



Implementasi Sistem Presensi Deteksi Wajah Menggunakan YOLOv5

Rajes Khana ¹, Aditya Eka Saputra ², Muhammad Sobirin³

^{1,2,3}Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta, 14350, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
<p>Received: July 01, 2024 Revised: July 31, 2024 Available online: August 02, 2024</p>	<p>Sistem presensi adalah proses pencatatan kehadiran penting dalam berbagai lingkungan, seperti perusahaan, perkantoran, dan sekolah. Saat ini, sistem presensi dapat dioptimalkan dengan teknologi deteksi wajah menggunakan metode YOLOv5. YOLOv5 adalah salah satu versi dari algoritma YOLO (You Only Look Once) v5 yang digunakan untuk mendeteksi dan mengenali objek dalam satu langkah (<i>single pass</i>). Model ini hanya melihat gambar sekali untuk memprediksi kotak pembatas dan kelas objek. Metode ini cepat dan efisien serta memiliki kinerja yang lebih baik dalam deteksi objek. Pada sistem presensi otomatis menggunakan metode YOLOv5 mampu mengatasi masalah kecurangan saat presensi, menyediakan pencatatan yang cepat dan akurat, serta memastikan data presensi yang aman. Penelitian ini mengimplementasikan sistem presensi otomatis dengan deteksi wajah menggunakan metode YOLOv5. Melalui pengujian, sistem ini berhasil mendeteksi wajah peserta dengan tingkat keberhasilan rata-rata sebesar 77.5% dengan pengujian 40 data peserta. Namun, masih terdapat beberapa wajah yang tidak terdeteksi, sekitar 22.5% hingga 30%, karena beberapa faktor seperti posisi kepala yang terlalu miring, cahaya ruangan yang kurang optimal, dan kualitas citra dataset yang digunakan dalam pelatihan model. Sistem yang dirancang telah diimplementasikan dan diintegrasikan ke dalam GUI aplikasi sistem presensi menggunakan QT Designer. Setelah melalui proses pengujian, hasil dari program aplikasi sistem menunjukkan bahwa sistem telah berhasil dalam melakukan deteksi dan pengenalan wajah, presensi masuk dan keluar serta penyimpanan hasil presensi pada file Attendance.csv dengan performa yang baik.</p> <p>Kata kunci: Sistem presensi, metode YOLOv5, deteksi wajah, data presensi, QT Designer.</p>
CORRESPONDENCE	ABSTRACT
<p>E-mail : ¹rajes.khana@uta45jakarta.ac.id</p>	<p><i>The presence system is the process of recording attendance, which is essential in various settings such as companies, offices, and schools. Today, presence systems can be optimized with facial detection technology using the YOLOv5 method. YOLOv5 is a version of the YOLO (You Only Look Once) algorithm used to detect and recognize objects in a single pass. The model only looks at the image once to predict bounding boxes and object classes. This method is fast and efficient, offering better performance in object detection. In an automated presence system, using the YOLOv5 method can address issues of presence fraud, provide quick and accurate record-keeping, and ensure secure attendance data. This research implements an automated presence system with facial detection using the YOLOv5 method. Through testing, this system successfully detected participants' faces with an average success rate of 77.5% across tests with 40 participants. However, some faces, about 22.5% to 30%, were not detected due to factors such as overly tilted head positions, suboptimal room lighting, and the quality of the image dataset used in training the model. The designed system has been implemented and integrated into the GUI of the presence system application using QT Designer. After the testing process, the results from the application system show that the system successfully performs face detection and recognition, checks in and out presence, and stores the presence results in an Attendance.csv file with good performance.</i></p> <p><i>Keywords: Presence system, YOLOv5 method, face detection, presence data, QT Designer.</i></p>

I. PENDAHULUAN

Sistem presensi merupakan proses pencatatan kehadiran yang dilakukan, sedangkan presensi adalah suatu kegiatan pengumpulan data guna mengetahui jumlah kehadiran, jam masuk, maupun jam pulang setiap pekerja atau pelajar. Sistem presensi ini digunakan baik perusahaan, perkantoran, maupun dalam lingkup sekolah atau pendidikan [1].

Sistem presensi dapat dikembangkan dengan memanfaatkan karakteristik bagian tubuh manusia seperti jari dan wajah. Wajah merupakan salah satu bagian tubuh manusia yang memiliki keunikan. Setiap orang di dunia ini memiliki kontur wajah berbeda. Oleh sebab itu, wajah digunakan oleh semua orang untuk menjadi identitas dirinya

agar dapat dikenali oleh orang lain. Wajah digunakan sebagai elemen yang dapat diidentifikasi oleh komputer. Pendeteksian dan pengenalan wajah merupakan teknik yang digunakan untuk mengenali wajah melalui proses komputer [1].

Sistem presensi otomatis merupakan solusi yang tepat untuk memudahkan proses presensi. Dengan sistem presensi otomatis, proses presensi dapat dilakukan secara cepat, akurat dan efisien. Serta sistem presensi otomatis dapat menyimpan data presensi dengan mudah dan aman.

Salah satu metode yang bisa diterapkan dalam merancang sistem presensi otomatis menggunakan metode YOLOv5. YOLOv5 adalah pendekatan dalam *deep learning* yang memiliki kemampuan untuk deteksi objek dengan

cepat dan akurat dalam gambar atau video. Dalam hal presensi, metode YOLOv5 dimanfaatkan untuk mengidentifikasi wajah individu yang hadir sesuai jadwal yang telah ditetapkan.

Dengan menerapkan sistem presensi otomatis berdasarkan metode YOLOv5, risiko manipulasi dalam proses presensi dapat diminimalisir. Sistem presensi otomatis mampu menjamin bahwa hanya individu yang benar – benar hadir yang terdeteksi dan tercatat dalam catatan kehadiran. Selain itu, sistem ini dapat mengurangi durasi waktu yang dibutuhkan untuk proses presensi, sekaligus menyajikan data kehadiran yang akurat dan mudah diakses.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Deteksi Wajah

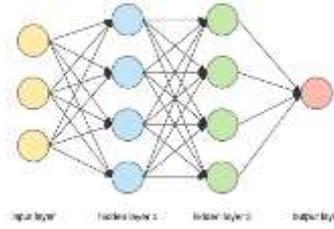
Deteksi wajah merupakan fitur umum yang terdapat dalam banyak sistem dan aplikasi komputer untuk mengidentifikasi wajah. Teknologi ini melibatkan penggunaan algoritma khusus yang didesain untuk mengenali wajah. Dalam konteks pengenalan wajah, deteksi wajah bertindak sebagai tahap awal dalam pengolahan data untuk mengidentifikasi individu berdasarkan wajah mereka. Tujuannya adalah untuk menentukan posisi dan lokasi bagian wajah dalam gambar yang diinputkan. Kualitas dari deteksi wajah ini memiliki dampak signifikan terhadap kinerja dan efektivitas keseluruhan sistem pengenalan wajah [2].

B. Pengenalan Wajah

Pengenalan wajah adalah salah satu metode untuk mengidentifikasi individu, seperti halnya metode biometrik lain seperti pengenalan sidik jari atau tanda tangan. Pengenalan citra wajah melibatkan proses deteksi dan identifikasi individu berdasarkan ciri unik yang terdapat pada wajah mereka. Akan tetapi, perlu diingat bahwa citra wajah berkaitan dengan objek yang selalu mengalami perubahan, karena faktor seperti ekspresi wajah, pencahayaan yang berbeda, sudut pengambilan gambar yang bervariasi atau perubahan dalam aksesoris wajah bisa mempengaruhi tampilan wajah seseorang. Dalam konteks ini, pengenalan citra wajah perlu memiliki kemampuan untuk mengenali bahwa objek yang sama bisa muncul dalam berbagai variasi sebagai satu objek sama [3]. Pada dasarnya, pengenalan wajah di komputer personal melibatkan langkah di mana gambar wajah dari sebuah gambar dibandingkan dengan wajah – wajah yang telah disimpan dalam basis data sistem [4].

