

**SISTEM ABSENSI BERBASIS FINGERPRINT DAN FACE
RECOGNITION DENGAN METODE YOLO DAN
WHATSAPP GATEWAY
(STUDI KASUS SMK NEGERI 1 TAPEN BONDOWOSO)
SKRIPSI**



Oleh:

Rizal Mahendra

NIM E41221091

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI
POLITEKNIK NEGERI JEMBER**

2025

**SISTEM ABSENSI BERBASIS FINGERPRINT DAN FACE
RECOGNITION DENGAN METODE YOLO DAN
WHATSAPP GATEWAY
(STUDI KASUS SMK NEGERI 1 TAPEN BONDOWOSO)
SKRIPSI**



sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan (S.Tr. Kom) di
Program Studi Teknik Informatika
Jurusan Teknologi Informasi

Oleh:

Rizal Mahendra

NIM E41221091

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI
POLITEKNIK NEGERI JEMBER
2025**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI JEMBER
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI**

**SISTEM ABSENSI BERBASIS FINGERPRINT DAN FACE RECOGNITION
DENGAN METODE YOLO DAN WHATSAPP GATEWAY
(STUDI KASUS SMK NEGERI 1 TAPEN BONDOWOSO)**

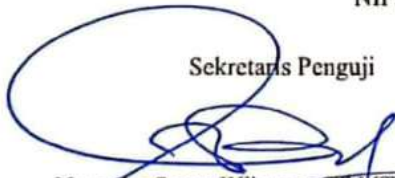
Rizal Mahendra (NIM E41221091)
Telah Diuji pada Tanggal 10 Juni 2026
Dan Dinyatakan Memenuhi Syarat

Ketua Penguji



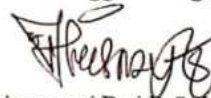
Hermawan Arief Putranto, ST, MT
NIP. 19830109 201803 1 001

Sekretaris Penguji



Nugroho Setyo Wibowo, ST, MT
NIP. 19740519 200312 1 002

Anggota Penguji



Trismayanti Dwi P, S.Kom., M.Cs
NIP. 199002272018032001

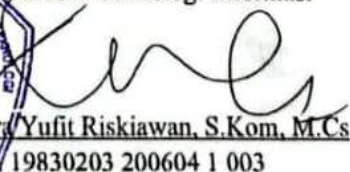
Dosen Pembimbing



Nugroho Setyo Wibowo, ST, MT
NIP. 19740519 200312 1 002

Mengesahkan,

Jurusan Teknologi Informasi



Rizal Mahendra, S.Kom, M.Cs
NIP. 19830203 200604 1 003

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizal Mahendra

NIM : E41221091

Menyatakan bahwa segala pernyataan dalam Laporan Skripsi saya yang berjudul "Sistem Absensi Berbasis Fingerprint dan Face Recognition Dengan Metode YOLO dan WhatsApp Gateway (Studi Kasus SMK Negeri 1 Tapen Bondowoso) merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan dosen pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir Laporan Akhir ini.

Jember, 10 Juni 2026



Rizal Mahendra
NIM. E41221091



**PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN
AKADEMIS**

Yang bertandatangan di bawah ini, saya:

Nama : Rizal Mahendra
NIM : E41221091
Program Studi : Teknik Informatika
Jurusan : Teknologi Informasi

Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada UPT.Perpustakaan Politeknik Negeri Jember, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*) atas Karya Ilmiah berupa **Laporan Skripsi** saya yang berjudul :

**Sistem Absensi Berbasis Fingerprint dan Face Recognition Dengan
Metode YOLO dan WhatsApp Gateway
(Studi Kasus SMK Negeri 1 Tapen Bondowoso)**

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT. Perpustakaan Politeknik Negeri Jember berhak menyimpan, mengalih media atau format, mengelola dalam bentuk Pangkalan Data (*Database*), mendistribusikan karya dan menampilkan atau mempublikasikannya di Internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Politeknik Negeri Jember, Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas Pelanggaran Hak Cipta dalam Karya ilmiah ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jember
Pada Tanggal : 8 Juli 2026

Yang Menyatakan



Nama : Rizal Mahendra
NIM : E41221091

MOTTO

“Tetaplah berprogres meskipun sering stress.”

(.....)

*“You can’t go back and change the beginning, but you can start where you are and
change the ending.”*

(C.S Lewis)

PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur yang mendalam dan ketulusan hati, karya kecil yang menjadi bukti perjuangan ini penulis persembahkan dengan tulus kepada :

1. Allah SWT , Tuhan Yang Maha Esa, yang utama dan paling utama. Terima kasih atas segala nikmat kesehatan, kekuatan, perlindungan, serta hidayah-Mu yang tak terbatas, sehingga penulis diberikan kelancaran dan keteguhan hati untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Kedua Orang Tua Tercinta, Ibu dan Bapak, yang menjadi alasan terbesar penulis untuk terus melangkah dan tidak pernah menyerah. Terima kasih atas kucuran keringat, kasih sayang yang tak bertepi, pengorbanan luar biasa, serta doa-doa tulus yang selalu kalian langitkan di setiap sujud demi kesuksesan anaknya. Gelar Sarjana Terapan Komputer (S.Tr.Kom) ini sepenuhnya adalah hadiah untuk kalian.
3. Bapak Nugroho Setyo Wibowo, S.T, M.T selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu. Memberikan ilmu, serta membimbing penulis dengan penuh kesabaran sehingga penelitian ini berhasil diwujudkan.
4. Keluarga Besar Holili dengan segala kebaikan dan kehangatannya telah menyediakan tempat, kenyamanan, serta dukungan fasilitas bagi kami semua untuk berkumpul dan berjuang mengerjakan skripsi bersama-sama.
5. Semua teman dekat yang selalu ada di setiap proses, yang telah berjuang bersama dari awal perkuliahan, saling berbagi ilmu, tawa, kopi, dan saling menguatkan di masa sulit.
6. Seseorang tersayang, terima kasih banyak atas kehadiran, dukungan semangat yang tiada henti, serta selalu menjadi pendengar yang baik di kala penat selama proses penyusunan skripsi ini.
7. Diri saya sendiri, terima kasih telah berjuang dengan sangat hebat, mampu bertahan di kala lelah, mampu melawan rasa malas dan memilih menyelesaikan apa yang telah dimulai dengan penuh rasa tanggung jawab.

Sistem Absensi Berbasis Fingerprint dan Face Recognition Menggunakan

Metode YOLO dan WhatsApp Gateway

(Studi Kasus SMK Negeri 1 Tapen Bondowoso)

Dibimbing oleh Nugroho Setyo Wibowo, ST. MT

Rizal Mahendra

Program Studi Teknik Informatika

Jurusan Teknologi Informasi

ABSTRAK

Proses pencatatan kehadiran siswa di SMK Negeri 1 Tapen Bondowoso saat ini masih dilakukan secara manual, sehingga rentan manipulasi data, kehilangan rekapitulasi, dan kurang transparan kepada wali murid. Penelitian ini bertujuan membangun sistem absensi berbasis fingerprint dan face recognition yang terintegrasi dengan WhatsApp gateway sebagai notifikasi otomatis kepada orang tua. Sistem ini dikembangkan menggunakan ESP32, sensor AS608, serta framework Laravel dan Flask. Hasil pengujian menunjukkan pelatihan model YOLOv8 mencapai performa tinggi dengan mAP50 sebesar 0,99, Precision 0,985, Recall 0,987, dan F1-Score 99% pada tingkat confidence threshold 0,733. Pengujian fungsionalitas face recognition menghasilkan akurasi 92%, sedangkan sensor fingerprint menunjukkan nilai FAR 0% dan FRR 4%. Integrasi WhatsApp gateway juga berhasil mengirimkan notifikasi secara real-time. Berdasarkan Black Box Testing, seluruh fitur berfungsi dengan baik, dan hasil User Acceptance Test (UAT) bersama pihak sekolah memperoleh persentase kelayakan sebesar 93,33%. Hasil ini menandakan bahwa sistem mudah digunakan dan siap diimplementasikan.

Kata Kunci : Sistem Absensi, Bio metrik, *Fingerprint*, *Face Reccognition*, YOLOv8, *WhatsApp Gateway*.

Attendace System Based on Fingerprint and Face Recognition Using the YOLO

Method and WhatsApp Gateway

(Case Study at SMK Negeri 1 Tapen Bondowoso)

Supervised by oleh Nugroho Setyo Wibowo, ST. MT

Rizal Mahendra

Study Program of Informatics Engineering

Departemen of Information Technology

Jurusan Teknologi Informasi

ABSTRACT

The student attendance recording process at SMK Negeri 1 Tapen Bondowoso is currently still conducted manually, making it susceptible to data manipulation, loss of recapitulation, and a lack of transparency for parents. This study aims to develop a fingerprint and face recognition-based attendance system integrated with a WhatsApp gateway as an automatic notification medium for students' parents. The system was developed using an ESP32, an AS608 sensor, as well as Laravel and Flask frameworks. The test results indicated that the YOLOv8 model training achieved high performance, with a mAP50 of 0.99, Precision of 0.0985, Recall of 0.987. Functional testing of the face recognition feature yielded an accuracy rate of 92%, while the fingerprint sensor testing showed a FAR of 0% and an FRR of 4%. Furthermore, the WhatsApp gateway integration successfully transmitted attendance notifications to parents' smartphones in real-time. Functional testing of all system features using Black Box Testing demonstrated that every feature operated correctly and as intended. Based on the User Acceptance Test (UAT) conducted with the school, the system achieved a feasibility percentage of 93.33%, indicating that the attendance system is user-friendly and ready for implementation.

Keywords : Attendance System, Biometrics, Fingerprint, Face Recognition, YOLOv8, WhatsApp Gateway.

RINGKASAN

Sistem Absensi Berbasis Fingerprint dan Face Recognition Menggunakan Metode YOLO dan WhatsApp Gateway (Studi Kasus SMK Negeri 1 Tapen), Rizal Mahendra, NIM E41221091, Tahun 2026, .. halaman, Teknik Informatika Politeknik Negeri Jember, Nugroho Setyo Wibowo, ST. MT (Pembimbing 1)

Sistem pencatatan kehadiran siswa SMK Negeri 1 Tapen Bondowoso saat ini masih menggunakan metode konvensional berbasis kertas. Penggunaan metode ini dinilai kurang efektif karena membuka celah terjadinya manipulasi data kehadiran atau titip absen, risiko kehilangan atau kerusakan lembar rekapitulasi, serta minimnya transparansi informasi yang dapat diakses oleh orang tua siswa secara cepat. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sebuah sistem absensi berbasis pengenalan sidik jari dan pengenalan wajah, yang kemudian diintegrasikan dengan layanan WhatsApp gateway untuk mengirimkan notifikasi kehadiran siswa secara otomatis dan real-time.

Pengembangan perangkat keras pada sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 yang dihubungkan dengan sensor fingerprint seri AS608 sebagai modul autentikasi pertama. Sementara itu, pada bagian perangkat lunak, sistem dibangun menggunakan kombinasi framework Laravel untuk manajemen basis data serta dasbor utama sekolah, dan framework Flask untuk menangani komputasi kecerdasan buatan. Proses pengenalan wajah diawali dengan tahap deteksi objek menggunakan YOLOv8 yang sudah dilatih untuk mengunci area wajah siswa secara akurat. Setelah wajah berhasil dideteksi, ekstraksi fitur dan pencocokan identitas siswa dieksekusi menggunakan library face_recognition.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, hasil model YOLOv8 menunjukkan performa metrik dengan capaian nilai mAP50 sebesar 0.964, Precision sebesar 0.9037, dan Recall sebesar 0.9467. Pengujian face recognition berhasil mencatatkan tingkat akurasi sebesar 92%, disusul oleh performa optimal sensor

fingerprint yang menunjukkan tingkat kesalahan fatal atau False Acceptance Rate (FAR) sebesar 0% dan FRR sebesar 4%. Selain itu pengujian sistem secara menyeluruh menggunakan metode Black Box Testing mengonfirmasi bahwa seluruh fungsi pada fitur sistem berjalan dengan sesuai dengan kebutuhan. Evaluasi akhir melalui User Acceptance Test (UAT) bersama pihak sekolah menghasilkan persentase kelayakan yang sangat tinggi, yaitu 93.33%. Hasil ini menegaskan bahwa sistem absensi ini tidak hanya memiliki akurasi yang matang, tetapi juga dinilai sangat mudah dioperasikan dan siap diimplementasikan untuk meningkatkan kedisiplinan siswa di sekolah.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul “ Sistem Absensi Berbasis Fingerprint dan Face Recognition Menggunakan Metode YOLO dan WhatsApp Gateway (Studi Kasus SMK Negeri 1 Tapen Bondowoso)” ini dengan baik dan tepat waktu.

Laporan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Komputer (S.Tr.Kom) di Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Jember.

Dalam proses penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa keberhasilan ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Saiful Anwar, S.Tp., M.P selaku Direktur Politeknik Negeri Jember.
2. Bapak Hendra Yufit Riskiawan, S.Kom., M.Cs selaku Ketua Jurusan Teknologi Informasi.
3. Ibu Bety Etikasari, S.Pd., M.Pd selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika.
4. Bapak Hermawan Arief Putranto, S.T, M.T selaku Ketua Dosen Penguji
5. Ibu Trismayanti Dwi P, S.Kom, M.Cs selaku Anggota Dosen Penguji
6. Bapak Nugroho Setyo Wibowo, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing atas kesabaran, bimbingan, dan arahan yang telah diberikan dalam proses penyelesaian skripsi ini.

Menyadari adanya kekurangan dalam penyusunan laporan ini, penulis senantiasa terbuka menerima kritik dan saran yang membangun demi menyempurnakan penulisan ini ke depan. Semoga karya ini dapat bermanfaat.

Jember, 5 Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
MOTTO	v
PERSEMBAHAN.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
RINGKASAN	x
PRAKATA.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
 BAB 1. PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan Masalah	4
 BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	 5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Dasar Teori	5
2.2.1 Sistem Absensi	5
2.2.2 WhatsApp Gateway	6
2.2.3 Fingerprint.....	6
2.2.4 Face Recognition.....	7
2.2.5 YOLO.....	7
2.2.6 Arsitektur dan Proses Deteksi YOLOv8	8
2.2.7 Akurasi (<i>Evaluation Metric</i>)	9

2.2.8	FAR dan FRR.....	11
2.2.9	Database	12
2.2.10	MYSQL.....	13
2.2.11	Python	13
2.2.12	Library face_recognition.....	14
2.2.13	<i>Euclidean Distance</i>	14
2.3	State of the Art	15
BAB 3.	METODE PENELITIAN.....	17
3.1	Tempat dan Waktu Pelaksanaan	17
3.1.1	Tempat Penelitian.....	17
3.1.2	Waktu Penelitian	17
3.2	Alat dan Bahan.....	18
3.3	Metode Penelitian	18
3.3.1	Studi Literatur	18
3.3.2	Pengumpulan Data	19
3.3.3	Pelatihan Model YOLO dan Konfigurasi Sistem.....	19
3.3.4	Pengembangan Sistem	21
3.3.5	Hasil dan Pembahasan.....	22
3.3.6	Kesimpulan dan Saran.....	22
BAB 4.	HASIL PEMBAHASAN.....	23
4.1	Studi Literatur	23
4.2	Pengumpulan Data	24
4.2.1	Pengumpulan Dataset Gambar	24
4.2.2	Pengolahan Dataset Gambar	24
4.2.3	Pengumpulan Dataset Sidik Jari.....	26
4.3	Pelatihan Model YOLO dan Konfigurasi Sistem	27
4.3.1	Pelatihan Model YOLOv8	27
4.3.2	Evaluasi Performa Model.....	28
4.3.3	Integrasi Model YOLO Dengan Library Face Recognition.....	29
4.3.4	Perancangan dan Konfigurasi Autentikasi Fingerprint	33

4.3.5	Konfigurasi WhatsApp Gateway	35
4.3.6	Validasi.....	37
4.4	Pengembangan Sistem.....	42
4.4.1	Analisa Kebutuhan	42
4.4.2	Desain Sistem.....	44
4.4.3	Implementasi	47
4.4.4	Pengujian.....	53
4.4.5	Pemeliharaan	56
4.5	Pembahasan.....	56
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
5.1	Kesimpulan.....	58
5.2	Saran	59
DAFTAR PUSTAKA.....		60
LAMPIRAN.....		62

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Metode Penelitian.....	18
Gambar 3.2 Tahapan Pengembangan Sistem Menggunakan Metode Waterfall ...	21
Gambar 4.1 Contoh Bounding Box Pada Dataset.....	25
Gambar 4.2 Output Anotasi.....	25
Gambar 4.3 Grafik Hasil Pelatihan Model YOLOv8.....	28
Gambar 4.4 Hasil F1-Score.....	29
Gambar 4.5 Proses Integrasi YOLO terhadap Library face_recognition.....	30
Gambar 4.6 Proses Load Model YOLO Pada Library Face_Recognition.....	30
Gambar 4.7 Proses YOLO Melakukan Bounding Box	31
Gambar 4.8 Hasil Cropping Berdasarkan Bounding Box Model YOLO	31
Gambar 4.9 Hasil Ekstraksi Gambar Yang Sudah Dilakukan Cropping.....	32
Gambar 4.10 Proses Pencocokan Pada Seluruh Data di Database.....	32
Gambar 4.11 Hasil Euclidean Distance.....	32
Gambar 4.12 Skematik IoT Fingerprint AS608	33
Gambar 4.13 Konfigurasi Perangkat Fingerprint Pada Sistem	35
Gambar 4.14 Konfigurasi Arsitektur API Dalam Laravel.....	35
Gambar 4.15 Cara Kerja Sistem Fingerprint Terhadap Sistem Absensi.....	35
Gambar 4.16 Konfigurasi End Point Fonnte.....	36
Gambar 4.17 Konfigurasi API Token.....	36
Gambar 4.18 Konfigurasi Template Pesan.....	37
Gambar 4.19 Contoh Notifikasi Pesan.....	37
Gambar 4.20 Contoh Hasil Testing Face Recognition Satu Wajah.....	39
Gambar 4.21 Flowchart Sistem Absensi	44
Gambar 4.22 ERD Sistem Absensi	45
Gambar 4.23 Use Case Diagram Sistem Absensi	46
Gambar 4.24 Tabel User.....	48
Gambar 4.25 Tabel Siswa.....	49
Gambar 4.26 Tabel Absensi	49

Gambar 4.27 Halaman Login.....	50
Gambar 4.28 Halaman Dashboard	51
Gambar 4.29 Halaman Absensi.....	51
Gambar 4.30 Halaman Data Siswa	52
Gambar 4.31 Halaman Rekap Absensi	52
Gambar 4.32 Halaman Pengaturan	53

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Tabel State of The Art.....	16
Tabel 3. 1 Timeline Pengerjaan	17
Tabel 4. 1 Pembagian Dataset	26
Tabel 4. 2 Konfigurasi Pelatihan Model	27
Tabel 4. 3 Tabel Pemetaan Pin Pada Perangkat Keras	34
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Face Recognition	37
Tabel 4. 5 Tabel Confusion Matrix Face Recognition	38
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian FAR.....	39
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian FRR.....	40
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian WhatsApp Gateway	41
Tabel 4. 9 Kebutuhan Fungsional.....	42
Tabel 4. 10 Kebutuhan Non fungsional.....	43

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Hasil Pengujian User Acceptance Test (UAT).....	62
Lampiran 2. Hasil Pengujian Blackbox Testing.....	63

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi telah membawa kemajuan signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk di bidang pendidikan. Salah satu penerapan teknologi yang strategis adalah digitalisasi sistem absensi siswa untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, dan transparansi dalam pengelolaan kehadiran. Namun, di SMK Negeri 1 Tapan, Kabupaten Bondowoso, proses absensi masih dilakukan secara manual menggunakan lembaran kertas. Berdasarkan data administrasi sekolah untuk tahun ajaran 2024/2025, jumlah siswa aktif mencapai 535 orang yang tersebar di berbagai jurusan dan tingkat kelas. Sistem absensi manual ini tidak hanya tidak efisien, tetapi juga rentan terhadap praktik kecurangan seperti titip absen, sehingga menyulitkan pengawasan kehadiran siswa secara akurat.

