

Turnitin LLCC

Sandrianus Marten Bau -SISTEM PRESENSI BERBASIS PENGENALAN WAJAH MENGGUNAKAN MTCNN DAN INCEPTI...

TI-03

Document Details

Submission ID

trn:oid::2945:394602665

Submission Date

Jun 22, 2026, 9:27 AM GMT+7

Download Date

Jun 22, 2026, 9:36 AM GMT+7

File Name

SISTEM PRESENSI BERBASIS PENGENALAN WAJAH MENGGUNAKAN MTCNN DAN INCEPTIONRESN....pdf

File Size

1.5 MB

76 Pages

12,369 Words

80,589 Characters

18% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography

Top Sources

- 11%  Internet sources
- 8%  Publications
- 15%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Top Sources

- 11% Internet sources
- 8% Publications
- 15% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	repository.uigm.ac.id	<1%
2	Student papers	UNIVERSITAS BUDI LUHUR on 2026-02-21	<1%
3	Publication	Mohamad Anas Sobarnas Anas, Faiz Abdillah, Ashari Imamuddin. "Sistem absen...	<1%
4	Internet	journals.upi-yai.ac.id	<1%
5	Student papers	Universitas Budi Luhur on 2025-07-15	<1%
6	Student papers	Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang on 2026-04-21	<1%
7	Student papers	Universitas Hayam Wuruk Perbanas on 2026-06-11	<1%
8	Publication	Kharisma Monika Dian Pertiwi. "Implementasi dan Analisa Performa Berbagai Pla...	<1%
9	Student papers	Universitas Muslim Indonesia on 2026-05-07	<1%
10	Internet	123dok.com	<1%
11	Student papers	Hellenic Mediterranean University on 2026-05-22	<1%

12	Student papers	Universitas Putera Batam on 2025-07-24	<1%
13	Internet	digilib.uin-suka.ac.id	<1%
14	Student papers	Universitas Pancasila on 2025-08-04	<1%
15	Student papers	Telkom University on 2025-07-04	<1%
16	Internet	repository.uinsaizu.ac.id	<1%
17	Publication	Muhammad Fitra Fajar Rusamsi Author, Aries Suharso Author, Chaerur Rozikin A...	<1%
18	Internet	repository.unigoro.ac.id	<1%
19	Student papers	Universitas Putera Batam on 2026-01-30	<1%
20	Internet	informatika.unpkediri.ac.id	<1%
21	Student papers	Boston University on 2026-05-13	<1%
22	Student papers	Universitas Musamus Merauke on 2025-06-13	<1%
23	Internet	etheses.uin-malang.ac.id	<1%
24	Internet	mekanikalmesin.blogspot.com	<1%
25	Student papers	UPN Veteran Yogyakarta on 2026-05-26	<1%

26	Student papers	Universitas Katolik De La Salle on 2026-01-20	<1%
27	Internet	humanisa.my.id	<1%
28	Internet	repository.syekhnurjati.ac.id	<1%
29	Internet	www.slideshare.net	<1%
30	Publication	Arkananta Emier, Daffa Arief, Aqila Adam, Jubel Hiero Oktovan Lumban Gaol et al...	<1%
31	Student papers	Universitas Putera Batam on 2026-02-02	<1%
32	Student papers	Universitas Sultan Ageng Tirtayasa on 2025-07-16	<1%
33	Student papers	UPN Veteran Yogyakarta on 2026-03-02	<1%
34	Student papers	UIN Jambi on 2026-06-16	<1%
35	Publication	Azran Budi Arief. "PERANCANGAN SMART HOME BERBASIS INTERNET OF THINGS ...	<1%
36	Student papers	UIN Raden Intan Lampung on 2026-04-08	<1%
37	Student papers	Universitas Muhammadiyah Sukabumi on 2025-08-03	<1%
38	Internet	e-journal.hamzanwadi.ac.id	<1%
39	Internet	prosiding.aritekin.or.id	<1%

40	Internet	vdocuments.site	<1%
41	Internet	journal.ppmi.web.id	<1%
42	Internet	journal.smartpublisher.id	<1%
43	Internet	www.scribd.com	<1%
44	Student papers	Monash University on 2025-04-25	<1%
45	Publication	Nur, Ade, Ahmad. "Design of Facial Skin Type Detection Application Using CNN ...	<1%
46	Student papers	Universitas Kristen Wira Wacana Sumba on 2026-06-10	<1%
47	Internet	repository.unej.ac.id	<1%
48	Student papers	Universitas Budi Luhur on 2026-01-31	<1%
49	Student papers	Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya on 2019-08-06	<1%
50	Student papers	Universitas Muhammadiyah Sukabumi on 2026-01-20	<1%
51	Student papers	Universitas Raharja on 2026-02-19	<1%
52	Internet	digilib.ptdisttd.ac.id	<1%
53	Internet	repository.umsu.ac.id	<1%

54	Student papers	Institut Teknologi Sumatera on 2026-06-17	<1%
55	Student papers	UIN Raden Intan Lampung on 2026-05-18	<1%
56	Student papers	Universitas Brawijaya on 2017-03-22	<1%
57	Student papers	Universitas Islam Riau on 2025-11-19	<1%
58	Student papers	Universitas Pamulang on 2022-12-17	<1%
59	Student papers	Universitas Tarumanagara on 2025-12-17	<1%
60	Internet	docplayer.info	<1%
61	Internet	doku.pub	<1%
62	Internet	eprints.poltektegal.ac.id	<1%
63	Internet	simki.unpkediri.ac.id	<1%
64	Student papers	HELP UNIVERSITY on 2026-04-20	<1%
65	Publication	Muhammad Afif Hidayat, Idham Fatirrohman Syufi. "Implementasi Sistem E-Com...	<1%
66	Student papers	Universitas Brawijaya on 2018-11-29	<1%
67	Student papers	Universitas Khairun on 2026-05-25	<1%

68	Student papers	Universitas Muhammadiyah Purwokerto on 2025-11-18	<1%
69	Internet	ejurnal.stmik-budidarma.ac.id	<1%
70	Internet	jacis.pubmedia.id	<1%
71	Internet	repository.uin-suska.ac.id	<1%
72	Internet	repository.uinbanten.ac.id	<1%
73	Student papers	Boston University on 2026-05-13	<1%
74	Student papers	LL DIKTI IX Turnitin Consortium Part III on 2025-08-05	<1%
75	Student papers	UPN Veteran Yogyakarta on 2026-05-04	<1%
76	Student papers	Universitas Brawijaya on 2017-01-04	<1%
77	Student papers	Universitas Brawijaya on 2018-01-05	<1%
78	Student papers	Universitas Dinamika on 2026-06-11	<1%
79	Internet	es.scribd.com	<1%
80	Internet	jurnal.ar-raniry.ac.id	<1%
81	Internet	www.identifai.id	<1%

82	Student papers	Sriwijaya University on 2020-07-07	<1%
83	Student papers	Telkom University on 2026-05-06	<1%
84	Student papers	Turun yliopisto on 2019-05-23	<1%
85	Student papers	UPN Veteran Yogyakarta on 2026-05-29	<1%
86	Student papers	Universitas Brawijaya on 2017-07-12	<1%
87	Student papers	Universitas Brawijaya on 2020-12-20	<1%
88	Student papers	Universitas Islam Negeri Sumatera Utara on 2026-05-30	<1%
89	Student papers	Universitas Islam Riau on 2025-12-17	<1%
90	Student papers	Universitas Pamulang on 2026-04-15	<1%
91	Internet	fst.uin-suska.ac.id	<1%
92	Internet	id.123dok.com	<1%
93	Internet	journal.uad.ac.id	<1%
94	Internet	repository.ub.ac.id	<1%
95	Internet	repository.upi.edu	<1%

96	Internet	www.rumahjurnal.or.id	<1%
97	Publication	Alfi Permana Putra, Andi Dwi Riyanto, Argiyan Dwi Pritama. "Laravel Integration ...	<1%
98	Publication	Amera Alisiya Humaira, Iftikhaar Imansyah, Royhan Arfah Hakim Harahap. "Pera...	<1%
99	Publication	Dina Ayuni. "PEMANFAATAN METODE CANNY EDGE DETECTION UNTUK PENGENA...	<1%
100	Publication	Muhammad Taufiq Zakki Hidayat, Herry S Mangiri, Handini Arga Damar Rani. "Pe...	<1%
101	Student papers	Politeknik Pariwisata NHI Bandung on 2026-03-10	<1%
102	Student papers	UPN Veteran Yogyakarta on 2026-06-04	<1%
103	Student papers	Universitas Brawijaya on 2018-01-05	<1%
104	Student papers	Universitas Brawijaya on 2021-05-05	<1%
105	Student papers	Universitas Buana Perjuangan Karawang on 2026-04-27	<1%
106	Student papers	Universitas Malikussaleh on 2026-04-28	<1%
107	Student papers	Universitas Muhammadiyah Palembang on 2026-04-26	<1%
108	Student papers	Universitas Putera Batam on 2026-02-02	<1%
109	Internet	adoc.pub	<1%

110	Internet	anzdoc.com	<1%
111	Internet	bisnismuda.id	<1%
112	Internet	cdn.juris.id	<1%
113	Internet	journal.aptii.or.id	<1%
114	Internet	journal.independentresearchcenter.com	<1%
115	Internet	jurusan.tik.pnj.ac.id	<1%
116	Internet	publikasi.dinus.ac.id	<1%
117	Publication	Agus Purwanto, Masduki Asbari, Mirza Prameswari, Mohamad Ramdan. "GAYA KE...	<1%
118	Publication	Hamdi Indra, Andi Saputra, Devi Yuliana, Riyang Gumelta. "Penerapan Face Reco...	<1%
119	Student papers	Institut Pemerintahan Dalam Negeri (IPDN) on 2026-02-05	<1%
120	Publication	Nursetia Wati, Ismail Mohidin, Fajar Hermawanto, Salman Suleman. "Evaluasi Sis...	<1%
121	Student papers	Politeknik Negeri Cilacap on 2026-03-14	<1%
122	Student papers	Sekolah Teknik Elektro & Informatika on 2025-08-04	<1%
123	Student papers	Telkom University on 2025-07-04	<1%

124	Student papers	Telkom University on 2026-05-04	<1%
125	Student papers	Universitas Brawijaya on 2018-11-26	<1%
126	Student papers	Universitas Islam Riau on 2025-12-08	<1%
127	Student papers	Universitas Islam Riau on 2026-04-07	<1%
128	Student papers	Universitas Islam Riau on 2026-04-22	<1%
129	Student papers	Universitas Muslim Indonesia on 2025-08-16	<1%
130	Student papers	Universitas Sumatera Utara on 2026-06-10	<1%
131	Student papers	Universitas Tarumanagara on 2025-12-11	<1%
132	Internet	e-repository.perpus.iainsalatiga.ac.id	<1%
133	Internet	eprints.iain-surakarta.ac.id	<1%
134	Internet	johannessimatupang.wordpress.com	<1%
135	Internet	repositori.unsil.ac.id	<1%
136	Internet	repository.its.ac.id	<1%
137	Internet	repository.metrouniv.ac.id	<1%

138	Internet	text-id.123dok.com	<1%
139	Internet	www.jurnal.unsyiah.ac.id	<1%
140	Publication	Riko Riko, Kiswanto Kiswanto. "Evaluasi Usability Sistem Informasi Penjualan dan...	<1%
141	Student papers	SDM Universitas Gadjah Mada on 2021-10-08	<1%
142	Student papers	Universitas Khairun on 2026-05-11	<1%
143	Student papers	Universitas Kristen Duta Wacana on 2026-05-07	<1%
144	Student papers	Universitas Mercu Buana on 2025-07-23	<1%
145	Publication	Amar Al Farizi, Primandani Arsi, Pungkas Subarkah. "Comparative Performance o...	<1%
146	Student papers	SDM Universitas Gadjah Mada on 2021-10-08	<1%
147	Student papers	Universitas Brawijaya on 2017-07-24	<1%
148	Student papers	Universitas Brawijaya on 2018-05-19	<1%
149	Student papers	Universitas Diponegoro on 2021-12-23	<1%
150	Student papers	Universitas Djuanda on 2026-03-14	<1%
151	Student papers	Universitas Kristen Duta Wacana on 2026-04-14	<1%

152	Student papers	
Universitas Negeri Surabaya The State University of Surabaya on 2026-06-05		<1%
153	Student papers	
Universitas Riau on 2026-04-08		<1%
154	Student papers	
poltekssn on 2025-07-16		<1%

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi di zaman digital telah mendorong berbagai lembaga pendidikan untuk beralih ke sistem administrasi yang lebih modern, efisien, dan tepat. Salah satu elemen krusial yang membutuhkan inovasi berkelanjutan adalah proses pencatatan kehadiran siswa, yang menjadi indikator disiplin dan partisipasi dalam aktivitas belajar. Anehnya, masih banyak sekolah yang bergantung pada metode presensi tradisional, seperti tanda tangan atau pencatatan oleh pengajar, yang menurut penelitian memiliki berbagai kelemahan, di antaranya adalah memakan waktu, rentan terhadap kesalahan dalam pencatatan, dan tidak mendukung pemantauan kehadiran siswa secara langsung (Fadil Al Afgani dkk., 2025). Metode konvensional ini dianggap kurang efisien karena menghasilkan antrean serta memungkinkan terjadinya manipulasi informasi kehadiran.

Proses presensi manual masih menimbulkan berbagai masalah, seperti rawan titip absen, ketidaktepatan pencatatan, serta lemahnya verifikasi identitas yang membuat data kehadiran mudah dimanipulasi. Selain itu, informasi kehadiran siswa tidak tersampaikan secara cepat, sehingga sekolah dan orang tua sering terlambat mengetahui kondisi sebenarnya. Masalah-masalah ini menunjukkan bahwa sistem presensi yang ada belum mampu menjamin keakuratan data dan ketepatan informasi.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan perkembangan sistem presensi berbasis pengenalan wajah. (Liana dkk., 2023) mengembangkan sistem presensi berbasis *Cognitive Internet of Things* untuk meningkatkan akurasi identifikasi. (Lestari dkk., 2024) merancang sistem presensi otomatis menggunakan *webcam* berbasis IoT. (Bagas Adi Pangestu., 2025)

menambahkan fitur notifikasi kehadiran melalui *Telegram*, sedangkan (Syahputra, 2022) dan (Pella dkk, 2020) hanya mengimplementasikan deteksi wajah atau sistem IoT tanpa integrasi fitur notifikasi. Temuan-temuan ini menunjukkan bahwa teknologi pengenalan wajah telah banyak digunakan untuk meningkatkan akurasi presensi, namun aspek komunikasi berbasis *real-time* kepada orang tua masih kurang mendapat perhatian.

Berdasarkan penelitian terdahulu, sebagian besar sistem presensi berbasis *face recognition* masih berfokus pada peningkatan akurasi deteksi wajah tanpa integrasi fitur komunikasi. (Liana dkk. 2023) dan (Lestari dkk, 2024) menitikberatkan pada aspek IoT dan otomatisasi dalam pengembangan sistem presensi berbasis pengenalan wajah. Sementara itu, (Bagas Adi Pangestu, 2025) telah menambahkan fitur notifikasi melalui *Telegram* untuk meningkatkan monitoring kehadiran, sedangkan (Pella dkk, 2020) dan (Syahputra, 2022) mengembangkan sistem presensi berbasis IoT atau deteksi wajah tanpa integrasi notifikasi. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan platform komunikasi yang lebih umum seperti WhatsApp masih jarang diteliti, sehingga pemantauan kehadiran belum optimal. Dengan demikian, terdapat celah penelitian berupa kebutuhan sistem presensi yang tidak hanya akurat dalam mengenali wajah, tetapi juga terintegrasi dengan layanan komunikasi *real-time* seperti *WhatsApp Gateway* agar informasi kehadiran dapat diterima orang tua secara lebih cepat dan efektif.

Penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem presensi siswa berbasis pengenalan wajah menggunakan *MTCNN* dan *InceptionResNetV1* pra-latih *VGGFace2* yang terintegrasi dengan *WhatsApp Gateway* sebagai notifikasi kehadiran. Sistem dirancang agar akurat, efisien, dan mudah diterapkan di sekolah, serta mendukung pemantauan kehadiran siswa secara *real-time* sebagai bagian dari penelitian *Research and Development (R&D)*.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang dapat diidentifikasi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem Presensi Pada SMP Katolik Mardiwiyata Kediri masih dilakukan secara manual sehingga berpotensi menimbulkan kesalahan pencatatan dan keterlambatan rekapitulasi data kehadiran.
2. Sistem presensi yang ada belum memiliki mekanisme validasi identitas yang kuat, sehingga memungkinkan terjadinya kecurangan seperti titip absen atau manipulasi data.
3. Informasi kehadiran siswa belum tersampaikan kepada pihak sekolah dan orang tua secara cepat atau *real-time*, sehingga monitoring kedisiplinan belum optimal

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membangun sistem presensi siswa berbasis pengenalan wajah menggunakan kombinasi MTCNN dan *InceptionResNetV1* pra-latih *VGGFace2* agar proses identifikasi lebih cepat dan akurat?
2. Bagaimana menerapkan logika waktu untuk menentukan status kehadiran dan kepulangan siswa (hadir, terlambat, atau di luar jam) secara otomatis berdasarkan jadwal yang ditetapkan sekolah?
3. Bagaimana mengintegrasikan *WhatsApp Gateway (UltraMSG)* agar sistem dapat mengirimkan notifikasi kehadiran dan kepulangan siswa secara otomatis kepada orang tua secara *real-time*?

D. Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki beberapa batasan agar ruang lingkup pembahasan tetap terfokus, yaitu sebagai berikut:

1. Sistem memanfaatkan MTCNN dan *InceptionResNetV1* pra-latih *VGGFace2* sebagai model deteksi dan pengenalan wajah tanpa melakukan proses pelatihan ulang
2. Pengujian dilakukan menggunakan kamera HP pada jarak dekat dengan pencahayaan normal, tanpa membahas kondisi ekstrem seperti cahaya minim, latar belakang kompleks, atau keberadaan banyak wajah dalam satu frame.
3. Notifikasi kehadiran hanya diintegrasikan dengan *WhatsApp Gateway (UltraMSG)*, tanpa membahas platform komunikasi lain.
4. Status kehadiran siswa ditentukan secara otomatis oleh sistem berdasarkan logika waktu yang ditetapkan, yaitu presensi masuk dan presensi pulang.
5. Implementasi dilakukan pada *server* lokal dengan antarmuka berbasis web dan satu halaman *login* tanpa pembagian role khusus. Admin dan guru menggunakan halaman *login* yang sama dan memiliki hak akses setara, sedangkan siswa tidak melakukan *login* dan hanya mengakses halaman presensi melalui tautan *server* lokal.
6. Proses presensi mengharuskan wajah siswa terlihat jelas dan utuh tanpa masker, kacamata, atau pelindung wajah lainnya agar sistem dapat mengenali wajah dengan akurat.
7. Penelitian ini tidak membahas aspek keamanan sistem dan jaringan secara mendalam. Keamanan yang diterapkan hanya sebatas penggunaan *hash bcrypt* pada proses *login* admin, tanpa mencakup enkripsi komunikasi, perlindungan API, atau mitigasi serangan siber lainnya.
8. Status izin dan sakit tidak diproses secara otomatis oleh sistem. Ketidakhadiran yang dilaporkan oleh orang tua di *input* secara manual oleh admin melalui halaman web admin, sedangkan sistem hanya mencatat status hadir dan pulang berdasarkan aktivitas presensi siswa melalui halaman presensi.
9. Performa sistem tidak dievaluasi pada berbagai perangkat dan konfigurasi. Kinerja sistem dapat bervariasi apabila dijalankan pada

perangkat dengan spesifikasi perangkat keras atau kualitas kamera yang berbeda dari perangkat yang digunakan dalam penelitian ini.

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membangun sistem presensi siswa berbasis pengenalan wajah dengan memanfaatkan kombinasi MTCNN untuk deteksi wajah dan *InceptionResNetV1* pra-latih *VGGFace2* untuk ekstraksi fitur, sehingga proses identifikasi berlangsung otomatis, cepat, dan akurat tanpa memerlukan pelatihan ulang.
2. Menerapkan logika waktu presensi untuk menentukan status kehadiran dan kepulangan siswa (hadir, terlambat, atau di luar jam) secara otomatis berdasarkan jadwal yang ditetapkan oleh sekolah.
3. Mengintegrasikan layanan *WhatsApp Gateway (UltraMSG)* agar sistem dapat mengirimkan notifikasi otomatis mengenai kehadiran dan kepulangan siswa kepada orang tua secara *real-time*, sehingga meningkatkan komunikasi dan monitoring kedisiplinan siswa.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Memberikan kontribusi terhadap pengembangan sistem presensi berbasis pengenalan wajah menggunakan MTCNN dan *InceptionResNetV1* pra-latih *VGGFace2*, serta menjadi referensi bagi penelitian lanjutan terkait integrasi notifikasi digital melalui *WhatsApp Gateway*.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi Sekolah: Mempermudah dan mempercepat proses presensi, mengurangi kecurangan, serta menyediakan data kehadiran yang akurat dan terpusat.

- b. Bagi Orang Tua: Memperoleh informasi kehadiran siswa secara *real-time* melalui WhatsApp untuk mendukung pengawasan kedisiplinan.
- c. Bagi Peneliti: Memberikan pengalaman langsung dalam pengembangan sistem presensi otomatis dan dasar untuk inovasi penelitian selanjutnya.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Teori dan Penelitian Terdahulu

1. Landasan Teori

a. Sistem Presensi

Presensi merupakan proses pencatatan kehadiran yang berfungsi untuk menilai kedisiplinan dan tanggung jawab siswa dalam kegiatan pembelajaran. Pada banyak sekolah, metode presensi masih dilakukan secara manual melalui tanda tangan atau pencatatan oleh guru. Metode ini sering menimbulkan berbagai kendala seperti antrean panjang, risiko kesalahan pencatatan, dan potensi kecurangan seperti titip absen. Oleh karena itu, diperlukan sistem presensi otomatis yang mampu mengenali identitas siswa secara cepat dan akurat untuk meningkatkan efisiensi serta keandalan dalam pengelolaan data kehadiran. (Cerdig, 2023)

b. Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence)

Kecerdasan buatan atau Artificial Intelligence (AI) merupakan bidang ilmu komputer yang berfokus pada bagaimana mesin dapat meniru kemampuan berpikir dan belajar manusia. Menurut (Russell dkk, 2021), AI bertujuan menciptakan sistem cerdas yang mampu melakukan tugas-tugas yang biasanya memerlukan kecerdasan manusia, seperti pengenalan pola, penalaran logis, dan pengambilan keputusan. Dalam penelitian ini, AI diterapkan pada bidang computer vision untuk mengenali identitas wajah siswa secara otomatis melalui analisis citra yang ditangkap oleh kamera.

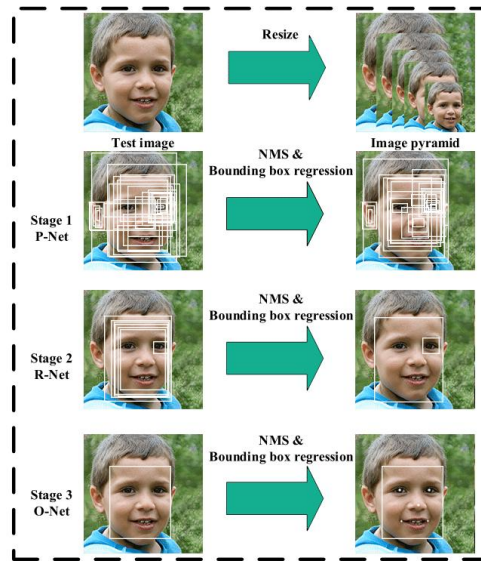
c. Pengenalan Wajah (*Face recognition*)

Pengenalan wajah adalah teknik biometrik yang digunakan untuk mengidentifikasi seseorang berdasarkan ciri khas wajahnya. (Schroff dkk., 2015) menjelaskan bahwa proses pengenalan wajah

terdiri dari tiga tahap utama, yaitu deteksi wajah (*face detection*) untuk menemukan posisi wajah pada gambar, ekstraksi fitur (*feature extraction*) untuk mengubah citra wajah menjadi vektor numerik (*embedding*), dan identifikasi (*recognition*) dengan membandingkan vektor wajah baru dengan data wajah yang tersimpan dalam basis data. Teknologi ini memiliki keunggulan karena bersifat non-invasif, mudah diimplementasikan, dan mampu berjalan secara otomatis melalui kamera.

d. Model MTCNN (*Multi-task Cascaded Convolutional Neural Network*)

Model MTCNN merupakan algoritma deteksi wajah yang bekerja dengan pendekatan bertahap (*cascaded*). Algoritma ini terdiri atas tiga jaringan utama, yaitu P-Net, R-Net, dan O-Net. P-Net (*Proposal Network*) berfungsi melakukan deteksi awal wajah pada potongan citra kecil dan menghasilkan kandidat area wajah. Selanjutnya, R-Net (*Refine Network*) menyaring kandidat hasil P-Net menggunakan citra berukuran lebih besar untuk meningkatkan akurasi. Terakhir, O-Net (*Output Network*) melakukan deteksi akhir dan menghasilkan informasi lengkap berupa bounding box serta lima titik landmark wajah. Model ini, yang diperkenalkan oleh (Zhang dkk, 2016), dikenal memiliki performa deteksi yang cepat dan akurat. Oleh karena itu, dalam penelitian ini MTCNN dipilih sebagai metode deteksi wajah karena kemampuannya mendeteksi wajah secara cepat dan akurat, sehingga sesuai untuk diterapkan pada sistem presensi siswa berbasis web yang digunakan secara real-time.

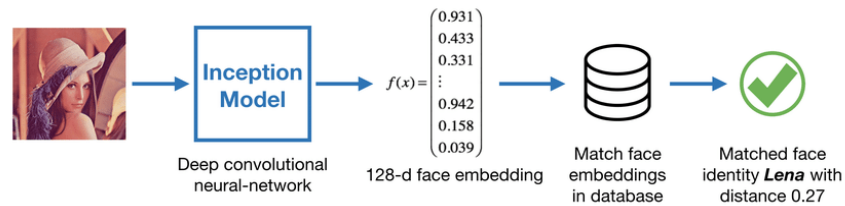


Gambar 2. 1 Tahapan Deteksi Wajah MTCNN

Sumber: (Yuan dkk., 2020)

e. Model *InceptionResNetV1* pra-latih *VGGFace2*

InceptionResNetV1 merupakan arsitektur deep convolutional neural network yang menggabungkan keunggulan *Inception Network* dan *Residual Network* untuk meningkatkan efisiensi pelatihan serta akurasi prediksi (Szegedy dkk, 2016). Model ini telah dilatih menggunakan dataset *VGGFace2* (Cao dkk, 2018) yang mencakup ribuan citra wajah dari berbagai sudut, usia, pose, dan kondisi pencahayaan. Dalam penelitian ini, model digunakan tanpa pelatihan ulang (pre-trained), sehingga dapat langsung menghasilkan *embedding* berupa representasi numerik yang menggambarkan ciri khas wajah. *Embedding* tersebut digunakan untuk membandingkan dan mengidentifikasi wajah melalui perhitungan jarak (distance metric). Penggunaan model *InceptionResNetV1* pra-latih *VGGFace2* dalam penelitian ini bertujuan untuk memperoleh representasi fitur wajah yang stabil dan akurat tanpa melakukan pelatihan ulang, sehingga proses pengembangan sistem dapat dilakukan secara lebih efisien.



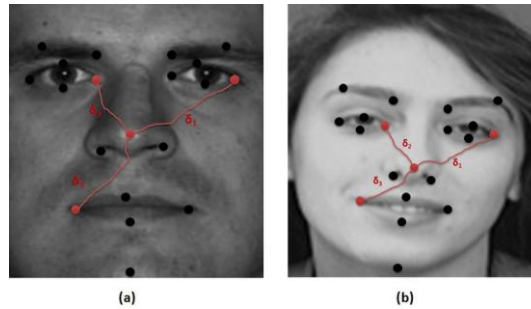
Gambar 2. 2 Proses Ekstraksi Embedding

Sumber : (Zhuge dkk., 2018)

f. Perhitungan Jarak Euclidean untuk Pencocokan Wajah

Setelah embedding wajah berhasil dihasilkan pada tahap sebelumnya, sistem melakukan proses pencocokan wajah dengan menghitung jarak Euclidean Distance antara embedding wajah input dan embedding wajah siswa yang tersimpan di database. Metode Euclidean Distance digunakan untuk mengukur tingkat kemiripan antara dua vektor embedding berdimensi sama.

Pada proses ini, sistem menghitung jarak Euclidean antara embedding wajah input dan setiap embedding wajah referensi. Nilai jarak yang lebih kecil menunjukkan tingkat kemiripan wajah yang lebih tinggi. Sistem kemudian memilih embedding dengan nilai jarak terkecil sebagai kandidat identitas siswa yang paling mendekati. Secara matematis, jarak Euclidean antara dua vektor embedding dinyatakan dengan persamaan: $d(u, v) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (u_i - v_i)^2}$ di mana u merupakan embedding wajah input, v merupakan embedding wajah referensi, dan n adalah dimensi embedding. (Rachid Ahdid dkk., 2016)



Gambar 2. 3 Proses Pencocokan Wajah

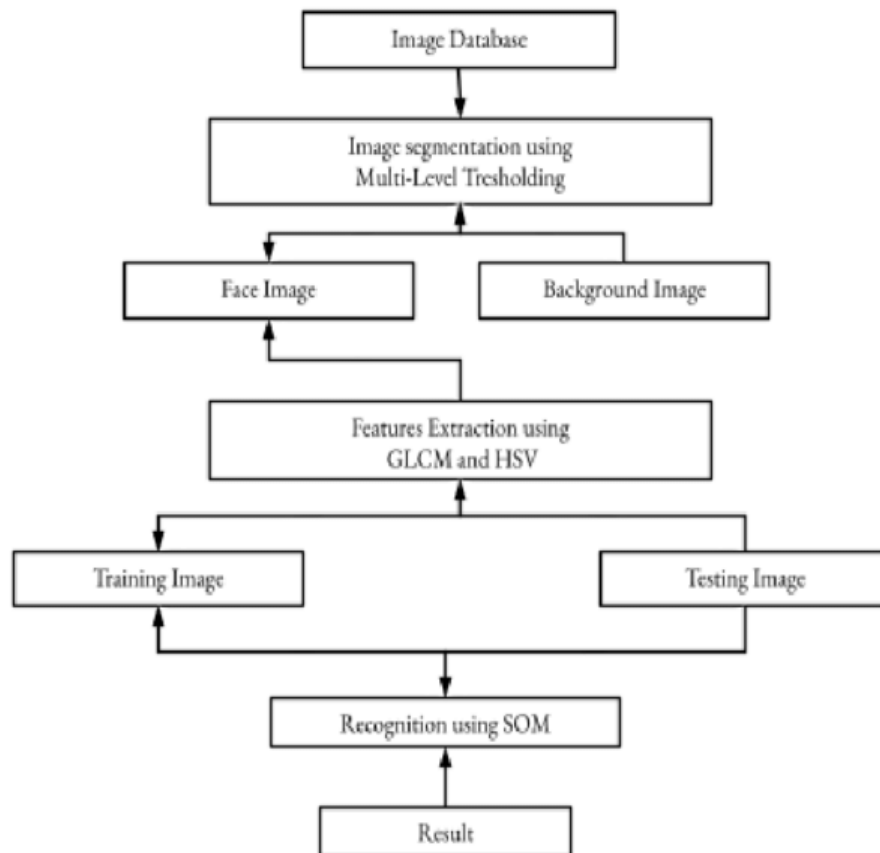
Sumber : (Rachid Ahdid dkk., 2016)

g. Threshold & Kriteria Berhenti

Penentuan Threshold dan Kriteria Berhenti Setelah nilai jarak Euclidean diperoleh pada tahap pencocokan wajah, sistem menentukan keputusan pengenalan wajah berdasarkan nilai threshold yang telah ditetapkan. Threshold berfungsi sebagai batas maksimum jarak yang diperbolehkan agar wajah dianggap cocok dengan data yang tersimpan di database.

Pada penelitian ini digunakan nilai threshold sebesar 0,70. Apabila nilai jarak Euclidean antara embedding wajah input dan embedding wajah referensi lebih kecil atau sama dengan threshold, maka wajah dianggap cocok dan sistem mengenali identitas siswa. Sebaliknya, jika nilai jarak Euclidean melebihi threshold, maka wajah dikategorikan sebagai Unknown dan proses presensi tidak dilanjutkan.

Kriteria berhenti pada proses pengolahan data ini terjadi ketika sistem telah menghasilkan keputusan akhir, baik berupa pengenalan identitas siswa maupun penolakan hasil pencocokan wajah. Dengan adanya threshold, sistem dapat meminimalkan kesalahan pengenalan wajah serta meningkatkan keandalan proses presensi. (Saleh dkk., 2021)



Gambar 2. 4 Threshold dan Keputusan

Sumber : (Saleh dkk., 2021)

h. WhatsApp Gateway (UltraMSG)

WhatsApp Gateway merupakan layanan yang memungkinkan pengiriman pesan otomatis melalui WhatsApp menggunakan Application Programming Interface (API). Pada penelitian ini digunakan layanan UltraMSG yang terintegrasi dengan bahasa pemrograman Python untuk mengirimkan notifikasi kehadiran siswa kepada orang tua secara real-time (UltraMSG, 2024). Pemilihan WhatsApp didasarkan pada tingkat adopsinya yang tinggi di Indonesia, di mana WhatsApp merupakan aplikasi pesan instan yang paling banyak digunakan dibandingkan platform sejenis (We Are Social & Meltwater, 2025).

i. Logika Waktu Presensi

Logika waktu presensi digunakan untuk menentukan status kehadiran siswa berdasarkan perbandingan antara waktu aktual dengan jadwal resmi sekolah. Jika siswa hadir dalam rentang waktu yang ditentukan, sistem mencatat status “Hadir”, sedangkan jika waktu kedatangan melampaui batas toleransi, status berubah menjadi “Terlambat”. Apabila siswa tidak melakukan presensi sampai batas waktu tertentu, status akan tercatat sebagai “Tanpa Keterangan”. Pendekatan ini memastikan bahwa proses presensi berlangsung objektif, konsisten, dan sesuai standar operasional sekolah, sejalan dengan penerapan sistem presensi digital berbasis aturan waktu yang bertujuan meningkatkan akurasi dan objektivitas pencatatan kehadiran siswa (Rahmawati dkk., 2025).

j. Bahasa Pemrograman dan *Framework* yang Digunakan

Penelitian ini dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Python versi 3.12.3, karena Python memiliki ekosistem pustaka yang lengkap serta dukungan yang kuat dalam pengembangan sistem berbasis kecerdasan buatan dan pengolahan citra digital. Python banyak digunakan dalam bidang computer vision dan artificial intelligence karena kemudahan sintaks serta ketersediaan library pendukung yang stabil dan terdokumentasi dengan baik (Russell dkk., 2021).

Pustaka yang digunakan dalam penelitian ini meliputi OpenCV dan OpenCV-contrib untuk pengolahan citra digital serta pengambilan gambar dari kamera, NumPy untuk komputasi numerik dan manipulasi array data, serta Pillow untuk pemrosesan dan manipulasi citra. Selain itu, pustaka Requests digunakan untuk mendukung integrasi layanan Application Programming Interface (API) pada WhatsApp Gateway dalam proses pengiriman notifikasi kehadiran siswa (NumPy Developers, 2024; OpenCV Team, 2024; Pillow Contributors, 2024; Requests Contributors, 2024).

89 Dalam pengembangan antarmuka web, penelitian ini menggunakan Flask versi 3.1.2 sebagai framework web berbasis Python yang bersifat ringan dan fleksibel, sehingga sesuai untuk membangun aplikasi web presensi. Sementara itu, Flask-MySQLdb versi 2.0.0 digunakan sebagai penghubung antara aplikasi Flask dengan sistem basis data MySQL, yang dikelola melalui Laragon (phpMyAdmin) untuk penyimpanan dan pengelolaan data presensi siswa (Flask-MySQLdb Contributors, 2024; Oracle Corporation, 2024; Pallets Projects, 2024).