C. Deep Learning

Deep learning adalah cabang dari machine learning yang memanfaatkan jaringan saraf tiruan yang dalam (deep neural network) untuk memecahkan masalah dalam domain machine learning. Deep learning terkadang juga dikenal sebagai deep structured learning atau hierarchical learning. Bentuk diagram network model deep learning dapat dilihat seperti Gambar 1. Harap diperhatikan bahwa pada gambar tersebut, hanya ditampilkan 2 lapisan tersembunyi (hidden layer), sedangkan dalam kenyataannya jumlah lapisan tersembunyi bisa sangat banyak [1].



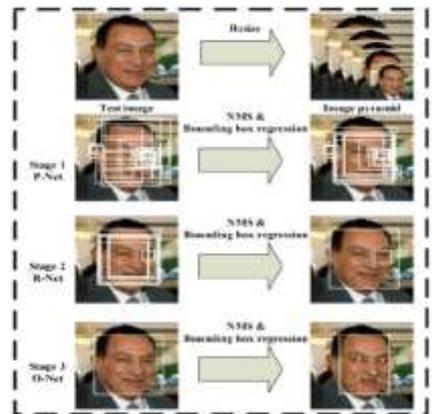
Gambar 1 Diagram Network Deep Learning

D. YOLOv5

YOLOv5 (You Only Look version 5) merupakan sebuah algoritma deteksi objek yang dirancang oleh Glenn Jocher pada tahun 2020. YOLOv5 merupakan versi terbaru dalam deretan YOLO yang menggunakan teknologi deep learning untuk mengenali objek dalam gambar dan video secara cepat dan akurat. Ketika mengidentifikasi objek, algoritma ini menggambar kotak pembatas (bounding box) di sekitar objek. Tingkat akurasi algoritma tercermin dalam nilai confidence score, dimana semakin tinggi nilai tersebut, prediksi semakin tepat. Untuk setiap bounding box yang dihasilkan untuk setiap objek yang terdeteksi, beberapa parameter penting meliputi koordinat x, y, lebar (w), tinggi (h) dan nilai confidence score. Koordinat x & y menunjukkan letak bounding box, sementara w & h mewakili dimensi lebar & tinggi dari kotak tersebut. Confidence score mencerminkan seberapa akurat objek telah diidentifikasi [5].

E. MTCNN (Multi-task Cascaded Convolutional Neural Network)

Multi-Task Cascaded Neural Networks (MTCNN) adalah jaringan saraf yang digunakan untuk mendeteksi wajah dan titik landmark wajah pada gambar. MTCNN diperkenalkan oleh Zhang et al pada tahun 2016. MTCNN mewakili sebuah algoritma yang terdiri dari 3 jaringan saraf konvolusional meliputi: P-Net, R-Net dan O-Net. Ketiga jaringan ini berfungsi untuk mengidentifikasi kotak pembatas (bounding box) pada wajah dan juga mengenali 5 titik landmark pada wajah dalam sebuah gambar. Secara bertahap, setiap jaringan saraf meningkatkan hasil pendeteksian dengan menjalankan input melalui convolutional neural network (CNN), diikuti oleh teknik Non-Maximum Suppression (NMS), yang merupakan metode untuk mengurangi jumlah bounding box yang tumpang tindih.



Gambar 2 Alur Deteksi Wajah MTCNN

F. OpenCV

OpenCV (*Open Source Computer Vision Library*) adalah perangkat lunak pustaka yang diciptakan untuk mengolah citra dinamis secara *real-time*. Pertama kali dikembangkan oleh Intel, saat ini proyek ini mendapat dukungan dari Willow Garage dan Itseez. Modul pustaka OpenCV ini dikembangkan dengan struktur yang sangat kuat dan fleksibel untuk menangani berbagai masalah terkait *computer vision* yang sudah memiliki solusi, seperti pemotongan citra, peningkatan kualitas gambar melalui penyesuaian kecerahan, ketajaman, kontras, deteksi bentuk, segmentasi gambar, deteksi objek bergerak, pengenalan objek dan lain sebagainya [6].

G. Google Colab

Google colab adalah layanan cloud yang berbasis pada Jupyter Notebook dan memiliki sejumlah kegunaan, termasuk dalam konteks *Machine Learning*. Colab memberikan akses ke *runtime* yang dapat diatur sesuai kebutuhan, yang mencakup Python 2 dan Python 3, yang sudah dikonfigurasi dengan berbagai *library machine learning* seperti Tensorflow, Matplotlib, OpenCV dan Keras. Walaupun memiliki *Virtual Machine* (VM) dengan waktu aktif, VM tersebut memiliki batasan waktu jika tidak digunakan dalam jangka waktu tertentu, semua data yang ada di dalamnya akan hilang ketika VM menjadi nonaktif. Colab juga memungkinkan pengguna untuk menghubungkan dan bekerja dengan berkas yang tersimpan di Google Drive pengguna [7].



Gambar 3 Google Colaboratory

H. Webcam

Webcam, yang juga disebut sebagai “*web camera*”, merupakan sebuah perangkat keras dalam bentuk kamera digital yang terhubung dengan laptop atau komputer. Fungsi dari webcam sama dengan kamera digital lainnya, yaitu mengambil gambar dan merekam video. Akan tetapi, yang membedakan webcam adalah kemampuannya untuk merekam dan mengambil gambar secara langsung (*live*). Dengan perangkat lunak tertentu, webcam juga dapat mengirimkan video secara *real-time* melalui internet. Berbeda dengan kamera digital dan perekam video, webcam tidak memiliki kapasitas penyimpanan internal. Sebaliknya webcam selalu terhubung dengan komputer dan bergantung pada penyimpanan komputer untuk menyimpan gambar dan video yang telah diambil [8].



Gambar 4 Webcam

I. Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino Uno merupakan salah satu variasi mikrokontroler yang diproduksi oleh perusahaan Arduino, sebuah perusahaan asal Italia serta bergerak dibidang pengembangan mikrokontroler. Arduino Uno adalah papan mikrokontroler yang menggunakan inti dari ATmega 328. Papan Arduino Uno ini memiliki 14 pin input atau output, termasuk 6 pin yang mendukung output PWM, 6 input analog, osilator kristal 16 MHz, port USB, *jack power*, kepala ICSP dan tombol reset. Mikrokontroler Arduino ini mampu dihubungkan ke komputer melalui USB [9].



Gambar 5 Arduino Uno

J. Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah software *open source* yang dikembangkan oleh Arduino untuk membuat program Arduino. Fungsinya mencakup sebagai pengolah teks untuk pembuatan, penyuntingan dan validasi kode program. Selain itu, Arduino IDE juga memungkinkan untuk mengunggah kode program ke *board* Arduino yang sesuai. Kode program yang digunakan dalam konteks Arduino dikenal sebagai “*sketch*” Arduino atau *source code* Arduino, dengan ekstensi file *source code.ino* [10].

Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman JAVA untuk fungsionalitasnya. Disamping itu, Arduino IDE juga menyertakan *library* dalam bahasa C atau C++, yang digunakan untuk merancang perintah input dan menjalankan output [11].