Masalah utama di SMK Negeri 1 Tapan adalah belum adanya sistem verifikasi identitas kehadiran siswa yang valid dan terintegrasi, serta kurangnya penyampaian informasi secara cepat (*real-time*) kepada orang tua mengenai kehadiran anak mereka. Proses presensi yang berjalan saat ini masih rentan terhadap celah kecurangan pencatatan kehadiran (*titip absen*), manipulasi data, serta risiko hilangnya berkas fisik. Di sisi lain, proses rekapitulasi data kehadiran yang dilakukan secara manual oleh pihak bimbingan konseling (BK) memakan waktu yang lama, sehingga sekolah kesulitan melakukan penanganan cepat terhadap tingkat kedisiplinan siswa. Dampak dari lemahnya sistem absensi ini menyebabkan orang tua sering kali tidak mengetahui secara akurat apakah anak mereka tiba di sekolah sesuai jadwal, terlambat, atau kapan mereka meninggalkan lingkungan sekolah.

Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem absensi berbasis pilihan autentikasi menggunakan teknologi biometrik, yaitu *fingerprint* (sidik jari) dan *face recognition* (pengenalan wajah).

Pendekatan ini dipilih untuk meningkatkan akurasi dan keamanan pencatatan kehadiran, sekaligus mengurangi potensi kecurangan. Penelitian Syarifuddin & Djamaludin (2021) menunjukkan bahwa sistem *fingerprint* dapat terkendala pada individu dengan keterbatasan fisik tertentu, sehingga *face recognition* menjadi pelengkap yang efektif. Selain itu, studi di MTs Al-Mawaddah menunjukkan bahwa sistem absensi berbasis *face recognition* mampu mencegah kecurangan dan meminimalkan risiko kehilangan data (Tajuddin et al., 2024).

Untuk mengoptimalkan sistem *face recognition*, diperlukan algoritma yang cepat dan akurat dalam mendeteksi wajah. Metode YOLO (*You Only Look Once*) digunakan dalam proses pendeteksian wajah secara cepat dan akurat. Arsitektur YOLO memungkinkan proses deteksi objek dilakukan secara langsung dalam satu tahap prediksi (inferensi), tanpa melalui tahapan terpisah seperti pada metode konvensional. Pendekatan ini membuatnya lebih efisien dan ideal untuk aplikasi *real-time*. Berdasarkan hasil pengujian, model deteksi wajah berbasis YOLO menunjukkan kinerja yang sangat baik dengan nilai *mean Average Precision (mAP)* sebesar 0,995, yang menunjukkan bahwa model ini hampir sempurna dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan wajah (Zakaria et al., 2024). Dengan beberapa keunggulan tersebut, integrasi YOLO dalam penelitian ini memberikan landasan kuat untuk mendukung akurasi mendeteksi wajah siswa secara *real-time*.

Fokus utama penelitian ini adalah memastikan orang tua menerima notifikasi kehadiran anak mereka secara otomatis, baik saat siswa tiba di sekolah (tepat waktu atau terlambat) maupun saat pulang dari sekolah. Untuk mewujudkan hal ini, sistem absensi akan diintegrasikan dengan *WhatsApp Gateway* yang mengirimkan notifikasi langsung ke nomor *WhatsApp* orang tua. Penelitian di SMA Negeri 1 Pandawai menunjukkan bahwa penggunaan *WhatsApp Gateway* meningkatkan efisiensi komunikasi dan keterlibatan orang tua dalam memantau kehadiran siswa (Rahi et al., 2024).

Dengan demikian, penerapan sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi efektif dalam menggantikan metode absensi manual yang selama ini digunakan. Selain itu, sistem ini juga diharapkan mampu mendukung terciptanya lingkungan belajar yang lebih disiplin, transparan, serta melibatkan semua pihak secara aktif

dalam menciptakan budaya tanggung jawab bersama, baik dari pihak sekolah maupun orang tua.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah di uraikan, maka didapat beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana merancang sistem absensi berbasis pilihan autentikasi menggunakan *fingerprint* atau *face recognition* untuk membantu proses pencatatan kehadiran siswa secara otomatis?
- b. Bagaimana penerapan algoritma YOLO dapat mengoptimalkan deteksi wajah dalam sistem absensi secara *real-time*?
- c. Bagaimana implementasi *WhatsApp Gateway* dapat memastikan orang tua menerima notifikasi kehadiran dan waktu kepulangan siswa secara cepat, serta membantu sekolah merekap data kehadiran secara efisien?

1.3 Tujuan

Penelitian ini memiliki tujuan yang akan dicapai, yaitu :

- a. Merancang sistem absensi siswa berbasis pilihan autentikasi menggunakan *fingerprint* atau *face recognition* untuk membantu proses pencatatan kehadiran siswa secara otomatis.
- b. Menerapkan algoritma YOLO untuk mengoptimalkan deteksi wajah dalam sistem absensi secara *real-time*.
- c. Mengimplementasikan *WhatsApp Gateway* untuk mengirimkan notifikasi kehadiran dan waktu kepulangan siswa secara otomatis kepada orang tua, serta membantu sekolah merekap data kehadiran secara cepat dan efisien.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu sebagai berikut :

- a. Membantu proses pencatatan absensi siswa melalui sistem absensi berbasis *face recognition* dan *fingerprint*.
- b. Mengetahui penerapan algoritma YOLOv8 dalam mendeteksi wajah secara cepat dan akurat pada sistem absensi.

- c. Membantu orang tua memperoleh informasi kehadiran dan waktu kepulangan siswa mealui notifikasi WhatsApp secara otomatis serta membantu pihak sekolah dalam merekap data kehadiran siswa secara lebih efektif dan efisien.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki beberapa batasan agar fokus pembahasan lebih terarah, yaitu sebagai berikut:

- a. Sistem absensi yang dirancang hanya digunakan untuk lingkungan SMK Negeri 1 Tapen, Kabupaten Bondowoso.
- b. Verifikasi kehadiran dan kepulangan siswa dibatasi pilihan salah satu metode biometrik, yaitu *fingerprint* dan *face recognition*.
- c. Deteksi wajah menggunakan algoritma YOLO tanpa pengujian perbandingan dengan algoritma deteksi wajah lainnya.
- d. *WhatsApp Gateway* hanya digunakan untuk mengirimkan notifikasi kehadiran dan waktu kepulangan siswa kepada orang tua, tanpa integrasi dengan sistem informasi akademik lainnya.
- e. Penelitian ini melakukan implementasi sistem absensi berbasis *fingerprint* dan *face recognition*, dan pengujian performa sistem dilakukan menggunakan sampel subjek tiruan (prototype user).

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu mendukung pengembangan sistem absensi di SMK Negeri 1 Tapen dengan pilihan autentikasi biometrik dan *WhatsApp Gateway*. (Rahi et al., 2024) menunjukkan bahwa integrasi *WhatsApp Gateway* dalam sistem absensi berbasis *website* di SMA Negeri 1 Pandawai meningkatkan efisiensi administrasi dan keterlibatan orang tua melalui notifikasi real-time kehadiran siswa, relevan untuk memastikan informasi cepat tentang kehadiran dan kepulangan siswa di SMK Negeri 1 Tapen.

Penelitian lain menjelaskan bahwa sistem absensi berbasis *fingerprint* memiliki kelemahan bagi individu dengan keterbatasan fisik, seperti sidik jari rusak, sehingga *face recognition* diusulkan untuk aksesibilitas dan pencegahan kecurangan (Syarifuddin & Djamaludin, 2021). Ini menginspirasi pilihan autentikasi yang melibatkan kesetaraan bagi semua individu di penelitian ini.

Selanjutnya, (Kamil & Djaksana, 2024) membandingkan algoritma YOLO dan CNN, dengan YOLO mencapai akurasi deteksi wajah 87,59% dibandingkan CNN (30%), mendukung pilihan YOLO. (Zakaria et al., 2024) menunjukkan YOLO memiliki *mean Average Precision* (mAP) 0,995 untuk segmentasi wajah presensi, memastikan akurasi tinggi. Penelitian ini mengadopsi YOLO untuk *face recognition* dan *WhatsApp Gateway* untuk notifikasi dan rekap efisien, memenuhi kebutuhan keamanan, aksesibilitas dan keterlibatan setara, dan efisiensi di SMK Negeri 1 Tapen.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Sistem Absensi

Sistem absensi adalah suatu proses untuk mencatat dan memantau kehadiran individu, termasuk waktu masuk dan pulang, di institusi seperti sekolah atau perusahaan, guna mendukung pengawasan kedisiplinan dan efisiensi administrasi.

Sistem absensi terbagi menjadi dua jenis, yaitu manual dan otomatis. Absensi manual dilakukan dengan mencatat kehadiran melalui tanda tangan atau formulir tertulis, yang rentan terhadap kecurangan seperti titip absen. Sebaliknya, absensi otomatis memanfaatkan teknologi untuk meningkatkan akurasi dan kecepatan pencatatan. (Wahyuni & Sulaeman, 2022).

2.2.2 WhatsApp Gateway

WhatsApp Gateway merupakan sistem aplikasi yang memungkinkan pengiriman pesan otomatis dari aplikasi web ke nomor *WhatsApp* yang dituju. Teknologi ini memungkinkan aplikasi yang berbeda untuk saling berkomunikasi dan bertukar informasi secara efisien tanpa perlu melakukan pengiriman pesan satu per satu secara manual. Peran utama dalam proses integrasi ini dijalankan oleh *Application Programming Interface* (API), yang berfungsi sebagai jembatan antara dua aplikasi agar dapat saling terhubung dan berinteraksi secara otomatis (Aditia et al., 2023). Dalam penelitian ini, *WhatsApp Gateway* diterapkan di SMK Negeri 1 Tapen untuk mengirim notifikasi kehadiran (tepat waktu atau terlambat) dan waktu kepulangan kepada orang tua.

2.2.3 Fingerprint

Fingerprint, yang dalam bahasa Indonesia disebut Sidik Jari, merujuk pada pola garis-garis unik pada kulit ujung jari yang berfungsi meningkatkan gaya gesek untuk memudahkan memegang benda. Teknologi *fingerprint* merupakan salah satu inovasi dalam bidang informasi yang mendukung efisiensi, terutama dalam pengelolaan absensi untuk memantau kehadiran dan kedisiplinan, serta menghindari adanya manipulasi data absensi yang sangat mudah apabila dilakukan absensi masih dilakukan dengan cara manual (Rintjap et al., 2024). Dalam konteks pendidikan, teknologi *fingerprint* diterapkan untuk mencatat kehadiran siswa secara akurat, mengurangi risiko kecurangan seperti titip absen, dan memfasilitasi administrasi sekolah. Dalam penelitian ini, sistem absensi di SMK Negeri 1 Tapen dirancang dengan pilihan autentikasi biometrik, memungkinkan siswa memilih antara *fingerprint* untuk kehadiran cepat dan aman atau *face recognition* menggunakan YOLO untuk mengakomodasi keterbatasan fisik. Pendekatan ini

memastikan aksesibilitas dan keterlibatan setara dan keamanan tanpa memerlukan pengawasan petugas.

2.2.4 Face Recognition

Pengenalan wajah (*face recognition*) merupakan teknologi yang dikembangkan untuk mengidentifikasi atau memverifikasi identitas seseorang melalui analisis fitur wajah pada citra digital. Sistem ini bekerja dengan membandingkan wajah yang terekam oleh kamera dengan data wajah yang tersimpan dalam dataset untuk menentukan kecocokan identitas (Septyanto et al., 2022a). Dalam sistem absensi, *face recognition* memungkinkan pencatatan kehadiran dan kepulangan siswa secara otomatis, mendukung efisiensi administrasi sekolah. Performa teknologi ini dipengaruhi oleh faktor seperti pencahayaan, ekspresi wajah, aksesoris, usia, dan pergerakan, sehingga dataset pelatihan harus mencakup variasi kondisi untuk memaksimalkan akurasi. Dengan adanya dataset besar yang dianotasi dan kemampuan komputasi modern, seperti yang digunakan dalam algoritma YOLO, *face recognition* dapat diimplementasikan secara real-time.

2.2.5 YOLO

YOLO (*You Only Look Once*) merupakan salah satu metode algoritma yang dirancang untuk mendeteksi objek secara realtime. YOLO pertama kali dikenalkan oleh Joseph Redmon. YOLO berkembang hingga YOLOv3, dilanjutkan oleh Alexey Bochkovskiy (YOLOv4) dan Glenn Jocher dari Ultralytics (YOLOv5) (Septyanto et al., 2022a). YOLO membagi citra menjadi jaringan $S \times S$, dengan setiap sel memprediksi dan mengklasifikasikan objek. YOLOv8, dikembangkan oleh Ultralytics, menawarkan akurasi tinggi (mAP 0,995 untuk segmentasi wajah (Zakaria et al., 2024)). YOLOv9 diciptakan oleh WongKinYiu dan Chien-Yao Wang, YOLOv10 oleh tim Tsinghua University (Ao Wang), YOLOv11 oleh Ultralytics, dan YOLOv12 oleh komunitas peneliti hingga 2025.

Penelitian ini memilih YOLOv8 karena kompatibel dengan perangkat komputasi sederhana di SMK Negeri 1 Tapen dan teruji dalam konteks serupa,

sedangkan YOLOv11 dan YOLOv12 membutuhkan perangkat canggih serta belum memiliki bukti empiris di lingkungan sekolah.

2.2.6 Arsitektur dan Proses Deteksi YOLOv8

YOLOv8 menggunakan pendekatan deteksi satu tahap untuk memprediksi *bounding box* dan kelas objek secara langsung dari citra masukan, memastikan efisiensi *real-time* (Zakaria et al., 2024). Arsitekturnya meliputi *backbone* untuk ekstraksi fitur, *neck* untuk mengintegrasikan fitur dari berbagai lapisan, dan *head* untuk menghasilkan prediksi *bounding box*, kelas, dan skor kepercayaan. Citra dibagi menjadi grid $S \times S$, di mana sel yang berisi pusat objek memprediksi *bounding box* dan kelasnya (Septyanto et al., 2022a). *Non-Maximum Suppression* (NMS) menghilangkan prediksi tumpang tindih dengan memilih *bounding box* berdasarkan *Intersection over Union* (IoU), yang mengukur tumpang tindih (nilai 0–1). Dengan akurasi tinggi yaitu mAP 0,995 (Zakaria et al., 2024).

Proses YOLOv8 meliputi :

a. Preprocessing

Preprocessing yaitu adalah proses input gambar diubah ukurannya ke dimensi tetap (misalnya 640x640 piksel), kemudian dinormalisasi agar sesuai dengan input model

b. Feature Extraction (Backbone)

YOLOv8 menggunakan arsitektur backbone untuk mengekstraksi fitur visual dari citra, pada proses ini fitur gambar yang di input akan di ekstrak menggunakan jaringan konvolusional. Fitur yang diperoleh ini kemudian digunakan oleh bagian lain (neck dan head) untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan objek.

c. Feature Aggregation (Neck)

Fitur ini merupakan bagian tengah dalam arsitektur YOLO yang menggabungkan dan memperkaya fitur yang telah di ekstraksi oleh backbone, agar informasi lebih optimal saat digunakan oleh head untuk prediksi objek.

d. Prediction (Head)

Proses ini adalah bagian akhir dalam arsitektur YOLO yang bertugas untuk melakukan prediksi akhir berupa : Lokasi Bounding Box, Kelas Objek, Skor Kepercayaan.

e. Post-processing

Setelah model YOLO melakukan prediksi di bagian head, hasilnya belum siap langsung ditampilkan, karena masih berupa banyak bounding box kasar, termasuk yang berlebihan. Di sinilah peran Post-processing bekerja, yaitu untuk menyaring hasil deteksi agar lebih akurat dan efisien, menghilangkan bounding box yang tumpang tindih dan menampilkan hasil akhir yang bersih dan jelas.

f. Output

Proses terakhir yaitu output dimana gambar yang dihasilkan melalui proses dari YOLO akan ditampilkan berupa posisi bounding box, nama kelas objek dan skor kepercayaan yang divisualisasikan kembali pada gambar asli.