21 k. **Evaluasi Sistem (*Black Box Testing*)**

32 Black Box Testing digunakan dalam penelitian ini untuk memvalidasi fungsi sistem berdasarkan hubungan antara input dan output tanpa memperhatikan struktur internal kode program. Metode ini berfokus pada pengujian fungsional sistem untuk memastikan bahwa setiap fitur berjalan sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi yang telah ditetapkan. Black Box Testing sangat sesuai digunakan dalam pengujian sistem presensi berbasis pengenalan wajah karena mampu mengevaluasi fungsi utama sistem, seperti proses deteksi wajah, identifikasi identitas siswa, penerapan logika waktu presensi, serta pengiriman notifikasi kehadiran melalui WhatsApp. Pendekatan ini memastikan bahwa sistem menghasilkan keluaran yang benar pada setiap skenario pengujian dan dapat digunakan secara andal oleh pengguna akhir (Hellsten & Machado, 2015).

120 B. **Kajian Pustaka**

37 Kajian pustaka berikut memaparkan beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan sistem presensi berbasis pengenalan wajah sebagai dasar pengembangan penelitian ini.

(Liana dkk. 2023) mengembangkan sistem presensi berbasis face detection dengan memanfaatkan pendekatan *Cognitive Internet of Things (CIoT)*. Sistem ini memungkinkan perangkat IoT mendeteksi wajah siswa untuk mencatat kehadiran secara otomatis. Namun, penelitian ini hanya

berfokus pada face detection, bukan *face recognition*, sehingga sistem belum mampu mengenali identitas siswa secara spesifik. Selain itu, penelitian tersebut tidak menyediakan mekanisme notifikasi kepada orang tua. Studi ini menjadi dasar bahwa teknologi deteksi wajah dapat diintegrasikan dalam presensi, tetapi masih memerlukan pengembangan pada sisi identifikasi dan komunikasi *real-time*.

(Lestari dkk, 2024) merancang sistem presensi otomatis berbasis IoT yang memanfaatkan *webcam* untuk mendeteksi wajah siswa pada saat kedatangan. Fokus penelitian ini adalah otomatisasi proses pencatatan kehadiran untuk mengurangi beban administrasi manual. Meskipun demikian, sistem yang dikembangkan masih menggunakan metode deteksi wajah sederhana tanpa model deep learning tingkat lanjut sehingga akurasi identifikasinya terbatas. Selain itu, sistem ini tidak menyediakan fitur notifikasi, sehingga data kehadiran hanya tersimpan pada sistem internal tanpa pemberitahuan kepada orang tua. Keterbatasan ini menunjukkan perlunya teknologi pengenalan wajah yang lebih akurat dan integrasi notifikasi otomatis.

(Bagas Adi Pangestu, 2025.) mengembangkan sistem presensi berbasis *face recognition* yang diintegrasikan dengan *Telegram* sebagai media pengirim notifikasi kehadiran siswa. Sistem ini memungkinkan orang tua mendapatkan informasi kehadiran secara otomatis setiap kali anak melakukan presensi. Namun, penggunaan *Telegram* dinilai kurang optimal dalam konteks sekolah di Indonesia yang lebih banyak menggunakan WhatsApp sebagai media komunikasi utama. Selain itu, penelitian ini belum memanfaatkan model deep learning modern yang dapat meningkatkan kualitas identifikasi wajah. Karena itu, penelitian ini relevan sebagai dasar integrasi notifikasi, namun masih perlu pengembangan agar lebih sesuai dengan kebutuhan pengguna.

(Syahputra, 2022.) mengimplementasikan sistem presensi berbasis deteksi wajah menggunakan teknik *face recognition*. Fokus penelitian ini terletak pada proses pendeteksian dan pencocokan wajah untuk mencatat

kehadiran siswa. Namun, penelitian ini belum menggunakan model deep learning modern seperti MTCNN atau *InceptionResNetV1*, sehingga tingkat akurasi masih dapat ditingkatkan. Selain itu, tidak terdapat fitur pengiriman notifikasi kepada orang tua, sehingga hasil presensi hanya dapat dilihat oleh pihak sekolah. Penelitian ini memberikan gambaran awal penggunaan teknologi pengenalan wajah, namun belum menjawab kebutuhan komunikasi kehadiran secara *real-time*.

(Pella dkk, 2020.) merancang sistem presensi berbasis IoT yang menggabungkan teknologi *face recognition* dan sidik jari untuk meningkatkan keakuratan pencatatan kehadiran. Sistem ini mengirimkan data presensi secara otomatis ke server melalui koneksi IoT. Meski demikian, penelitian ini belum mengintegrasikan fitur notifikasi kepada orang tua dan tidak menggunakan model deep learning terkini untuk pengenalan wajah. Fokus penelitian lebih mengarah pada kombinasi dua metode biometrik daripada optimalisasi identifikasi wajah. Keterbatasan tersebut menunjukkan perlunya sistem yang mampu memberikan informasi kehadiran secara langsung kepada orang tua dan menggunakan model pengenalan wajah yang lebih canggih.

(Lusni Pratama dkk., 2021.) mengembangkan sistem presensi berbasis pengenalan wajah tanpa kontak fisik dengan membandingkan metode Local Binary Pattern Histogram (LBPH) dan Eigenface. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode LBPH memiliki akurasi yang lebih tinggi dan lebih stabil dibandingkan Eigenface, terutama pada kondisi wajah frontal dan pencahayaan normal. Namun, penelitian ini masih menggunakan metode klasik sehingga belum optimal dalam menghadapi variasi lingkungan yang kompleks, sehingga diperlukan pendekatan deep learning untuk meningkatkan kinerja sistem.

(Talumepa dkk., 2024) mengembangkan sistem presensi wajah menggunakan metode Modified Region Convolutional Neural Network (MR-CNN) dan Principal Component Analysis (PCA) untuk ekstraksi fitur dalam pengenalan wajah. Sistem ini menghasilkan akurasi presensi yang

tinggi dan menunjukkan bahwa pendekatan deep learning mampu mengotomatisasi pencatatan kehadiran secara efektif. Namun, pendekatan tersebut belum mengeksplorasi integrasi notifikasi maupun dampaknya pada konteks sekolah secara menyeluruh.

(Yulanda & Sutarman, 2024) mengembangkan aplikasi presensi otomatis berbasis pengenalan wajah menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) untuk mengatasi keterbatasan presensi manual dalam lingkungan perguruan tinggi. Hasil pengujian menunjukkan model CNN mampu mencapai akurasi 100% meskipun nilai loss mengalami fluktuasi, serta sistem berjalan sesuai kebutuhan fungsionalnya. Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan CNN efektif dalam mengenali wajah untuk absensi otomatis, namun belum mencakup fitur integrasi pemberitahuan atau analisis kebutuhan pengguna secara lebih luas.

Penelitian oleh (Ardi Purnomo Saputra Efendi N dkk., 2025) telah berhasil mengembangkan sistem presensi siswa berbasis Face-API.js yang terintegrasi dengan WhatsApp Gateway. Namun, penelitian tersebut belum mengeksplorasi penggunaan metode deep learning yang lebih kompleks untuk tahap deteksi dan pengenalan wajah secara terpisah. Selain itu, pengujian sistem belum dijelaskan secara spesifik pada kondisi pencahayaan tertentu. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem presensi siswa dengan memanfaatkan MTCNN dan InceptionResNetV1 serta melakukan evaluasi fungsional sistem pada kondisi pencahayaan normal di lingkungan sekolah.

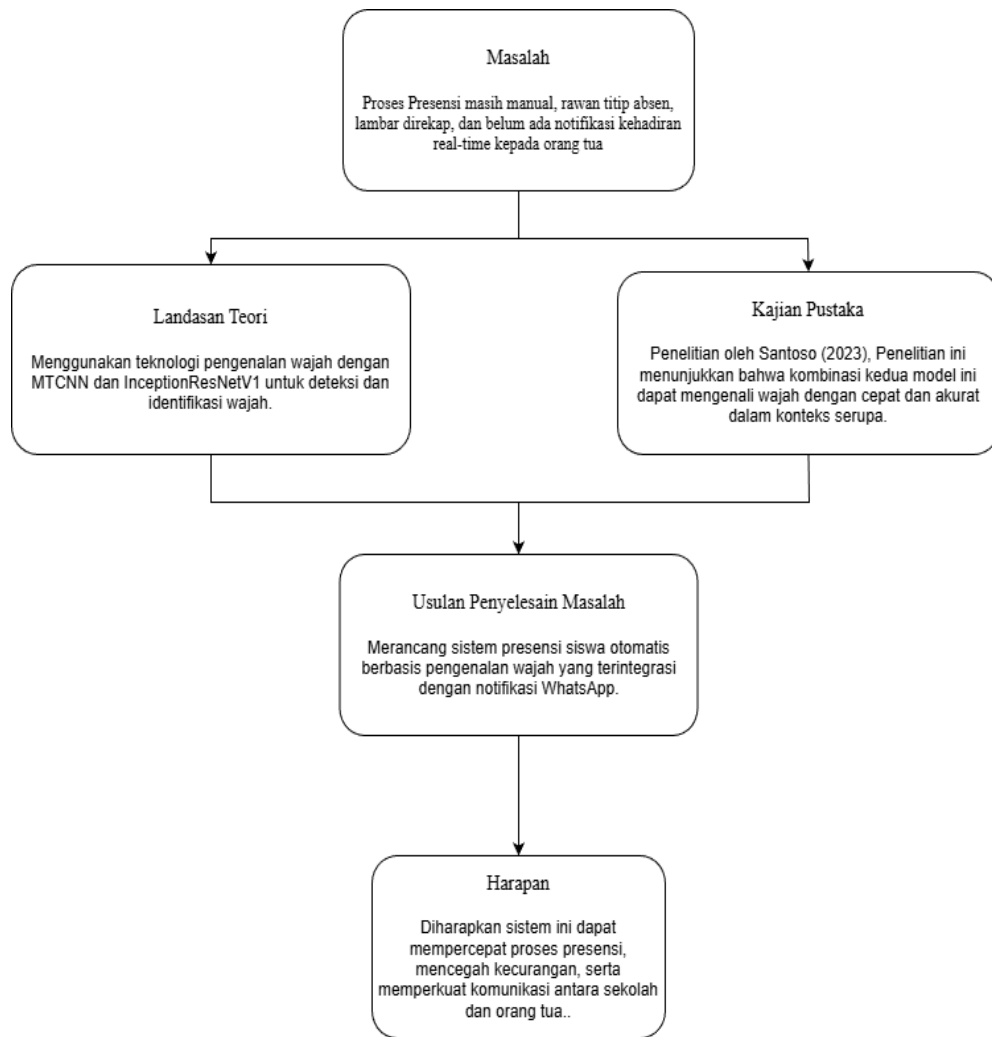
Penelitian oleh (Hasyahaifa dkk., 2025) mengembangkan sistem presensi digital untuk meningkatkan efisiensi pencatatan kehadiran dibandingkan metode manual. Sistem tersebut mampu mengurangi kesalahan pencatatan, namun masih memiliki keterbatasan dalam aspek keamanan karena belum menerapkan autentikasi biometrik seperti pengenalan wajah. Hal ini menunjukkan perlunya pengembangan sistem presensi yang lebih aman dan otomatis, terutama di lingkungan sekolah, dengan memanfaatkan teknologi pengenalan wajah serta integrasi

notifikasi. Penelitian ini kemudian menginspirasi penelitian yang sedang dilakukan, yang mengimplementasikan model MTCNN dan InceptionResNetV1 untuk deteksi dan pengenalan wajah dalam sistem presensi siswa serta mengevaluasi fungsionalitasnya pada kondisi pencahayaan normal di sekolah.

Berdasarkan penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar sistem presensi berbasis wajah berfokus pada deteksi atau identifikasi wajah tanpa integrasi komunikasi *real-time*, dan mayoritas belum memanfaatkan model deep learning modern seperti MTCNN dan *InceptionResNetV1* pra-latih *VGGFace2*. Selain itu, penggunaan WhatsApp sebagai media notifikasi—yang lebih umum digunakan oleh masyarakat Indonesia—masih jarang dibahas. Karena itu, penelitian ini mengisi celah tersebut dengan mengembangkan sistem presensi siswa berbasis pengenalan wajah yang akurat dan dilengkapi notifikasi otomatis melalui *WhatsApp Gateway*.

C. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir ini menunjukkan alur logis penelitian mulai dari permasalahan yang terjadi hingga solusi yang diusulkan, dengan menghubungkan landasan teori dan hasil kajian pustaka sebagai dasar pengembangan sistem.



Gambar 2. 1 Kerangka Berpikir

Gambar kerangka berpikir menjelaskan bahwa penelitian ini berawal dari masalah presensi manual yang lambat, rawan kecurangan, dan belum menyediakan notifikasi kehadiran. Berdasarkan teori dan penelitian terdahulu, teknologi MTCNN dan *InceptionResNetV1* dinilai mampu meningkatkan akurasi identifikasi wajah. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan sistem presensi otomatis berbasis pengenalan wajah yang terintegrasi dengan WhatsApp untuk memberikan notifikasi *real-time*. Sistem ini diharapkan dapat mempercepat proses presensi, mengurangi kecurangan, dan meningkatkan komunikasi antara sekolah dan orang tua.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah Research and Development (R&D) atau penelitian pengembangan. Penelitian ini berfokus pada perancangan, pembangunan, dan evaluasi fungsional sistem presensi siswa berbasis pengenalan wajah yang terintegrasi dengan notifikasi WhatsApp.

Pemilihan penelitian pengembangan dilakukan karena penelitian ini bertujuan menghasilkan produk berupa sistem presensi berbasis web, bukan untuk membandingkan performa algoritma secara statistik maupun melakukan eksperimen sebab-akibat. Sistem dikembangkan melalui tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, hingga simulasi penggunaan sistem.

Model pengembangan sistem yang digunakan adalah Waterfall, yang meliputi tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, simulasi fungsional, dan evaluasi hasil. Simulasi dilakukan pada lingkungan nyata di SMP Katolik Mardiwiyata Kediri untuk mengamati kinerja fungsional sistem dalam mengenali wajah siswa, mencatat presensi masuk dan pulang, serta mengirimkan notifikasi kehadiran kepada orang tua melalui WhatsApp Gateway. Penelitian ini tidak membahas kondisi ekstrem seperti pencahayaan minim, latar belakang kompleks, maupun keberadaan banyak wajah dalam satu frame.

Pendekatan simulasi digunakan untuk mengamati bagaimana sistem bekerja dalam mengenali wajah siswa, mencatat presensi masuk dan pulang, serta mengirimkan notifikasi kehadiran kepada orang tua melalui WhatsApp Gateway. Penelitian ini tidak membahas kondisi ekstrem seperti

pencahayaannya minim, latar belakang kompleks, atau banyak wajah dalam satu frame.

1. Variabel Penelitian

a. Variabel Independen (Bebas)

Variabel independen dalam penelitian ini meliputi:

1. Algoritma deteksi wajah MTCNN
2. Model pengenalan wajah *InceptionResNetV1* (*VGGFace2 pretrained*)
3. Parameter sistem berupa nilai *threshold* jarak Euclidean

b. Variabel Dependen (Terikat)

Variabel dependen dalam penelitian ini meliputi:

1. Keberhasilan sistem dalam mengenali wajah siswa
2. Waktu respon proses presensi
3. Ketepatan penentuan status kehadiran siswa
4. Keberhasilan pengiriman notifikasi WhatsApp

c. Variabel Kontrol (Pengendali)

Variabel kontrol yang dijaga tetap selama penelitian meliputi:

1. Spesifikasi perangkat keras *server* sistem
2. Jenis kamera yang digunakan (kamera *smartphone/webcam*)
3. Kondisi pencahayaan normal
4. Jarak pengambilan citra wajah
5. Sistem operasi dan bahasa pemrograman yang digunakan

Penggunaan variabel dalam penelitian ini tidak dimaksudkan untuk analisis statistik atau pengujian hipotesis, melainkan sebagai kerangka observasi fungsional dalam mengevaluasi kinerja sistem presensi yang dikembangkan. Variabel digunakan untuk membantu peneliti dalam mengamati keberhasilan sistem dalam mengenali wajah, mencatat presensi, serta mengirimkan notifikasi WhatsApp sesuai dengan skenario penggunaan sistem

B. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan alat dan sarana yang digunakan untuk mendukung proses pengembangan, simulasi, dan evaluasi fungsional sistem presensi berbasis pengenalan wajah.

1. Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

a. Laptop Admin / Server Sistem

- 1) Processor: Intel Core i5–11400H
- 2) RAM: 8 GB
- 3) GPU: NVIDIA GeForce RTX 3050
- 4) Storage: SSD NVMe 512 GB

b. Kamera Smartphone (*Client-side*)

Smartphone digunakan sebagai kamera untuk mengakses halaman presensi melalui jaringan WiFi lokal sekolah sebagai perangkat *input* citra wajah

c. Jaringan WiFi Lokal Sekolah

Diperlukan untuk menghubungkan *server* (laptop admin) dengan perangkat Smartphone

2. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- a. Sistem operasi Windows 11
- b. Bahasa pemrograman Python
- c. *Framework* web Flask
- d. Library pengolahan citra OpenCV
- e. Library pengenalan wajah facenet-pytorch (MTCNN dan *InceptionResNetV1*)
- f. Library pendukung NumPy dan Pillow
- g. Sistem basis data MySQL
- h. *UltraMSG* API sebagai *WhatsApp Gateway*
- i. *Tools* pendukung seperti Visual Studio Code, Laragon/phpMyAdmin, dan *browser* web

3. Dataset Wajah

Dataset yang digunakan merupakan *dataset* wajah yang dikumpulkan sendiri (self-collected), terdiri dari 20–30 citra wajah per siswa. *Dataset* digunakan sebagai data referensi untuk menghasilkan *embedding* wajah berdimensi 512 menggunakan model *InceptionResNetV1*.

Karakteristik *dataset*:

- Variasi pose sedikit (menghadap kiri/kanan, kebawah/keatas)
- Pencahayaan normal
- Ukuran gambar 180×180 px
- Format JPG/PNG

Dataset tidak dibagi menjadi data latih, validasi, dan uji karena penelitian ini tidak melakukan pelatihan ulang model, melainkan menggunakan model pra-latih untuk proses inferensi.

4. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui:

- Observasi langsung, untuk mengamati proses penggunaan sistem presensi
- Simulasi penggunaan sistem, untuk melihat alur pengolahan data dan *output* yang dihasilkan
- Pencatatan log sistem, berupa data presensi yang tersimpan dalam basis data

C. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMP Katolik Mardiwyata Kediri sebagai lokasi implementasi dan simulasi sistem presensi berbasis pengenalan wajah. Pemilihan sekolah ini didasarkan pada pertimbangan kesesuaian dengan topik penelitian, yaitu masih digunakannya sistem presensi siswa secara manual serta adanya kebutuhan peningkatan sistem presensi melalui pemanfaatan teknologi pengenalan wajah.

