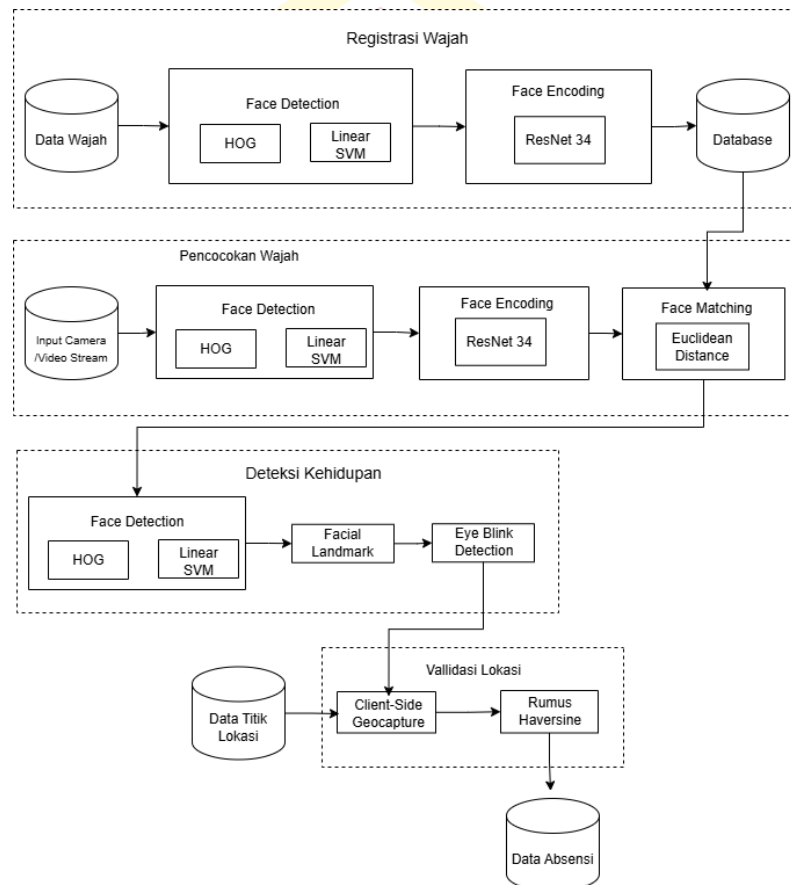


BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Penelitian dan Pengembangan (*Research and Development*). Metode ini dipilih karena penelitian bertujuan untuk menghasilkan serta menguji sebuah produk, yaitu prototipe sistem absensi online dengan mekanisme otentikasi multi-faktor menggunakan Face Recognition, Liveness Detection, dan Geolocation. Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini dirancang berdasarkan arsitektur sistem yang mengintegrasikan beberapa lapisan verifikasi identitas untuk meningkatkan keamanan proses absensi. Arsitektur sistem yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Arsitektur Sistem Absensi Multi-faktor Berbasis *Face Recognition*

Berdasarkan Gambar 3.1, arsitektur sistem terdiri atas beberapa tahapan yang dijelaskan sebagai berikut.

1. Tahap Registrasi Wajah

Pada tahap registrasi, sistem menerima input citra wajah pengguna untuk didaftarkan ke dalam basis data. Deteksi wajah dilakukan menggunakan metode Histogram of Oriented Gradients (HOG) yang dikombinasikan dengan Linear Support Vector Machine (SVM). Selanjutnya, fitur wajah diekstraksi menggunakan model *deep learning* ResNet-34 sehingga menghasilkan representasi wajah dalam bentuk vektor 128-dimensi (*face encoding*). Vektor ini kemudian disimpan ke dalam basis data sebagai referensi identitas pengguna (King, 2017).

2. Tahap Pencocokan Wajah (*Face Matching*)

Pada saat proses absensi, sistem melakukan proses *face encoding* menggunakan ResNet-34 terhadap wajah pengguna. Vektor wajah yang dihasilkan kemudian dibandingkan dengan data referensi di dalam basis data menggunakan perhitungan jarak Euclidean Distance yang tersedia pada pustaka *face_recognition*. Jika nilai jarak berada di bawah ambang batas tertentu, misalnya 0,6, maka identitas pengguna dinyatakan valid. Pendekatan berbasis jarak Euclidean ini dinilai efektif dalam proses identifikasi wajah dengan tingkat presisi yang tinggi (Nunsina dkk., 2022).

3. Tahap Deteksi Kehidupan (*Liveness Detection*)

Setelah sistem mengenali wajah pengguna, wajah dideteksi kembali menggunakan metode HOG dan Linear SVM, kemudian dilakukan analisis *facial landmark* serta deteksi kedipan mata (*Eye Blink Detection*) untuk memastikan bahwa wajah yang terdeteksi merupakan manusia nyata. Tahap ini bertujuan untuk mencegah serangan spoofing menggunakan foto atau video statis, sehingga hanya wajah yang terverifikasi “hidup” yang dapat diproses ke tahap berikutnya.