2.2.7 Akurasi (*Evaluation Metric*)

Evaluasi model dilakukan bertujuan untuk menganalisis secara objektif tingkat keberhasilan, keandalan, dan stabilitas algoritma YOLO dalam melakukan ekstraksi fitur serta klasifikasi objek kelas. Berikut adalah beberapa parameter metrik yang harus dievaluasi.

a. Confusion Matrix

Sebelum menghitung nilai metrik evaluasi, seluruh data hasil prediksi diklasifikasikan terlebih dahulu menggunakan Confusion Matrix. Confusion Matrix adalah tabel acuan yang membandingkan hasil prediksi model dengan data asli (ground truth). Komponen utama dari confusion matrix terdiri dari:

1. True Positive (TP): Kondisi ketika objek terdeteksi secara benar oleh sistem sesuai dengan identitas aslinya.
2. True Negative (TN) : Kondisi ketika objek yang tidak termasuk dalam kategori target berhasil diidentifikasi atau ditolak secara benar oleh sistem.

3. False Positive (FP): Kondisi salah tebak, di mana sistem mendeteksi adanya objek sebagai objek lain yang tidak sesuai.
4. False Negative (FN): Kondisi di mana objek sebenarnya ada di depan kamera, namun sistem gagal mendeteksi atau melewatinya.

b. Precision

Precision adalah metrik yang digunakan untuk mengukur tingkat ketepatan antara informasi yang diminta oleh pengguna dengan hasil yang diberikan oleh sistem. Dalam konteks deteksi wajah, presisi menunjukkan seberapa akurat model dalam mengenali wajah siswa tanpa melakukan salah tebak (FP). Rumus matematika untuk menghitung *precision* adalah sebagai berikut :

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \dots\dots\dots 2.1$$

Sumber referensi rumus dari (Ismail et al., 2022)

c. Recall

Recall adalah metrik yang mengukur kemampuan model dalam menemukan kembali seluruh atau objek yang seharusnya dideteksi. Pada sistem absensi, *recall* mempresentasikan seberapa mampu model mendeteksi seluruh wajah yang hadir di depan kamera tanpa ada yang terlewat. Rumus menghitung *recall* adalah sebagai berikut :

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \dots\dots\dots 2.2$$

Sumber referensi rumus dari (Ismail et al., 2022)

d. F1-Score

F1-Score adalah metrik evaluasi yang menghitung rata-rata harmonis antara *precision* dan *recall*. Metrik ini sangat penting digunakan ketika parameter pengujian di lapangan menuntut keseimbangan performa, karena nilai F1-Score yang tinggi (mendekati 1.0) membuktikan bahwa model memiliki

tingkat salah tebak yang rendah sekaligus kepekaan deteksi objek yang tinggi. Rumus untuk menghitung F1-Score adalah sebagai berikut:

$$F1 - Score = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} \dots\dots\dots 2.3$$

e. IoU (Intersection over Union)

Intersection over Union adalah metrik yang mengukur tingkat tumpang tindih antara kotak pembatas hasil prediksi model dengan kotak pembatas koordinat asli yang telah ditandai pada saat labeling. Nilai IoU berkisar antara 0 hingga 1 . Rumus untuk menentukan IoU adalah sebagai berikut :

$$IoU = \frac{Area\ of\ Intersection}{Area\ of\ Union} \dots\dots\dots 2.4$$

Keterangan : Area of Intersection = Luas daerah iris/tumpang tindih antara kedua kotak, Area of Union = total luas gabungan dari kedua kotak pembatas.

f. mAP (Mean Average Precision)

mAP adalah metrik utama dalam evaluasi algoritma deteksi objek seperti YOLO. mAP dihitung dengan mencari nilai rata-rata dari Average Precision (AP) pada setiap kelas objek. Nilai mAP50 berarti evaluasi dihitung menggunakan batasan (threshold) IoU minimal sebesar 0.5 (50%). Rumus dari mAP adalah sebagai berikut :

$$mAP = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N AP_i \dots\dots\dots 2.5$$

Dengan keterangan N = jumlah seluruh kelas objek yang dideteksi, AP_i = nilai Average Precision untuk kelas ke-i (Septyanto et al., 2022).

2.2.8 FAR dan FRR

FAR (*False Acceptance Rate*) merupakan kondisi mengukur persentase kemungkinan sistem melakukan kesalahan berupa menerima atau meloloskan pengguna tidak sah sebagai pengguna yang sah. Nilai FAR diperoleh melalui

skenario pengujian terhadap sejumlah pengguna tidak sah dengan identitas berbeda, kemudian dihitung seberapa banyak pengguna tidak sah tersebut yang justru dianggap sah oleh sistem (Santi, 2021). Nilai FAR yang tinggi menunjukkan bahwa sistem memiliki celah keamanan yang rentan karena mudah disusupi oleh objek asing.

$$FAR = \frac{\text{False Acceptance}}{\text{Total Attempt}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots 2.6$$

Referensi rumus FAR dari (Prakoso & Ramadhanti, 2024)

FRR (False Rejection Rate) adalah kondisi yang mengukur persentase kemungkinan sistem melakukan kesalahan berupa menolak pengguna asli yang sebenarnya telah terdaftar secara sah. Metrik ini diperoleh dengan melakukan pengujian berupa pemindaian terhadap pengguna sah, kemudian dihitung banyaknya pengguna sah yang dianggap tidak sah atau ditolak sistem (Santi, 2021). Nilai FRR yang tinggi mencerminkan yang tinggi mencerminkan rendahnya tingkat kenyamanan pengguna akibat sistem yang terlalu kaku atau sensitif terhadap perubahan fisik minor subjek di lapangan.

$$FRR = \frac{\text{False Rejection}}{\text{Total Attempt}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots 2.7$$

Referensi rumus FRR dari (Prakoso & Ramadhanti, 2024)

2.2.9 Database

Database adalah kumpulan data yang saling berhubungan dan disimpan secara sistematis dalam media penyimpanan digital, sehingga dapat diakses dan dikelola secara efisien. Secara umum, *database* dirancang untuk menyimpan informasi dalam bentuk yang terstruktur, biasanya dalam tabel-tabel yang terdiri atas baris (*record*) dan kolom (*field*).

Menurut (Wulandari & Nurmiati, 2022), *database* merupakan suatu kesatuan yang dibentuk dari gabungan tabel dan *file*, di mana setiap tabel terdiri dari record yang disusun atas *field-field* yang ada di dalamnya. Pernyataan ini menunjukkan

bahwa *database* memiliki struktur hierarkis yang tersusun rapi dan mendukung pengolahan data yang kompleks maupun sederhana.

Dengan adanya *database*, berbagai aktivitas pengolahan data—seperti pencarian informasi, pembaruan, dan penghapusan—dapat dilakukan secara cepat dan akurat. Sistem manajemen *database* (DBMS) seperti MySQL, Oracle, atau PostgreSQL menjadi alat utama untuk mengelola data secara optimal dan terintegrasi dalam berbagai sistem informasi modern.

2.2.10 MYSQL

MySQL adalah salah satu sistem manajemen basis data relasional (RDBMS) yang bersifat *open source* dan banyak digunakan dalam pengembangan aplikasi berbasis web. MySQL menggunakan bahasa pemrograman SQL (*Structured Query Language*) sebagai standar untuk mengelola dan memanipulasi data dalam *database*. Keunggulan MySQL terletak pada kemampuannya menangani volume data besar, kecepatan dalam eksekusi perintah, serta kompatibilitasnya dengan berbagai bahasa pemrograman, terutama PHP.

Menurut (Wulandari & Nurmiati, 2022), MySQL ialah *database* yang menghubungkan *script* PHP memakai perintah *query*. Hal ini menegaskan bahwa MySQL sering dijadikan pilihan utama dalam pengembangan aplikasi web karena integrasinya yang baik dengan PHP, serta kemudahan dalam melakukan komunikasi antara *backend* aplikasi dengan basis data.

2.2.11 Python

Python merupakan bahasa pemrograman yang dikembangkan oleh Guido van Rossum dan dikenal luas sebagai bahasa untuk skripting serta pengembangan aplikasi web. Berdasarkan definisi dari Wikipedia, Python adalah bahasa pemrograman interpretatif serbaguna yang dirancang dengan filosofi yang menekankan pada keterbacaan kode. Bahasa ini dikenal karena kemampuannya yang kuat, sintaksis yang sederhana dan mudah dipahami, serta didukung oleh pustaka standar yang lengkap dan luas.

Python mendukung berbagai paradigma pemrograman, terutama pemrograman berorientasi objek, imperatif, dan fungsional, meskipun tidak

terbatas pada itu saja. Salah satu keunggulan Python adalah sifatnya yang dinamis, dengan pengelolaan memori otomatis. Seperti bahasa pemrograman dinamis lainnya, Python sering digunakan sebagai bahasa skrip, meskipun dalam praktiknya bahasa ini dapat dimanfaatkan dalam berbagai konteks yang lebih luas dari sekadar penulisan skrip.

2.2.12 Library face_recognition

Face_recognition merupakan sebuah pustaka Python yang dibangun menggunakan model pralatih mutakhir dari Dlib, yang telah melalui proses pelatihan menggunakan *Deep Convolutional Neural Network* (CNN). Model ini telah diuji pada benchmark Labeled Faces in the Wild (LFW) dan menunjukkan tingkat akurasi yang sangat tinggi, yaitu sekitar 99,38%, menjadikannya salah satu metode paling andal dalam pengenalan wajah berbasis *deep learning* (Salih & Basman Gh, 2020).

Dalam proses identifikasi, *library* ini menghasilkan 128 vektor fitur (*encoding*) unik untuk setiap wajah yang terdeteksi. Vektor-vektor ini berfungsi sebagai representasi numerik wajah dan memiliki tingkat kemiripan yang sangat tinggi jika berasal dari orang yang sama. Dengan pendekatan ini, *face_recognition* mampu membandingkan dan mengenali identitas seseorang secara akurat meskipun dalam kondisi pencahayaan atau sudut pandang yang berbeda.

Kemampuan ini menjadikan *face_recognition* sangat cocok digunakan dalam berbagai aplikasi biometrik seperti sistem absensi otomatis, keamanan berbasis wajah, serta verifikasi identitas dalam berbagai sistem cerdas.

2.2.13 Euclidean Distance

Euclidean distance merupakan salah satu metode pengukuran jarak yang paling umum digunakan untuk menghitung jarak geometris antara dua titik dalam ruang n-dimensi (Euclidean space) (Nishom, 2019). Konsep ini didasarkan pada Teorema Pythagoras untuk menentukan garis lurus terpendek yang menghubungkan titik awal dan titik tujuan (Mustofa & Suasana, 2018). Dalam konteks analisis data dan data mining, metode ini sering diterapkan untuk mengukur tingkat kemiripan (similarity) antar objek, di mana semakin kecil nilai jarak yang

dihasilkan, maka semakin tinggi tingkat kemiripan antar objek tersebut (Aditama et al., 2022). Secara matematis, perhitungan Euclidean distance antara dua titik dapat dirumuskan melalui sebagai berikut:

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \dots\dots\dots 2.8$$

2.3 State of the Art

Penelitian ini mengambil referensi dari beberapa studi literatur atau penelitian terdahulu. Beberapa sumber dari peneliti sebelumnya memiliki bahasan yang kurang lebih sama dengan penulisan yang akan dilakukan oleh peneliti untuk mendapatkan informasi yang luas mengenai topik penulisan. Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan telah di rangkum pada tabel di bawah, yaitu :

Tabel 2. 1 Tabel State of The Art

Peneliti		Tahun	Judul		Hasil
Ferlando Rahi, Gustial Alfrian Talakua	Mbay Erwianta Radjah, Carmen	2023	Integrasi WhatsApp Gateway Sistem Informasi Absens Website Di SMA Negeri 1 Pandawai	WhatsApp Dalam Informasi Berbasis SMA	Mengembangkan sistem absensi berbasis WhatsApp Gateway dengan input manual melalui antarmuka web di SMA Negeri 1 Pandawai. Sistem ini memungkinkan notifikasi real-time ke orang tua, meningkatkan efisiensi administrasi dan komunikasi dengan orang tua. Namun, input manual oleh guru memakan waktu, rentan terhadap kesalahan manusia, dan tidak mendukung otomatisasi penuh, sehingga kurang efisien untuk sekolah dengan jumlah siswa besar atau sumber daya terbatas.
Muhammad Arif Syarifuddin, Djamaluddin, S.Kom.,M.Kom		2021	Rancang Bangun Aplikasi Absensi Dengan Face Recognition Dan Fingerprint Berbasis Iot Menggunakan Metode Prototype	Bangun Absensi Face Dan Berbasis	Sistem absensi menggunakan fingerprint dan face recognition yang dapat mencegah kecurangan dan mengatasi solusi kekurangan menggunakan sistem absensi tunggal seperti fingerprint yang tidak bisa digunakan bagi individu yang memiliki keterbatasan fisik.
Reza Naim Zakaria, Resty Wulanningrum, Ahmad Bagus Setiawan		2024	Penerapan Segmentasi Wajah Menggunakan YOLOv8 Untuk Presensi Mata Kuliah	Segmentasi Wajah Menggunakan YOLOv8 Untuk Presensi Mata Kuliah	Menerapkan model algoritma YOLOv8 untuk pendeteksian wajah pada presensi mata kuliah , Hasil pengujian dari penelitian ini YOLOv8 mendapatkan Mean Average Precision (mAP) pada threshold 50% pada semua kelas mencapai 0.995, menunjukkan bahwa model ini hampir sempurna dalam mendeteksi dan mengklasifikasi wajah.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

3.1.1 Tempat Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian ini yang berjudul “ Sistem Absensi Berbasis *Fingerprint* Dan *Face Recognition* Dengan Metode YOLO Dan *WhatsApp Gateway* (Studi Kasus SMK Negeri 1 Tapen Bondowoso)” berada pada Kecamatan Tapen, Kabupaten Bondowoso.

3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu yang diperlukan untuk melakukan penelitian ini kurang lebih 6 bulan yang akan dimulai pada Januari 2026. Berikut adalah *timeline* pengerjaan dari penelitian ini.

Tabel 3. 1 Timeline Pengerjaan

Keterangan	Bulan Ke -					
	1	2	3	4	5	6
Studi Literatur						
Pengumpulan Data						
Pelatihan Model YOLO dan Konfigurasi Sistem						
Pengembangan Sistem						
Hasil dan Pembahasan						
Kesimpulan dan Saran						

3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang dipakai untuk penelitian ini yang terdiri dari *hardware* (perangkat keras) dan *software* (perangkat lunak) yaitu :

a. Hardware (perangkat keras) yang digunakan adalah sebagai berikut:

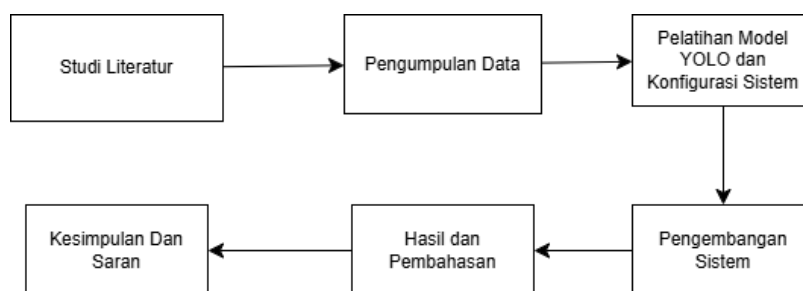
- 1). Laptop
- 2). WebCam
- 3). Sensor Fingerprint AS608
- 4). ESP-32

b. Software (perangkat lunak) yang digunakan adalah sebagai berikut:

- 1) OS Windows 11
- 2) Visual Studio Code
- 3) Python
- 4) MySQL
- 5) API Fonnte Whatsapp Gateway
- 6) Arduino IDE

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan untuk pembuatan sistem berisi tahapan – tahapan yang digunakan dalam penelitian agar berjalan dengan terstruktur. Berikut adalah gambar urutan tahapan yang akan dibuat untuk penelitian ini :



Gambar 3.1 Metode Penelitian

3.3.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan setelah menetapkan topik penelitian tentang sistem absensi biometrik otomatis dan rumusan masalah, sebelum pengambilan data lapangan. Tahapan ini melibatkan pengumpulan literatur, membaca, mencatat, dan

mengolah bahan penelitian untuk mengungkap teori yang relevan dengan sistem absensi berbasis fingerprint, face recognition dengan YOLOv8, dan WhatsApp Gateway, sebagai rujukan dalam pembahasan hasil penelitian. Adapun referensi yang dipelajari meliputi:

- a. Algoritma YOLOv8 untuk deteksi wajah
- b. Implementasi WhatsApp Gateway terhadap sistem absensi
- c. Penelitian serupa tentang sistem absensi autentikasi berbasis fingerprint dan face recognition
- d. Penggunaan sensor Fingerprint AS608

3.3.2 Pengumpulan Data

Dalam proses pengumpulan data, peneliti melakukan beberapa tahapan antara lain:

- a. Pengambilan Data Gambar Wajah

Mengambil data gambar wajah sebagai dataset untuk pelatihan mendeteksi objek wajah. Dalam penelitian ini data gambar wajah menggunakan data sekunder dari platform website Kaggle.

- b. Labeling Gambar

Labeling gambar dilakukan untuk memberi tanda pada wajah agar dapat dideteksi oleh YOLOv8. Proses ini menggunakan platform Roboflow pada lingkungan berbasis web, dengan label berupa IDE siswa untuk memastikan akurasi deteksi. Roboflow mendukung pengelolaan dataset dan ekspor format YOLOv8.

- c. Pengambilan Data Sidik Jari

Mengumpulkan data sidik jari siswa untuk autentikasi biometrik menggunakan sensor fingerprint as608. Data sidik jari akan disimpan dalam database sebagai template sidik jari tiap siswa.

