasi identitas setiap mahasiswa. Pada database aplikasi ini, terdapat 10 tabel mata kuliah dan tiap table memiliki data yang harus diisikan sebanyak 7 atribut, yaitu ID, KELAS, NPM, NAMA, ATTENDANCE, DATE dan TIME. ID pada database memiliki sifat primary key dan autoincrement, sedangkan NPM memiliki sifat unik.

Pengujian dan Analisa

Pada pengujian aplikasi, citra yang dilatih sebanyak 44 citra wajah dengan pemilik wajah sebanyak 22 individu. Citra latih yang dimiliki tiap individu sekitar 2 citra dalam *database*.

Pengujian aplikasi dilakukan terhadap citra wajah asli, jarak, dan aksesoris yang digunakan, sedangkan analisa pengujian dilakukan dengan mencatat hasil pengujian ke dalam tabel dan memberikan pembahasan dari setiap kondisi pengujian.

Pengujian dilakukan dalam 1 tahap yaitu pengujian pengenalan wajah. Pengujian pengenalan wajah dilakukan dalam 4 kondisi. Diantaranya adalah kondisi citra wajah asli yang diambil menggunakan webcam, jarak wajah terhadap kamera, pengujian terhadap cahaya, dan pengujian terhadap aksesoris yang digunakan. Hasil pengujian dapat dilihat pada table 1, table 2, table 3, dan table 4.

Tabel 1.
Hasil Pengujian Pada Citra Wajah Asli

Nama Citra Wajah	Hasil Uji	Keterangan
Vista Sasmita	Vista Sasmita	Benar
Rangga Sasmita	Rangga Sasmita	Benar
Satiaka Sasmita	Satiaka Sasmita	Benar

Sumber: Data primer, 2021

Tabel 2.
Pengujian Terhadap Cahaya Normal

Citra Wajah	Akurasi (%)	FAR (%)	FRR (%)
Vista Sasmita	90	1,87	0
Rangga Sasmita	100	0	0
Satiaka Sasmita	100	0	0
Rata-rata	96,6	0,6	0

Pengujian yang dilakukan pada siang hari tepat setelah pengambilan data menghasilkan status pengujian benar dikenali. Pada tabel 1 terdapat 3 citra wajah yang diujikan terhadap citra wajah asli dari pengguna aplikasi. Dari hasil pengujian yang diujikan didapatkan hasil 3 citra yang sesuai dan tidak ada citra yang tidak sesuai. Akurasi persentase didapatkan sebesar 100%.

Tabel 2 menggambarkan hasil pengujian terhadap cahaya melalui *webcam* Akurasi terbaik pengenalan wajah sebesar 96,6%. Analisa pengujian pada nilai FAR sebesar 0,6% dan FRR sebesar 0%.

Pada pengujian jarak 20 cm didapatkan status keberhasilan pengenalan wajah tidak dikenali. Posisi jarak terlalu dekat, untuk itu dilakukan pengujian lain dengan jarak yang lebih

jauh yaitu sekitar 55 cm. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 3.
Pengujian Pada Jarak 20 Cm

Citra Wajah	Status
Vista Sasmita	Samar-samar
Rangga Sasmita	Tidak dikenali
Satiaka Sasmita	Samar-samar

Sumber: Data primer, 2021

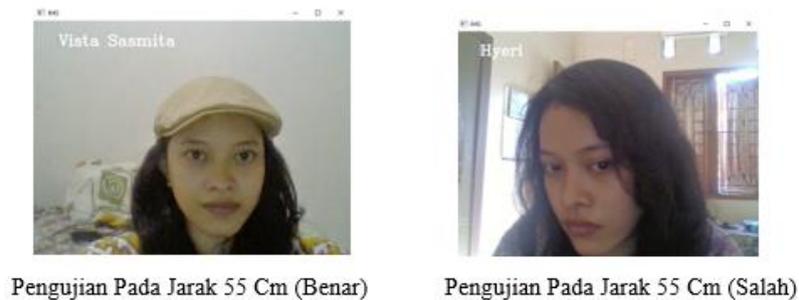
Tabel 4.
Pengujian Pada Jarak 55 Cm

Citra Wajah	Akurasi(%)	FAR(%)	FRR(%)
Vista Sasmita	100	0	0
Rangga Sasmita	90	1,87	0
Satiaka Sasmita	100	0	0
Rata-rata	96,6	0,6	0