K. QT Designer

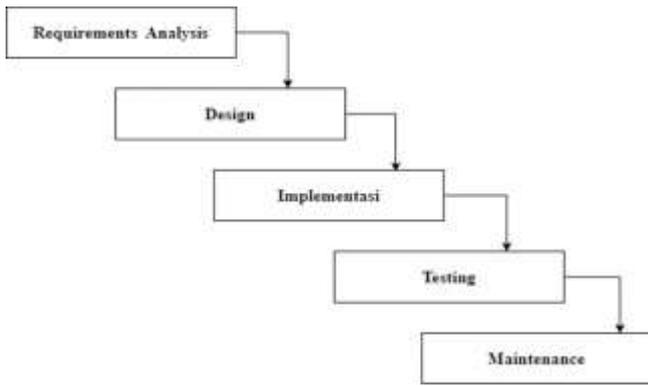
QT *Designer* adalah alat yang digunakan untuk merancang dan membangun antarmuka (*interface*) pengguna (*Graphical User Interfaces*) menggunakan QT *Components*. QT *Designer* memungkinkan pembuatan aplikasi desktop secara visual [12].



Gambar 6 Dashboard QT Designer

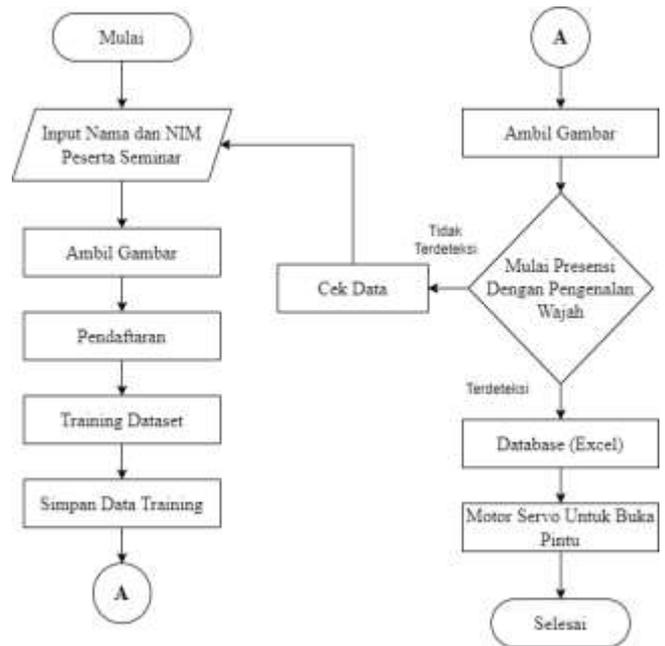
L. Motor Servo

Motor servo merupakan suatu komponen atau aktuator motor putar yang dirancang dengan sistem kendali umpan balik tertutup (*closed-loop*), yang memungkinkan pengaturan dan pengendalian posisi sudut keluaran motor. Motor servo terdiri dari beberapa komponen, termasuk motor DC, susunan *gear ratio*, pengendali servo dan potensiometer [13].



Gambar 10 Model Waterfall

Pada Gambar 10 dijelaskan bahwa adanya analisis kasus saat membangun aplikasi sistem presensi dengan pengenalan wajah. Desain sistem presensi dirancang menggunakan Qt Designer serta pembuatan kode program. Pengujian hasil sistem presensi dengan metode YOLOv5 yang sudah dirancang. Pemeliharaan pada aplikasi sistem presensi jika terdapat kendala.

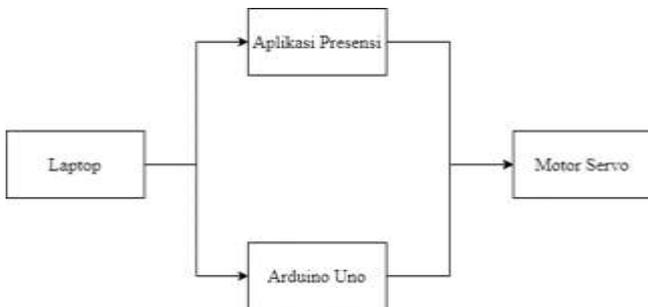


Gambar 12 Flowchart Sistem Presensi Pengenalan Wajah

Pada Gambar 12 dijelaskan langkah – langkah sistem presensi yaitu dimulai dengan memasukkan data berupa nama, nim dan pengambilan gambar wajah peserta seminar. Proses ini dilakukan oleh admin menggunakan webcam. Kemudian, dilakukan pendaftaran peserta seminar yang diikuti oleh tahap *training dataset* menggunakan metode YOLOv5. Setelah itu, data pelatihan (*training*) disimpan. Selanjutnya, peserta seminar memulai proses presensi dengan pengenalan wajah melalui webcam. Jika presensi berhasil terdeteksi, informasi presensi akan disimpan kedalam database (Excel) dan motor servo akan mengaktifkan pintu secara otomatis. Namun, jika proses presensi tidak terdeteksi, admin akan melakukan pemeriksaan data dan menginput kembali data berupa nama, nim, serta mengambil gambar wajah peserta seminar.

D. Desain Diagram Blok Rangkaian

Dalam Desain Diagram Blok Rangkaian akan dijelaskan relasi antara software dengan hardware.



Gambar 11 Desain Diagram Blok Rangkaian

Konsep membutuhkan laptop ataupun komputer yang terhubung dengan aplikasi presensi dan arduino uno yang diprogram guna menghidupkan dan mematikan motor servo secara otomatis berdasarkan hasil presensi. Motor servo sebagai outputnya.

E. Flowchart Sistem Presensi Pengenalan Wajah

F. Desain Rancangan Aplikasi Presensi



Gambar 13 Desain From Login Sistem Presensi

Pada Gambar 13 merupakan desain halaman awal untuk login yang dilakukan oleh admin.

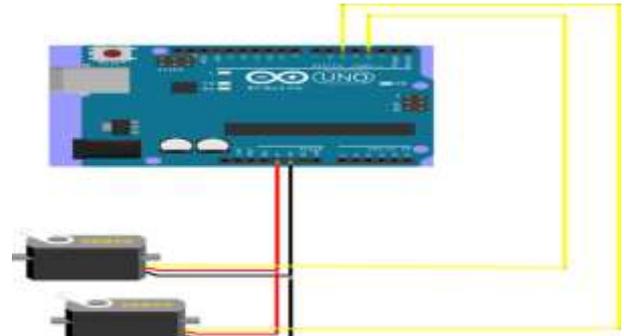


Gambar 14 Desain Halaman Utama Aplikasi Sistem Presensi

Pada Gambar 14 menunjukkan desain antarmuka (*interface*) halaman awal dari aplikasi untuk sistem presensi yang telah disusun oleh penulis. Tampilan ini memuat sejumlah tombol, di mana masing – masing tombol memiliki fungsi yang berbeda, seperti:

- a. Bagian Menu Utama
 1. Tombol start camera untuk menghidupkan kamera.
 2. Tombol stop camera untuk mematikan kamera.
 3. Tombol keluar untuk keluar dari aplikasi.
- b. Bagian Registrasi Peserta
 1. Tombol ambil gambar untuk mengambil gambar wajah peserta setelah menginput data Nama dan NIM.
 2. Tombol select image untuk memilih file gambar wajah peserta dari direktori setelah menginput Nama dan NIM.
 3. Tombol pendaftaran untuk mendaftarkan peserta setelah mengisi data Nama, NIM serta melampirkan gambar wajah peserta.
 4. Tombol training untuk melatih semua data peserta yang telah didaftarkan dengan metode yang digunakan.
 5. Tombol hapus untuk menghapus gambar, Nama dan NIM dari aplikasi.
 6. Keterangan registrasi untuk menampilkan informasi proses pendaftaran peserta.
- c. Bagian Presensi Peserta
 1. Tombol ambil gambar untuk mengambil gambar wajah peserta untuk keperluan presensi.
 2. Tombol absen masuk untuk presensi masuk atau kehadiran peserta, secara otomatis merekam data kehadiran ke dalam lembar Excel.
 3. Tombol absen keluar untuk presensi keluar peserta dan otomatis merekam data kehadiran keluar ke dalam lembar Excel.
 4. Tombol hapus untuk menghapus gambar yang terkait dengan daftar presensi peserta dalam aplikasi.