3.3.3 Pelatihan Model YOLO dan Konfigurasi Sistem

Pembelajaran sistem dilakukan setelah data wajah dan sidik jari dikumpulkan untuk mendukung sistem absensi biometrik otomatis di SMK Negeri 1 Tapen Bondowoso. Tahapan ini meliputi:

a. Pelatihan model YOLOv8

Model YOLOv8 dilatih menggunakan dataset wajah siswa yang telah dianotasi di Roboflow. Pelatihan ini dilakukan menggunakan bahasa python di Google Collab untuk mendeteksi keberadaan objek wajah.

b. Evaluasi Performa Model

Menganalisis beberapa parameter akurasi hasil dari pelatihan model antara lain nilai Precision, Recall, mAP, dan F1-Score.

c. Integrasi Model YOLO Dengan Library Face_Recognition

Tahapan ini menjelaskan bagaimana model YOLO yang sudah dilatih diintegrasikan ke dalam sistem face recognition.

d. Perancangan dan Konfigurasi Autentikasi Fingerprint

Konfigurasi autentikasi fingerprint menggunakan sensor fingerprint AS608 yang dihubungkan dengan ESP32 melalui komunikasi serial dan menggunakan Adafruit Fingerprint Sensor Library untuk mengelola proses pembacaan sidik jari, pendaftaran sidik jari (enrollment), pencocokan template fingerprint, serta pengelolaan data sidik jari pada sensor.

e. Konfigurasi WhatsApp Gateway

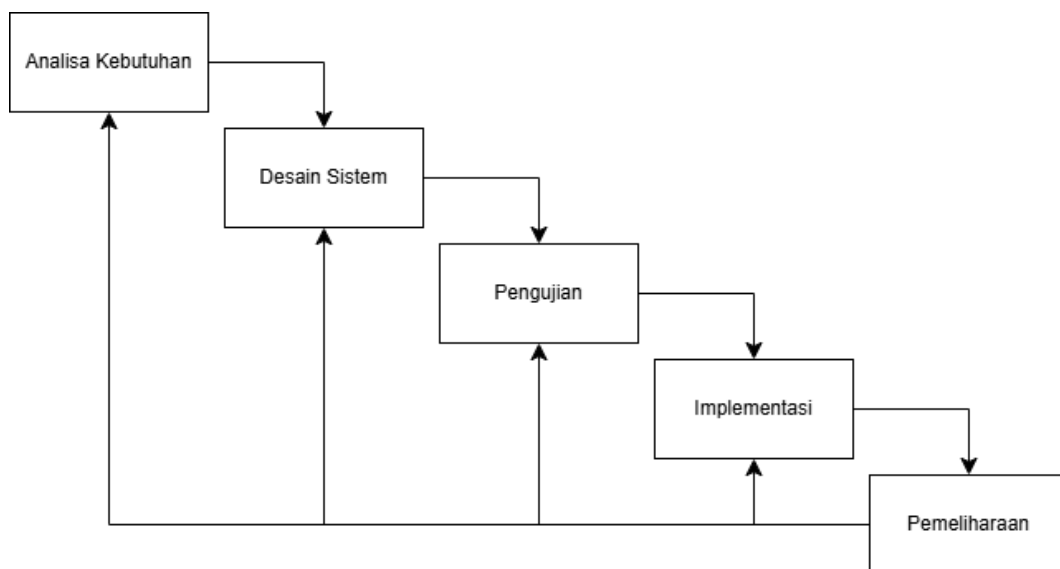
Konfigurasi WhatsApp Gateway pada penelitian ini direncanakan menggunakan Fonnte yang diintegrasikan dengan framework laravel untuk mendukung pengiriman notifikasi absensi siswa kepada orang tua melalui WhatsApp secara otomatis. Konfigurasi meliputi penggunaan token autentikasi API, pengaturan endpoint API, serta format pesan notifikasi yang akan dikirimkan oleh sistem.

f. Validasi

Tahap pengujian akurasi Face Recognition dalam mendeteksi dan pengenalan wajah, fingerprint diuji keamanan dengan False Acceptance Rate (FAR) dan False Rejection Rate (FRR), serta WhatsApp Gateway diuji untuk jeda waktu pengiriman.

3.3.4 Pengembangan Sistem

Dalam penelitian ini, pengembangan sistem menggunakan metode Waterfall, pendekatan sistematis dan berurutan untuk pengembangan perangkat lunak. Tahapan pengembangan sistem yaitu :



Gambar 3.2 Tahapan Pengembangan Sistem Menggunakan Metode Waterfall

a. Analisa Kebutuhan

Tahapan pertama yang dilakukan yaitu menganalisis kebutuhan sistem yang akan digunakan dalam pengembangan sistem absensi. Analisa kebutuhan dilakukan untuk mengetahui kebutuhan fungsional dan non fungsional sistem berdasarkan permasalahan yang ada.

b. Desain Sistem

Tahapan kedua setelah data yang didapatkan yaitu merancang desain sistem untuk mempermudah pengguna dalam memahami alur sistem. Pada tahapan desain sistem ini terdiri dari desain flowchart, ERD, dan Use Case Diagram.

c. Implementasi

Tahapan ketiga yaitu implementasi, yang merupakan proses penerapan hasil dari perancangan sistem ke dalam bentuk sistem yang dapat dijalankan. Implementasi mencakup pembangunan database dan integrasi antar muka sistem.

d. Pengujian

Pengujian adalah proses menjalankan program dengan tujuan menemukan kesalahan. Pada tahapan ini peneliti menggunakan *blackbox testing* untuk menguji sistem yang telah dibangun agar sistem yang dibangun bebas dari *error* ataupun *bug*, dan UAT untuk menguji sistem dari sisi pengguna.

e. Pemeliharaan

Pemeliharaan (*maintanance*) adalah tahapan yang berfungsi untuk menjaga sebuah sistem yang telah dibangun dan memperbaiki kesalahan yang ada pada sistem, melakukan evaluasi dan perubahan yang diperlukan agar sistem sesuai dengan perencanaan awal.

3.3.5 Hasil dan Pembahasan

Pada tahap ini akan dilakukan analisis terhadap hasil dari sistem yang telah dibangun. Hasil dari implementasi sistem kemudian di evaluasi berdasarkan pengujian fungsionalitas dan konfirmasi dari pihak sekolah melalui pengujian UAT.

3.3.6 Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini, hasil penelitian yang telah dilakukan akan dirangkum menjadi sebuah kesimpulan. Bersamaan dengan itu, dilakukan penyusunan laporan akhir untuk mendokumentasikan seluruh tahapan penelitian yang telah berjalan.

BAB 4. HASIL PEMBAHASAN

4.1 Studi Literatur

Tahapan ini dilakukan sebagai bagian dari proses penguatan dasar dalam perancangan sistem absensi berbasis biometrik. Tahapan ini bertujuan untuk memperoleh referensi yang relevan terkait teknologi yang digunakan, yaitu fingerprint, face recognition menggunakan algoritma YOLOv8, serta implementasi notifikasi menggunakan WhatsApp Gateway.

Berdasarkan hasil studi literatur yang telah dilakukan, diperoleh beberapa referensi yang relevan terhadap penelitian ini antara lain :

- a. Penelitian dari Zakaria dkk. Tahun 2024 dengan judul “Penerapan Segmentasi Wajah Menggunakan YOLOv8 untuk presensi Mata Kuliah” digunakan sebagai referensi penggunaan algoritma YOLOv8 untuk pendeteksian wajah
- b. Penelitian dari Muhammad Arif Syarifuddin dan Djamaluddin Tahun 2021 dengan judul “Rancang Bangun Aplikasi Absensi Dengan Face Recognition Dan Fingerprint Berbasis IoT Menggunakan Metode Prototype” digunakan sebagai referensi perancangan sistem absensi biometrik
- c. Penelitian dari Misbah Abroruddin dkk. Tahun 2020 dengan judul “Perancangan Sistem Pengaman Pintu Rumah Menggunakan Sidik Jari Berbasis Arduino” digunakan sebagai referensi penggunaan sensor fingerprint as608
- d. Penelitian dari Ferlando Mbay Rahi dkk. Tahun 2023 dengan judul “Integrasi WhatsApp Gateway Dalam Sistem Informasi Absensi Berbasis Website Di SMA Negeri 1 Pandawai” digunakan sebagai referensi penggunaan WhatsApp Gateway ke dalam sistem absensi.

4.2 Pengumpulan Data

Pada pengumpulan data terdapat beberapa proses tahapan, yaitu pengumpulan dataset gambar, pengolahan dataset gambar, dan pengumpulan sidik jari.

4.2.1 Pengumpulan Dataset Gambar

Pengumpulan dataset gambar dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data primer yang diperoleh secara langsung melalui pengambilan sampel citra wajah pada objek penelitian. Langkah ini diambil guna meningkatkan validitas dan akurasi model pada kondisi asli di lapangan. Pengambilan sampel citra wajah dilaksanakan di SMK Negeri 1 Tapen, Kabupaten Bondowoso. Dengan melibatkan 64 siswa aktif sebagai subjek representatif.

Setiap siswa diambil sebanyak 9 foto yang berbeda dengan posisi wajah yang bervariasi, sehingga berhasil dihimpun total keseluruhan dataset primer sebanyak 567 citra wajah.

4.2.2 Pengolahan Dataset Gambar

Pengolahan dataset gambar pada penelitian ini dilakukan untuk mempersiapkan dataset sebelum digunakan dalam proses pelatihan model. Ada dua tahapan dalam pengolahan dataset pada penelitian ini, yaitu pelabelan dataset gambar dan pembagian dataset gambar.

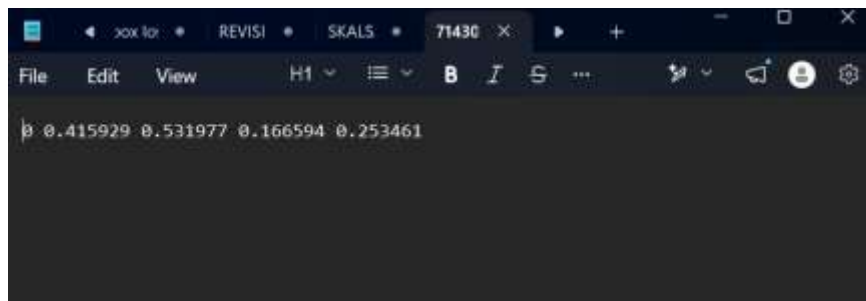
a. Pelabelan Dataset Gambar

Pada tahap ini dilakukan proses pelabelan terhadap dataset gambar dengan memberikan anotasi pada objek wajah yang terdapat pada setiap gambar. Pelabelan dilakukan dengan menggunakan bounding box untuk menandai posisi wajah yang terdeteksi pada citra.



Gambar 4.1 Contoh Bounding Box Pada Dataset

Hasil dari proses pelabelan berupa file anotasi yang disimpan dalam format teks (.txt), di mana setiap gambar memiliki satu file anotasi yang berisi informasi mengenai objek yang ditandai. Format anotasi yang digunakan mengikuti standar YOLO, yaitu terdiri dari beberapa nilai numerik yang merepresentasikan kelas objek dan posisi bounding box.



Gambar 4.2 Output Anotasi

Dari gambar 4.2 diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

- 1). Angka 0 (Paling Depan) : Menunjukkan indeks kelas dari objek dideteksi, di mana angka 0 mewakili satu-satunya kelas target dalam penelitian ini, yaitu kelas wajah.
- 2). Angka 0.415929 dan 0.531977: Merupakan koordinat titik tengah dari kotak pembatas (bounding box) wajah siswa yang telah dinormalisasi dalam bentuk rasio terhadap dimensi total lebar dan tinggi gambar asli.

- 3). Angka 0.166594 dan 0.253461 : Merupakan representasi dari lebar dan tinggi bounding box wajah siswa yang juga telah ternormalisasi.

b. Pembagian Dataset Gambar

Tahap pembagian dataset gambar dilakukan setelah proses pelabelan gambar selesai, pada penelitian ini pembagian dataset dibagi menjadi tiga yaitu data latih (train), data validasi (validation), dan data uji (testing).

Pembagian dataset dilakukan dengan proporsi 60% untuk data latih, 30% untuk data validasi, dan 10% untuk data uji.

Tabel 4. 1 Pembagian Dataset

Data Latih	60 %	345
Data Validasi	30%	172
Data Uji	10%	59
Total Data Set	100%	576

4.2.3 Pengumpulan Dataset Sidik Jari

Pengumpulan dataset sidik jari pada penelitian ini dilakukan secara langsung pada tahap pengujian sistem di SMKN 1 Tapan. Data sidik jari digunakan sebagai salah satu komponen autentikasi dalam sistem absensi berbasis biometrik.

Proses pengumpulan data sidik jari dilakukan menggunakan sensor fingerprint AS608 yang sudah terhubung dengan sistem absensi. Sensor AS608 digunakan untuk melakukan proses pendaftaran sidik jari (enrollment) sekaligus proses verifikasi identitas pengguna pada saat absensi berlangsung.

Pada tahap ini, pengguna diminta menempelkan jari pada sensor fingerprint beberapa kali agar pola sidik jari dapat direkam dengan baik oleh perangkat. Data hasil pemindaian kemudian diproses dan disimpan ke dalam memori sensor sebagai template sidik jari yang nantinya digunakan dalam proses pencocokan.

4.3 Pelatihan Model YOLO dan Konfigurasi Sistem

4.3.1 Pelatihan Model YOLOv8

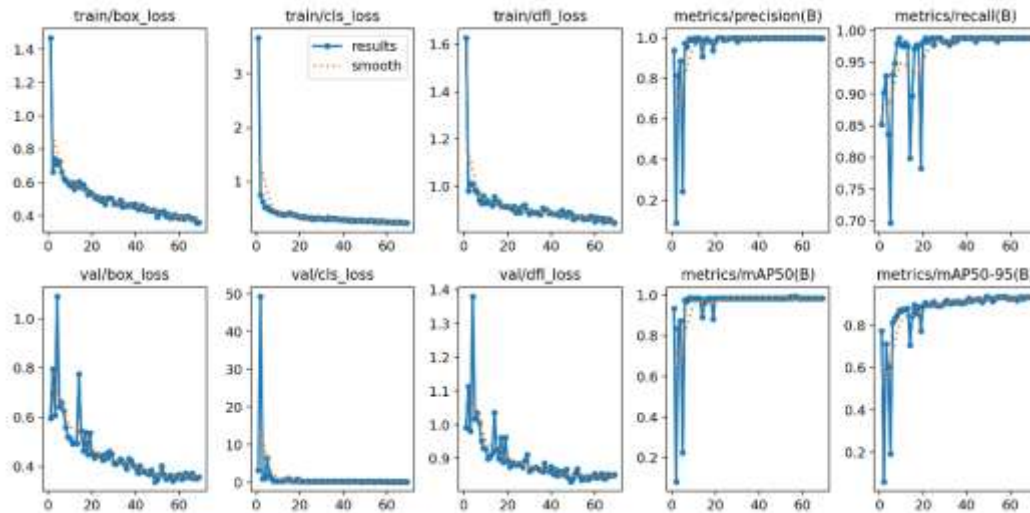
Pelatihan model YOLOv8 dilakukan untuk menghasilkan model deteksi wajah yang mampu mengenali objek wajah secara akurat pada sistem absensi berbasis face recognition. Proses pelatihan dilakukan menggunakan dataset wajah yang telah melalui tahap pelabelan dan pembagian dataset sebelumnya.

Model yang digunakan pada penelitian ini adalah YOLOv8 dengan satu kelas objek yaitu wajah. Proses pelatihan dilakukan menggunakan framework Ultralytics YOLOv8 pada lingkungan Python. Dalam proses pelatihan, penelitian ini memanfaatkan Google Colab sebagai media komputasi yang mendukung penggunaan GPU untuk mempercepat proses training model. Berikut atribut persiapan pelatihan model pada tabel 4.2

Tabel 4. 2 Konfigurasi Pelatihan Model

Parameter	Nilai
Model	YOLOv8
Epoch	100
Imgsz	640 x 640
Batch	16
Patience	20
Jumlah Class	1 (Wajah)
Total Dataset	576 Gambar
Data Training	345 Gambar
Data Validation	172 Gambar
Data Testing	59 Gambar

Berdasarkan pelatihan yang dilakukan menggunakan konfigurasi dan dataset yang telah disiapkan sebelumnya, berikut adalah hasil dari proses pelatihan model .



Gambar 4.3 Grafik Hasil Pelatihan Model YOLOv8

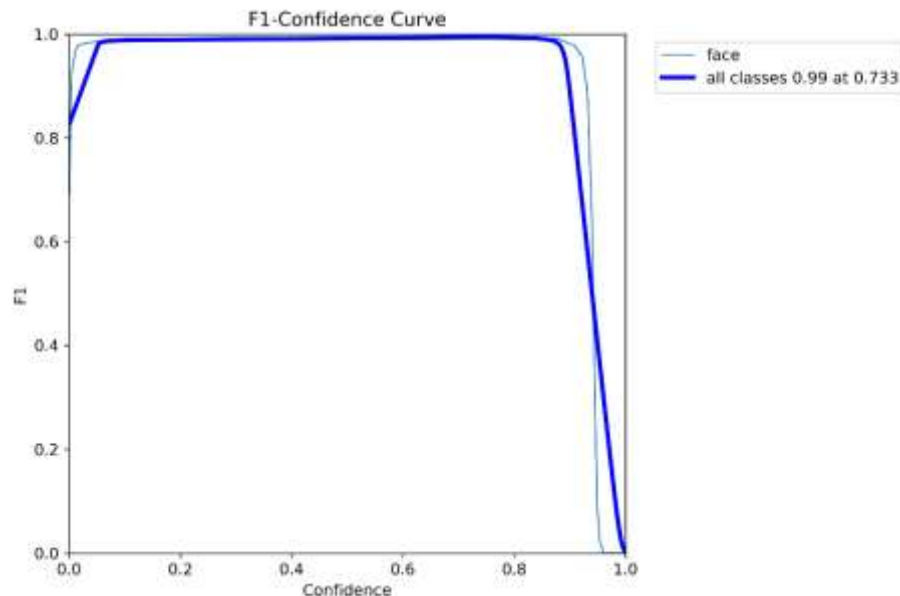
Berdasarkan hasil grafik results pada proses pelatihan, model menghasilkan tren training loss dan validation loss yang konsisten seiring bertambahnya epoch. Meskipun pada epoch awal (antara epoch 1–15) nilai validation loss sempat mengalami sedikit fluktuasi, namun setelah melewati epoch ke-20 hingga epoch ke-100, nilai loss (baik box_loss, cls_loss, maupun dfl_loss) bergerak melandai dan stabil di titik terendah. Pola penurunan yang selaras antara data training dan validation ini membuktikan bahwa proses pembelajaran model YOLOv8 berjalan dengan sangat baik, stabil, serta terhindar dari indikasi overfitting (kondisi di mana model hanya menghafal data latihan).