4. Tahap Validasi Lokasi

Tahap terakhir adalah validasi lokasi untuk memastikan keberadaan fisik pengguna pada area yang telah ditentukan. Sistem memperoleh koordinat lokasi pengguna melalui Geolocation API pada sisi klien (client-side), kemudian membandingkannya dengan titik lokasi yang telah ditetapkan menggunakan rumus Haversine. Apabila jarak yang dihitung berada dalam radius yang diizinkan, maka data kehadiran pengguna disimpan ke dalam basis data absensi. Sebaliknya, apabila jarak berada di luar radius yang ditentukan, maka proses absensi dinyatakan tidak valid. Pada penelitian ini digunakan radius validasi lokasi sebesar 50 meter dengan mempertimbangkan karakteristik akurasi GPS pada perangkat mobile yang mengakses aplikasi berbasis web. Menurut GPS.gov, akurasi GPS dapat menurun akibat pengaruh bangunan, pepohonan, kondisi cuaca, dan efek multipath sehingga menyebabkan penyimpangan posisi hingga puluhan meter (GPS.gov, 2025). Oleh karena itu, radius 50 meter dipilih sebagai batas toleransi untuk mengakomodasi kesalahan pengukuran lokasi tanpa mengurangi validitas kehadiran pengguna. Pemilihan radius tersebut juga didukung oleh penelitian Lubis dkk. yang menerapkan presensi geolokasi berbasis Haversine dan Geofencing serta penelitian Pratama dkk. yang menggunakan metode Haversine Formula pada sistem absensi, di mana radius 50 meter terbukti efektif dalam memverifikasi keberadaan pengguna sekaligus menjaga keseimbangan antara keamanan sistem dan toleransi terhadap kesalahan pengukuran GPS (Lubis dkk., 2026; Pratama dkk., 2026).

B. Setting Penelitian

1. Penelitian ini dilaksanakan di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Imam bonjol Padang sebagai objek simulasi penerapan sistem absensi online berbasis *face recognition*.
2. Waktu Penelitian Penelitian ini direncanakan akan dilaksanakan selama kurang lebih 2 (dua) bulan, dengan rincian kegiatan sebagai berikut:
 - a. Studi Literatur & Analisis Kebutuhan

- b. Perancangan Sistem (Usecase, basis data)
- c. Implementasi & Pengembangan Prototipe
- d. Pengujian Sistem
- e. Penyusunan Laporan Skripsi

C. Alat/Instrumen Penelitian

Untuk mendukung proses pengembangan dan pengujian sistem, dibutuhkan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) sebagai berikut:

1. Perangkat Keras (*Hardware*)

a. Laptop/Komputer Pengembang:

- 1) Prosesor: Intel Core i5 atau setara.
- 2) RAM: Minimal 8 GB.
- 3) Penyimpanan: SSD 256 GB.

b. Webcam: Webcam eksternal atau internal dengan resolusi minimal 720p untuk pengambilan citra wajah.

c. Perangkat Pengujian: Laptop dengan sistem operasi windows atau Smartphone dengan sistem operasi Android atau iOS yang memiliki fitur GPS dan kamera depan untuk pengujian aplikasi berbasis web di perangkat mobile maupun dekstop.

2. Perangkat Lunak (*Software*)

a. Sistem Operasi: Windows 11.

b. Bahasa Pemrograman: Python 3.9+.

c. Framework Web: Flask untuk membangun backend sistem.

d. Pustaka (*Library*) Utama:

- 1) OpenCV: Untuk pemrosesan citra digital secara *real-time*.
- 2) Dlib: Untuk deteksi wajah, ekstraksi *facial landmarks*, dan implementasi *Liveness Detection*.
- 3) Face-recognition: Pustaka untuk mempermudah proses pengenalan wajah.

e. Frontend: HTML5, CSS3, JavaScript.

- f. Basis Data: SQLite atau MySQL untuk menyimpan data pengguna dan catatan absensi.
- g. Code Editor: Visual Studio Code.
- h. Web Browser: Google Chrome atau Mozilla Firefox versi terbaru yang mendukung Geolocation .

D. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui dua teknik utama:

1. Studi Literatur (*Literature Review*) Teknik ini dilakukan untuk mengumpulkan landasan teori dan informasi yang relevan dengan penelitian. Data dikumpulkan dari berbagai sumber seperti:
 - a. Jurnal Ilmiah, yaitu Artikel dari Garba Rujukan Digital (Garuda Kemdikbud), Google Scholar, dan portal jurnal nasional.
 - b. Buku Teks, Buku yang membahas tentang pengolahan citra digital, keamanan sistem, dan rekayasa perangkat lunak.
 - c. Dokumentasi Teknis, dokumentasi resmi dari pustaka yang digunakan seperti Dlib dan OpenCV.
 - d. Penelitian Terdahulu, Skripsi atau tesis sejenis untuk memahami metode yang pernah digunakan dan mengidentifikasi celah riset.
2. Pengumpulan Data Referensi Wajah (*Face Enrollment*) Ini adalah tahap pengambilan data primer untuk membangun basis data wajah. Proses ini dilakukan melalui fitur Registrasi Wajah pada sistem yang dibangun. Langkah-langkah pengumpulan datanya adalah:
 - a. Subjek Penelitian: Mengambil sampel wajah dari sukarelawan yang akan didaftarkan ke dalam sistem.
 - b. Akuisisi Citra: Wajah pengguna direkam menggunakan webcam/kamera secara *real-time*.
 - c. Ekstraksi Fitur: Citra wajah diproses menggunakan pustaka Dlib dan *face_recognition* untuk menghasilkan 128 dimensi *face embedding* (kode numerik unik wajah).
 - d. Penyimpanan: Data *embedding* tersebut disimpan ke dalam basis data SQLite/MySQL bersamaan dengan identitas pengguna (Nama,