2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam kurun waktu kurang lebih enam bulan, dimulai setelah pelaksanaan seminar proposal hingga proses penyusunan laporan akhir Tugas Akhir. Selama periode tersebut, penelitian difokuskan pada proses analisis kebutuhan, perancangan sistem, pengembangan aplikasi, pengujian, serta dokumentasi hasil penelitian. Setelah sistem berhasil diimplementasikan, dilakukan serangkaian evaluasi untuk menilai kinerja dan efektivitas sistem, meliputi akurasi pengenalan wajah, waktu respon deteksi, tingkat keberhasilan pencatatan presensi,

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan ke 1				Bulan ke 2				Bulan ke 3				Bulan ke 4				Bulan ke 5				Bulan ke 6			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Analisis Kebutuhan Sistem & Perancangan Sistem																								
2	Pengambilan Data (<i>dataset</i> wajah siswa)																								
3	Implementasi Sistem																								
4	Pengujian Sistem																								
5	Laporan Akhir dan Revisi Skripsi																								

D. Objek dan Subjek Penelitian

1. Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem dilakukan untuk menjelaskan secara jelas apa yang diharapkan dari sistem presensi siswa berbasis pengenalan wajah yang akan dibangun. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi fitur-fitur yang dibutuhkan agar sistem mampu menyelesaikan permasalahan presensi secara efektif dan sesuai dengan tujuan penelitian.

Berdasarkan hasil analisis, kebutuhan sistem dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi beberapa jenis kebutuhan sebagai berikut :

a. Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional merupakan fitur-fitur utama yang harus dimiliki oleh sistem agar dapat berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian. Kebutuhan fungsional sistem presensi ini meliputi:

1. Sistem mampu mengaktifkan kamera perangkat untuk pengambilan citra wajah.
2. Sistem mampu mendeteksi dan mengenali wajah siswa menggunakan metode MTCNN dan *InceptionResNetV1*.
3. Sistem mampu mencatat presensi masuk dan presensi pulang siswa.
4. Sistem mampu menentukan status kehadiran siswa berdasarkan logika waktu sekolah.
5. Sistem mampu menyimpan data presensi ke dalam basis data.
6. Sistem mampu mengirimkan notifikasi kehadiran kepada orang tua siswa melalui *WhatsApp Gateway*.

b. Kebutuhan Non-Fungsional

Kebutuhan non-fungsional berkaitan dengan kualitas sistem yang diharapkan. Sistem presensi yang dikembangkan diharapkan memiliki:

1. Kemudahan penggunaan (usability) bagi siswa dan admin.
2. Waktu respon yang cepat dalam proses presensi.
3. Kestabilan sistem saat digunakan.
4. Keamanan akses khusus bagi admin melalui mekanisme autentikasi.
5. Kompatibilitas dengan perangkat smartphone yang digunakan

c. Kebutuhan bisnis

Kebutuhan bisnis dalam penelitian ini berkaitan dengan tujuan institusi sekolah, yaitu:

1. Meningkatkan kedisiplinan siswa dalam kehadiran.

2. Mengurangi potensi kecurangan dalam proses presensi.
3. Meningkatkan efektivitas penyampaian informasi kehadiran siswa kepada orang tua secara *real-time*.

d. Kebutuhan pengguna

Kebutuhan pengguna menggambarkan kebutuhan spesifik dari pihak yang menggunakan sistem, yaitu:

1. Siswa, membutuhkan sistem presensi yang mudah digunakan dan tidak memerlukan pencatatan manual.
2. Admin/Guru, membutuhkan sistem yang mampu mengelola data siswa, memantau presensi, serta melakukan koreksi data jika diperlukan.
3. Orang tua, membutuhkan informasi kehadiran siswa yang dapat diterima dengan cepat dan akurat melalui notifikasi WhatsApp.

e. Kebutuhan data

Kebutuhan data mencakup jenis, format, dan karakteristik data yang diperlukan agar sistem dapat berjalan secara efektif. Kebutuhan data dalam penelitian ini meliputi:

1. Data Master, berupa data siswa yang relatif tetap, seperti NIS, nama siswa, kelas, dan nomor WhatsApp orang tua.
2. Data Transaksi, berupa data presensi masuk dan pulang siswa yang dihasilkan setiap hari oleh sistem.
3. Data Referensi, berupa data jadwal sekolah dan ketentuan waktu presensi yang digunakan sebagai acuan penentuan status kehadiran.
4. Data Non-Struktural, berupa citra wajah siswa yang diperoleh dari kamera smartphone dan digunakan dalam proses deteksi serta pengenalan wajah.

2. Objek Penelitian

Objek penelitian dalam penelitian ini adalah sistem presensi siswa berbasis pengenalan wajah yang dikembangkan untuk mendukung proses pencatatan kehadiran secara otomatis di lingkungan sekolah.

Sistem presensi ini dibangun menggunakan bahasa pemrograman Python dengan *framework* Flask, serta mengimplementasikan metode MTCNN untuk deteksi wajah dan *InceptionResNetV1* (pra-latih *VGGFace2*) untuk pengenalan wajah. Fitur utama sistem meliputi pengambilan citra wajah, pencatatan presensi masuk dan pulang, penentuan status kehadiran, penyimpanan data presensi ke dalam basis data MySQL, serta pengiriman notifikasi WhatsApp kepada orang tua siswa.

Pemilihan objek penelitian ini didasarkan pada kebutuhan sekolah akan sistem presensi yang lebih akurat, efisien, dan mampu meningkatkan transparansi informasi kehadiran siswa.

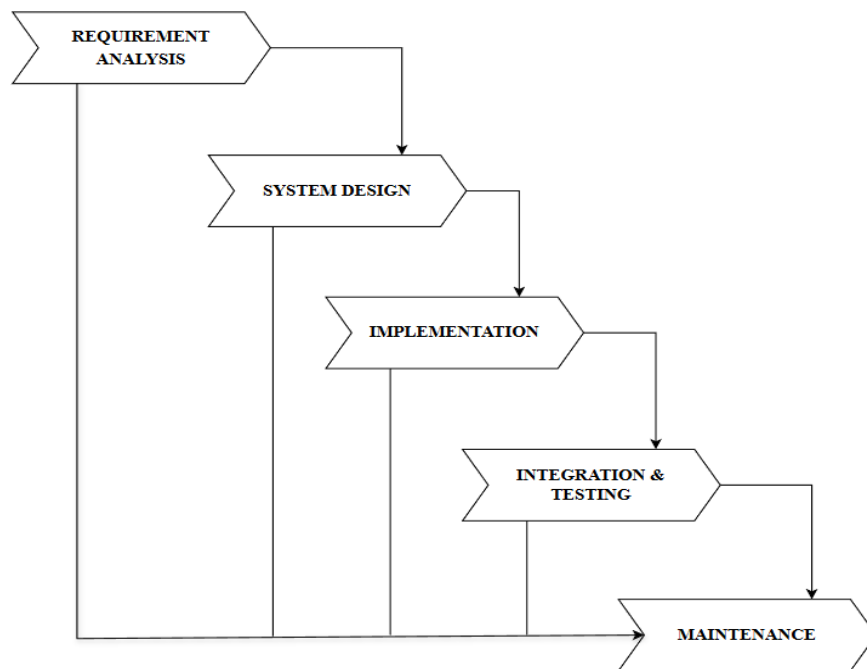
3. Subjek Penelitian

Subjek penelitian merupakan pihak atau sumber yang memberikan data dan informasi yang dibutuhkan dalam penelitian. Subjek penelitian dalam penelitian ini meliputi:

- Siswa, sebagai pengguna sistem presensi dan sumber data citra wajah.
- Admin/Guru, sebagai pengelola sistem presensi dan pengelola data siswa.
- Data log sistem, berupa catatan presensi dan log notifikasi yang dihasilkan oleh sistem selama simulasi penggunaan.
- Perangkat lunak sistem presensi, yang diamati dari sisi fungsionalitas, kestabilan, dan alur proses kerja sistem.

E. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian merupakan rangkaian tahapan kegiatan yang dilakukan secara sistematis untuk mencapai tujuan penelitian. Prosedur penelitian pada penelitian ini disusun berdasarkan metode pengembangan perangkat lunak *Waterfall*, yang dipilih karena sesuai dengan jenis penelitian pengembangan sistem dan jadwal penelitian yang telah ditetapkan.



Gambar 3. 1 waterfall

Tahapan prosedur penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Tahap Kebutuhan Sistem

Tahap analisis kebutuhan sistem dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan presensi siswa yang terjadi serta menentukan kebutuhan sistem yang akan dikembangkan. Pada tahap ini dilakukan observasi terhadap proses presensi yang berjalan di sekolah, khususnya terkait pencatatan kehadiran siswa, potensi kecurangan presensi, dan keterbatasan penyampaian informasi kehadiran kepada orang tua. Hasil dari tahap ini berupa identifikasi kebutuhan fungsional, kebutuhan non-fungsional, kebutuhan pengguna, serta kebutuhan data yang diperlukan oleh sistem. Seluruh kebutuhan tersebut digunakan sebagai dasar dalam proses perancangan sistem presensi berbasis pengenalan wajah.

2. Perancangan Sistem

Tahap perancangan sistem dilakukan untuk menggambarkan rancangan sistem secara menyeluruh sebelum proses implementasi. Aktivitas pada tahap ini meliputi:

- Perancangan alur sistem menggunakan *flowchart*.

- b. Perancangan aliran data menggunakan *Data Flow Diagram* (DFD).
- c. Perancangan struktur basis data menggunakan *Entity Relationship Diagram* (ERD).
- d. Perancangan antarmuka pengguna sistem presensi sebagai gambaran interaksi antara pengguna dan sistem.

Perancangan ini bertujuan untuk memberikan gambaran teknis yang jelas mengenai cara kerja sistem yang akan dikembangkan.

3. Implementasi Sistem

Pada tahap implementasi, rancangan sistem yang telah dibuat diterapkan ke dalam bentuk aplikasi yang dapat dijalankan. Sistem presensi dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan *framework* Flask.

Aktivitas implementasi meliputi:

- a. Pengembangan modul deteksi dan pengenalan wajah menggunakan metode MTCNN dan *InceptionResNetV1*.
- b. Pengembangan modul pencatatan presensi masuk dan pulang.
- c. Penyimpanan data presensi ke dalam basis data MySQL.
- d. Integrasi layanan *WhatsApp Gateway* untuk pengiriman notifikasi kehadiran kepada orang tua siswa.

4. Simulasi dan Evaluasi Fungsional Sistem

Tahap ini dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan telah berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditetapkan. Simulasi penggunaan sistem dilakukan dengan mengamati alur kerja sistem, mulai dari pengambilan citra wajah, proses pengenalan wajah, pencatatan presensi, hingga pengiriman notifikasi WhatsApp.

Evaluasi fungsional dilakukan untuk menilai:

- a. Keberhasilan proses presensi masuk dan pulang.
- b. Ketepatan pengenalan wajah siswa.
- c. Ketepatan penentuan status kehadiran berdasarkan logika waktu.
- d. Keberhasilan pengiriman notifikasi WhatsApp.

Evaluasi dilakukan secara observasional sesuai dengan batasan penelitian, tanpa melakukan pengujian statistik atau eksperimen laboratorium.

5. Evaluasi dan Penyempurnaan

Tahap evaluasi dan penyempurnaan dilakukan berdasarkan hasil simulasi dan evaluasi fungsional sistem. Pada tahap ini, peneliti menganalisis hasil evaluasi untuk mengidentifikasi kekurangan atau kendala yang masih terdapat pada sistem.

Apabila ditemukan kekurangan, dilakukan penyempurnaan sistem agar dapat berjalan lebih optimal dan sesuai dengan kebutuhan penelitian.

Tahap ini bertujuan untuk menghasilkan sistem presensi yang stabil dan siap digunakan sesuai dengan ruang lingkup penelitian.

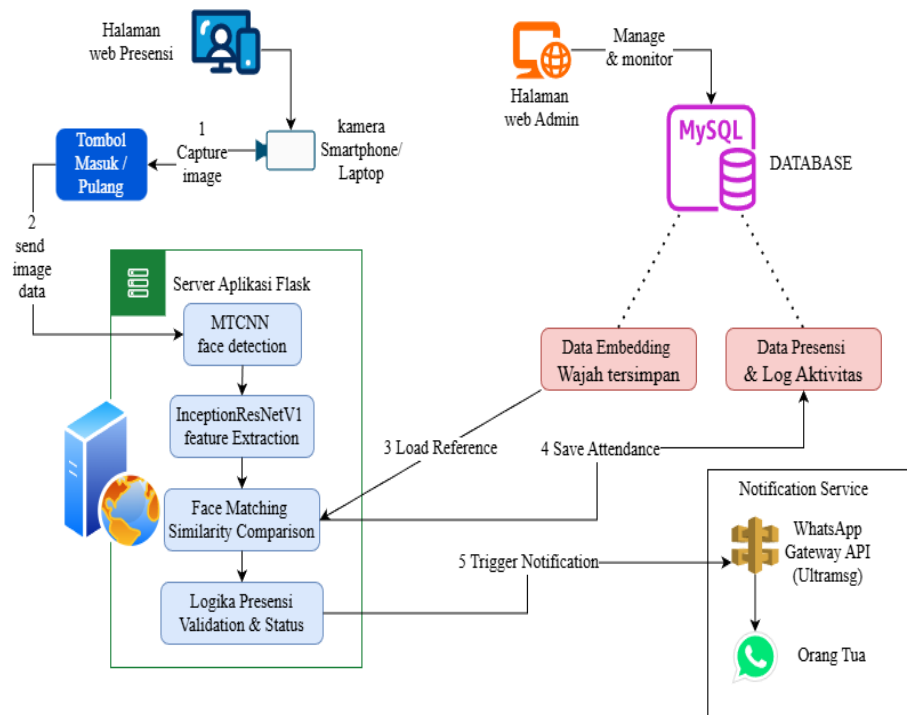
F. Teknik Analisis data

Teknik analisis data pada penelitian ini dilakukan melalui analisis sistem dan evaluasi fungsional, sesuai dengan karakteristik penelitian Research and Development (R&D). Analisis difokuskan pada alur kerja sistem presensi siswa berbasis pengenalan wajah, mulai dari proses input citra wajah hingga pengiriman notifikasi WhatsApp kepada orang tua. Evaluasi dilakukan melalui simulasi penggunaan sistem dan pengujian fungsional (black box testing) untuk memastikan setiap fitur berjalan sesuai kebutuhan serta mengidentifikasi bagian sistem yang perlu disempurnakan.

1. Desain Sistem

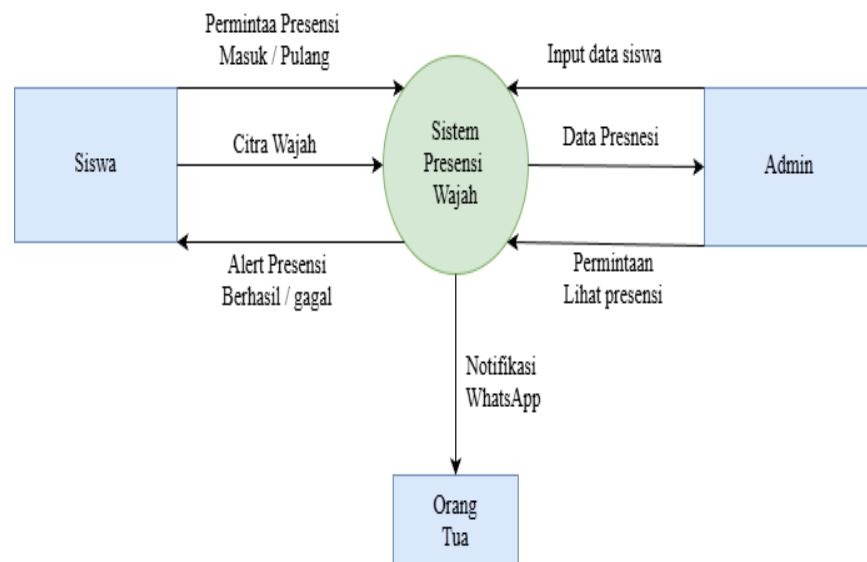
- a. Arsitektur sistem pada penelitian ini menggambarkan interaksi antar komponen sistem presensi berbasis pengenalan wajah, meliputi perangkat pengguna, modul pengenalan wajah, basis data, dan layanan WhatsApp Gateway.

32



Gambar 3. 2 Arsitektur Sistem

1) *Data Flow Diagram (DFD) Level 0 (Diagram Konteks) DFD* Level 0 digunakan untuk menggambarkan sistem presensi sebagai satu proses utama yang berinteraksi dengan entitas luar, yaitu siswa dan admin.