4.3.2 Evaluasi Performa Model

Sejalan dengan keberhasilan penurunan loss pada proses pelatihan, evaluasi performa model menggunakan validation set (data validasi) menunjukkan metrik akurasi deteksi yang sangat signifikan. Grafik metrik pada Gambar 4.3 menunjukkan peningkatan yang sangat signifikan. Grafik menunjukkan peningkatan yang konsisten sejak epoch pertama dan mencapai kondisi konvergen yang stabil setelah melewati epoch ke-30 hingga akhir epoch ke-100. Pada epoch terakhir, model YOLOv8 berhasil mencapai nilai tertinggi untuk parameter

Precision sebesar 0.985 (98.5%) dan Recall sebesar 98.7% membuktikan tingkat keberhasilan model yang sangat tinggi dalam mendeteksi keberadaan objek wajah.

Untuk mengukur keseimbangan antara kedua metrik tersebut, dilakukan analisis terhadap nilai F1-Score melalui grafik di bawah.

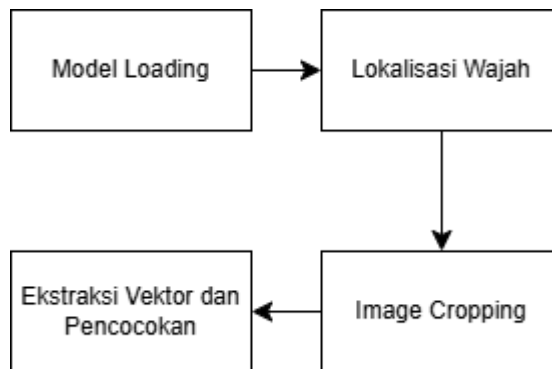


Gambar 4.4 Hasil F1-Score

Berdasarkan grafik tersebut, model deteksi wajah ini berhasil mencapai nilai F1-Score optimal sebesar 0.99 (99%) pada tingkat Confidence Threshold 0.733. Rentang kurva yang membentuk dataran tinggi (plateau) yang sangat lebar dari ambang batas confidence 0,1 hingga 0,8 membuktikan keandalan model yang sangat stabil dalam menjaga keseimbangan antara tingkat presisi dan sensitivitas prediksi. Performa utama lokalisasi objek secara keseluruhan didukung oleh nilai mAP50 sebesar 99%, serta nilai mAP50-95 yang mencapai 90%. Nilai-nilai metrik ini mengonfirmasi bahwa model sudah layak untuk diimplementasikan.

4.3.3 Integrasi Model YOLO Dengan Library Face Recognition

Tahapan ini menjelaskan implementasi teknis dari integrasi hasil pelatihan model YOLOv8 ke dalam arsitektur sistem absensi. Proses tersebut meliputi :



Gambar 4.5 Proses Integrasi YOLO terhadap Library face_recognition

a. Model Loading

Model hasil pelatihan YOLOv8 dimuat ke dalam memori server Flask menggunakan pustaka ultralytics. Proses pemuatan ini dikunci di awal jalannya server agar tidak membebani komputasi setiap kali ada permintaan absensi.

```

# ===== YOLO =====
from ultralytics import YOLO

app = Flask(__name__)
CORS(app)

DATASET_PATH = "database_wajah"

if not os.path.exists(DATASET_PATH):
    os.makedirs(DATASET_PATH)

# ===== LOAD MODEL YOLO =====
model = YOLO("yolov8_models/weights/best.pt")

known_encodings = []
known_names = []
  
```

Gambar 4.6 Proses Load Model YOLO Pada Library Face_Recognition

b. Lokalisasi Wajah

Saat kamera pada sistem absensi menangkap frame citra wajah siswa, gambar tersebut diumpankan ke model YOLOv8. Kemudian model bekerja

untuk mendeteksi letak wajah dan menghasilkan koordinat kotak pembatas (bounding box)



Gambar 4.7 Proses YOLO Melakukan Bounding Box

c. Image Cropping

Berdasarkan koordinat bounding box yang dihasilkan oleh YOLOv8, sistem secara otomatis melakukan pemotongan (cropping) pada area wajah siswa dan mengabaikan latar belakang (background). Langkah ini sangat krusial untuk memastikan library face_recognition tidak terganggu oleh objek di sekitar lingkungan.



Gambar 4.8 Hasil Cropping Berdasarkan Bounding Box Model YOLO

d. Ekstraksi Vektor dan Pencocokan

Proses pecocokan matriks fitur wajah dieksekusi secara otomatis oleh skrip program. Namun, untuk memvalidasi keabsahan teori, berikut disajikan sampel perhitungan manual Jarak Euclidean berdasarkan sampel hasil vektor data Rizal Mahendra pada Gambar 4.9 dan Gambar 4.8 dengan menggunakan Persamaan 2.8 :

$$d = \sqrt{(-0,090053 - (-0,102070))^2 + (0,080177 - 0,129600)^2 + (0,078995 - 0,088324)^2 + (-0,067142 - (-0,087668))^2 + \dots}$$

$$d = \sqrt{(0,012017)^2 + (-0,049423)^2 + (-0,009329)^2 + (0,020526)^2 + \dots}$$

$$d = \sqrt{0,0001444 + 0,0024426 + 0,0000870 + 0,0004213 + \dots \text{(akumulasi total hingga dimensi ke-128)}}$$

$$d = \sqrt{0,041168}$$

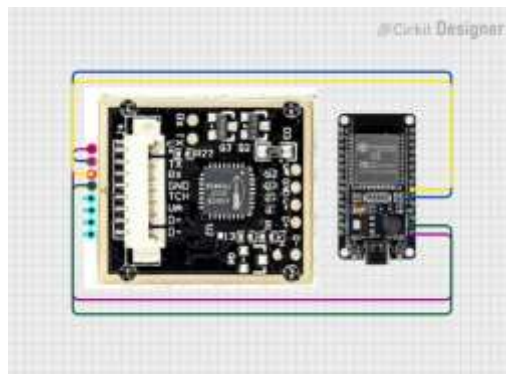
$$d = 0,2029$$

Berdasarkan hasil kalkulasi manual di atas, diperoleh nilai akhir Jarak Euclidean sebesar 0,2029. Hasil ini terbukti konsisten dan sinkron dengan nilai output yang dikeluarkan oleh log terminal pada Gambar 4.11.

4.3.4 Perancangan dan Konfigurasi Autentikasi Fingerprint

a. Perancangan Perangkat Keras Sistem Fingerprint

Perancangan perangkat keras pada sistem absensi ini berpusat pada integrasi fisik antara mikro kontroler ESP32 dengan sensor sidik jari AS608 melalui jalur komunikasi serial UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter). Guna memastikan sub sistem embedded dapat beroperasi secara stabil tanpa adanya galat transmisi data (data corruption), diperlukan sebuah skema perkabelan yang presisi serta pemetaan fungsionalitas pin yang jelas. Gambar 4.12 berikut menyajikan skematik rangkaian elektronika yang menginterkoneksi seluruh komponen utama perangkat keras, sedangkan detail konfigurasi pin operasional dijabarkan secara sistematis pada Tabel 4.3.



Gambar 4.12 Skematik IoT Fingerprint AS608

Tabel 4. 3 Tabel Pemetaan Pin Pada Perangkat Keras

No.	Pin Sensor	Hubungan Ke Pin		Keterangan
	AS608	ESP32		
1	VCC	3.3V atau 5V		Jalur distribusi catu daya utama
2	GND	GND		Grounding bersama untuk menyamakan referensi tegangan komponen
3	TX	GPIO 16 (RX2)		Jalur pengiriman data dari sensor pin ke pin penerima ESP32
4	RX	GPIO 17 (TX2)		Jalur penerimaan intruksi kontrol dari pin pengirim ESP32

b. Konfigurasi dan Integrasi Fingerprint Terhadap Sistem Absensi

Pada Tahap konfigurasi, sensor fingerprint terlebih dahulu diinisialisasi untuk memastikan perangkat dapat dikenal dan digunakan dengan baik oleh sistem. Proses komunikasi antara sensor fingerprint dan ESP32 menggunakan baud rate sebesar 57600. Selain itu, sistem juga dikonfigurasi agar dapat menjalankan beberapa mode operasi, yaitu mode pemindaian sidik jari (scan), pendaftaran sidik jari(enrollment), penghapusan sidik jari tertentu, serta penghapusan seluruh data sidik jari pada memori sensor.

```
// ===== FINGERPRINT =====
HardwareSerial mySerial(2);
Adafruit_Fingerprint finger = Adafruit_Fingerprint(&mySerial);

// ===== MODE =====
bool scanMode = false;
bool enrollMode = false;
bool deleteMode = false;
bool deleteAllMode = false;

int enrollID = 0;
int deleteID = 0;

// ===== ANTI SPAM CONTROL =====
bool scanLocked = false;
unsigned long lastScanTime = 0;
```

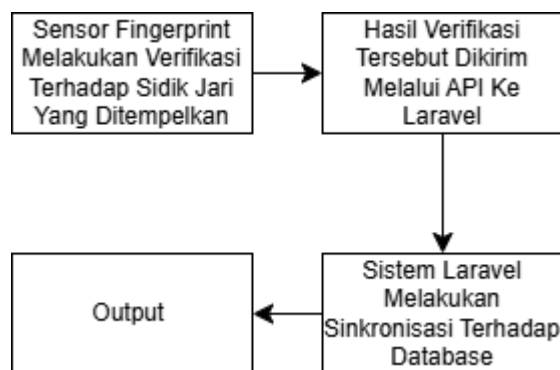
Gambar 4.13 Konfigurasi Perangkat *Fingerprint* Pada Sistem

Setelah proses konfigurasi internal selesai, maka dilakukan tahapan konfigurasi arsitektur API dalam *Laravel* untuk melakukan penanganan *request* dan sinkronisasi data IDE sidik jari ke dalam *database*.

```
Route::post('/absensi/fingerprint', [AbsensiController::class, 'fingerprint']);
Route::get('/fingerprint/command', [AbsensiController::class, 'getCommand']);
Route::post('/fingerprint/command', [AbsensiController::class, 'setCommand']);
Route::get('/absensi/fingerprint/last', [AbsensiController::class, 'lastFingerprint']);
Route::post('/fingerprint/failed', [AbsensiController::class, 'fingerprintFailed']);
Route::post('/fingerprint/register', [AbsensiController::class, 'registerFingerprint']);
Route::post('/fingerprint/delete', [AbsensiController::class, 'deleteFingerprint']);
Route::post('/fingerprint/enroll-status', [AbsensiController::class, 'enrollStatus']);
Route::get('/fingerprint/enroll-status', [AbsensiController::class, 'getEnrollStatus']);
```

Gambar 4.14 Konfigurasi Arsitektur API Dalam *Laravel*

Dengan proses konfigurasi tersebut, maka berikut adalah cara kerja sistem fingerprint terhadap sistem absensi.



Gambar 4.15 Cara Kerja Sistem Fingerprint Terhadap Sistem Absensi

4.3.5 Konfigurasi WhatsApp Gateway

Konfigurasi WhatsApp gateway pada penelitian ini dilakukan menggunakan Fonnte yang diintegrasikan dengan framework *laravel* sebagai layanan pengiriman pesan WhatsApp secara otomatis. WhatsApp gateway

digunakan untuk mengirimkan notifikasi absensi siswa kepada orang tua secara real-time setelah proses absensi berhasil dilakukan.

Pada tahap konfigurasi, sistem terlebih dahulu dihubungkan dengan layanan Fonnte menggunakan token API yang diperoleh dari akun pengguna Fonnte. Token API digunakan sebagai autentikasi agar sistem laravel dapat mengakses layanan pengiriman pesan WhatsApp.

Token API Fonnte disimpan pada file environment (.env) di laravel untuk menjaga keamanan data autentikasi serta mempermudah proses konfigurasi sistem. Selanjutnya dilakukan konfigurasi endpoint API pada sistem Laravel menggunakan metode HTTP POST. Sistem kemudian dikonfigurasi untuk mengirimkan data berupa nomor tujuan, nama siswa, waktu absensi dan status kehadiran ke layanan WhatsApp Gateway setelah proses absensi berhasil dilakukan.

Selain itu, dilakukan juga pengaturan format pesan notifikasi yang akan dikirimkan kepada orang tua siswa. Format pesan dirancang agar dapat memberikan informasi absensi secara jelas dan mudah dipahami.

```
$response = Http::withoutVerifying()
->withHeaders([
    'Authorization' => env('FONNTE_TOKEN')
])
->post(env('FONNTE_URL'), [
    'target' => $nomor,
    'message' => $pesan,
]);

\Log::info('Fonnte:', [
    'nomor' => $nomor,
    'response' => $response->json()
]);

return $response->json();
```

Gambar 4.16 Konfigurasi *End Point* Fonnte

```
FONNTE_TOKEN=jN1r57sZ2i8PZFpM5qKC
FONNTE_URL=https://api.fonnte.com/send
```

Gambar 4.17 Konfigurasi API *Token*

```

$pesan = "Assalamualaikum Wr. Wb. 🙏\n\n".
"Selamat Pagi Bapak/Ibu 😊\n\n".
"Kami ingin mengabarkan bahwa ananda *{$siswa->nama}*
telah melakukan absensi masuk menggunakan *Fingerprint*.\n\n".
"🕒 Waktu: {$tanggal}\n".
"✌ Status: *".ucfirst($status)."*\n\n".
"Terima kasih 🙏";

```

Gambar 4.18 Konfigurasi *Template* Pesan

Gambar 4.19 Contoh Notifikasi Pesan

4.3.6 Validasi

a. Pengujian Face Recognition

Pengujian face recognition dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mengenali identitas wajah pengguna berdasarkan encoding wajah yang telah tersimpan pada database sistem. Pengujian dilakukan menggunakan 4 wajah yang datanya sudah terdaftar dalam databse dan 1 wajah asing yang datanya tidak terdaftar dalam database. Masing-masing wajah diuji sebanyak 5 kali percobaan. Data hasil pengujian pengenalan wajah disajikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Face Recognition

No.	Nama	Jumlah Percobaan	Berhasil Dikenali	Gagal Dikenali
1	Rizal	5	4	1
2	Ilham	5	5	0

No.	Nama	Jumlah Percobaan	Berhasil Dikenali	Gagal Dikenali
3	Hilfan	5	5	0
4	Eka	5	4	1
5	Farikh (tidak terdaftar)	5	0	5
Total		25	18	7

Untuk melakukan analisis metrik secara akurat, data akumulasi pada tabel di atas dikelompokkan ke dalam variabel Confusion Matrix berdasarkan logika respons sistem :

Tabel 4. 5 Tabel Confusion Matrix Face Recognition

True Positive (TP)	True Negative (TN)	False Positive (FP)	False Negative (FN)
18	5	2	0

Berdasarkan tabel Confusion Matrix di atas dilakukan penghitungan akurasi menggunakan rumus berikut :

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\%$$

Sumber referensi rumus (Ismail et al., 2022)

Berdasarkan hasil pengujian :

$$Akurasi = \frac{18 + 5}{18 + 5 + 0 + 2} \times 100\% = 92\%$$

```

[BERHASIL] Wajah dikenali sebagai: Rizal

===== HASIL TESTING =====
Total Percobaan      : 5
Berhasil Dikenali    : 4
Gagal Dikenali       : 1
Akurasi              : 80.00%
=====

```

Gambar 4.20 Contoh Hasil Testing Face Recognition Satu Wajah

b. Pengujian Fingerprint

Pengujian fingerprint dilakukan untuk mengetahui keberhasilan sensor fingerprint dalam mengenali sidik jari pengguna yang telah terdaftar dalam sistem. Proses pengujian dilakukan dengan metode pengujian False Acceptance Rate (FAR) dan False Rejection Rate (FRR).

FAR digunakan untuk mengukur kemungkinan sistem menerima sidik jari yang tidak terdaftar sebagai pengguna yang valid. Sedangkan FRR digunakan untuk mengukur kemungkinan sistem menolak sidik jari pengguna yang sebenarnya telah terdaftar pada sistem.

Tabel 4. 6 Hasil Pengujian FAR

No.	ID Sidik Jari Tidak Terdaftar	Jumlah Percobaan	Berhasil Ditolak	Salah Terautentikasi
1	Fingerprint 1	5	5	0
2	Fingerprint 2	5	5	0
3	Fingerprint 3	5	5	0
4	Fingerprint 4	5	5	0
5	Fingerprint 5	5	5	0
Total		25	25	0

Berdasarkan hasil pengujian autentikasi fingerprint yang dilakukan menggunakan 5 sidik jari yang tidak terdaftar pada sistem dengan masing-masing sidik jari diuji sebanyak 5 kali percobaan. Dari total 25 percobaan yang dilakukan, tidak terdapat sidik jari yang berhasil terautentikasi oleh sistem.

Nilai FAR dihitung menggunakan rumus berikut :

$$FAR = \frac{\text{False Acceptance}}{\text{Total Attempt}} \times 100\%$$

Berdasarkan hasil pengujian :

$$FAR = \frac{0}{25} \times 100\% = 0\%$$

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki nilai FAR sebesar 0%, yang berarti sistem mampu menolak seluruh sidik jari yang tidak terdaftar pada database fingerprint. Hasil tersebut menunjukkan bahwa autentikasi fingerprint pada sistem memiliki tingkat keamanan yang baik terhadap akses pengguna yang tidak terdaftar.