G. Diagram Rangkaian



Gambar 15 Diagram Rangkaian Kontrol Motor Servo

Pada Gambar 15 menjelaskan penggunaan Arduino Uno dan motor servo. Dalam gambar ini, pin – pin D3, D5, 5V dan GND pada Arduino Uno terhubung dengan motor servo. Dalam proses pengkodean program, komponen ini akan diintegrasikan dengan database yang telah dirancang oleh penulis. Dengan demikian, ketika ada pengguna yang berhasil melakukan presensi, mikrokontroler akan memberikan perintah kepada motor servo untuk mengaktifkan atau menonaktifkan, sehingga pintu dapat membuka dan menutup secara otomatis.

IV. ANALISA DAN HASIL PEMBAHASAN

Pada Analisa dan Hasil Penelitian ini ditampilkan hasil pengujian dari sistem presensi hingga tampilan *Interface* aplikasi presensi.

1. Pengujian Program MTCNN Deteksi.

Dalam pengujian dan menjalankan program MTCNN deteksi ini dilakukan melalui Google Colab.



Gambar 16 Pengujian Program MTCNN Deteksi

Pada Gambar 17 menampilkan hasil pengujian dari program deteksi menggunakan MTCNN. Dalam pengujian ini, program berhasil mendeteksi wajah seseorang dengan tingkat keyakinan (*confidence*) rata – rata 0,99%. Hasil ini dihasilkan melalui pengujian gambar menggunakan program MTCNN yang dilaksanakan melalui platform Google Colab.



Gambar 17 Hasil Pengujian Program MTCNN Deteksi

2. Pengujian Tingkat Akurasi Deteksi Wajah dan Pengenalan Wajah.

Dalam pengujian tingkat akurasi deteksi dan pengenalan wajah melalui antarmuka aplikasi GUI serta model pelatihan yang dihasilkan, fokus utamanya adalah untuk mengukur sejauh mana ketepatan deteksi dan pengenalan wajah. Dalam tahap pengujian ini, menggunakan hasil pengambilan gambar, tujuannya untuk mengetahui tingkat akurasi deteksi dan pengenalan wajah. Dalam langkah pengujian ini, ketika gambar wajah yang telah diambil mampu mengidentifikasi wajah, sistem akan menunjukkan tanda berupa kotak yang melingkari wajah, disertai informasi seperti Nama dan NIM yang tepat dibagian wajah. Selain itu, informasi tersebut juga diberikan dengan tingkat keyakinan (*confidence*) yang disertakan. Pengujian tingkat akurasi deteksi dan pengenalan wajah meliputi:

a. Pengujian Pertama

Dalam pengujian pertama ini, menggunakan 10 data peserta yang telah dilatih (*training*), bertujuan untuk mengukur sejauh mana tingkat akurasi deteksi dan pengenalan wajah yang dapat tercapai. Hasil dai pengujian pertama ini terdapat dalam Tabel 1.

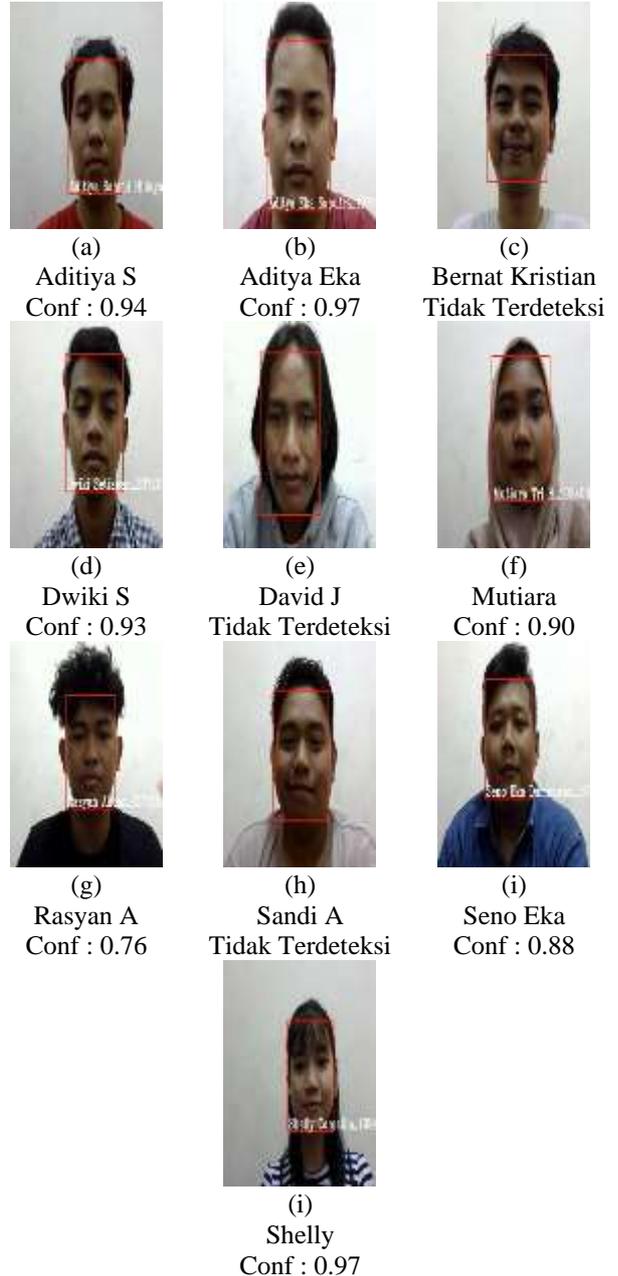
Tabel 1 Hasil Pengujian Pertama

No	Nama Peserta	Terdeteksi			Tidak Terdeteksi		
		Keterangan	Conf (%)	Waktu Deteksi (Detik)	Keterangan	Conf (%)	Waktu Deteksi (Detik)
1.	Aditiya Sahrul	Aditiya Sahrul	0.94	01.53			
2.	Aditya Eka	Aditya Eka	0.97	02.72			
3.	Bernat Kristian				Dwiki S	0.56	01.43
4.	David J				Aditiya Sahrul	0.30	01.44
5.	Dwiki S	Dwiki S	0.93	02.07			
6.	Mutiara	Mutiara	0.90	01.57			
7.	Rasyan A	Rasyan A	0.76	01.25			
8.	Sandy A				Seno Eka	0.38	01.32
9.	Seno Eka	Seno Eka	0.88	01.59			
10.	Shelly C	Shelly C	0.97	02.57			
Rata - Rata			0.91	01.90		0.41	01.40

Berdasarkan hasil pengujian yang tercatat dalam Tabel 1, maka validitas pengujian deteksi dan pengenalan wajah menggunakan 10 data peserta dapat dihitung sebagaimana yang dijelaskan berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Hasil} &= \frac{\text{Jumlah wajah berhasil terdeteksi}}{\text{Jumlah data peserta pengujian}} \times 100\% \\
 \text{Hasil} &= \frac{7}{10} \times 100\% = 70\%
 \end{aligned}$$