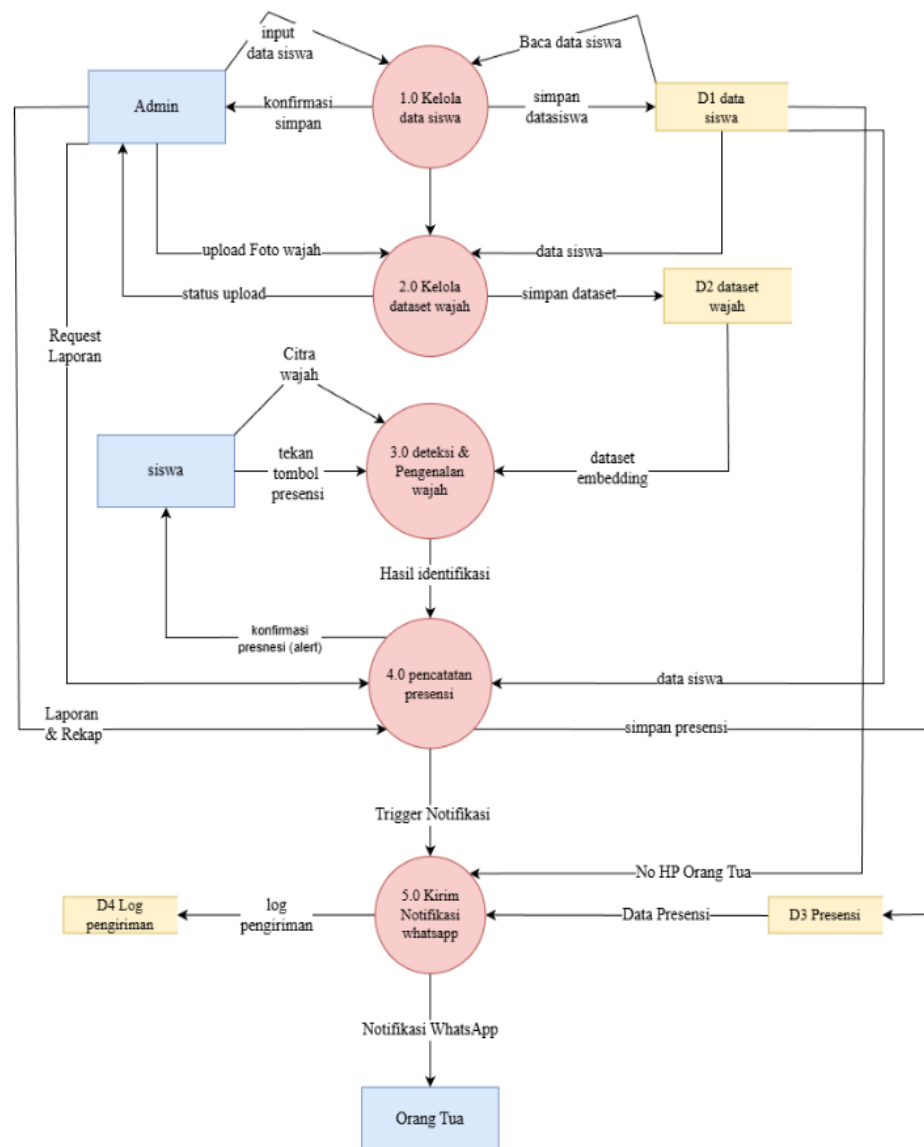


Gambar 3. 3 DFD Level 0

33

2) Data Flow Diagram (DFD) Level

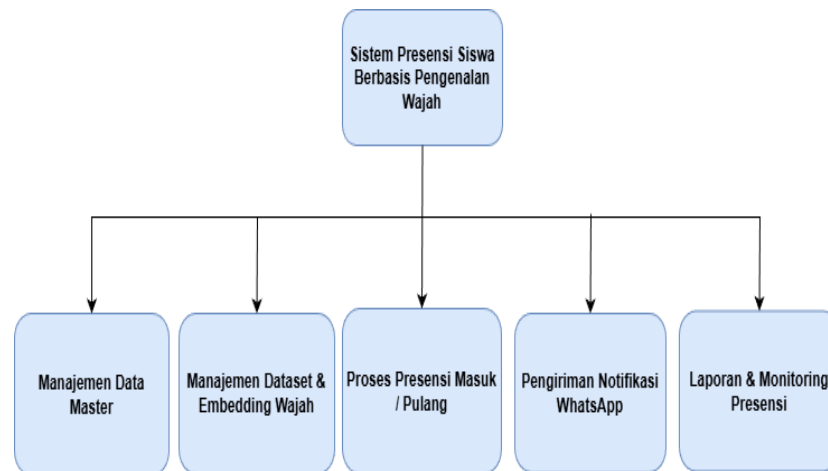
DFD Level 1 menggambarkan dekomposisi proses utama sistem presensi menjadi beberapa subprocess, mulai dari pengambilan citra wajah hingga pengiriman notifikasi WhatsApp.



Gambar 3. 4 DFD Level 1

3) Diagram Dekomposisi

Diagram dekomposisi digunakan untuk menjelaskan pemecahan proses utama pada DFD Level 1 menjadi subprocess yang lebih detail, sehingga alur kerja sistem dapat dipahami secara lebih jelas.

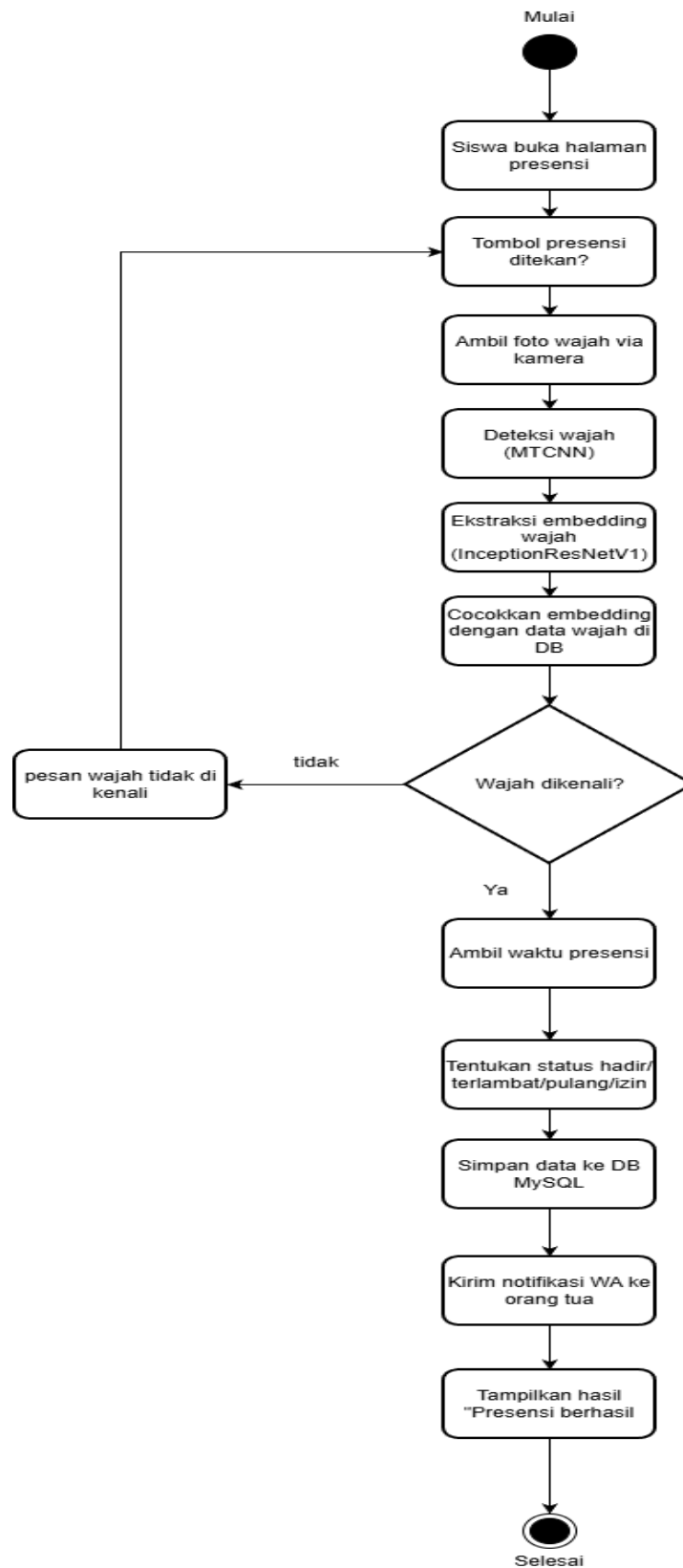


Gambar 3. 5 Diagram Dekomposisi

4) Diagram alur (*flowchart*)

Flowchart menunjukkan alur kerja sistem presensi berbasis pengenalan wajah. Ketika halaman presensi dibuka, kamera otomatis aktif, dan setelah siswa menekan tombol Presensi Masuk atau Pulang, citra wajah diproses menggunakan MTCNN untuk mendeteksi wajah. Jika terdeteksi, sistem mengekstraksi *embedding* dengan *InceptionResNetV1* dan mencocokkannya dengan *database* untuk mengenali siswa. Setelah identitas sesuai, sistem mencatat waktu presensi, menentukan status kehadiran, menyimpan data ke *database*, dan mengirimkan notifikasi WhatsApp kepada orang tua. *Flowchart* ini merangkum seluruh proses mulai dari deteksi wajah hingga pencatatan dan pengiriman notifikasi.

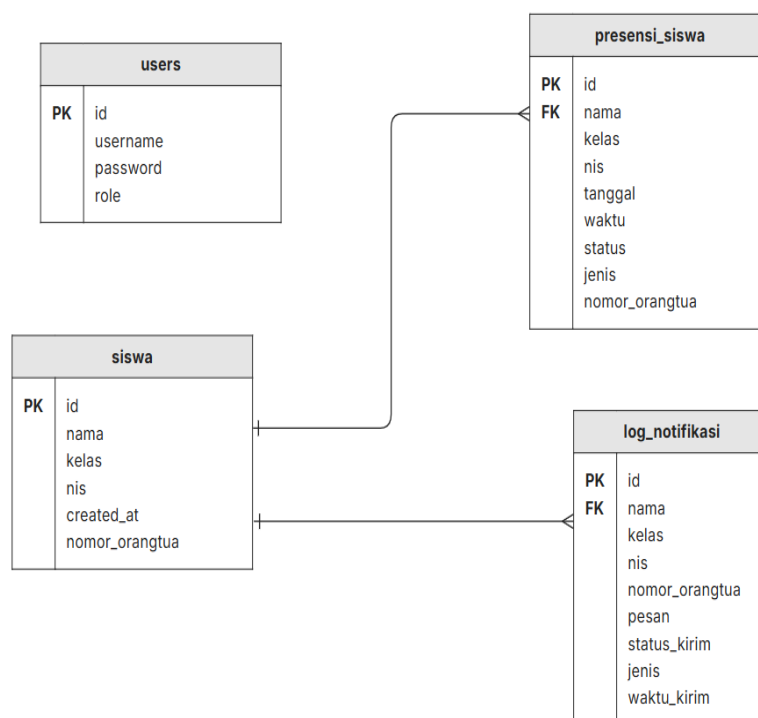
35



Gambar 3. 6 Diagram Alur (Flowchart)

b. Desain Basis Data (*Database Design*)

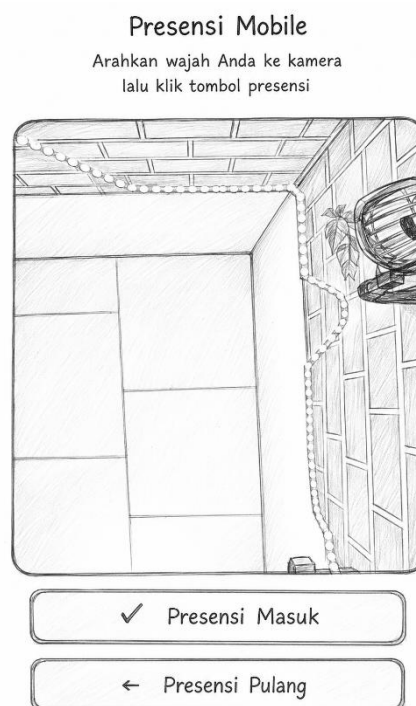
Perancangan basis data pada sistem presensi berbasis pengenalan wajah ini digambarkan melalui *Entity Relationship Diagram (ERD)*. ERD terdiri dari empat entitas utama, yaitu Siswa, Presensi_Siswa, Log_Notifikasi, dan Users. Entitas Siswa menyimpan data identitas siswa, entitas Presensi_Siswa mencatat data kehadiran siswa, dan entitas Log_Notifikasi menyimpan riwayat pengiriman pesan WhatsApp kepada orang tua sebagai notifikasi presensi. Entitas Users digunakan untuk menyimpan data akun admin sebagai pengelola sistem. Relasi antar entitas menunjukkan hubungan one-to-many antara entitas Siswa dengan Presensi_Siswa serta Log_Notifikasi, yang dikelola secara logis pada tingkat aplikasi menggunakan Python Flask.



Gambar 3. 7 Entity Relationship Diagram

c. Desain Antarmuka Pengguna (UI/UX Design)

Desain antarmuka pengguna bertujuan untuk menggambarkan tampilan sistem presensi berbasis web yang digunakan oleh siswa dan admin. Fokus perancangan antarmuka ditampilkan pada halaman presensi siswa sebagai antarmuka utama, yang dapat diakses melalui browser pada perangkat smartphone maupun laptop dengan koneksi HTTPS agar kamera dapat berfungsi. Halaman ini menampilkan kamera aktif serta tombol Presensi Masuk dan Presensi Pulang untuk mendukung proses presensi berbasis pengenalan wajah. Antarmuka admin digunakan untuk pengelolaan data dan pemantauan presensi, namun tidak ditampilkan secara visual karena bersifat pendukung.



Gambar 3. 8 halaman presensi

2. Simulasi Proses Penyelesaian Masalah

a. Data Input

Data input pada sistem presensi siswa berbasis pengenalan wajah pada penelitian ini diperoleh dari SMP Katolik Mardiyata Kediri,

148 khususnya pada kelas VII sebagai objek simulasi pengujian. Data input terdiri atas data identitas siswa dan data citra wajah siswa. Data identitas siswa diinput oleh admin melalui halaman pengelolaan data siswa yang meliputi nama siswa, kelas, NIS/NISN, serta nomor WhatsApp orang tua. Data identitas tersebut disimpan ke dalam basis data sistem sebagai data master siswa.

Selain data identitas, admin juga melakukan input citra wajah siswa sebagai data pendukung proses pengenalan wajah. Citra wajah siswa diperoleh melalui kamera smartphone atau kamera laptop saat proses pendaftaran data siswa. Citra wajah tersebut tidak disimpan di dalam basis data, melainkan ditempatkan pada folder dataset yang terstruktur berdasarkan ID atau nama siswa (misalnya dataset/S001, dataset/S002, dan seterusnya). Pemisahan penyimpanan antara data identitas dan citra wajah bertujuan untuk memudahkan pengelolaan data serta menjaga efisiensi penyimpanan dan privasi siswa.

Pada simulasi pengujian sistem ini digunakan dataset wajah dari 5 siswa kelas VII SMP Katolik Mardiwiyata Kediri sebagai sampel. Setiap siswa memiliki 20–30 citra wajah yang tersimpan pada folder dataset masing-masing dan digunakan sebagai data referensi identitas pada proses pengenalan wajah saat presensi dilakukan.

b. Simulasi Proses Pengujian *black box testing* Menggunakan Dataset

99 Simulasi pengujian dilakukan untuk mengevaluasi fungsi sistem presensi dalam kondisi yang menyerupai penggunaan nyata di SMP Katolik Mardiwiyata Kediri. Proses simulasi difokuskan pada pengujian fungsional sistem, yaitu kesesuaian antara input yang diberikan dan output yang dihasilkan oleh sistem presensi.

31 Simulasi pengujian dilakukan melalui dua kegiatan utama sebagai berikut:

1. Pembentukan data referensi dari dataset

Citra wajah siswa kelas VII yang telah diinput oleh admin dan disimpan pada folder dataset digunakan sebagai data referensi

identitas siswa. Data ini menjadi acuan utama sistem dalam melakukan proses pengenalan wajah saat presensi berlangsung.

2. Pengujian presensi siswa

Siswa kelas VII melakukan presensi masuk atau presensi pulang melalui halaman presensi menggunakan kamera perangkat. Citra wajah yang diambil pada saat presensi digunakan sebagai data uji dan dibandingkan dengan data referensi yang terdapat pada dataset. Berdasarkan hasil pengenalan wajah dan waktu presensi, sistem mencatat status kehadiran siswa serta mengirimkan notifikasi kehadiran kepada orang tua melalui WhatsApp Gateway.

c. Skenario Simulasi Pengujian

Skenario simulasi pengujian sistem presensi siswa pada kelas VII SMP Katolik Mardiwiyata Kediri dilakukan sebagai berikut:

1) Presensi masuk – wajah terdaftar

Siswa kelas VII yang terdapat dalam dataset melakukan presensi pada jam masuk sekolah sehingga sistem mencatat status kehadiran sebagai Hadir.

2) Presensi masuk – wajah terdaftar (melewati toleransi)

Siswa kelas VII melakukan presensi setelah melewati batas toleransi waktu yang ditetapkan sekolah sehingga sistem mencatat status kehadiran sebagai Terlambat.

3) Presensi masuk – variasi pose ringan

Siswa kelas VII melakukan presensi dengan pose wajah yang sedikit berbeda dari citra referensi, seperti sedikit menoleh atau menunduk, untuk menguji kestabilan pengenalan wajah.

4) Presensi masuk – wajah tidak terdaftar

Wajah yang tidak termasuk dalam dataset siswa kelas VII mencoba melakukan presensi dan sistem menolak presensi atau menandai wajah sebagai Unknown.

5) Presensi pulang – wajah terdaftar

Siswa kelas VII yang terdaftar dalam dataset melakukan presensi pulang dan sistem mencatat waktu kepulangan siswa.

6) Tidak melakukan presensi sampai batas waktu

Apabila siswa kelas VII tidak melakukan presensi hingga batas waktu yang ditentukan, sistem secara otomatis mencatat status kehadiran sebagai Tanpa Keterangan sesuai dengan logika waktu presensi.