ID). Data ini akan berfungsi sebagai "Data Acuan" (*Ground Truth*) untuk proses pencocokan saat absensi

3. Eksperimen dan Pengujian Sistem (*System Testing*), teknik ini dilakukan untuk mengumpulkan data kinerja sistem setelah data wajah teregistrasi. Pengujian sistem dilakukan terhadap 20 responden yang terdiri dari mahasiswa atau staf di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Imam Bonjol Padang. Dari jumlah tersebut, 15 orang digunakan sebagai pengguna terdaftar (*registered user*) dan 5 orang sebagai pengguna tidak terdaftar (*unregistered user*) untuk menguji kemungkinan terjadinya kesalahan identifikasi (*False Positive*). Setiap responden terdaftar melakukan proses absensi sebanyak 3 kali percobaan, sehingga total pengujian pengenalan wajah berjumlah 45 percobaan.
 - a. Melakukan percobaan absensi dengan wajah yang sudah diregistrasi (harus dikenali) dan wajah yang belum diregistrasi (harus ditolak). Pengujian ini bertujuan untuk mengidentifikasi nilai *True Positive*, *True Negative*, *False Positive*, dan *False Negative* yang digunakan untuk analisis data akurasi sistem pada subbab selanjutnya.
 - b. Melakukan percobaan *liveness detection* untuk mengukur akurasi sistem dalam mendeteksi kedipan mata pengguna pada saat proses absensi. Selain itu, dilakukan pula pengujian *liveness detection* melalui simulasi percobaan *spoofing* menggunakan video untuk mengukur kemampuan sistem dalam mencegah serangan presentasi (*presentation attack*).
 - c. Melakukan percobaan absensi di luar titik lokasi yang telah ditentukan untuk menguji validasi *geolocation*. Pengujian dilakukan dengan membandingkan koordinat pengguna yang berada dalam radius toleransi (≤ 50 meter) dan di luar radius toleransi (> 50 meter) menggunakan perhitungan Haversine.
 - d. Pengujian Akurasi, yaitu mengukur tingkat keberhasilan sistem dalam mengenali wajah yang terdaftar dan menolak wajah yang tidak terdaftar, kedipan mata yang terdeteksi sistem, dan tingkat keberhasilan

validasi lokasi . Data hasil pengujian ini akan dianalisis menggunakan confusion matrix untuk mengevaluasi efektivitas sistem secara keseluruhan.

E. Teknik Analisis Data

Data hasil pengujian sistem akan dianalisis menggunakan metode deskriptif kuantitatif untuk mengukur performa sistem otentikasi multi-faktor:

1. Analisis Akurasi Pengenalan Wajah

Digunakan untuk mengukur seberapa tepat sistem mengenali wajah yang sudah diregistrasi. Analisis dilakukan menggunakan Confusion Matrix dengan rumus:

$$Akurasi = \frac{(TP + TN)}{(TP + TN + FP + FN)} \times 100\% \quad (3.1)$$

Keterangan:

- a. *TP (True Positive)*: Wajah terdaftar dikenali dengan benar.
- b. *TN (True Negative)*: Wajah tidak terdaftar ditolak dengan benar.
- c. *FP (False Positive)*: Wajah tidak terdaftar tapi malah dikenali (Salah Kenal).
- d. *FN (False Negative)*: Wajah terdaftar tapi tidak dikenali (Gagal Kenal).

2. Analisis Keberhasilan *Liveness Detection*

Mengukur persentase keberhasilan sistem dalam mendeteksi kedipan mata.

$$Rate_{Success} = \frac{\text{Total Keberhasilan } Liveness\ Detection}{\text{Total Percobaan Serangan}} \times 100\% \quad (3.2)$$

3. Analisis Validasi *Geolocation*

Untuk akurasi system dalam memvalidasi lokasi digunakan persamaan berikut.

$$Akurasi = \frac{(TP + TN)}{(TP + TN + FP + FN)} \times 100\% \quad (3.3)$$

Keterangan :

- a. *TP (True Positive)*: Lokasi sah (≤ 50 m) dan sistem mengizinkan absensi.
- b. *TN (True Negative)*: Lokasi sah tetapi sistem menolak (kesalahan penolakan) .
- c. *FP (False Positive)*: Lokasi tidak sah (> 50 m) dan sistem menolak.
- d. *FN (False Negative)* : Lokasi tidak sah tetapi sistem mengizinkan (kesalahan izin).