Tabel 4. 7 Hasil Pengujian FRR

No.	ID Sidik Jari	Jumlah Percobaan	Berhasil Terdeteksi	Gagal Terdeteksi
1	Fingerprint 1	5	5	0
2	Fingerprint 2	5	5	0
3	Fingerprint 3	5	4	1
4	Fingerprint 4	5	5	0
5	Fingerprint 5	5	5	0
Total		25	24	1

Berdasarkan hasil pengujian FRR yang dilakukan menggunakan 5 sidik jari yang telah terdaftar pada sistem dengan masing-masing sidik jari diuji sebanyak 5 kali percobaan. Dari total 25 percobaan, terdapat 1 percobaan yang gagal dikenali oleh sistem meskipun sidik jari telah terdaftar sebelumnya.

Nilai FRR dihitung menggunakan rumus berikut :

$$FRR = \frac{\text{False Rejection}}{\text{Total Attempt}} \times 100\%$$

Berdasarkan hasil pengujian :

$$FRR = \frac{1}{25} \times 100\% = 4\%$$

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki nilai FRR sebesar 4%, yang berarti sebagian besar sidik jari yang telah terdaftar dapat dikenali dengan baik oleh sistem. Kegagalan autentikasi yang terjadi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti posisi jari yang kurang tepat saat pemindaian, kondisi permukaan jari, atau kualitas pembacaan sensor fingerprint saat proses autentikasi dilakukan.

c. Pengujian WhatsApp Gateway

Pengujian WhatsApp Gateway dilakukan untuk mengetahui keberhasilan dan kecepatan sistem dalam mengirimkan notifikasi absensi siswa kepada orang tua melalui WhatsApp menggunakan layanan Fonnte. Proses validasi dilakukan dengan mengukur jeda waktu (delay) pengiriman setelah proses absensi berhasil dilakukan pada sistem. Selain itu pengujian juga dilakukan untuk memastikan pesan notifikasi dapat diterima dengan baik oleh nomor tujuan sesuai dengan data yang dikirimkan oleh sistem.

Tabel 4. 8 Hasil Pengujian WhatsApp Gateway

Percobaan	Waktu Absensi	Waktu Pesan	Delay
		Diterima	Pengiriman
1	20:59:43	20:59:44	1.60 Detik
2	21:08:36	21:08:39	3.04 Detik
3	21:10:35	21:10:38	3.69 Detik
4	21:12:09	21:12:12	3.41 Detik
5	21:15:00	21:15:04	4.11 Detik

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel diatas, sistem berhasil mengirimkan notifikasi absensi kepada nomor tujuan pada seluruh percobaan yang dilakukan. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali percobaan dengan mengukur selisih waktu antara proses absensi berhasil dilakukan dan waktu pesan diterima oleh pengguna.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa delay pengiriman pesan tercepat terjadi pada percobaan pertama dengan waktu 1.60 detik, sedangkan delay terlama terjadi pada percobaan kelima dengan waktu 4.11 detik. Berdasarkan seluruh percobaan tersebut sistem memiliki rata-rata delay pengiriman sekitar 3 detik.

Hal tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu mengirimkan notifikasi absensi secara real-time dengan waktu pengiriman yang relatif cepat dan stabil. Perbedaan waktu delay setiap percobaan dapat dipengaruhi oleh kondisi jaringan internet, kecepatan respons API WhatsApp Gateway, serta kestabilan koneksi server saat proses pengiriman pesan berlangsung.

4.4 Pengembangan Sistem

4.4.1 Analisa Kebutuhan

Tahapan ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengumpulkan kebutuhan sistem yang akan dijadikan acuan dalam proses pengembangan sistem. Kebutuhan tersebut diperoleh melalui dua pendekatan utama, yaitu kebutuhan fungsional dan kebutuhan nonfungsional.. Kebutuhan fungsional dan nonfungsional didapatkan melalui wawancara terhadap salah satu guru dengan jabatan Ketua Program Keahlian PPLG yaitu Bapak Ahmad Timbul Sholih, S.T.

Tabel 4. 9 Kebutuhan Fungsional

No.	Kebutuhan	Fungsional
1	Login	Sistem memverifikasi akun admin sebelum memberikan akses ke dalam sistem
2	Absensi Menggunakan Wajah	Sistem dapat melakukan absensi siswa menggunakan pengenalan wajah
3	Absensi Menggunakan Sidik Jari	Sistem dapat melakukan absensi siswa menggunakan sidik jari

No.	Kebutuhan	Fungsional
4	Manajemen Data Siswa	Mengelola data siswa seperti melihat, menambahkan, mengubah dan menghapus data
5	Rekap Absensi	Sistem dapat merekap absensi siswa seperti rekap harian, rekap bulanan dan rekap per siswa
6.	Notifikasi Pesan	Sistem dapat mengirimkan notifikasi WhatsApp kepada orang tua ketika siswa sudah melakukan absensi

Tabel 4. 10 Kebutuhan Non fungsional

No.	Kebutuhan	Non Fungsional
1	Keamanan Akses	Sistem menggunakan password hashing
2	Performa Sistem	Sistem mampu melakukan semua proses dalam waktu 15 detik
3	Notifikasi	Sistem dapat menampilkan notifikasi keberhasilan pada proses absensi dan manajemen data
4	Kemudahan Penggunaan	Sistem memiliki antarmuka yang mudah dipahami
6	Validasi	Sistem mampu melakukan validasi di semua proses input data

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang telah dilakukan, sistem absensi biometrik otomatis dirancang untuk memenuhi kebutuhan proses absensi di SMK Negeri 1 Tapen Bondowoso. Kebutuhan fungsional sistem meliputi proses login, absensi menggunakan wajah dan sidik jari, manajemen data siswa, rekap absensi, serta pengiriman notifikasi WhatsApp kepada orang tua siswa. Sedangkan kebutuhan nonfungsional sistem meliputi aspek keamanan akses, performa sistem, notifikasi proses, kemudahan penggunaan, dan validasi input data.

Analisis kebutuhan tersebut menjadi dasar dalam proses pengembangan sistem sehingga sistem yang dikembangkan dapat sesuai dengan kebutuhan pengguna dan mampu mendukung proses absensi siswa secara lebih efektif, aman, dan terintegrasi.

4.4.2 Desain Sistem

Perancangan sistem ini mencakup detail rancangan dari berbagai elemen penting, seperti flowchart, ERD (Entity Relationship Diagram), dan Use Case Diagram. Tahap perancangan sistem dilakukan untuk menggambarkan struktur, alur proses, serta interaksi antar komponen yang saling berhubungan sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai alur kerja dan hubungan antar bagian dalam sistem yang diusulkan.

a. Flowchart



Gambar 4.21 Flowchart Sistem Absensi

Flowchart tersebut menjelaskan alur kerja sistem absensi siswa berbasis biometrik yang menggunakan dua metode autentikasi, yaitu fingerprint dan face recognition. Langkah pertama adalah pengguna diberikan pilihan metode

otentikasi yang akan digunakan, apakah menggunakan fingerprint atau face recognition. Setelah itu sistem akan menjalankan proses absensi dengan metode yang sudah dipilih sebelumnya, jika verifikasi berhasil sistem akan melanjutkan ke proses pencatatan absensi. Namun, jika verifikasi gagal, maka proses autentikasi harus diulang kembali.

Setelah proses autentikasi dari salah satu metode berhasil diverifikasi, sistem akan mencatat kehadiran pengguna ke dalam sistem absensi. Selanjutnya, sistem secara otomatis mengirimkan notifikasi kepada orang tua sebagai informasi bahwa siswa telah melakukan absensi. Data absensi yang telah tercatat kemudian disimpan ke dalam database.

b. ERD

Struktur data dan hubungan antar informasi dalam database dapat dipresentasikan melalui ERD yang mendefinisikan entitas utama beserta atribut dan relasinya. Pada sistem ini terdapat tiga entitas utama, yaitu user, siswa, dan absensi.



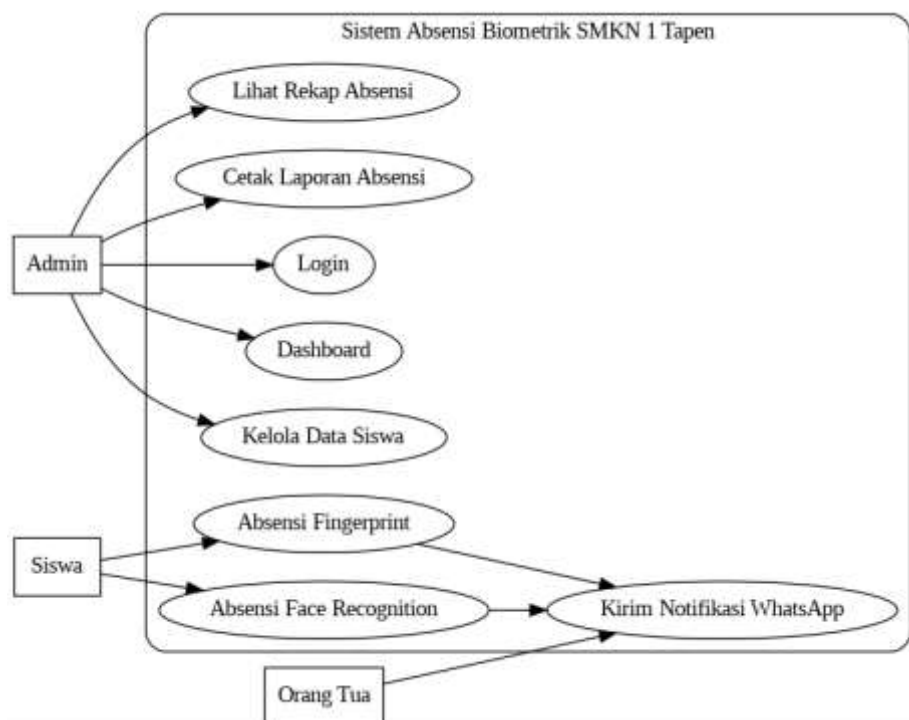
Gambar 4.22 ERD Sistem Absensi

Dengan penjelasan sebagai berikut :

- 1) Entitas User digunakan untuk menyimpan data kredensial pengguna sistem khususnya admin
- 2) Entitas Siswa digunakan untuk menyimpan informasi data diri lengkap siswa SMKN 1 Tapen
- 3) Entitas Absensi digunakan untuk mencatat setiap log kehadiran transaksi absensi harian siswa.

c. Use Case Diagram

Untuk mendefinisikan fungsionalitas dari sisi pengguna, use case diagram digunakan untuk memperlihatkan interaksi antara admin dan sistem. Berdasarkan gambar di bawah, guru atau admin dapat mengakses fitur login, dashboard, melihat rekap absensi, mencetak rekap absensi, dan mengelola data siswa. Sedangkan siswa bisa melakukan absensi menggunakan face recognition ataupun fingerprint, dan orang tua hanya menerima notifikasi WhatsApp terkait absensi.



Gambar 4.23 Use Case Diagram Sistem Absensi

Dengan penjelasan sebagai berikut :

- 1) Admin merupakan aktor yang memiliki hak akses penuh untuk mengelola aspek administratif sistem. Admin dapat melakukan fungsi login, mengakses halaman dashboard, melakukan kelola data siswa, serta melihat dan mencetak laporan rekap absensi siswa.
- 2) Siswa merupakan aktor utama dalam proses presensi harian. Siswa berinteraksi dengan sistem melalui dua metode biometrik yang disediakan, yaitu absensi menggunakan fingerprint dan absensi menggunakan face recognition.
- 3) Orang tua merupakan aktor pasif yang menerima output langsung dari sistem. Ketika siswa berhasil melakukan proses absensi, sistem akan secara otomatis mengirimkan notifikasi WhatsApp kepada orang tua sebagai bukti kehadiran anak di sekolah.

4.4.3 Implementasi

Berdasarkan desain sistem yang telah dirancang sebelumnya, tahap selanjutnya adalah implementasi sistem sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Proses implementasi mencakup pengembangan struktur database serta integrasi antara frontend dan backend guna memastikan seluruh fitur absensi dapat berjalan secara optimal.

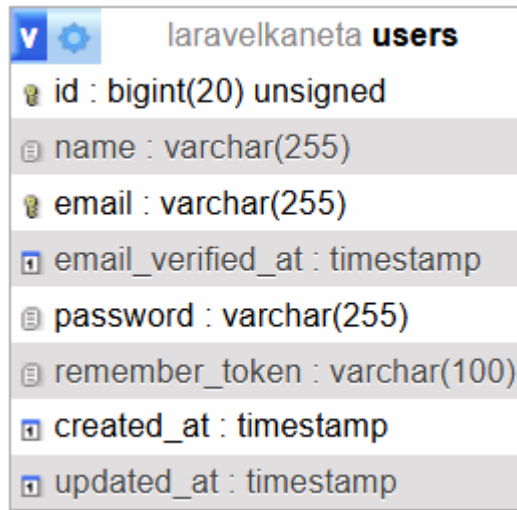
e. Hasil Pengembangan Struktur Database

Pengembangan struktur database dilakukan berdasarkan rancangan Entity Relationship Diagram (ERD) yang telah dibuat sebelumnya. Tahap implementasi dilakukan dengan membangun tabel-tabel sesuai kebutuhan sistem, beserta relasi antar tabel dan penentuan tipe data yang digunakan.

1). Tabel User

Tabel user digunakan untuk menyimpan data pengguna, khususnya data admin. Selain itu, tabel ini berfungsi sebagai media autentikasi untuk proses login ke dalam sistem. Struktur tabel user

yang telah dikembangkan ditampilkan pada Gambar 4.14



laravelkaneta	users
🔑	id : bigint(20) unsigned
📄	name : varchar(255)
🔑	email : varchar(255)
📅	email_verified_at : timestamp
📄	password : varchar(255)
📄	remember_token : varchar(100)
📅	created_at : timestamp
📅	updated_at : timestamp

Gambar 4.24 Tabel *User*

2). Tabel Siswa

Tabel siswa digunakan untuk menyimpan data seluruh siswa yang terdaftar dalam sistem absensi. Data pada tabel ini meliputi identitas siswa yang digunakan dalam proses absensi. Selain itu, tabel siswa juga berfungsi sebagai acuan dalam pengelolaan data rekap absensi. Struktur tabel siswa yang sudah dikembangkan ditampilkan pada Gambar 4.15

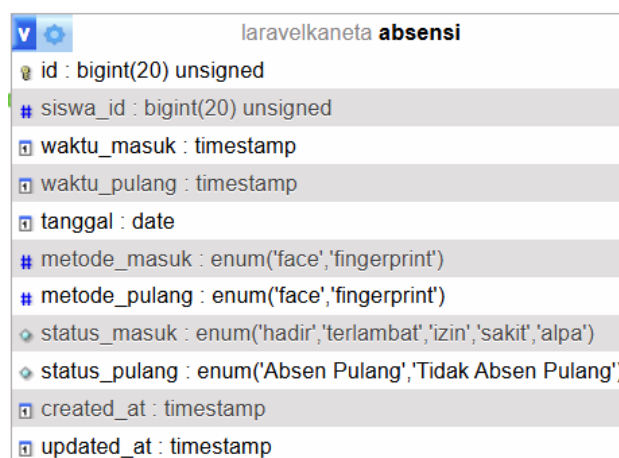


Field	Type
id	bigint(20) unsigned
nama	varchar(255)
jurusan	enum('RPL', 'PG', 'DKV', 'BFI', 'Kimia Industri', 'Kimia Tekstil')
nisp	varchar(255)
foto	varchar(255)
fingerprint	varchar(255)
status	varchar(255)
email	varchar(255)
telepon	varchar(255)
alamat	varchar(255)
tanggal_lahir	date
tempat_lahir	varchar(255)
jenis_kelamin	varchar(255)
agama	varchar(255)
ayah	varchar(255)
ibu	varchar(255)
wali	varchar(255)
created_at	timestamp
updated_at	timestamp
kelas	enum('10', '11', '12')
tingkat	enum('1', '2', '3')

Gambar 4.25 Tabel Siswa

3). Tabel Absensi

Tabel absensi digunakan untuk menyimpan data kehadiran siswa yang diperoleh dari sistem absensi. Tabel ini mencatat informasi absensi seperti identitas siswa, waktu kehadiran, status absensi, serta metode absensi yang digunakan. Selain itu, tabel absensi berfungsi sebagai sumber data utama dalam pembuatan rekap dan laporan kehadiran siswa. Struktur tabel absensi yang telah dikembangkan ditampilkan pada Gambar 4.16



Field	Type
id	bigint(20) unsigned
siswa_id	bigint(20) unsigned
waktu_masuk	timestamp
waktu_pulang	timestamp
tanggal	date
metode_masuk	enum('face', 'fingerprint')
metode_pulang	enum('face', 'fingerprint')
status_masuk	enum('hadir', 'terlambat', 'izin', 'sakit', 'alpa')
status_pulang	enum('Absen Pulang', 'Tidak Absen Pulang')
created_at	timestamp
updated_at	timestamp

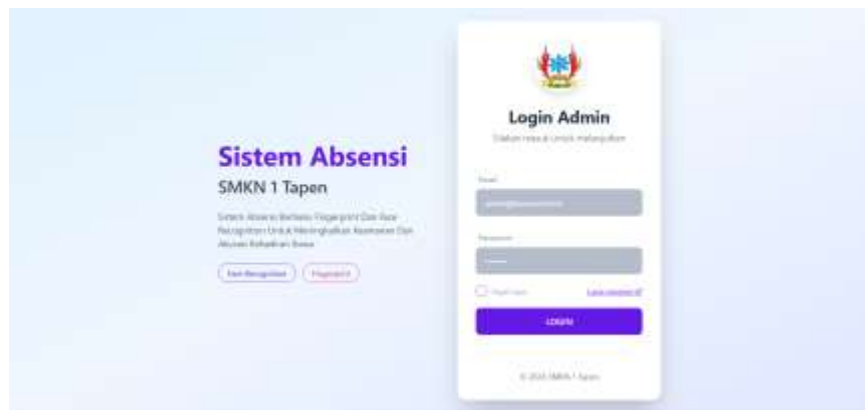
Gambar 4.26 Tabel Absensi

f. Hasil Pengembangan Antarmuka Sistem

Pengembangan antarmuka sistem dilakukan berdasarkan use case diagram yang telah dirancang sebelumnya. Antarmuka sistem dibuat untuk mempermudah pengguna dalam melakukan proses absensi, melihat rekap absensi, serta mengelola data siswa. Dalam proses pengembangannya, sistem ini dibangun menggunakan framework Laravel dan Flask.