Sumber: Data primer, 2021

Hasil pengujian pengenalan wajah terhadap jarak kamera dengan wajah individu sejauh 55 cm menghasilkan akurasi keberhasilan 96,6% dengan nilai FAR sebesar 0,6% dan nilai FRR sebesar 0%. Hasil pengujian dengan jarak 55 cm termasuk

jarak terbaik yang didapatkan dalam penelitian aplikasi ini. Contoh tampilan pengujian aplikasi dengan jarak 55 cm dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6 Pengujian dengan jarak 55 cm

Pada tahap pengumpulan dataset, wajah yang dilatih harus bebas dari aksesoris apapun, bertujuan agar wajah tidak tertutupi dan mudah diekstraksi oleh program aplikasi. Pengujian kali ini menggunakan pengujian pengenalan terhadap wajah yang menggunakan aksesoris. Aksesoris yang digunakan dalam pengujian ini adalah kacamata DIY dari kertas dengan jarak 55 cm.

Pengujian dengan jarak 55 cm tanpa aksesoris menghasilkan akurasi terbaik dalam pengenalan wajah, tetapi tidak menghasilkan akurasi terbaik saat wajah menggunakan aksesoris.

Pada tabel 6 menunjukkan hasil pengujian pengenalan wajah terhadap individu yang memakai aksesoris. Dari hasil pengujian diketahui bahwa metode *Multi-task Cascade Convolutional Neural Network (MTCNN)* memiliki

tingkat akurasi keberhasilan yang baik dalam mengenali wajah. Dari empat kali pengujian dapat ditentukan rata-rata hasil pengujian. Tabel pengujian yang dapat dianalisa adalah pengujian yang memiliki akurasi keberhasilan

pengenalan wajah yang tinggi. Analisa pengujian dari keempat kondisi pengujian pengenalan wajah dapat dilihat pada table 8.

Tabel 5.
Pengujian Menggunakan Aksesoris

Citra Wajah	Status
Vista Sasmita	Samar-samar
Rangga Sasmita	Tidak dikenali
Satiaka Sasmita	Samar-samar

Sumber: Data primer, 2021

Tabel 6.
Pengujian Pada Jarak 55 Cm Menggunakan Aksesoris

Citra Wajah	Akurasi (%)	FAR (%)	FRR (%)
Vista Sasmita	90	0	1.87
Rangga Sasmita	90	1.87	0
Satiaka Sasmita	100	0	0
Rata-rata	93,3	0,6	0,6

Sumber: Data primer, 2021

Tabel 8.
Analisa Pengujian Aplikasi

	Akurasi (%)	FAR (%)	FRR (%)
Pengujian 1	100	0	0
Pengujian 2	96,6	0,6	0
Pengujian 3	96,6	0,6	0
Pengujian 4	93,3	0,6	0,6
Rata-rata	96,6	0,45	0,2

Sumber: Data primer, 2021

Tabel 8 menampilkan hasil analisa pengujian yang dilakukan pada 4 kondisi yang memberikan hasil akurasi yang tidak jauh berbeda. Akurasi rata-rata sebesar 96,6% dengan nilai FAR dan FRR sebesar 0,45% dan 0,2%. Dari keempat kondisi tersebut menerangkan bahwa hasil citra wajah asli, pencahayaan, jarak dan penggunaan aksesoris dapat mempengaruhi kinerja atau proses pengenalan wajah pada aplikasi sistem kehadiran.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan uraian sebelumnya, aplikasi sistem pencatatan kehadiran mahasiswa berbasis pengenalan wajah dan metode *Multi-Task Cascaded Convolutional Neural Network* (MTCNN) telah berhasil dikembangkan dengan baik. Sistem terdiri dari beberapa bagian proses, yaitu (1) proses pengambilan citra wajah, dalam penelitian ini menggunakan 22 citra wajah yang total 44 *frame*. Setiap citra memiliki 2 *frame*. (2) Proses pelatihan