Hasil pengujian dengan menggunakan 10 data peserta menunjukkan bahwa terdapat tingkat akurasi deteksi dan pengenalan wajah peserta sebesar 70%, dengan rata – rata akurasi 0.91% dan waktu deteksi rata – rata 1.90 detik. Sementara itu, 30% dari deteksi dan pengenalan wajah peserta tidak berhasil, dengan rata – rata akurasi 0.41% dan rata – rata waktu deteksi 1.40 detik. Beberapa contoh gambar peserta yang terdeteksi dan tidak berhasil terdeteksi oleh sistem dalam pengujian pertama ini dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18 Contoh Hasil Pengujian Pertama a - i

b. Pengujian kedua

Dalam pengujian kedua ini, menggunakan 20 data peserta yang telah mengalami pelatihan (*training*). Berikut adalah hasil dari pengujian kedua yang terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Kedua

No	Nama Peserta	Terdeteksi			Tidak Terdeteksi		
		Keterangan	Conf (%)	Waktu Deteksi (Detik)	Keterangan	Conf (%)	Waktu Deteksi (Detik)
1.	Aditiya Sahrul	Aditiya Sahrul	0.96	01.85			
2.	Aditya Eka	Aditya Eka	0.92	01.38			
3.	Akmal Awali	Akmal Awali	0.96	02.51			
4.	Aldy Surya	Aldy Surya	0.93	01.69			
5.	Arief H	Arief H	0.75	01.79			
6.	Bernat Kristian				Bernat Kristian	0.42	01.66
7.	Bintang	Bintang	0.97	02.13			
8.	David J				Rizal Ego	0.41	01.48
9.	Donisius	Donisius	0.96	02.83			
10.	Dwiki S	Dwiki S	0.96	01.44			
11.	Faris F				Arief H	0.43	02.40
12.	M. Rafli	M. Rafli	0.95	01.28			
13.	Mutiara	Mutiara	0.84	01.60			
14.	Novan S	Novan S	0.86	02.69			
15.	Pramana	Pramana	0.94	02.44			
16.	Rasyan A				Rasyan A	0.47	02.38
17.	Rizal E	Rizal E	0.95	02.88			
18.	Sandi A				Sandi A	0.42	02.03
19.	Seno Eka				Seno Eka	0.45	02.32
20.	Shelly C	Shelly C	0.86	01.34			
Rata - Rata			0.92	01.99		0.43	2.05

Mengacu pada hasil pengujian yang tercatat dalam Tabel 2, validitas pengujian deteksi dan pengenalan wajah menggunakan 20 data peserta dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Hasil} = \frac{\text{Jumlah wajah berhasil terdeteksi}}{\text{Jumlah data peserta pengujian}} \times 100\%$$

$$\text{Hasil} = \frac{14}{20} \times 100\% = 70\%$$

Hasil pengujian menggunakan 20 data peserta menunjukkan bahwa terdapat tingkat akurasi deteksi dan pengenalan wajah peserta sebesar 70%, dengan rata – rata akurasi 0.92% dan waktu deteksi rata – rata 1.99 detik. Sementara itu, 30% dari deteksi dan pengenalan wajah peserta tidak berhasil terdeteksi, dengan rata – rata akurasi 0.43% dan rata – rata waktu deteksi 2.05 detik. Beberapa contoh gambar peserta yang berhasil terdeteksi dan tidak berhasil terdeteksi oleh sistem dalam pengujian kedua ini dapat dilihat dalam Gambar 19.



(a) Rizal E Conf : 0.95
 (b) Novan S Conf : 0.86
 (c) Faris F Tidak Terdeteksi



(d) Pramana Conf : 0.94
 (e) Bintang Conf : 0.97
 (f) Aldy Surya Conf : 0.93

Gambar 19 Contoh Hasil Pengujian Kedua a - f

c. Pengujian ketiga

Pengujian selanjutnya yaitu pengujian ketiga, menggunakan 30 data peserta yang telah dilatih (*training*). Hasil dari pengujian ketiga terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengujian Ketiga

No	Nama Peserta	Terdeteksi			Tidak Terdeteksi		
		Keterangan	Conf (%)	Waktu Deteksi (Detik)	Keterangan	Conf (%)	Waktu Deteksi (Detik)
1.	Aditiya Sahrul	Aditiya Sahrul	0.95	01.25			
2.	Aditya Eka	Aditya Eka	0.94	01.22			
3.	Akmal A	Akmal A	0.80	01.51			
4.	Aldy Surya	Aldy Surya	0.93	01.51			
5.	Alwi H	Alwi H	0.83	01.28			
6.	Angga D				Angga D	0.47	01.41
7.	Arief H	Arief H	0.78	01.53			
8.	Bernat Kristian				Bernat Kristian	0.48	01.23
9.	Bintang	Bintang	0.97	01.25			
10.	David J				Aditiya Sahrul	0.16	01.41
11.	Donisius	Donisius	0.85	01.41			
12.	Dwiki S	Dwiki S	0.95	01.32			
13.	Faris F	Faris F	0.94	01.31			
14.	Fathan M	Fathan M	0.94	02.61			
15.	Gerry L	Gerry L	0.92	01.40			
16.	Hansen T				Akmal A	0.60	01.22
17.	Kevin Y	Kevin Y	0.80	01.51			
18.	Maulana	Maulana	0.97	01.28			
19.	Melani A	Melani A	0.95	01.13			
20.	M. Rafli				M. Rafli	0.23	01.59
21.	M. Ariqoh	M. Ariqoh	0.96	01.25			
22.	Mutiara				Mutiara	0.69	01.45
23.	Novan S				Novan S	0.40	01.17
24.	Nur Satria	Nur Satria	0.81	01.44			
25.	Pramana	Pramana	0.93	01.26			
26.	Rasyan A	Rasyan A	0.91	01.28			
27.	Rizal E	Rizal E	0.80	01.66			
28.	Sandi A				Sandi A	0.47	01.25
29.	Seno Eka	Seno Eka	0.86	01.36			
30.	Shelly C	Shelly C	0.96	01.38			
Rata - Rata			0.90	01.42		0.44	01.34

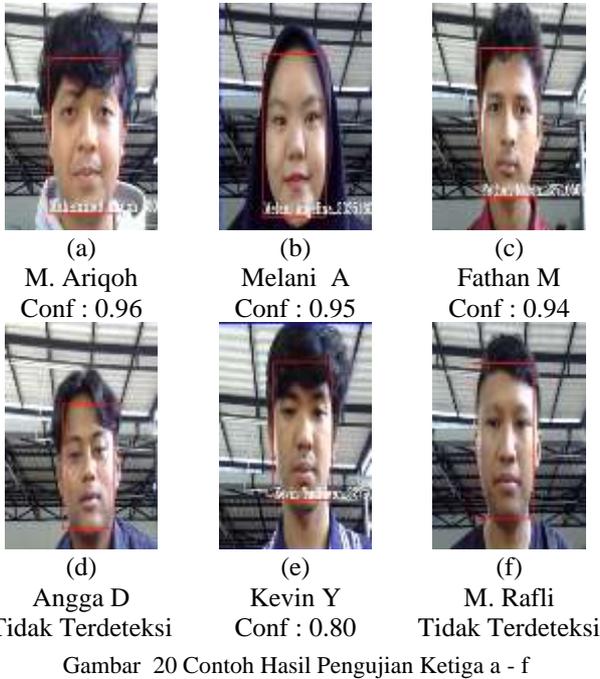
Dengan mengacu pada hasil pengujian yang dicatat dalam Tabel 3, validitas pengujian tingkat akurasi deteksi dan pengenalan wajah menggunakan 30 data peserta dapat dihitung sebagaimana yang dijelaskan dalam perhitungan berikut:

$$\text{Hasil} = \frac{\text{Jumlah wajah berhasil terdeteksi}}{\text{Jumlah data peserta pengujian}} \times 100\%$$

$$\text{Hasil} = \frac{22}{30} \times 100\% = 73.33\%$$

Hasil pengujian menggunakan 30 data peserta menunjukkan bahwa tingkat akurasi deteksi dan pengenalan wajah beserta sebesar 73.33%, dengan rata –

rata akurasi 0.90% dan waktu deteksi rata – rata 1.42 detik. Pada sisi lain, terdapat 26.67% dari deteksi dan pengenalan wajah peserta yang tidak berhasil terdeteksi, dengan rata – rata akurasi 0.44% dan rata – rata waktu deteksi 1.34 detik. Beberapa contoh gambar peserta yang berhasil terdeteksi dan tidak berhasil terdeteksi oleh sistem dalam pengujian ketiga ini dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20 Contoh Hasil Pengujian Ketiga a - f

d. Pengujian keempat

Dalam pengujian terakhir yaitu pengujian keempat, menggunakan 40 data peserta yang telah mengalami pelatihan (*training*). Hasil dari pengujian keempat ini dicatat dalam Tabel 4 seperti yang ditunjukkan di bawah ini.