1). Halaman Login

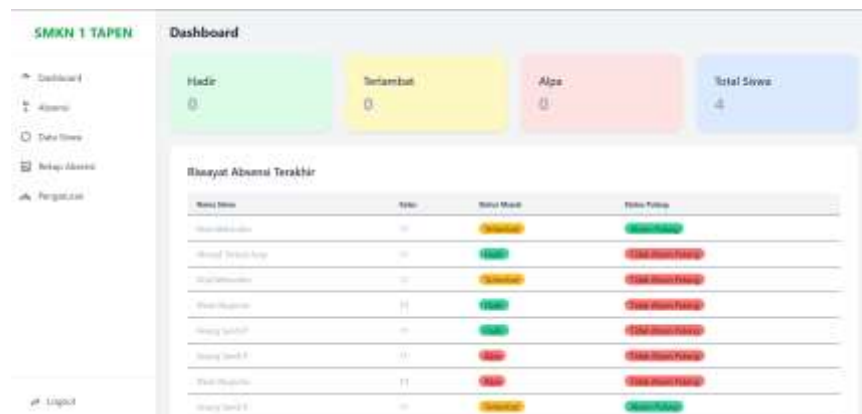
Pengguna untuk dapat login ke dalam sistem harus memasukkan username dan password yang telah tersimpan. Hasil pengembangan halaman login dapat dilihat pada Gambar 4.17



Gambar 4.27 Halaman Login

2). Halaman Dashboard

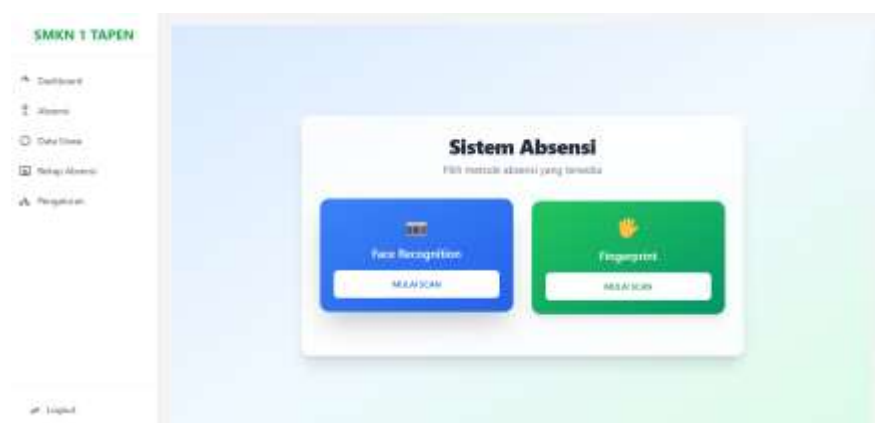
Halaman Dashboard merupakan halaman utama yang ditampilkan setelah berhasil login ke dalam sistem. Halaman ini berfungsi sebagai pusat informasi dan pengelolaan sistem absensi, sehingga memudahkan admin dalam memantau serta mengakses berbagai fitur yang tersedia. Pada halaman dashboard ditampilkan beberapa informasi penting, seperti jumlah siswa, data absensi, serta menu navigasi untuk mengelola data siswa, data absensi, dan melihat rekap kehadiran. Tampilan dashboard yang telah dikembangkan ditampilkan pada Gambar 4.18



Gambar 4.28 Halaman Dashboard

3). Halaman Absensi

Halaman absensi digunakan untuk melakukan proses pencatatan kehadiran siswa ke dalam sistem. Pada halaman ini, siswa dapat melakukan absensi menggunakan metode yang telah disediakan. Sistem akan melakukan proses verifikasi terhadap data siswa sebelum absensi berhasil dicatat. Selain itu, halaman absensi juga menampilkan informasi hasil verifikasi serta status kehadiran siswa secara otomatis. Tampilan halaman absensi yang telah dikembangkan ditampilkan pada Gambar 4.19

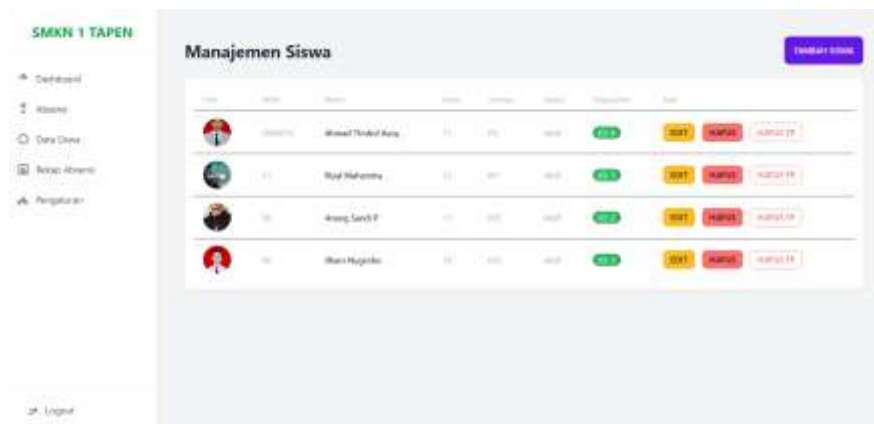


Gambar 4.29 Halaman Absensi

4). Halaman Data Siswa

Halaman data siswa digunakan untuk mengelola seluruh data siswa yang terdaftar dalam sistem absensi. Pada halaman ini, dapat

melakukan proses menambahkan, mengubah, melihat, dan menghapus data siswa sesuai kebutuhan. Data siswa yang dikelola meliputi identitas siswa yang digunakan dalam proses absensi dan rekap kehadiran. Tampilan halaman data siswa yang sudah dikembangkan ditampilkan pada Gambar 4.20



Gambar 4.30 Halaman Data Siswa

5). Halaman Rekap Absensi

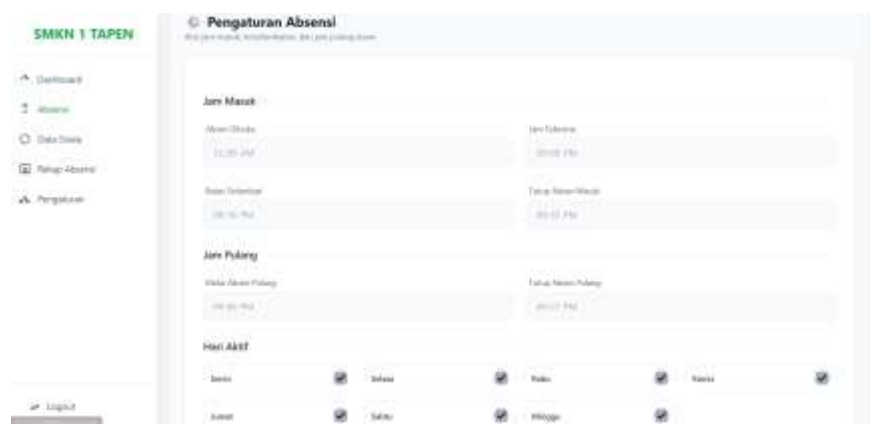
Halaman rekap absensi digunakan untuk menampilkan data kehadiran siswa yang telah tercatat dalam sistem.. Pada halaman ini, admin dapat melihat informasi absensi siswa mulai dari rekap harian, rekap bulanan, dan rekap absensi per siswa. Tampilan halaman rekap absensi yang telah dikembangkan ditampilkan pada Gambar 4.21



Gambar 4.31 Halaman Rekap Absensi

6). Halaman Pengaturan

Halaman pengaturan digunakan untuk mengelola pengaturan waktu absensi dalam sistem. Pada halaman ini, admin menentukan jam masuk, jam pulang, serta batas waktu keterlambatan siswa sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Pengaturan tersebut bertujuan agar proses absensi dapat berjalan secara teratur dan sesuai jadwal yang telah ditentukan. Tampilan halaman pengaturan yang telah dikembangkan ditampilkan pada Gambar 4.22



Gambar 4.32 Halaman Pengaturan

4.4.4 Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui dan memastikan bahwa sistem absensi dapat digunakan dengan benar serta berjalan sesuai dengan fungsionalitas yang diharapkan. Skenario pengujian dalam penelitian ini dirancang dan dipilih secara terstruktur oleh peneliti dengan menyelaraskan kebutuhan pihak sekolah serta fitur-fitur utama sistem. Pengujian ini dibagi menjadi dua metode, yaitu pengujian fungsionalitas sistem menggunakan Blackbox Testing dan pengujian kelayakan pengguna melalui User Acceptance Testing (UAT).

a. User Acceptance Test (UAT)

Pengujian UAT bertujuan untuk memastikan bahwa sistem memenuhi kebutuhan pengguna untuk melakukan absensi. Pengujian UAT dilakukan oleh salah satu guru pengurus program keahlian PPLG di SMK Negeri 1 Tapan,

dalam pengujian ini, penguji menilai dari berbagai aspek dan pertanyaan yang sudah disiapkan. Hasil dari pengujian UAT dapat dilihat pada Lampiran 1.

Sebelum melakukan pengisian kuesioner penilaian, penguji terlebih dahulu melaksanakan serangkaian pengujian langsung dari sudut pandang pengguna akhir (end-user) melalui demonstrasi skenario operasional sistem secara berurutan. Skenario dimulai dengan menguji fungsionalitas hak akses halaman admin, di mana penguji melakukan pengujian *login* menggunakan akun terdaftar guna memvalidasi sistem keamanan basis data. Tahapan kemudian dilanjutkan dengan mengeksekusi fungsi manajemen data siswa, yang mencakup pengujian fitur tambah data, pembaruan (*editing*), pencarian identitas, serta simulasi penghapusan data untuk memastikan kelancaran operasi CRUD (*Create, Read, Update, Delete*).

Selanjutnya, penguji melakukan simulasi proses presensi mandiri dengan menguji kedua metode biometrik yang tersedia, yaitu melalui penempelan sidik jari pada sensor AS608 serta pemindaian wajah di depan kamera berbasis model YOLOv8. Kecepatan identifikasi serta ketepatan sistem dalam menentukan status kehadiran (Hadir/Terlambat) divalidasi langsung berdasarkan kesesuaian parameter jam masuk yang telah diatur. Bersamaan dengan tercatatnya data presensi di database, penguji memantau keberhasilan dan kecepatan transmisi pesan instan yang dikirim oleh sistem via *WhatsApp Gateway* menuju ponsel orang tua siswa. Skenario pengujian UAT ini diakhiri dengan mengevaluasi performa pengolahan data rekapitulasi, yang mencakup pemeriksaan keakuratan grafik donat statistik pada *dashboard* serta fungsionalitas fitur cetak laporan kehadiran harian maupun bulanan.

Untuk mengukur tingkat kelayakan dari hasil pengujian tersebut, digunakan rumus perhitungan persentase kelayakan sebagai berikut :

$$\text{Persentase Kelayakan} = \left(\frac{\text{Total Skor Tercapai}}{\text{Skor Maksimum}} \right) \times 100\%$$

..... 4.1

Berdasarkan hasil pengujian UAT yang telah dilakukan, diperoleh total skor sebesar 42 dari skor maksimum 45. Jika dimasukkan ke dalam rumus, maka perhitungannya sebagai berikut :

$$\text{Persentase Kelayakan} = \left(\frac{42}{45} \right) \times 100\% = 93,33\%$$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem berada pada kategori sangat baik. Penilaian pengguna menunjukkan bahwa tampilan antarmuka sistem mudah dipahami, proses absensi menggunakan face recognition dan fingerprint berjalan dengan baik, serta fitur pengiriman notifikasi WhatsApp dapat berfungsi sesuai kebutuhan. Selain itu, sistem juga dinilai mampu membantu pihak sekolah dalam mengelola absensi dan rekap kehadiran siswa secara lebih efektif.

b. Black box Testing

Pengujian blackbox testing dilakukan untuk mengetahui dan memastikan apakah fungsi-fungsi pada sistem telah berjalan dengan benar sesuai dengan kebutuhan serta spesifikasi yang telah ditentukan. Dalam prosesnya, pengujian ini dieksekusi secara langsung oleh peneliti bersama dengan teknisi laboratorium komputer SMK Negeri 1 Tapen bertindak sebagai penguji (tester). Skenario pengujian yang dipilih difokuskan pada fungsionalitas utama sistem (fungsi kritikal), meliputi validasi hak akses login admin, akurasi pemindaian sidik jari (fingerprint), kecepatan respon pengenalan wajah (face recognition), hingga keberhasilan pengiriman pesan gateway notifikasi WhatsApp ke nomor orang tua siswa

Berdasarkan hasil rekapitulasi dari pengujian menggunakan blackbox yang secara detail dicantumkan pada Lampiran 2, seluruh fitur dalam sistem dinyatakan berhasil lolos uji (valid) dan berjalan sesuai dengan parameter yang sudah ditentukan. Hal ini membuktikan bahwa dari segi fungsionalitas, sistem bebas dari galat (error) antarmuka ataupun kegagalan logika fungsi, sehingga siap untuk digunakan secara massal di lingkungan sekolah.

4.4.5 Pemeliharaan

Tahap pemeliharaan dilakukan setelah sistem selesai dikembangkan dan diimplementasikan. Tahap ini bertujuan agar sistem tetap terjaga dan dapat berjalan dengan baik, stabil, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Proses pemeliharaan direncanakan akan dilakukan selama 2 bulan setelah implementasi. Proses pemeliharaan meliputi perbaikan kesalahan (bug), pembaruan sistem, penyesuaian fitur, serta peningkatan performa sistem agar dapat digunakan secara optimal dalam jangka panjang.

4.5 Pembahasan

Berdasarkan dari hasil pengembangan dan pengujian yang telah dilakukan, sistem absensi berbasis biometrik berhasil diimplementasikan sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem sudah mampu mengintegrasikan proses autentikasi sidik jari, deteksi dan pengenalan wajah, serta mengirimkan notifikasi WhatsApp otomatis dalam satu alur absensi yang terintegrasi.

Permasalahan utama yang ditemukan pada sistem absensi sebelumnya adalah masih menggunakan metode absensi manual yang berpotensi menimbulkan kesalahan pencatatan data kehadiran serta memungkinkan terjadinya praktik titip absen. Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian ini menerapkan sistem absensi biometrik yang menyediakan dua alternatif metode autentikasi, yaitu fingerprint dan face recognition. Dengan adanya dua pilihan metode autentikasi tersebut, pengguna dapat melakukan absensi menggunakan salah satu metode biometrik yang tersedia sesuai dengan kondisi dan kebutuhan pengguna.

Pada metode autentikasi wajah, sistem sudah mengintegrasikan model YOLOv8 untuk mendeteksi wajah pengguna pada citra yang diperoleh kamera. Setelah wajah berhasil terdeteksi, sistem melakukan proses crop wajah dan dilanjutkan dengan proses pengenalan identitas menggunakan library face_recognition. Kombinasi kedua metode tersebut memungkinkan sistem melakukan proses pengenalan wajah secara otomatis sehingga dapat digunakan sebagai salah satu alternatif autentikasi pada sistem absensi.

Selain menggunakan autentikasi wajah, sistem juga menyediakan autentikasi menggunakan sidik jari. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, autentikasi sidik jari mampu membedakan sidik jari yang terdaftar dan tidak terdaftar dengan baik. Hal tersebut menunjukkan bahwa metode fingerprint dapat digunakan sebagai alternatif autentikasi yang mendukung pada sistem absensi.

Penelitian ini sistem sudah mengintegrasikan layanan WhatsApp Gateway untuk mengirimkan notifikasi kehadiran siswa kepada orang tua secara otomatis. Fitur tersebut memungkinkan informasi kehadiran siswa dapat diterima oleh orang tua setelah proses absensi berhasil dilakukan. Dengan demikian, orang tua dapat memantau kehadiran siswa secara lebih cepat dan transparan tanpa harus menunggu laporan dari pihak sekolah.

Berdasarkan hasil pengujian black box, seluruh fitur yang terdapat pada sistem dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional yang telah ditentukan pada tahap analisis kebutuhan. Selain itu, hasil dari pengujian UAT memperoleh nilai sebesar 93,33% yang menunjukkan bahwa sistem sudah memiliki tingkat penerimaan yang sangat baik dari pengguna.

Meskipun demikian, sistem masih memiliki beberapa keterbatasan. Pada proses autentikasi wajah, tingkat keberhasilan pengenalan wajah dapat dipengaruhi oleh kondisi pencahayaan, posisi wajah terhadap kamera, serta kualitas citra yang diperoleh saat proses berlangsung. Pada autentikasi sidik jari, kegagalan pembacaan sidik jari masih dapat terjadi apabila posisi jari kurang tepat atau kondisi permukaan jari tidak optimal. Selain itu, pengiriman notifikasi WhatsApp memerlukan koneksi internet yang stabil agar pesan dapat diterima dengan cepat oleh orang tua siswa.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dipaparkan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

- a. Penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan sistem absensi biometrik otomatis yang menyediakan dua pilihan metode autentikasi, yaitu fingerprint dan face recognition. Sistem juga terintegrasi dengan layanan WhatsApp untuk mengirimkan notifikasi kehadiran siswa kepada orang tua secara otomatis.
- b. Hasil pengujian model YOLOv8 menunjukkan nilai mAP50 sebesar 0,9647 sehingga telah memenuhi target penelitian yaitu $mAP50 > 0,95$. Selain itu, sistem face recognition memperoleh tingkat akurasi sebesar 92%, yang menunjukkan bahwa sistem telah mampu mengenali sebagian besar wajah pengguna dengan baik.
- c. Hasil pengujian autentikasi fingerprint menunjukkan nilai FAR sebesar 0% dan FRR sebesar 4%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem sudah mampu menolak seluruh sidik jari yang tidak terdaftar serta mampu mengenali sebagian besar sidik jari yang telah terdaftar pada sistem.
- d. Hasil pengujian WhatsApp Gateway menunjukkan bahwa sistem mampu mengirimkan notifikasi absensi kepada orang tua secara real-time dengan rata-rata delay pengiriman sekitar 3 detik.
- e. Berdasarkan hasil pengujian black box, seluruh fitur pada sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional pengguna. Selain itu, hasil pengujian User Acceptance Test (UAT) memperoleh nilai sebesar 93,33% , yang menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat penerimaan yang sangat baik dan sesuai dengan kebutuhan pengguna di SMK Negeri 1 Tapen Bondowoso.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang sudah dipaparkan diperoleh saran sebagai berikut.