atau pembelajaran data dengan menggunakan *computer vision*, selanjutnya ekstraksi ciri bentuk dan ukuran serta menggunakan ResNet. (3) Proses pengenalan wajah yang telah dilatih pada program dan penentuan identitas pemilik wajah. Pengenalan wajah yang berhasil dilakukan kemudian akan diambil datanya dan dimasukkan kedalam *database* untuk proses menjadi data absensi. Berdasarkan analisis terhadap hasil pengujian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Metode *Multi-task Cascaded Convolutional Neural Network* (MTCNN) dapat mengimplementasikan data citra pengenalan wajah. Dalam proses analisis dengan metode MTCNN menggunakan proses *training data* dan dilanjut pembuatan model hingga didapatkan pemodelan yang baik dalam citra data latih dan data uji.
2. Hasil pengujian dari 4 kondisi memberikan hasil akurasi yang tidak jauh berbeda. Akurasi rata-rata sebesar 96,6% dengan nilai FAR dan FRR sebesar 0,45% dan 0,2%.
3. Hasil akurasi akan semakin baik saat cahaya tempat melakukan absensi normal, jarak antara mahasiswa dengan kamera minimal 55 cm, dan tidak menggunakan aksesoris.
4. Tingkat akurasi model yang didapatkan dari hasil pendeteksian klasifikasi citra aplikasi sistem absensi mahasiswa pada suatu citra digital menggunakan MTCNN berkisar 93% hingga 96%.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, pengembang dapat lebih memaksimalkan kinerja sistem dengan melakukan beberapa hal seperti berikut:

1. Penambahan dan perbaikan kualitas sample citra agar citra lebih mudah terbaca oleh program atau kualitas citra yang tidak blur dan terlihat jelas.
2. Penambahan jumlah step *training* sehingga menghasilkan akurasi yang lebih tinggi.
3. Mengembangkan aplikasi sistem pencatatan kehadiran dengan menggunakan MTCNN dan Pytorch yang menggunakan *interface* yang lebih *user friendly*.
4. Penggunaan spesifikasi perangkat yang lebih tinggi yaitu dengan menggunakan komputer yang dilengkapi *Random Access Memory* (RAM) yang tinggi dan menggunakan *Graphics Processing Unit* (GPU) untuk mempercepat proses *training*.
5. Pengembangan database agar bisa ditaruh di server.
6. Penambahan kondisi agar kehadiran tidak tercatat 2 kali pada program.

DAFTAR PUSTAKA

- Setiawan, Eko Budi, dan Bobi Kurniawan. (2015). Perancangan Sistem Absensi Kehadiran Perkuliahan Menggunakan *Radio Frequency Identification* (RFid). *Jurnal CoreIT*, 1(2), 44-49.
- Ahmad, Abu. (2017). Mengenal Artificial Intelligence, Machine Learning, Neural Network, dan Deep Learning. *Jurnal Teknologi Indonesia*.
- Jaya, Hendra, dkk. 2018. Kecerdasan Buatan. Sulawesi Selatan: Makkasar.
- Nasuha, Aris, Tri Arief Sardjono, dan Mauridhi Hery Purnomo. (2018). Pengenalan *Viseme* Dinamis Bahasa Indonesia Menggunakan *Convolutional Neural Network*. *JNTETI*, 7(3), 258-265.
- Zulkhaidi, Tengku Cut Al-Saidina, Eny Maria, dan Yulianto. (2019).

- Pengenalan Pola Bentuk Wajah dengan OpenCV. JURTI, 3(2), 181-185.
- Lestari, Jati, dan Grace Gata. (2011). *Webcam monitoring* ruangan menggunakan sensor gerak pir (*passive infra red*). BIT, 8(2), 1-11.
- Munir. (2004). *Pengolahan Citra*. Bandung: Informatika.
- McCarthy. (2007). *Artificial Intelligence*. Binus University.
- Pratama, Yovi, Merrylinteri Istoningtyas, dan Errissya Rasywir. (2019). Pengujian Algoritma (*Multi-task Cascaded Convolutional Neural Network*) Untuk Sistem Pengenalan Wajah. *Media Informatika Budidarma*, 3(3), 240-247.