Tabel 3. 2 Data Siswa Kelas VII (SMP Katolik Mardiwiyata Kediri)

ID	Nama	Kelas	NIS/NISN	No.WhatsApp Orang Tua
1	Bima Pratama	VII	2213020039	6285228934968
2	Dewi Lestari	VII	2213020056	6282146121264
3	Rizky Setiawan	VII	2213020067	6282295724348
4	Agus Santoso	VII	2213020089	6282295724348
5	Siti Rahmawati	VII	2213020090	6281234567890

Tabel 3. 3 Dataset Wajah Siswa Kelas VII

ID	Nama	Folder Dataset	Jumlah Citra	Variasi Pose	Format
1	Bima Pratama	Dataset/ Bima_Prata ma	25	Lurus/kiri/kana n/atas/kebawah	JPG
2	Dewi Lestari	Dataset/ Dewi_Lestari	25	Lurus/kiri/kana n/atas/kebawah	JPG

ID	Nama	Folder Dataset	Jumlah Citra	Variasi Pose	Format
3	Rizky Setiawan	Dataset/Rizky_Setiawan	25	Lurus/kiri/kanan/atas/kebawah	JPG
4	Agus Santoso	Dataset/Agus_Santoso	25	Lurus/kiri/kanan/atas/kebawah	JPG
5	Siti Rahmawati	Dataset/Siti_Rahmawati	Tidak ada	-	-

Tabel 3. 4 Skenario Simulasi Pengujian Presensi (Kelas VII)

ID	Nama	Skenario Pengujian	Waktu Presensi	Output yang diharapkan	Output Notifikasi ke orang tua	Status Notifikasi
1	Bima Pratama	Presensi masuk dan pulang	Masuk = 07:00 Pulang = 12:30	Berhasil Status Hadir	Terkirim	Berhasil
2	Dewi Lestari	Presensi masuk dan pulang melewati toleransi	Masuk = 07:45 Pulang = 12:45	Berhasil Status Terlambat	Terkirim	Berhasil

ID	Nama	Skenario Pengujian	Waktu Presensi	Output yang diharapkan	Output Notifikasi ke orang tua	Status Notifikasi
3	Rizky Setiawan	Presensi masuk tapi tidak presensi Pulang	Masuk = 07:00 Pulang = -	Status Bolos	Terkirim	Berhasil
4	Agus Santoso	Tidak melakukan presensi masuk dan pulang	Masuk = - Pulang = -	Status tanpa keterangan	Terkirim	Berhasil
5	Siti Rahmawati	Presensi masuk dan pulang	Masuk = 07:12 Pulang = 12:34	Wajah Unknow n	Tidak terkirim	Tidak berhasil

d. Data Output

Sistem presensi berbasis pengenalan wajah menghasilkan output berupa informasi kehadiran siswa kelas VII SMP Katolik Mardiwiyata Kediri. Output yang dihasilkan meliputi identitas siswa, jenis presensi (masuk atau pulang), waktu presensi, serta status kehadiran yang terdiri dari Hadir, Terlambat, Bolos, Tanpa Keterangan, dan Unknown. Seluruh data presensi disimpan dalam basis data dan ditampilkan melalui antarmuka aplikasi web dalam bentuk tabel data presensi, sehingga memudahkan admin dalam memantau dan mengelola kehadiran siswa. Selain itu, sistem juga menghasilkan

output berupa notifikasi kehadiran yang dikirimkan kepada orang tua siswa melalui WhatsApp Gateway pada presensi yang dinyatakan valid.

e. Evaluasi Fungsional Sistem

Evaluasi sistem pada penelitian ini dilakukan secara fungsional berdasarkan simulasi penggunaan sistem menggunakan pendekatan Black Box Testing, bukan melalui pengujian eksperimen atau pengukuran performa algoritma secara statistik. Evaluasi difokuskan pada kesesuaian antara input dan output sistem, yaitu kemampuan sistem dalam mengenali atau menolak wajah siswa berdasarkan ketersediaan dataset, mencatat presensi sesuai dengan logika waktu, serta mengontrol pengiriman notifikasi kepada orang tua siswa. Melalui evaluasi ini, dapat diketahui apakah setiap fungsi utama sistem telah berjalan sesuai dengan kebutuhan dan alur sistem yang telah dirancang.

f. Analisis Hasil

Berdasarkan hasil simulasi pengujian yang telah dilakukan, sistem presensi mampu menjalankan proses presensi secara otomatis mulai dari proses identifikasi wajah hingga pencatatan dan penampilan data presensi. Sistem dapat membedakan kondisi presensi yang valid dan tidak valid, serta menetapkan status kehadiran siswa secara tepat sesuai dengan skenario pengujian. Meskipun hasil pengenalan wajah dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti pencahayaan dan posisi wajah, secara umum sistem telah mampu menghasilkan output presensi yang akurat secara fungsional, terstruktur, dan mudah dipahami oleh pengguna.

60

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

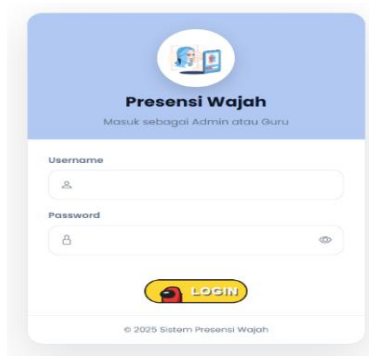
1. Implementasi Desain Sistem

Pada tahap ini dilakukan implementasi sistem presensi siswa berbasis face recognition sesuai dengan rancangan yang telah dijelaskan pada BAB III. Sistem dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman *Python* dengan *framework Flask* serta memanfaatkan metode *Multi-task Cascaded Convolutional Neural Network* (MTCNN) untuk deteksi wajah dan *InceptionResNetV1* untuk ekstraksi fitur wajah. Sistem dibangun secara modular dengan beberapa komponen utama, yaitu modul autentikasi, modul pengenalan wajah, modul presensi mobile, modul logika presensi, modul notifikasi WhatsApp, dan modul presensi otomatis. Sistem dirancang agar siswa dapat melakukan presensi menggunakan smartphone masing-masing melalui browser tanpa memerlukan aplikasi tambahan

a. Implementasi Lembar Kerja (Modul Sistem)

1) Modul Autentikasi

Modul autentikasi digunakan untuk mengatur akses pengguna ke dalam sistem. Hanya admin atau guru yang dapat mengakses sistem melalui proses login.



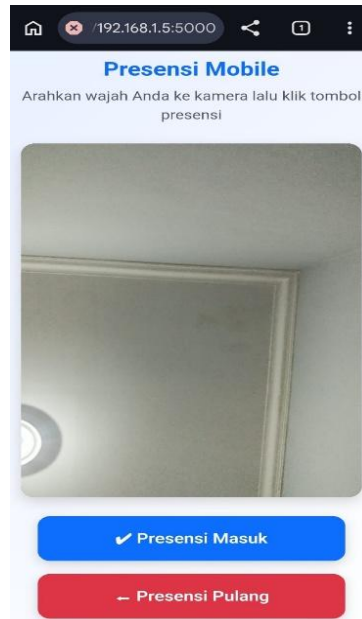
Gambar 4. 1 Halaman Login

45

Sistem menggunakan session berbasis Flask untuk menjaga status login pengguna sehingga keamanan sistem dapat terjaga.

2) Modul Pengenalan Wajah

Modul ini merupakan inti dari sistem dan diimplementasikan pada file *face_model.py*.



Gambar 4. 2 Halaman Presensi Mobilei dengan Kamera Aktif

a. Deteksi Wajah Menggunakan MTCNN

```
mtcnn = MTCNN(  
    image_size=180,  
    margin=18,  
    keep_all=True,  
    post_process=True,  
    device=device  
)
```

Gambar 4. 3 Pseudocode

Kode di atas digunakan untuk menginisialisasi model MTCNN yang berfungsi mendeteksi wajah pada citra yang diperoleh dari kamera smartphone maupun laptop. Metode MTCNN dipilih karena mampu mendeteksi wajah.

a. Ekstraksi *Embedding* Wajah

```
resnet = (  
    InceptionResnetV1(pretrained="vggface2")  
    .eval()  
    .to(device)  
)
```

Gambar 4. 4 Pseudocode

Model *InceptionResNetV1* digunakan untuk menghasilkan embedding wajah dalam bentuk vektor numerik berdimensi 512 yang digunakan sebagai representasi wajah siswa.

b. Pembentukan Datasact Embedding

```
avg_emb =  
torch.mean(torch.stack(person_embs), dim=0)
```

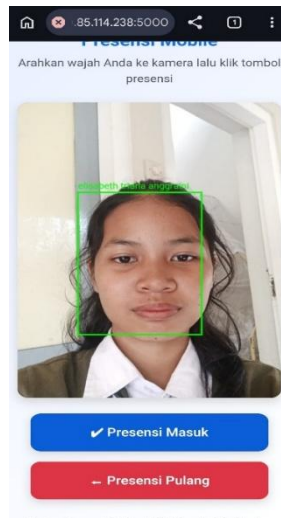
Gambar 4. 5 Pseudode

Embedding dari beberapa citra wajah siswa dirata-ratakan untuk menghasilkan representasi wajah yang lebih stabil dan meningkatkan akurasi identifikasi.

c. Pencocokan Wajah

```
dist = torch.dist(emb, db_emb)  
THRESHOLD = 0.70  
  
if min_dist > THRESHOLD:  
    return "Unknown"
```

Gambar 4. 6 Pseudocode Pencocokan Wajah

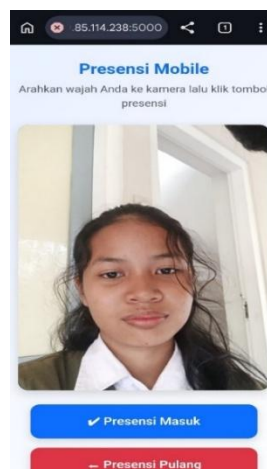


Gambar 4. 7 Hasil Pengenalan Wajah

Proses pencocokan dilakukan dengan menghitung jarak Euclidean antara embedding wajah input dengan embedding dataset. Jika nilai jarak lebih kecil dari threshold, maka wajah dianggap dikenali. Sebaliknya, jika nilai jarak lebih besar dari threshold, sistem memberikan label “Unknown”.

3) Modul Presensi Mobile

Modul presensi mobile memungkinkan siswa melakukan presensi menggunakan *smartphone* masing-masing melalui browser.



Gambar 4. 8 Presensi Menggunakan Smartphone

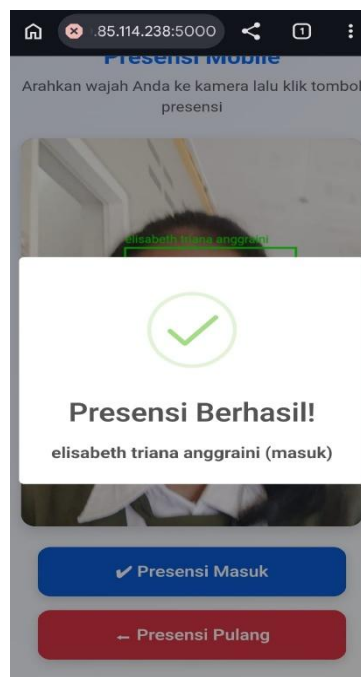
Sistem memanfaatkan kamera *smartphone* untuk mengambil citra wajah siswa, kemudian gambar dikirim ke server dalam format *Base64* untuk diproses menggunakan metode MTCNN dan *InceptionResNetV1*.

```
header, encoded = img_base64.split(",", 1)
img_bytes = base64.b64decode(encoded)
frame =
cv2.imdecode(np.frombuffer(img_bytes, np.uint8),
cv2.IMREAD_COLOR)
```

Gambar 4. 9 Pseudecode Format Citra OpenCV

Kode di atas digunakan untuk mengubah gambar dari kamera *smartphone* menjadi format citra *OpenCV* agar dapat diproses oleh sistem pengenalan wajah.

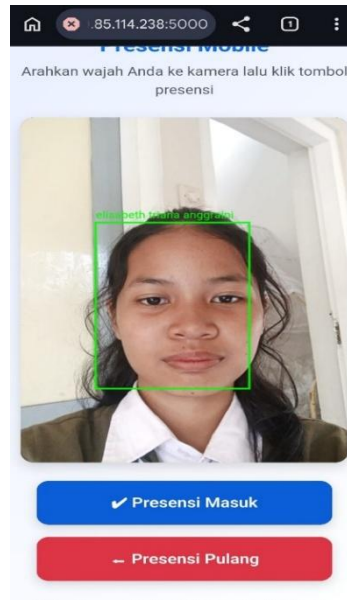
Setelah wajah berhasil dikenali dan proses presensi berhasil dilakukan, sistem akan menampilkan notifikasi menggunakan *SweetAlert* sebagai informasi bahwa presensi berhasil dilakukan.



Gambar 4. 10 SweetAlert Presensi Mobile Berhasil

49

Selanjutnya sistem menampilkan *bounding box* dan nama siswa pada area wajah sebagai visualisasi hasil deteksi dan pengenalan wajah.

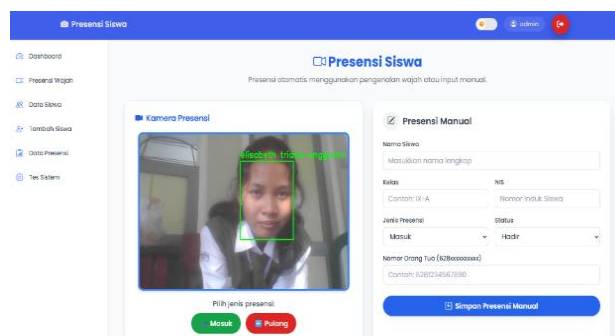


Gambar 4. 11 Bounding Box pada Presensi Mobile

Bounding box digunakan untuk menunjukkan area wajah yang berhasil dideteksi, sedangkan nama siswa ditampilkan sebagai hasil identifikasi wajah oleh sistem.

4) Modul Kamera dan *streaming*

Modul kamera dan streaming digunakan untuk mendukung proses presensi melalui kamera laptop. Ketika pengguna membuka halaman presensi, kamera laptop akan aktif secara otomatis dan menampilkan video secara *real-time* pada halaman sistem.



Gambar 4. 12 Kamera Laptop Aktif

Pada saat wajah berada di dalam area kamera, sistem akan melakukan deteksi wajah menggunakan MTCNN. Jika wajah berhasil terdeteksi, sistem menampilkan *bounding box* pada area wajah. Selanjutnya, sistem melakukan proses pengenalan wajah menggunakan *InceptionResNetV1*.

Apabila wajah dikenali dan sesuai dengan data pada dataset, maka sistem menampilkan nama siswa pada *bounding box*. Sebaliknya, apabila wajah tidak sesuai dengan data dataset, maka sistem menampilkan label *Unknown*.

```
def start_camera():
    global cap
    if cap is None:
        cap =
        cv2.VideoCapture(0)
```

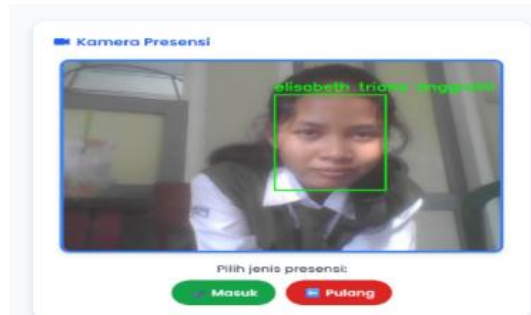
Gambar 4. 13 Pseudocode

Kode tersebut digunakan untuk mengaktifkan kamera laptop sebagai sumber input citra wajah.

```
cv2.rectangle(frame, (int(x1), int(y1)), (int(x2),
int(y2)),
(0, 255, 0), 2)
cv2.putText(frame, name, (int(x1),
int(y1) - 10),
cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX,
0.8, (0, 255, 0), 2)
```

Gambar 4. 14 pseudocode

Kode tersebut digunakan untuk menampilkan bounding box dan nama siswa pada frame kamera.



Gambar 4. 15 Bounding Box dan Nama Siswa

Jika wajah berhasil dikenali, maka sistem melakukan proses presensi dan menampilkan notifikasi *SweetAlert* bahwa presensi berhasil dilakukan.



Gambar 4. 16 SweetAlert Presensi Gagal

Sebaliknya, apabila wajah tidak dikenali atau berlabel *Unknown*, maka sistem menolak proses presensi dan menampilkan *SweetAlert* bahwa presensi gagal.

5) Modul Logika Presensi dan Auto Presensi

Modul logika presensi diimplementasikan pada file *logic.py*. Modul ini berfungsi untuk menentukan status kehadiran siswa berdasarkan waktu presensi, menyimpan data ke database, mengirim notifikasi *WhatsApp*, serta melengkapi data presensi secara otomatis.

Sistem menggunakan waktu WIB sebagai acuan agar waktu presensi sesuai dengan lokasi penelitian.

```
def now_wib():  
    return datetime.utcnow() +  
    timedelta(hours=7)
```

Gambar 4. 17 Pseudocode

Pada presensi masuk, sistem menentukan status berdasarkan waktu. Jika siswa melakukan presensi pukul 07.00–07.30, maka statusnya Hadir. Jika presensi dilakukan pukul 07.31–08.00, maka statusnya Terlambat. Jika di luar waktu tersebut, sistem memberikan status Di Luar Jam Masuk.

```
if hadir_start <= t <= hadir_end:  
    return "Hadir"  
elif telat_start <= t <= telat_end:  
    return "Terlambat"  
else:  
    return "Di Luar Jam Masuk"
```

Gambar 4. 18 Pseudocode Presensi Masuk

Pada presensi pulang, sistem menentukan status berdasarkan waktu pulang. Jika siswa melakukan presensi sebelum pukul 12.30, maka statusnya di luar jam pulang. Jika presensi dilakukan pukul 12.30–13.00, maka statusnya Hadir.

```
if pulang_start <= t <= pulang_end:  
    return "Hadir"  
else:  
    return "Di Luar Jam Pulang"
```

Gambar 4. 19 Pseudocode Presensi Pulang

Selain presensi masuk dan pulang, sistem juga memiliki fitur auto presensi untuk melengkapi data kehadiran siswa secara otomatis. Jika siswa tidak melakukan presensi masuk dan pulang, sistem mencatat status Tanpa Keterangan. Jika siswa sudah presensi masuk tetapi tidak melakukan presensi pulang, sistem mencatat status Bolos. Jika siswa memiliki status izin pulang, sistem menyesuaikan status pulang menjadi Izin Pulang.

```
if not masuk and not pulang:  
    status = "Tanpa Keterangan"
```

Gambar 4. 20 Pseudocode Auto presensi

Jika siswa melakukan presensi masuk tetapi tidak melakukan presensi pulang, maka sistem akan memberikan status Bolos secara otomatis.

```
if masuk and not pulang:  
    status = "Bolos"
```

Gambar 4. 21 Pseudocode Auto presensi

Selain itu, apabila pada presensi masuk siswa memiliki status Izin Pulang, maka sistem secara otomatis membuat data presensi pulang dengan status Izin Pulang tanpa perlu melakukan presensi pulang kembali.

```
if "izin pulang" in status_masuk:  
    status = "Izin Pulang"
```

Gambar 4. 22 Pseudocode Auto presensi

Fitur auto presensi membantu admin dalam melengkapi data kehadiran siswa tanpa perlu melakukan pengecekan secara manual satu per satu sehingga data presensi menjadi lebih lengkap dan terstruktur.