- a. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan jumlah dataset yang lebih beragam agar model yang dihasilkan memiliki kemampuan generalisasi yang lebih baik terhadap kondisi pencahayaan, posisi wajah, maupun ekspresi pengguna.
- b. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan metode pengenalan wajah dengan menambahkan mekanisme verifikasi tambahan, seperti *liveness detection*, untuk meningkatkan keamanan sistem terhadap potensi penyalahgunaan foto atau media visual selanjutnya.
- c. Pengembangan sistem dapat dilakukan dengan mengimplementasikan metode atau algoritma pengenalan wajah lainnya sehingga dapat dilakukan perbandingan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditia, S., Miharja, M. N. D., & Aguswin, A. 2023. *Implementasi Sistem Kehadiran Praktikum Berbasis QR-Code dengan WhatsApp Gateway Menggunakan Metode Rapid Application Development*. Jurnal Teknologi Informasi, 7(1), Hal. 12–20.
- Ismail, N. A., Chai, C. W., Samma, H., Salam, M. S., Hasan, L., Wahab, N. H. A., Mohamed, F., Leng, W. Y., & Rohani, M. F. 2022. *Web-based University Classroom Attendance System Based on Deep Learning Face Recognition*. KSII Transactions on Internet and Information Systems, 16(2), 503-523. <https://doi.org/10.3837/tiis.2022.02.008>.
- Kamil, M. A., Dan Djaksana, M. Y. 2024. *Perbandingan Algoritma Convolutional Neural Network (CNN) dan Algoritma You Only Look Once (YOLO) Untuk Deteksi Wajah*. Jurnal Ilmu Komputer Nusantara, 2(1), Hal. 45–55.
- Prakoso, B., Dan Ramadhanti, F. 2024. *Pembangkitan Kunci Berdasarkan Pengenalan Wajah Menggunakan Algoritma Kanade-Lucas-Tomasi*. Jurnal Elektronika dan Komputer, 17(1), Hal. 30–38.
- Rahi, F. M., Radjah, E. G., Dan Talakua, A. C. 2024. *Integrasi WhatsApp Gateway Dalam Sistem Informasi Absensi Berbasis Website di SMA Negeri 1 Pandawai*. Jurnal SIFO, 3(2), Hal. 112–120.
- Rintjap, A. S., Rua, S., Dan Lantang, O. 2024. *Aplikasi Absensi Siswa Menggunakan Sidik Jari di Sekolah Menengah Atas Negeri 9 Manado*. Jurnal Teknik Informatika, 19(2), Hal. 85–92.
- Salih, T. A., Dan Basman Gh, M. 2020. *A Novel Face Recognition System Based on Jetson Nano developer kit*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 928(3), 032051. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/928/3/032051>.
- Santi, R. C. N. 2021. *Identifikasi Biometrik Sidik Jari dengan Metode Fraktal*. Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK, 26(1), 14–22.
- Septyanto, B. A., Wibowo, S. A., & Setianingsih, C. 2022. *Implementasi Face Recognition Berbasis Deep Neural Network sebagai Sistem Kendali pada Quadcopter*. e-Proceeding of Engineering, 9(3), 1420–1428.
- Syarifuddin, M. A., & Djamaludin. 2021. *Rancang Bangun Aplikasi Absensi dengan Face Recognition dan Fingerprint Berbasis IoT Menggunakan Metode Prototipe*. Jurnal Teknik Informatika UNIS, 9(2), 145–152.

- Tajuddin, A., Siswanto, S., Rahmat Taufik, R. L. B., & Sry, Y. 2024 *Aplikasi Absensi Siswa Menggunakan Face API Recognition*. Digital Transformation Technology, 4(1), 497-503. <https://doi.org/10.47709/digitech.v4i1.4342>.
- Wahyuni, S., & Sulaeman, M. 2022. *Penerapan Algoritma Deep Learning untuk Sistem Absensi Kehadiran Deteksi Wajah di PT Karya Komponen Presisi*. Jurnal Informatika SIMANTIK, 7(1), 35–42. <https://www.simantik.fst-panca-sakti.ac.id/>
- Wulandari, T., & Nurmiati, S. 2022. *Rancang Bangun Sistem Pemesanan Wedding Organizer Menggunakan Metode RAD di Shofia Ahmad Wedding*. Jurnal Rekayasa Informasi, 11(1), 10–18.
- Zakaria, R. N., Wulanningrum, R., & Setiawan, A. B. 2024. *Penerapan Segmentasi Wajah Menggunakan YOLOv8 untuk Presensi Mata Kuliah*. Jurnal Nusantara Aplikasi Sains dan Teknologi, 8(2), 201–210.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengujian User Acceptance Test (UAT)

Pengujian User Acceptance Test (UAT)

Nama Penguji : Ahmad Tambul Sholeh ST
 Jabatan Penguji : Ketua Program Keahlian PPLB
 Tanggal Pengujian : 20 Mei 2026
 Tempat Pengujian : SMK 1 Tapan

A. Tabel Pilihan Jawaban UAT

Pilihan Jawaban	Interpretasi Jawaban	Bobot Nilai
A	Sangat:Mudah/Bagus/Sesuai/Jelas	5
B	Mudah/Bagus/Sesuai/Jelas	4
C	Netral	3
D	Cukup:Sulit/Bagus/Sesuai/Jelas	2
E	Sangat:Sulit/Jelek/Tidak Sesuai/Tidak Jelas	1

B. Tabel Pertanyaan Kuesioner

No.	Pertanyaan	A	B	C	D	E
1	Apakah tampilan antar muka sistem memiliki desain yang menarik, profesional, dan konsisten pada setiap halaman?		✓			
2	Apakah tata letak menu, tombol, dan elemen navigasi mudah dipahami sehingga memudahkan pengguna dalam mengoperasikan sistem?	✓				
3	Apakah pemilihan warna, ikon, font, dan elemen visual lainnya memberikan kenyamanan serta tidak membingungkan pengguna?		✓			
4	Apakah desain telah sesuai dengan kebutuhan pengguna dan mendukung kemudahan interaksi pengguna dengan aplikasi?	✓				
5	Apakah proses absensi menggunakan deteksi dan pengenalan wajah berjalan dengan baik?	✓				
6	Apakah proses absensi menggunakan deteksi dan pengenalan sidik jari berjalan dengan baik?	✓				
7	Apakah proses pengiriman notifikasi WhatsApp kepada orang tua berjalan dengan baik?	✓				
8	Apakah waktu pemrosesan absensi dan pengiriman notifikasi sudah cukup cepat?		✓			
9	Apakah sistem membantu pihak sekolah dalam melakukan absensi siswa, menginformasikan kehadiran siswa kepada orang tua, serta mengelola rekap absensi siswa?	✓				

Ahmad Tambul Sholeh

Lampiran 2. Hasil Pengujian Blackbox Testing

No.	Case	Jenis Skenario	Skenario	Ekspektasi	Hasil	Keterangan	
AKSES							
1	Mengakses Sistem	Positif	Akses sistem menggunakan url http://127.0.0.1:8000/	Menampilkan halaman <i>login</i>	Sesuai	-	
		Negatif	Akses sistem menggunakan selain url http://127.0.0.1:8000/ dalam hal ini menggunakan http://127.0.0.1:8001	Menampilkan halaman 404/ <i>Not Found</i>	Sesuai	-	
AUTENTIKASI							
1	Uji login	Fungsional	Positif	Memasukkan email admin@tapenschool.id , dan password admin123 lalu menekan tombol login	- Textfield email dan password dapat berfungsi dengan baik - Tombol login berfungsi dengan baik - Masuk ke halaman dashboard admin	Sesuai	-
		Negatif	Memasukkan salah satu dari email dan password atau keduanya yang salah lalu menekan tombol login	- Textfield email dan password dapat berfungsi dengan baik - Tombol login berfungsi dengan baik - Muncul notifikasi “email atau password salah”	Sesuai	-	
		Negatif	Mengosongkan salah satu dari email dan password atau keduanya lalu menekan tombol login	- Textfield email dan password dapat berfungsi dengan baik - Tombol login berfungsi dengan baik	Sesuai	-	

No.	Case	Jenis Skenario	Skenario	Ekspektasi	Hasil	Keterangan
2	Uji fungsional fitur lupa password			- Muncul validasi "Please fill out this field"		
		Positif	Menekan link lupa password?	- Link lupa password? Berfungsi dengan baik - Menampilkan halaman lupa password	Sesuai	-
		Positif	Memasukkan email yang tersimpan dalam sistem lalu menekan tombol kirim link reset	- Textfield email berfungsi dengan baik - Tombol kirim link reset berfungsi dengan baik - Mengirim reset password notification di email dan menampilkan tombol reset password	Sesuai	-
		Positif	Menekan tombol reset password yang terkirim ke email	Menampilkan halaman reset password yang memuat textfield password dan konfirmasi password baru serta tombol reset password	Sesuai	-
		Positif	Memasukkan password dan konfirmasi password baru lalu menekan tombol reset password	- Textfield password dan konfirmasi password baru berfungsi dengan baik - Tombol reset password berfungsi dengan baik - Password diperbarui dan kembali	Sesuai	-

No.	Case	Jenis Skenario	Skenario	Ekspektasi	Hasil	Keterangan
				menampilkan halaman login		
DASHBOARD						
1	Uji Fungsional Fitur Dashboard	Positif	Terdapat data siswa yang tersimpan	Menampilkan total data siswa yang ada pada sistem	Sesuai	-
		Positif	Terdapat data absensi yang tersimpan	Menampilkan statistik data absensi dan riwayat absensi terbaru	Sesuai	-
		Negatif	Tidak terdapat data siswa dan data absensi	Menampilkan keterangan tidak ada riwayat absensi dan menampilkan 0 total siswa	Sesuai	-
DATA SISWA						
1	Uji Fungsional tabel data siswa	Negatif	Tidak ada data siswa yang tersimpan	Menampilkan keterangan tidak ada data siswa	Sesuai	-
		Positif	Terdapat data siswa yang tersimpan	Menampilkan data siswa di dalam tabel data siswa	Sesuai	-
2	Uji fungsional fitur pencarian siswa di dalam halaman data siswa	Positif	Memasukkan nama siswa yang tersimpan lalu tekan tombol cari	- Textfield pencarian berfungsi dengan baik - Tombol cari berfungsi dengan baik - Menampilkan data berdasarkan nama siswa yang tersimpan	Sesuai	-
		Negatif	Memasukkan nama siswa yang tidak tersimpan lalu tekan tombol cari	- Textfield pencarian berfungsi dengan baik - Tombol cari berfungsi dengan baik	Sesuai	-

No.	Case	Jenis Skenario	Skenario	Ekspektasi	Hasil	Keterangan
				- Menampilkan keterangan tidak ada data siswa		
		Negatif	Mengosongkan textfield pencarian lalu tekan tombol cari	- Textfield pencarian berfungsi dengan baik - Tombol cari berfungsi dengan baik - Menampilkan semua data siswa yang tersimpan	Sesuai	-
3	Uji Fungsional Fitur tambah data siswa	Positif	Mengisi NISN lalu scan wajah	- Textfield berfungsi dengan baik - Foto hasil scan wajah tersimpan di database python - Lanjut ke halaman isi data siswa	Sesuai	-
		Negatif	Mengosongi NISN lalu scan wajah	- Muncul notifikasi "NISN wajib diisi"	Sesuai	-
		Negatif	Mengisi NISN yang sudah terdaftar lalu scan wajah	- Muncul notifikasi "NISN sudah terdaftar"	Sesuai	-
		Negatif	Mengisi NISN lalu scan wajah yang sudah terdaftar	- Muncul notifikasi "Wajah sudah terdaftar dengan NISN ****"	Sesuai	-

No.	Case	Jenis Skenario	Skenario	Ekspektasi	Hasil	Keterangan
4	Uji Fungsional Fitur Edit dan Hapus data siswa	Positif	Mengisi semua textfield dengan sesuai lalu tekan tombol simpan	- Semua textfield data berfungsi dengan baik - Tombol simpan berfungsi dengan baik - Data siswa tersimpan dalam database	Sesuai	-
		Negatif	Mengosongi salah satu textfield yang wajib diisi lalu tekan tombol simpan	- Tombol simpan tidak berfungsi - Textfield muncul validasi "Please fill out this field"	Sesuai	-
		Positif	Tekan tombol edit pada salah satu data siswa lalu mengubah data nama atau alamat dimana nama siswa yang baru tidak sama dengan data siswa yang tersimpan lalu tekan tombol update	- Tombol edit berfungsi dengan baik - Tombol update berfungsi dengan baik - Data update tersimpan dalam sistem - Kembali ke halaman data siswa - Muncul notifikasi data siswa berhasil diupdate	Sesuai	-
		Positif	Tekan tombol hapus pada salah satu data siswa lalu tekan tombol OK	- Tombol hapus berfungsi dengan baik - Muncul popup konfirmasi - Tombol OK berfungsi dengan baik - Data siswa terhapus dan muncul notifikasi data siswa berhasil di hapus	Sesuai	-

No.	Case	Jenis Skenario	Skenario	Ekspektasi	Hasil	Keterangan
		Negatif	Tekan tombol hapus pada salah satu data siswa lalu tekan tombol batal	- Tombol hapus berfungsi dengan baik - Muncul popup konfirmasi - Tombol batal berfungsi dengan baik - Data tidak dihapus dan kembali ke halaman data siswa	Sesuai	-

ABSENSI

1	Uji fungsional fitur absensi fingerprint dan face recognition	Positif	Pilih absensi fingerprint dan tekan tombol mulai scan lalu melakukan scan sidik jari menggunakan sidik jari yang sudah terdaftar	- Menampilkan notifikasi berhasil absen dengan status “hadir” atau “terlambat” - Data absensi tersimpan dalam sistem	Sesuai	-
		Negatif	Pilih absensi fingerprint dan tekan tombol mulai scan lalu melakukan scan sidik jari menggunakan sidik jari yang belum terdaftar	- Menampilkan notifikasi gagal absensi dengan status “Sidik jari tidak dikenali” - Dan melakukan sistem melakukan scan ulang	Sesuai	-

No.	Case	Jenis Skenario	Skenario	Ekspektasi	Hasil	Keterangan
		Positif	Pilih absensi face recognition dan tekan tombol mulai scan lalu melakukan scan wajah menggunakan wajah yang sudah terdaftar	- Menampilkan notifikasi berhasil absen dengan status “hadir” atau “terlambat” - Data absensi tersimpan dalam sistem	Sesuai	-
		Negatif	Pilih absensi face recognition dan tekan tombol mulai scan lalu melakukan scan wajah menggunakan wajah yang belum terdaftar	- Menampilkan notifikasi gagal absen dengan status “wajah tidak dikenali” - Dan sistem melakukan scan ulang	Sesuai	-
REKAP ABSENSI						
1	Uji fungsional fitur rekap absensi harian	Positif	Terdapat data absensi hari ini	- Menampilkan data absensi harian yang sudah tersimpan	Sesuai	-
		Negatif	Tidak terdapat data absensi hari ini	- Menampilkan keterangan tidak ada data absensi	Sesuai	-
2	Uji fungsional fitur filter rekap absensi harian	Positif	Memilih tanggal hari aktif pada menu fitur filter	- Menampilkan data absensi sesuai data yang dipilih	Sesuai	-
		Negatif	Memilih tanggal hari libur pada menu fitur filter	- Menampilkan keterangan tidak ada data absensi	Sesuai	-

No.	Case	Jenis Skenario	Skenario	Ekspektasi	Hasil	Keterangan
3	Uji Fungsional fitur rekap bulanan	Positif	Terdapat data absensi bulan ini	- Menampilkan data absensi bulan ini yang sudah tersimpan	Sesuai	-
		Negatif	Tidak terdapat data absensi bulan ini	- Menampilkan keterangan tidak ada data absensi	Sesuai	-
4	Uji fungsional fitur filter rekap bulanan	Positif	Melakukan filter berdasarkan bulan, tahun, kelas, jurusan, tingkat, dan status	- Menampilkan data yang sesuai dengan filter	Sesuai	-
5	Uji fungsional fitur rekap per siswa	Positif	Tekan tombol detail pada salah satu siswa yang ada pada halaman rekap per siswa	- Menampilkan seluruh data absensi siswa tersebut	Sesuai	-
6	Uji fungsional fitur pencarian siswa	Positif	Ketik nama siswa yang terdaftar dalam sistem di textfield pencarian siswa, lalu tekan tombol cari	- Textfield berfungsi dengan baik - Tombol cari berfungsi dengan baik - Sistem menampilkan data siswa	Sesuai	-
		Negatif	Ketik nama siswa yang tidak terdaftar dalam sistem di textfield pencarian siswa, lalu tekan tombol cari	- Textfield berfungsi dengan baik - Tombol cari berfungsi dengan baik - Sistem tidak menampilkan data siswa	Sesuai	-

No.	Case	Jenis Skenario	Skenario	Ekspektasi	Hasil	Keterangan
PENGATURAN						
1	Uji fungsional fitur pengaturan	Positif	Mengatur jam masuk dibuka, jam toleransi keterlambatan, jam batas terlambat, jam absen masuk ditutup, jam absen pulang dibuka, jam absen pulang ditutup, dan mengatur hari aktif, lalu tekan tombol simpan pengaturan	- Textfield berfungsi dengan baik - Tombol simpan pengaturan berfungsi dengan baik - Data pengaturan tersimpan dalam sistem	Sesuai	-
LOGOUT						
1	Uji fungsional fitur logout	Positif	Tekan menu logout pada sidebar	- Menu logout berfungsi dengan baik - Menuju halaman login	Sesuai	-

Lampiran 3 Dokumentasi Pengujian Sistem dan UAT