Tabel 4 Hasil Pengujian Keempat

No	Nama Peserta	Terdeteksi			Tidak Terdeteksi		
		Keterangan	Conf (%)	Waktu Deteksi (Detik)	Keterangan	Conf (%)	Waktu Deteksi (Detik)
1.	Aditya Sahrul	Aditya Sahrul	0.95	01.67			
2.	Aditya Eka	Aditya Eka	0.90	01.31			
3.	Akmal A				Akmal A	0.47	01.54
4.	Aldy Surya	Aldy Surya	0.78	01.51			
5.	Alwi H	Alwi H	0.91	01.42			
6.	Angga D				Donisius	0.49	01.76
7.	Arief H	Arief H	0.85	01.34			
8.	Bernat Kristian				Bernat Kristian	0.44	01.56
9.	Bintang	Bintang	0.98	01.38			
10.	David J				Rizal Ego	0.42	01.35
11.	Donisius	Donisius	0.89	01.69			
12.	Dwiki S	Dwiki S	0.95	01.48			
13.	Ervita T	Ervita T	0.97	02.25			
14.	Faris F	Faris F	0.83	01.64			
15.	Fathan M	Fathan M	0.89	01.47			
16.	Gerry L	Gerry L	0.92	01.57			
17.	Hansen T				Herawati	0.28	02.06
18.	Herawati	Herawati	0.83	01.47			
19.	Kevin Y	Kevin Y	0.93	01.79			
20.	Maulana	Maulana	0.96	02.44			
21.	Maulinda				Maulinda	0.63	01.76
22.	Melani A	Melani A	0.95	01.57			
23.	M. Rafli				Kevin Y	0.15	01.81
24.	M. Ariqoh	M. Ariqoh	0.93	01.82			
25.	Mutiara	Mutiara	0.87	01.41			
26.	Noni S				Noni S	0.42	02.25
27.	Novan S	Novan S	0.98	01.64			

28.	Nur Satria	Nur Satria	0.89	01.47			
29.	Nuraini	Nuraini	0.98	02.22			
30.	Pramana	Pramana	0.84	01.44			
31.	Qur'aini	Qur'aini	0.98	02.44			
32.	Rasyan A	Rasyan A	0.89	01.47			
33.	Reny S	Reny S	0.96	02.23			
34.	Risty S	Risty S	0.97	02.16			
35.	Rizal E	Rizal E	0.96	01.72			
36.	Sabrina				M. Ariqoh	0.46	02.28
37.	Sandi A	Sandi A	0.90	01.34			
38.	Seno Eka	Seno Eka	0.89	01.53			
39.	Septiana	Septiana	0.98	02.68			
40.	Shelly C	Shelly C	0.98	01.41			
Rata - Rata			0.92	01.71		0.42	01.82

Berdasarkan data yang tercatat dalam Tabel 4, validitas pengujian tingkat akurasi deteksi dan pengenalan wajah menggunakan 40 data peserta dapat dihitung sesuai dengan perhitungan berikut:

$$\text{Hasil} = \frac{\text{Jumlah wajah berhasil terdeteksi}}{\text{Jumlah data peserta pengujian}} \times 100\%$$

$$\text{Hasil} = \frac{31}{40} \times 100\% = 77.5\%$$

Hasil pengujian dengan 40 data peserta menunjukkan bahwa terdapat tingkat akurasi deteksi dan pengenalan wajah peserta sebesar 77.5%, dengan rata – rata akurasi 0.92% dan waktu deteksi rata – rata 1.71 detik. Sementara itu, terdapat 22.5% dari deteksi dan pengenalan wajah peserta yang tidak berhasil terdeteksi, dengan rata – rata akurasi 0.42% dan rata – rata waktu deteksi 1.82 detik. Berikut beberapa contoh gambar peserta yang berhasil terdeteksi dan tidak berhasil terdeteksi oleh sistem pada pengujian keempat dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21 Contoh Hasil Pengujian Keempat a – f

e. Kesimpulan Pengujian Tingkat Akurasi Deteksi dan Pengenalan Wajah

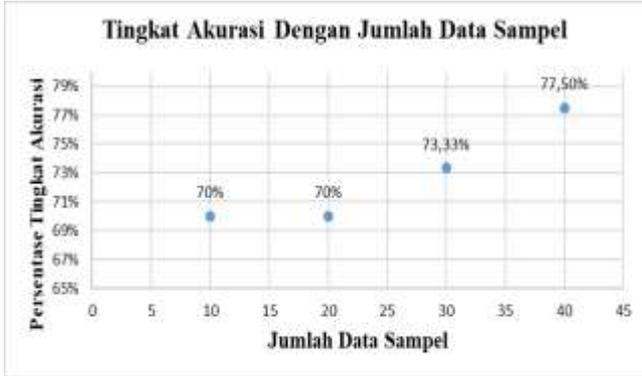
Hasil pengujian yang dilakukan pada berbagai jumlah sampel data memberikan hasil yang bervariasi, seperti yang tercatat dalam Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Pengujian Tingkat Akurasi Deteksi dan Pengenalan Wajah

Pengujian	Data Sampel	Akurasi
-----------	-------------	---------

1	10	70%
2	20	70%
3	30	73.33%
4	40	77.5%

Berdasarkan Tabel 5 mengenai hasil pengujian tingkat akurasi berdasarkan jumlah sampel data pengujian, dapat dihasilkan sebuah grafik seperti yang ditunjukkan di bawah ini:



Gambar 22 Grafik Perbandingan Tingkat Akurasi Terhadap Jumlah Data Peserta

Pada Gambar 22, terdapat grafik yang membandingkan akurasi dengan jumlah sampel data peserta yang digunakan dalam pengujian. Dari grafik diatas, dapat diambil kesimpulan bahwa saat membandingkan 10 dan 20 sampel data dengan 30 dan 40 sampel data peserta, terlihat bahwa peningkatan jumlah data peserta berhubungan dengan peningkatan tingkat akurasi dalam mendeteksi dan mengenali wajah. Selain itu, kemampuan model dalam mengenali wajah juga tampak meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah data peserta.

Dari hasil keempat pengujian tersebut, dapat diungkapkan bahwa dalam pengujian yang telah dilakukan, masih ada beberapa wajah peserta tidak berhasil terdeteksi. Terdapat beberapa faktor yang menjadi penyebab terjadinya situasi ini, seperti posisi kepala terlalu miring ke arah kiri, kanan, atas atau bawah, kondisi pencahayaan diruangan saat gambar diambil, serta kemungkinan pengaruh dari kualitas citra pada dataset yang digunakan dalam pelatihan.

f. Pengujian Terhadap Tingkat Intensitas Cahaya Untuk Mendeteksi dan Mengenali Wajah.