Setiap data presensi yang berhasil dicatat akan disimpan ke database dan dikirimkan sebagai notifikasi *WhatsApp* kepada orang tua siswa. Sebelum pengiriman pesan, sistem mengubah nomor telepon yang diawali 08 menjadi format internasional 62 agar sesuai dengan format *WhatsApp Gateway*.

```
if nomor.startswith("08") :  
    nomor = "62" +  
    nomor[1:]
```

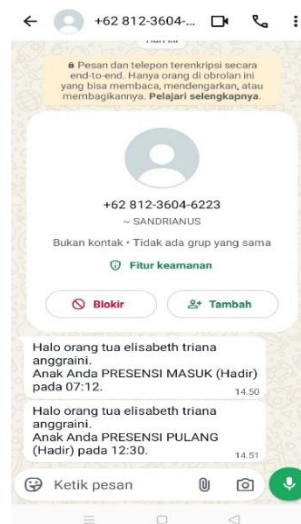
Gambar 4. 23 Pseudocode Format Nomor Telepon

Dengan adanya modul ini, sistem dapat menentukan status kehadiran secara otomatis, melengkapi data presensi yang tidak lengkap, serta mengirim informasi kehadiran kepada orang tua secara *real-time*.

6) Modul Notifikasi *WhatsApp*

Modul notifikasi *WhatsApp* digunakan untuk mengirim informasi kehadiran siswa kepada orang tua secara *real-time*.

Pengiriman pesan dilakukan menggunakan layanan *WhatsApp Gateway* melalui *UltraMSG API*.



Gambar 4. 24 Notifikasi *WhatsApp*

Setiap kali siswa berhasil melakukan presensi masuk maupun presensi pulang, sistem akan secara otomatis mengirim pesan *WhatsApp* yang berisi nama siswa, waktu presensi, dan status kehadiran.

```
response = requests.post(url, data=data)
```

Gambar 4. 25 Pseudecode *WhatsApp Gateway*

Kode tersebut digunakan untuk mengirim data pesan ke *WhatsApp Gateway* melalui *API*.

Jika proses pengiriman berhasil, sistem menyimpan riwayat notifikasi ke database sebagai log pengiriman pesan.

Dengan adanya modul ini, orang tua dapat memantau kehadiran siswa secara langsung tanpa harus menunggu laporan dari sekolah.

b. Keterkaitan Antar Modul

Setiap modul dalam sistem saling terhubung membentuk alur kerja sebagai berikut:

- 1) Siswa membuka halaman presensi melalui smartphone atau laptop
- 2) Kamera mengambil citra wajah siswa
- 3) Gambar dikirim ke *server*
- 4) Sistem melakukan deteksi wajah menggunakan MTCNN
- 5) Sistem menghasilkan embedding menggunakan InceptionResNetV1
- 6) Sistem mencocokkan embedding dengan dataset wajah
- 7) Sistem menentukan identitas siswa
- 8) Sistem menentukan status presensi berdasarkan waktu
- 9) Data presensi disimpan ke database
- 10) Sistem mengirim notifikasi *WhatsApp* kepada orang tua

Keterkaitan ini menunjukkan bahwa sistem bekerja secara terintegrasi mulai dari proses input hingga output.

2. Pengujian Fungsional

Pengujian fungsional dilakukan untuk mengetahui apakah setiap fitur utama pada sistem presensi siswa berbasis pengenalan wajah dapat berjalan sesuai dengan rancangan. Pengujian ini menggunakan metode *Black Box Testing*, yaitu pengujian yang berfokus pada kesesuaian antara *input* yang diberikan dan *output* yang dihasilkan oleh sistem. Pengujian fungsional dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu pengujian autentikasi, pengujian kamera dan pengenalan wajah, pengujian presensi, pengujian *auto* presensi, serta pengujian notifikasi *WhatsApp*.

a. Pengujian Modul Autentikasi

Tabel 4. 1 Pengujian Modul Autentikasi

No	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Admin memasukkan username dan password yang benar	Sistem menampilkan halaman utama admin	Halaman utama admin berhasil ditampilkan	Berhasil
2	Admin memasukkan username atau password yang salah	Sistem menolak login dan menampilkan pesan gagal	Sistem menampilkan pesan login gagal	Berhasil
3	Pengguna belum login membuka halaman admin	Sistem mengarahkan pengguna ke halaman login	Sistem meminta pengguna melakukan login	Berhasil

Berdasarkan Tabel 4.1, modul autentikasi dapat berjalan sesuai kebutuhan. Sistem hanya memberikan akses kepada admin atau guru yang berhasil login, sehingga halaman pengelolaan sistem tidak

dapat diakses secara langsung oleh pengguna yang belum memiliki hak akses.

58

b. Pengujian Modul Kamera dan Pengenalan Wajah

Tabel 4. 2 Pengujian Modul Kamera dan Pengenalan Wajah

No	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Kamera laptop diaktifkan melalui halaman presensi	Kamera menampilkan video secara langsung	Kamera berhasil aktif dan menampilkan video	Berhasil
2	Kamera smartphone digunakan pada halaman presensi mobile	Sistem menerima gambar wajah dari kamera HP	Gambar berhasil dikirim ke server	Berhasil
3	Wajah siswa diarahkan ke kamera	Sistem mendeteksi wajah dan menampilkan bounding box	Bounding box berhasil ditampilkan	Berhasil
4	Wajah siswa terdaftar dalam dataset	Sistem menampilkan nama siswa	Nama siswa berhasil dikenali	Berhasil
5	Wajah tidak terdaftar dalam dataset	Sistem menampilkan label Unknown	Sistem menolak proses presensi	Berhasil
6	Gambar tidak menampilkan wajah	Sistem memberikan pesan wajah tidak terdeteksi	Sistem menampilkan pesan wajah tidak terdeteksi	Berhasil

115

Berdasarkan Tabel 4.2, modul kamera dan pengenalan wajah dapat berjalan dengan baik. Sistem mampu menerima *input* dari kamera

laptop maupun smartphone, mendeteksi wajah menggunakan MTCNN, serta mengenali wajah siswa berdasarkan dataset yang telah dimuat. Apabila wajah tidak sesuai dengan dataset, sistem memberikan label *Unknown*.

c. Pengujian Modul Presensi Masuk dan Pulang

Tabel 4. 3 Pengujian Modul Presensi Masuk dan Pulang

No	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Siswa melakukan presensi masuk pukul 07.00–07.30	Sistem mencatat status Hadir	Status Hadir berhasil tercatat	Berhasil
2	Siswa melakukan presensi masuk pukul 07.31–08.00	Sistem mencatat status Terlambat	Status Terlambat berhasil tercatat	Berhasil
3	Siswa melakukan presensi masuk di luar jam masuk	Sistem mencatat status Di Luar Jam Masuk	Status berhasil diproses sesuai logika waktu	Berhasil
4	Siswa melakukan presensi pulang sebelum pukul 12.30	Sistem mencatat status Izin Pulang	Status Izin Pulang berhasil tercatat	Berhasil
5	Siswa melakukan presensi pulang pukul 12.30–13.00	Sistem mencatat presensi pulang	Presensi pulang berhasil tercatat	Berhasil

No	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
		dengan status Hadir		
6	Siswa melakukan presensi pulang di luar jam pulang	Sistem mencatat status Di Luar Jam Pulang	Status berhasil diproses sesuai logika waktu	Berhasil

Berdasarkan Tabel 4.3, sistem mampu menentukan status presensi siswa berdasarkan waktu yang telah ditentukan. Status presensi masuk terdiri dari Hadir, Terlambat, dan Di Luar Jam Masuk, sedangkan status presensi pulang terdiri dari Izin Pulang, Hadir, dan Di Luar Jam Pulang.

d. Pengujian Modul Auto Presensi

Tabel 4. 4 Pengujian Modul Auto Presensi

No	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Siswa tidak melakukan presensi masuk dan pulang	Sistem mencatat status Tanpa Keterangan	Status Tanpa Keterangan berhasil dibuat	Berhasil
2	Siswa melakukan presensi masuk tetapi tidak	Sistem mencatat status Bolos	Status Bolos berhasil dibuat	Berhasil

No	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
	presensi pulang			
3	Siswa memiliki status Izin Pulang	Sistem membuat presensi pulang otomatis dengan status Izin Pulang	Status Izin Pulang berhasil	Berhasil

Berdasarkan Tabel 4.4, fitur *auto* presensi dapat membantu melengkapi data kehadiran siswa secara otomatis. Sistem dapat memberikan status Tanpa Keterangan apabila siswa tidak melakukan presensi sama sekali, serta memberikan status Bolos apabila siswa hanya melakukan presensi masuk tetapi tidak melakukan presensi pulang.

e. Pengujian Modul Notifikasi *WhatsApp*

Tabel 4. 5 Pengujian Modul Notifikasi WhatsApp

No	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Presensi masuk berhasil dilakukan	Sistem mengirim notifikasi <i>WhatsApp</i> kepada orang tua	Notifikasi presensi masuk berhasil dikirim	Berhasil
2	Presensi pulang berhasil dilakukan	Sistem mengirim notifikasi WhatsApp kepada orang tua	Notifikasi presensi pulang berhasil dikirim	Berhasil

No	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status
3	Wajah tidak dikenali atau berstatus Unknow	Sistem tidak mengirim notifikasi WhatsApp	Notifikasi tidak dikirim	Berhasil
4	Nomor orang tua diawali 08	Sistem perlu mengubah nomor ke format internasional 62 sebelum dikirim	Pesan tidak terkirim apabila nomor belum menggunakan format internasional 62	Berhasil
5	Nomor orang tua sudah diawali 62	Sistem mengirim pesan melalui <i>WhatsApp Gateway</i>	Pesan berhasil dikirim ke nomor orang tua	Berhasil
6	Notifikasi berhasil atau gagal dikirim	Sistem menyimpan log pengiriman ke database	Log notifikasi berhasil tersimpan dengan status <i>success</i> atau <i>failed</i>	Berhasil

Berdasarkan Tabel 4.5, modul notifikasi *WhatsApp* dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan apabila nomor orang tua menggunakan format internasional yang diawali dengan kode negara 62. Pada pengujian nomor yang masih diawali dengan 08, pesan tidak terkirim

karena format nomor belum sesuai dengan kebutuhan *WhatsApp Gateway*. Oleh karena itu, sistem perlu memastikan bahwa setiap nomor orang tua dikonversi ke format internasional sebelum proses pengiriman dilakukan. Selain itu, sistem juga menyimpan riwayat pengiriman notifikasi ke dalam database sebagai log pengiriman

f. Pengujian Berdasarkan Skenario Siswa

Tabel 4. 6 Hasil Skenario Pengujian Presensi Siswa

No	Nama Siswa	Skenario Pengujian	Waktu Presensi	Output sistem	Notifikasi WhatsApp	Status
1	Anisa Desita Sari	Presensi masuk dan pulang	Masuk 07.00, Pulang 12.30	Hadir	Terkirim	Berhasil
2	delvin reyvanho lelapary	Presensi melewati batas toleransi	Masuk 07.45, Pulang 12.45	Terlambat	Terkirim	Berhasil
3	elisabeth triana anggraini	Presensi masuk tetapi tidak Presensi pulang	Masuk 07.00, Pulang -	Bolos	Terkirim	Berhasil
4	muhammad yala yudha	Tidak melakukan presensi masuk dan pulang	Masuk - , Pulang -	Tanpa keterangan	Terkirim	Berhasil

No	Nama Siswa	Skenario Pengujian	Waktu Presensi	Output sistem	Notifikasi WhatsApp	Status
5	Theresia Stefani Kabosu	Wajah tidak tersedia dalam dataset	Masuk 07.12, Pulang 12.34	unknown	Tidak terkirim	Berhasil

Berdasarkan Tabel 4.6, sistem mampu memproses beberapa kondisi presensi siswa sesuai dengan skenario pengujian. Siswa yang melakukan presensi sesuai jadwal dicatat dengan status Hadir, sedangkan siswa yang melewati batas toleransi dicatat dengan status Terlambat. Sistem juga mampu memberikan status Bolos dan Tanpa Keterangan secara otomatis. Pada wajah yang tidak tersedia dalam dataset, sistem memberikan label Unknown dan tidak mengirimkan notifikasi WhatsApp.

3. Pengujian Non-Fungsional

Pengujian non-fungsional dilakukan untuk menilai kualitas sistem presensi siswa berbasis pengenalan wajah dari beberapa aspek, yaitu keakuratan pengenalan wajah, waktu respon sistem, kompatibilitas perangkat, kestabilan sistem, penyimpanan data, dan integrasi layanan *WhatsApp Gateway*. Tujuan pengujian ini adalah memastikan sistem tidak hanya berjalan sesuai fungsinya, tetapi juga responsif, stabil, aman, dan dapat digunakan secara praktis dalam lingkungan sekolah. Pengujian dilakukan pada presensi *web* dan *mobile*, termasuk validasi *login*, performa kamera, database *MySQL*, pengenalan wajah, serta pengiriman notifikasi melalui *WhatsApp Gateway*.

Tabel 4. 7 Keakuratan Pengenalan Wajah

No	Nama siswa	Jumlah percobaan	Berhasil dikenali	Gagal dikenali	Tingkat akurasi
1	Anisa Desita Sari	10	10	0	100%
2	Delvin Reyvanno Lelapary	10	9	1	90%
3	Elisabeth Triana Anggraini	10	9	1	90%
4	Muhammad Yala Yudha	10	8	2	80%
5	Theresia Stefani Kabosu	10	9	1	90%
Total	5 siswa	10	45	5	90%

Tingkat akurasi pengenalan wajah dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah Berhasil Dikenali}}{\text{Jumlah Percobaan}} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = \frac{45}{50} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = \frac{45}{50} \times 100\% = 90\%$$

Berdasarkan Tabel 4.7, pengujian pengenalan wajah dilakukan terhadap lima siswa dengan masing-masing siswa melakukan sepuluh kali percobaan. Dari total 50 percobaan, sistem berhasil mengenali wajah sebanyak 45 kali dan gagal mengenali wajah sebanyak 5 kali. Dengan demikian, tingkat akurasi keseluruhan sistem sebesar 90%. Anisa Desita Sari memperoleh tingkat akurasi tertinggi, yaitu 100%, karena seluruh

percobaan berhasil dikenali. Delvin Reyvanno Lelapary, Elisabeth Triana Anggraini, dan Theresia Stefani Kabosu masing-masing memperoleh tingkat akurasi sebesar 90%. Sementara itu, Muhammad Yala Yudha memperoleh tingkat akurasi sebesar 80% karena terdapat dua percobaan yang gagal dikenali. Kegagalan pengenalan wajah dapat dipengaruhi oleh posisi wajah yang kurang tepat, jarak wajah dengan kamera yang tidak stabil, kondisi pencahayaan, serta kualitas citra yang diterima oleh sistem. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan *MTCNN* dan *InceptionResNetV1* mampu mengenali wajah siswa dengan baik pada kondisi pencahayaan normal.

Tabel 4. 8 Waktu Respon Siswa

No	Jenis presensi	Status presensi	Status WhatsApp	Waktu Respon	Status Pengujian
1	Presensi masuk	Hadir	Terkirim	4,34 detik	Berhasil
2	Presensi pulang	Hadir	Terkirim	1,63 detik	Berhasil
Rata - rata	Keseluruhan proses presensi	Hadir	Terkirim	2,99 detik	Berhasil

Rata-rata waktu respons dihitung menggunakan perhitungan berikut:

Rata-rata Waktu Respons

$$= \frac{\text{Waktu Presensi Masuk} + \text{Waktu Presensi Pulang}}{\text{Jumlah Pengujian}}$$

$$\text{Rata-rata Waktu Respons} = \frac{4,34 + 1,63}{2}$$

$$\text{Rata-rata Waktu Respons} = \frac{5,97}{2}$$

$$\text{Rata-rata Waktu Respons} = 2,985 \text{ detik}$$

Dibulatkan :

Rata-rata Waktu Respons = 2,99 detik

Berdasarkan Tabel 4.8, pengujian waktu respons dilakukan pada dua jenis proses, yaitu presensi masuk dan presensi pulang melalui kamera *smartphone*. Waktu respons dihitung sejak pengguna mengirimkan citra wajah melalui halaman presensi sampai sistem menampilkan hasil presensi dan menyelesaikan proses pengiriman notifikasi *WhatsApp*. Pada pengujian presensi masuk, sistem membutuhkan waktu respons sebesar 4,34 detik. Sistem berhasil mengenali wajah siswa, menentukan status presensi sebagai Hadir, menyimpan data ke database, dan mengirimkan notifikasi *WhatsApp* kepada orang tua. Pada pengujian presensi pulang, sistem membutuhkan waktu respons sebesar 1,63 detik. Sistem berhasil mencatat status presensi pulang sebagai Hadir dan mengirimkan notifikasi *WhatsApp* kepada orang tua. Berdasarkan kedua hasil tersebut, diperoleh rata-rata waktu respons sistem sebesar 2,99 detik. Perbedaan waktu respons antara presensi masuk dan presensi pulang dapat dipengaruhi oleh proses deteksi wajah, ekstraksi *embedding*, pencocokan wajah dengan dataset, kondisi koneksi jaringan, penyimpanan data ke database, serta respons layanan *UltraMSG API*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem cukup responsif untuk digunakan dalam proses presensi siswa melalui *smartphone*.

Tabel 4. 9 Kompatibilitas dan Stabilitas

No	Aspek Pengujian	Hasil pengujian	Status
1	Kompatibilitas Perangkat	Sistem berjalan pada laptop admin dan <i>smartphone</i> siswa yang terhubung ke jaringan lokal	Baik

No	Aspek Pengujian	Hasil pengujian	Status
2	Stabilitas Sistem	Sistem tetap berjalan lancar pada beberapa skenario presensi (masuk, pulang, auto presensi)	Baik

Tabel ini menilai kemampuan sistem berjalan pada berbagai perangkat dan kondisi. Sistem dapat digunakan di laptop admin maupun *smartphone* siswa, serta tetap stabil ketika digunakan pada beberapa skenario presensi seperti masuk, pulang, dan *auto* presensi. Hal ini menunjukkan bahwa sistem kompatibel dengan perangkat yang umum digunakan di sekolah dan stabil dalam pengoperasian sehari-hari.