Melakukan uji coba pada berbagai tingkat kecerahan cahaya untuk menguji efektivitas deteksi dan pengenalan wajah menggunakan metode YOLOv5 adalah tahap yang signifikan dalam mengevaluasi kemampuan sistem. Berikut hasil pengujian dalam Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Pengujian Tingkat Intensitas Cahaya

No	Tingkat Intensitas Cahaya (Lux)	Ket
1.	1	Tidak Terdeteksi
2.	2	Terdeteksi
4.	109	Terdeteksi
5.	266	Terdeteksi
6.	427	Terdeteksi
7.	685	Terdeteksi

8.	810	Terdeteksi
9.	3488	Terdeteksi
10.	7405	Terdeteksi

Berdasarkan data dalam Tabel 6, dapat disimpulkan bahwa dalam rentang tingkat kecerahan cahaya antara 2 hingga 7405 Lux, metode YOLOv5 berhasil melakukan deteksi dan pengenalan wajah dengan hasil yang memuaskan. Hasil ini menggambarkan kemampuan sistem untuk mengatasi variasi intensitas cahaya dan menjaga konsistensi dalam proses deteksi dan pengenalan wajah. Namun, perlu dicatat bahwa pada situasi dengan intensitas cahaya sekitar 1 Lux, sistem tidak mampu mendeteksi wajah.

3. Implementasi Sistem

Pada implementasi sistem ini, dijelaskan mengenai sistem aplikasi yang dibuat. Berikut tampilan dari hasil implementasi sistem yang sudah dibuat.

a. Halaman Login



Gambar 23 Interface Halaman Login Admin

Pada Gambar 23 *Interface* Halaman Login ini dikhususkan untuk akses administrator. Administrator diharuskan memasukan kombinasi *username* dan *password* yang telah diberikan sebelumnya.

b. Halaman Utama Sistem Presensi



Gambar 24 Interface Halaman Utama Aplikasi Sistem Presensi Pengenalan Wajah

Pada Gambar 24 menampilkan antarmuka (*interface*) halaman utama sistem presensi ini diakses oleh administrator. Pada tampilan ini, terdapat 2 opsi utama, yakni menu registrasi peserta baru yang diperuntukkan bagi admin untuk mendaftarkan peserta baru. Selanjutnya, admin memiliki akses untuk mencatat kehadiran peserta melalui menu presensi peserta. Disamping itu, terdapat pula tombol keluar yang berfungsi untuk keluar dari halaman utama.

c. Proses Registrasi Peserta



Gambar 25 Proses Pendaftaran Peserta

Pada Gambar 25 dalam proses pendaftaran peserta melibatkan mengaktifkan kamera webcam dengan mengklik tombol "Start Camera". Selanjutnya peserta diminta untuk memasukkan Nama dan NIM mereka dalam kotak teks yang tersedia, diikuti dengan mengklik "Ambil Gambar" untuk menangkap gambar wajah peserta. Gambar yang diambil memiliki resolusi 640 x 480 piksel. Setelah itu, dengan menekan tombol "Pendaftaran", informasi pendaftaran peserta akan disimpan dalam direktori database. Keterangan pendaftaran akan ditampilkan dalam kotak pesan yang akan menginformasikan bahwa data yang mencakup Nama, NIM dan gambar wajah telah berhasil disimpan dan siap digunakan sebagai data latihan (*training*).

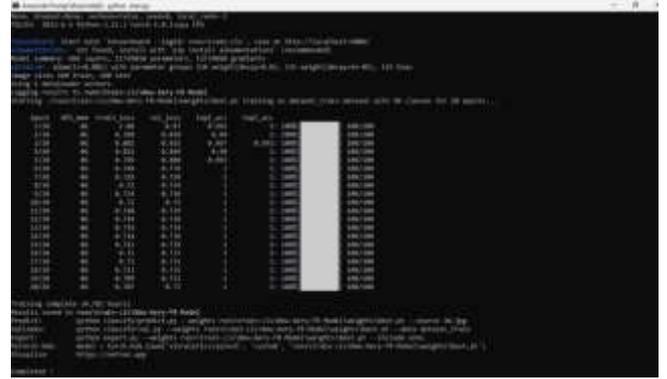
d. Proses Pelatihan Data Peserta

Setelah menyelesaikan tahap pendaftaran peserta, langkah selanjutnya adalah membuat dataset. Pelatihan (*training*) data peserta merupakan proses melatih data untuk dapat memahami informasi yang terdapat didalam data. Pelatihan data ini melalui pelatihan lokal pada sistem, menggunakan laptop dengan spesifikasi yang tertera pada Tabel 7. Proses pelatihan ini terdiri dari 20 siklus latihan (*epoch*), di mana setiap siklus menggunakan 50 data peserta untuk keperluan pelatihan (*training*).

Tabel 7 Spesifikasi Laptop Dengan CPU

No	Komponen	Spesifikasi
1	Processor	1.60 GHz Intel Core i5
2	Memory	4 GB 2133 MHz DDR4
3	Storage	SSD 500GB
4	Sistem Operasi	Windows 11 Home Single Language
5	Graphics	Intel UHD Graphics 620 AMD Radeon (TM) 530

Selanjutnya, dalam tahap pelatihan data ini, perbandingan antara jumlah data yang dilatih dan waktu yang diperlukan selama proses pelatihan menjadi hal penting. Pada Gambar 26 menggambarkan proses pelatihan (*training*) dataset peserta yang terdiri dari 50 data peserta dan berlangsung selama 20 siklus pelatihan (*epoch*).



Gambar 26 Proses Pelatihan (*Training*) Dataset Peserta

Dibawah ini adalah hasil pengujian waktu pelatihan berdasarkan jumlah data yang digunakan dalam pelatihan.

Tabel 8 Hasil Pengujian Waktu Training Dengan Jumlah Data

No	Jumlah Data Peserta	Waktu Training CPU (Menit)
1.	5	5.4
2.	10	9.83
3.	15	14.58
4.	20	18.65
5.	25	22.97
6.	30	27.4
7.	35	31.6
8.	40	38.53
9.	45	42.23
10.	50	47.66

Berdasarkan Tabel 8 mengenai hasil pengujian waktu pelatihan sesuai dengan variasi jumlah data dapat diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar 27 Grafik Perbandingan Durasi Pelatihan Terhadap Jumlah Data Peserta Menggunakan CPU

Pada Gambar 27 menampilkan grafik yang membandingkan durasi pelatihan terhadap jumlah data peserta. Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin banyak data peserta yang digunakan, maka waktu yang diperlukan untuk melaksanakan pelatihan juga semakin bertambah. Faktor ini disebabkan karena pada saat proses pelatihan berlangsung menggunakan laptop

dengan *Central Processing Unit* (CPU) dan spesifikasi tanpa adanya *Graphics Processing Unit* (GPU).

e. Proses Sistem Presensi Peserta

Setelah menyelesaikan langkah pelatihan dataset peserta dilakukan secara lokal pada laptop atau komputer, sistem presensi siap digunakan. Pada Gambar 28 menampilkan tahapan untuk melakukan presensi masuk peserta.



Gambar 28 Proses Presensi Masuk

Pada Gambar 28 Proses Presensi Masuk, dimana proses ini dilakukan dengan mengambil gambar peserta melalui kamera dengan mengklik tombol “Ambil Gambar”. Kemudian hasil gambar yang telah diambil akan ditampilkan pada bagian presensi peserta. Setelah itu klik tombol “Absen Masuk” maka sistem akan memproses gambar tersebut. Jika wajah peserta cocok dengan data yang terdaftar, sebuah kotak pembatas (*bounding box*) akan muncul dengan Nama dan NIM peserta terkait. Bagian keterangan presensi akan menampilkan informasi bahwa wajah terdeteksi, serta mencantumkan Nama, NIM dan status “Presensi Masuk Berhasil”. Hasil dari presensi masuk ini akan secara otomatis disimpan dalam file Attendance .csv.



Gambar 29 Proses Presensi Keluar

Dalam Gambar 29 Proses Presensi Keluar, dimana proses ini sama dengan proses presensi masuk. Dengan mengklik “Absen Keluar”, sistem akan memproses gambar tersebut. Apabila wajah peserta sesuai dengan data terdaftar, akan muncul kotak pembatas yang menampilkan Nama dan NIM peserta. Keterangan presensi akan menampilkan informasi wajah terdeteksi, Nama, NIM dan status “Presensi Keluar Berhasil”. Data presensi keluar ini

akan otomatis tercatat dalam file Attendance.csv. Gambar 30 merupakan file Attendance.csv, yang mencakup data presensi masuk dan presensi keluar yang telah dilakukan.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Name, Date, Time										
3	Aditya Eka S_1870020003	23/07/26	11:40:51	Absen Masuk							
4	Aditya Eka S_1870020003	23/07/26	11:42:26	Absen Keluar							

Gambar 30 Data File Attendance.csv Hasil Presensi

4. Prototipe Sistem Kontrol Pintu Otomatis.



Gambar 31 Prototipe Sistem Kontrol Servo Otomatis

Dalam Gambar 31 Prototipe Sistem Kontrol Pintu Otomatis yang telah dirancang oleh penulis. Pada ilustrasi ini, dijelaskan tentang penggunaan 2 motor servo yang berfungsi untuk membuka pintu secara otomatis. Pengendalian pintu dilakukan melalui Arduino Uno, yang merespons perintah yang berasal dari hasil presensi.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan diantaranya sebagai berikut:

1. Sistem deteksi wajah menggunakan MTCNN telah berhasil dengan baik, menunjukkan tingkat kepercayaan (*confidence*) yang tinggi dengan rata – rata 0.99%. Ini menandakan bahwa metode ini secara efektif mampu mengenali wajah pada gambar.
2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan deteksi dan pengenalan wajah peserta seminar mengalami peningkatan seiring bertambahnya jumlah data peserta. Dengan rata – rata persentase sebesar 77.5% pada pengujian dengan 40 data peserta. Peningkatan ini mencerminkan perkembangan sistem dalam mengatasi berbagai situasi. Meskipun terjadi peningkatan dalam deteksi wajah dari waktu ke waktu, masih ada sebagian peserta sebesar 22.5% hingga 30% yang tidak berhasil terdeteksi oleh sistem. Faktor yang mempengaruhi seperti posisi kepala yang miring,

pencahayaan ruangan kurang baik dan kualitas citra dataset dapat mempengaruhi deteksi wajah.

3. Metode deteksi dan pengenalan wajah menggunakan YOLOv5 menunjukkan performa yang sangat baik dalam berbagai tingkat intensitas cahaya sebesar 2 hingga 7405 Lux sistem berhasil mendeteksi wajah dengan akurat dan konsisten. Kecuali pada tingkat intensitas yang sangat rendah 1 Lux dimana sistem mengalami kegagalan dalam mendeteksi wajah.
4. Sistem yang telah di rancang berhasil diintegrasikan dengan GUI program aplikasi sistem presensi melalui QT Designer. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan deteksi dan pengenalan wajah, serta menyimpan hasil presensi dengan baik. Salah satu kelemahan yang diidentifikasi adalah kemungkinan sistem ini dapat deteksi dan pengenalan wajah menggunakan foto wajah asli seseorang. Ini mengindikasikan bahwa sistem masih memiliki kerentanan terhadap metode pemalsuan semacam itu.

B. Saran

Dari semua pembahasan yang telah dijelaskan diatas, adapun saran yang ditambahkan untuk pengembangan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Meningkatkan ukuran dataset dan variasi, serta mengadakan lebih banyak percobaan pada tahap pelatihan (*training*) guna mencapai hasil model yang lebih optimal serta tingkat akurasi yang lebih tinggi.
2. Pengembangan aplikasi sistem presensi melibatkan penambahan fitur pendukung tambahan agar memastikan kelancaran pelaksanaan proses presensi dengan baik serta implementasi metode untuk mendeteksi foto wajah asli dan palsu seperti mendeteksi gerakan mata, kehadiran tiga dimensi (3D) atau faktor lain yang sulit dicontoh oleh foto.

REFERENSI

- [1] S. Wahyuni and M. Sulaeman, "Penerapan Algoritma Deep Learning Untuk Sistem Absensi Kehadiran Deteksi Wajah Di PT Karya Komponen Presisi," *J. Inform. SIMANTIK*, vol. 7, no. 1, pp. 5–6, 2022, [Online]. Available: <https://simantik.panca-sakti.ac.id/index.php/simantik/article/view/127>
- [2] L. W. Alexander, S. R. Sentinuwo, and A. M. Sambul, "Implementasi Algoritma Pengenalan Wajah Untuk Mendeteksi Visual Hacking," *J. Tek. Inform.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–8, 2017, [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/informatika/article/view/16969/16503>
- [3] W. Setiawan, "Sistem Pengenalan Wajah Dengan Metode Face Features," *J. Ilm. SPEKTRUM*, vol. 3, no. 2, pp. 21–25, 2016.
- [4] M. A. Prastya, "Sistem Pengenalan Wajah Manusia Menggunakan Algoritma Viola-Jones Dan Principal Component Analysis," *Ubiquitous Comput. its Appl. J.*, vol. 2, pp. 85–92, 2019, doi: 10.51804/ucaiaj.v2i2.85-92.
- [5] B. A. Septyanto, "Implementasi Face Recognition Berbasis Deep Neural Network Sebagai Sistem Kendali Pada Quadcopter Implementation Of Face Recognition Based On Deep Neural Network As Control System On Quadcopter," vol. 8, no. 6, pp. 3036–3050, 2022.
- [6] M. R. P. P. B. Juan Mohammad Ishlah, "Model Aplikasi Document Scanner Menggunakan Operator," vol. 10, no. 2, 2022.
- [7] F. H. Zain and H. Santoso, "Sistem Deteksi Kerusakan Gedung Menggunakan Algoritma YOU ONLY LOOK ONCE Dengan Unmanned Aero Vehicle," *J. Politek. Negeri Jakarta*, pp. 1–40, 2021.
- [8] M. S. Hidayatulloh, "Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Yolo (You Only Look Once)," pp. i–43, 2021.
- [9] R. Khana and Uus Usnul, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Berbasis Internet of Things Dengan Platform Android," *E - ISSN, J. Kaji. Tek. elektro*, vol. 2, no. 3, pp. 18–32, 2014.
- [10] INSTIPER Robotics Academy (IRA), "Programming Dasar: Arduino IDE," 2021, [Online]. Available: <https://robotics.instiperjogja.ac.id/post/arduinoide>
- [11] M. Rijali and J. R. Khana, "BANGUN SISTEM PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN CAIRAN INFUS MELALUI DISPLAY KONTROL DAN APLIKASI MOBILE DI MASA PANDEMIC COVID-19," *Ejournal Kaji. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, pp. 105–114, 2020, [Online]. Available: <http://journal.uta45jakarta.ac.id/index.php/JKTE/article/view/2412>
- [12] prasetiautamacv, "GUI Menggunakan Python dan QtDesigner," 2016, [Online]. Available: <https://prasetiautamacv.wordpress.com/2016/08/08/gui-menggunakan-python-dan-qtdesigner/>
- [13] D. M. Faiz and J. R. Khana, "FIREBASE REALTIME DATABASE," vol. 1, pp. 29–35, 2022.