Tabel 4. 10 Waktu respon Pengujian Pengiriman *WhatsApp*

Percobaan	Jenis Notifikasi	Waktu respon <i>API</i>	<i>HTTP</i> status	Status
1	Presensi masuk	1,834 detik	200	<i>Success</i>
2	Presensi masuk	1,047 detik	200	<i>Success</i>
3	Presensi pulang	1,035 detik	200	<i>Success</i>
4	Presensi pulang	1,364 detik	200	<i>Success</i>
5	Auto bolos	1,045 detik	200	<i>Success</i>
6	Auto bolos	1,046 detik	200	<i>Success</i>
7	Auto tanpa keterangan	0,938 detik	200	<i>Success</i>
8	Auto tanpa keterangan	0,931 detik	200	<i>Success</i>
9	Presensi masuk	1,040 detik	200	<i>Success</i>
10	Presensi pulang	1,094 detik	200	<i>Success</i>

Percobaan	Jenis Notifikasi	Waktu respon <i>API</i>	<i>HTTP</i> status	Status
Rata - rata	Keseluruhan notifikasi	1,137 detik	200	Success

Perhitungan Rata-Rata Waktu Respons API WhatsApp Gateway

Rata-rata waktu respons API dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Rata-rata Waktu Respons API} = \frac{\text{Jumlah Seluruh Waktu Respons}}{\text{Jumlah Pengujian}}$$

Rata – rata Waktu Respons API

$$= \frac{1,834 + 1,047 + 1,035 + 1,364 + 1,045 + 1,046 + 0,938 + 0,931 + 1,040 + 1,094}{10}$$

$$\text{Rata-rata Waktu Respons API} = \frac{11,374}{10}$$

$$\text{Rata-rata Waktu Respons API} = 1,1374 \text{ detik}$$

$$\text{Rata-rata Waktu Respons API} \approx 1,137 \text{ detik}$$

Berdasarkan Tabel 4.10, pengujian pengiriman notifikasi WhatsApp dilakukan sebanyak 10 kali pada beberapa jenis notifikasi, yaitu presensi masuk, presensi pulang, auto presensi Bolos, dan auto presensi Tanpa Keterangan. Seluruh pengujian memperoleh *HTTP* status 200 dan status pengiriman Success.

Rata-rata waktu *respons API WhatsApp Gateway* adalah 1,137 detik. Waktu *respons* tercepat diperoleh pada percobaan ke-8, yaitu 0,931 detik, sedangkan waktu *respons* terlama diperoleh pada percobaan ke-1, yaitu 1,834 detik. Dari 10 pengujian, seluruh request berhasil diterima oleh *UltraMSG API* sehingga tingkat keberhasilan pengiriman mencapai 100%.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa *WhatsApp Gateway* mampu memberikan respons dengan cepat dan stabil. Dengan rata-rata waktu respons sebesar 1,137 detik, proses pengiriman notifikasi WhatsApp dapat dikategorikan Baik. Perbedaan waktu pada setiap pengujian dapat

dipengaruhi oleh kondisi jaringan internet, *respons server UltraMSG*, dan koneksi perangkat yang digunakan.

Waktu pesan diterima pada perangkat tujuan diperoleh dari selisih waktu sejak request mulai dikirim sampai penguji menekan Enter setelah pesan muncul di *WhatsApp*. Oleh karena itu, waktu tersebut juga dapat mencakup sedikit waktu reaksi penguji.

Tabel 4. 11 Pengujian Database dan Integrasi WhatsApp

No	Aspek Pengujian	Hasil Pengujian	Status
1	Penyimpanan Data Presensi	Data presensi masuk, presensi pulang, dan auto presensi berhasil disimpan ke dalam database MySQL	Baik
2	Penyimpanan Log Notifikasi	Data notifikasi WhatsApp berhasil disimpan ke tabel log notifikasi dengan status pengiriman <i>success</i> atau <i>failed</i>	Baik
3	Integrasi WhatsApp Gateway	Sistem berhasil mengirimkan notifikasi presensi melalui <i>UltraMSG API</i> kepada nomor WhatsApp orang tua	Baik
4	Waktu Respons WhatsApp Gateway	Dari 10 kali pengujian, diperoleh rata-rata waktu <i>respons API</i> sebesar 1,137 detik	Baik
5	Format Nomor WhatsApp	Pesan berhasil dikirim jika nomor menggunakan format internasional yang diawali 62, sedangkan nomor yang masih	Cukup

No	Aspek Pengujian	Hasil Pengujian	Status
		diawali 08 tidak berhasil dikirim	
6	Keberhasilan Pengiriman	Seluruh 10 kali pengujian memperoleh <i>HTTP</i> status 200 dan status pengiriman Success	Baik

Berdasarkan Tabel 4.11, sistem berhasil menyimpan data presensi masuk, presensi pulang, dan auto presensi ke dalam database *MySQL*. Sistem juga menyimpan riwayat pengiriman notifikasi *WhatsApp* ke dalam tabel log notifikasi. Data tersebut mencakup nama siswa, kelas, NIS, nomor orang tua, isi pesan, jenis notifikasi, dan status pengiriman.

Integrasi *WhatsApp Gateway* telah berjalan dengan baik. Pengujian pengiriman dilakukan sebanyak 10 kali pada beberapa jenis notifikasi, yaitu presensi masuk, presensi pulang, auto presensi Bolos, dan auto presensi Tanpa Keterangan. Seluruh pengujian memperoleh *HTTP* status 200 dan status pengiriman Success, sehingga tingkat keberhasilan respons *API* mencapai 100%.

Rata-rata waktu respons *UltraMSG API* dari 10 kali pengujian adalah 1,137 detik. Waktu respons tercepat sebesar 0,931 detik, sedangkan waktu respons terlama sebesar 1,834 detik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *WhatsApp Gateway* dapat memberikan respons pengiriman dengan cepat dan stabil.

Sistem juga dapat menangani nomor *WhatsApp* orang tua yang masih diawali 08. Sebelum proses pengiriman dilakukan, sistem mengubah nomor tersebut secara otomatis menjadi format internasional yang diawali 62. Dengan demikian, pengguna tidak perlu mengubah format nomor secara manual sebelum data disimpan atau pesan dikirim.

Berdasarkan seluruh hasil pengujian non-fungsional, sistem presensi siswa berbasis pengenalan wajah menunjukkan kinerja yang baik. Sistem

memperoleh tingkat akurasi pengenalan wajah sebesar 90%, yaitu 45 wajah berhasil dikenali dari total 50 percobaan. Rata-rata waktu respons proses presensi adalah 2,99 detik, sedangkan rata-rata waktu respons *WhatsApp Gateway* adalah 1,137 detik.

Dari sisi kompatibilitas dan stabilitas, sistem dapat digunakan melalui laptop admin maupun *smartphone* siswa. Data presensi dan log notifikasi berhasil disimpan ke database *MySQL*, sedangkan informasi kehadiran berhasil dikirim kepada orang tua melalui *WhatsApp Gateway*.

Secara keseluruhan, sistem layak digunakan sebagai simulasi presensi siswa di sekolah. Sistem mampu mengenali wajah, mencatat presensi, menyimpan data, menentukan status kehadiran, dan mengirimkan notifikasi *WhatsApp* secara terintegrasi. Faktor yang masih dapat memengaruhi kinerja sistem meliputi kondisi pencahayaan, posisi wajah, kualitas kamera, kestabilan koneksi internet, dan kondisi layanan *WhatsApp Gateway*.

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian, sistem presensi siswa berbasis pengenalan wajah menggunakan *MTCNN* dan *InceptionResNetV1* yang terintegrasi dengan *WhatsApp Gateway* telah berjalan sesuai dengan rancangan. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)*, sehingga pembahasan difokuskan pada hasil pengembangan sistem, pengujian fungsional dan non-fungsional, keunggulan system, keterbatasan sistem, serta perbandingan kondisi sebelum dan setelah sistem dikembangkan.

Hasil pengujian fungsional menunjukkan bahwa fitur utama sistem dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan. Sistem mampu melakukan autentikasi admin, mengaktifkan kamera laptop dan *smartphone*, mendeteksi wajah, mengenali wajah siswa yang terdaftar, menolak wajah yang tidak tersedia dalam dataset, mencatat presensi masuk dan pulang, menjalankan auto presensi, menyimpan data ke *database*, serta mengirimkan notifikasi *WhatsApp* kepada orang tua. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem telah

memenuhi kebutuhan fungsional yang ditentukan pada tahap analisis kebutuhan.

Pada proses pengenalan wajah, sistem menggunakan MTCNN untuk mendeteksi dan menentukan area wajah pada citra. Setelah wajah terdeteksi, *InceptionResNetV1* digunakan untuk menghasilkan embedding wajah dalam bentuk vektor numerik. Embedding wajah input kemudian dibandingkan dengan embedding yang tersimpan dalam dataset menggunakan jarak *Euclidean*. Apabila nilai jarak berada di bawah *threshold* yang ditentukan, wajah dianggap sesuai dan identitas siswa dapat dikenali. Sebaliknya, jika nilai jarak melebihi *threshold*, sistem memberikan label '*Unknown*' dan proses presensi tidak dilanjutkan.

Pengujian keakuratan pengenalan wajah dilakukan sebanyak 50 kali terhadap lima siswa, dengan masing-masing siswa melakukan sepuluh kali percobaan. Dari seluruh percobaan tersebut, sistem berhasil mengenali wajah sebanyak 45 kali dan gagal mengenali wajah sebanyak 5 kali. Dengan demikian, sistem memperoleh tingkat akurasi sebesar 90%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *MTCNN* dan *InceptionResNetV1* mampu mengenali wajah siswa dengan baik pada kondisi pencahayaan normal dan posisi wajah yang cukup jelas.

Meskipun memperoleh tingkat akurasi yang baik, masih terdapat beberapa kegagalan dalam proses pengenalan wajah. Kegagalan tersebut dapat dipengaruhi oleh posisi wajah yang kurang tepat, kepala terlalu menunduk atau mendongak, jarak wajah dengan kamera yang tidak stabil, pencahayaan yang kurang baik, serta kualitas citra yang dihasilkan oleh kamera. Oleh karena itu, keberhasilan pengenalan wajah tidak hanya dipengaruhi oleh model yang digunakan, tetapi juga oleh kondisi pengambilan citra.

Pada pengujian presensi, sistem dapat menentukan status kehadiran berdasarkan waktu. Presensi masuk menghasilkan status Hadir, Terlambat, atau Di Luar Jam Masuk. Presensi pulang menghasilkan status Hadir, Izin Pulang,

atau Di Luar Jam Pulang. Selain itu, fitur auto presensi dapat memberikan status Bolos apabila siswa melakukan presensi masuk tetapi tidak melakukan presensi pulang. Apabila siswa tidak melakukan presensi masuk maupun pulang, sistem secara otomatis mencatat status Tanpa Keterangan.

Hasil pengujian waktu respons menunjukkan bahwa proses presensi masuk membutuhkan waktu sebesar 4,34 detik, sedangkan presensi pulang membutuhkan waktu sebesar 1,63 detik. Berdasarkan kedua pengujian tersebut, diperoleh rata-rata waktu respons sistem sebesar 2,99 detik. Waktu tersebut mencakup proses penerimaan citra wajah, deteksi wajah, ekstraksi embedding, pencocokan identitas, penentuan status presensi, penyimpanan data, dan pengiriman notifikasi. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem cukup responsif untuk digunakan dalam proses presensi siswa melalui *smartphone*.

Pengujian pengiriman notifikasi *WhatsApp* dilakukan sebanyak 10 kali pada beberapa jenis notifikasi, yaitu presensi masuk, presensi pulang, *auto* presensi Bolos, dan auto presensi Tanpa Keterangan. Seluruh pengujian memperoleh *HTTP* status 200 dan status pengiriman '*Success*'. Rata-rata waktu respons UltraMSG API adalah 1,137 detik, dengan waktu tercepat sebesar 0,931 detik dan waktu terlama sebesar 1,834 detik. Berdasarkan hasil tersebut, tingkat keberhasilan request kepada WhatsApp Gateway mencapai 100%.

Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa *integrasi WhatsApp* Gateway mampu memberikan respons pengiriman secara cepat dan stabil pada kondisi jaringan pengujian. Namun, *HTTP* status 200 menunjukkan bahwa request telah berhasil diterima dan diproses oleh *API*. Kecepatan pesan sampai pada perangkat orang tua tetap dapat dipengaruhi oleh koneksi internet, kondisi layanan *UltraMSG*, jaringan perangkat penerima, dan kondisi aplikasi *WhatsApp* tujuan.

Pada aspek format nomor *WhatsApp*, sistem hanya dapat mengirimkan pesan dengan baik apabila nomor orang tua telah menggunakan format

internasional yang diawali kode negara `62`. Nomor yang masih diawali `08` tidak dapat digunakan secara langsung dan menyebabkan pesan tidak terkirim. Oleh karena itu, admin perlu memastikan bahwa nomor *WhatsApp* orang tua telah disimpan menggunakan format internasional, misalnya nomor `082318510320` ditulis menjadi `6282318510320`.

Dari sisi penyimpanan data, sistem berhasil menyimpan data presensi masuk, presensi pulang, auto presensi, dan log notifikasi ke dalam *database MySQL*. Penyimpanan log notifikasi memungkinkan admin mengetahui jenis pesan yang dikirim serta status pengiriman pesan tersebut. Dengan adanya penyimpanan otomatis, proses pengelolaan dan rekapitulasi data presensi menjadi lebih terstruktur dibandingkan pencatatan secara manual.

Keunggulan sistem terletak pada integrasi beberapa fungsi dalam satu aplikasi, yaitu pengenalan wajah, penentuan status berdasarkan waktu, penyimpanan *database*, auto presensi, dan pengiriman notifikasi *WhatsApp*. Sistem juga dapat digunakan melalui laptop dan smartphone menggunakan browser, sehingga siswa tidak perlu memasang aplikasi tambahan. Orang tua dapat memperoleh informasi kehadiran siswa lebih cepat setelah proses presensi dilakukan.

Jika dibandingkan dengan kondisi sebelumnya, presensi manual masih memiliki risiko kesalahan pencatatan, titip absen, keterlambatan rekapitulasi, dan keterlambatan penyampaian informasi kepada orang tua. Setelah sistem dikembangkan, identitas siswa dapat divalidasi melalui wajah, status kehadiran ditentukan berdasarkan waktu, data tersimpan secara otomatis, dan informasi presensi dapat dikirim kepada orang tua melalui *WhatsApp Gateway*.

Meskipun demikian, sistem masih memiliki beberapa keterbatasan. Pengenalan wajah dipengaruhi oleh kondisi pencahayaan, posisi wajah, jarak dengan kamera, dan kualitas kamera. Pengiriman notifikasi *WhatsApp* bergantung pada kestabilan koneksi internet, kondisi layanan *UltraMSG*, dan kesesuaian format nomor orang tua. Sistem juga masih menggunakan layanan

pihak ketiga sebagai penghubung pengiriman *WhatsApp* sehingga gangguan pada layanan tersebut dapat memengaruhi keberhasilan pengiriman notifikasi.

Secara keseluruhan, tujuan penelitian telah tercapai. Sistem berhasil dibangun untuk melakukan presensi berbasis pengenalan wajah, menentukan status kehadiran berdasarkan waktu, menyimpan data secara otomatis, menjalankan auto presensi, dan mengirimkan informasi kehadiran kepada orang tua melalui *WhatsApp Gateway*. Dengan tingkat akurasi pengenalan wajah sebesar 90%, rata-rata waktu respons presensi sebesar 2,99 detik, dan rata-rata waktu respons *WhatsApp Gateway* sebesar 1,137 detik, sistem dapat menjadi alternatif presensi yang lebih efisien, terstruktur, dan informatif dibandingkan presensi manual.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di SMP Katolik Mardiwiyata Kediri mengenai sistem presensi siswa berbasis pengenalan wajah menggunakan metode *MTCNN* dan *InceptionResNetV1* yang terintegrasi dengan *WhatsApp Gateway (UltraMSG)*, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem presensi siswa berbasis pengenalan wajah menggunakan kombinasi metode *MTCNN* dan *InceptionResNetV1* pra-latih *VGGFace2* berhasil dibangun dan diimplementasikan. *MTCNN* digunakan untuk mendeteksi wajah, sedangkan *InceptionResNetV1* digunakan untuk menghasilkan embedding wajah yang kemudian dicocokkan menggunakan jarak Euclidean. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu mengenali wajah siswa dengan tingkat akurasi sebesar 90% pada kondisi pencahayaan normal sehingga dapat membantu proses identifikasi siswa secara lebih cepat dan akurat dibandingkan metode presensi manual.
2. Logika waktu presensi berhasil diterapkan pada sistem untuk menentukan status kehadiran dan kepulangan siswa secara otomatis berdasarkan jadwal yang telah ditetapkan sekolah. Sistem mampu memberikan status Hadir, Terlambat, Di Luar Jam Masuk, Izin Pulang, Di Luar Jam Pulang, Bolos, dan Tanpa Keterangan sesuai dengan kondisi presensi siswa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh skenario penentuan status kehadiran dan kepulangan dapat berjalan sesuai aturan yang telah ditentukan.
3. Integrasi *WhatsApp Gateway (UltraMSG)* berhasil diterapkan pada sistem sehingga notifikasi kehadiran dan kepulangan siswa dapat

dikirimkan secara otomatis kepada orang tua secara real-time. Berdasarkan hasil pengujian, seluruh notifikasi berhasil dikirim dengan status *success* dan memiliki rata-rata waktu respons sebesar 1,137 detik, sehingga informasi kehadiran siswa dapat diterima dengan cepat oleh orang tua.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat digunakan sebagai bahan pengembangan pada penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut:

1. Sistem dapat dikembangkan dengan menambah jumlah dataset wajah siswa serta variasi pose, ekspresi, dan kondisi pencahayaan agar tingkat akurasi pengenalan wajah dapat ditingkatkan.
2. Pengujian sistem dapat dilakukan pada kondisi yang lebih beragam, seperti pencahayaan rendah, latar belakang yang kompleks, serta keberadaan banyak wajah dalam satu frame untuk mengetahui performa sistem pada kondisi nyata yang lebih kompleks.
3. Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur rekapitulasi dan visualisasi data presensi dalam bentuk grafik atau dashboard sehingga memudahkan pihak sekolah dalam melakukan monitoring dan evaluasi kehadiran siswa.
4. Integrasi notifikasi dapat diperluas tidak hanya melalui *WhatsApp Gateway*, tetapi juga melalui media komunikasi lain seperti aplikasi *mobile*, *email*, atau Telegram sehingga informasi kehadiran siswa dapat diterima melalui berbagai *platform*.
5. Sistem dapat dikembangkan agar dapat diimplementasikan pada *server online* sehingga proses presensi dan pengiriman notifikasi dapat diakses secara lebih luas tanpa bergantung pada jaringan lokal sekolah.