

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Subjek dan Objek Penelitian

3.1.1 Subjek Penelitian

Subjek pada penelitian ini adalah 25 mahasiswa Institut Teknologi Telkom Purwokerto.

3.1.2 Objek Penelitian

Objek penelitian ini berupa sistem presensi mahasiswa berbasis web yang menggunakan teknologi pengenalan wajah yang dirancang menggunakan metode *Single Shot Multibox Detector (SSD)* dan *Local Binary Pattern Histogram (LBPH)*.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan sejumlah alat dan bahan yang dijabarkan sebagai berikut.

3.2.1 Alat

Alat atau perangkat yang digunakan pada penelitian ini berupa perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*), dengan spesifikasi dan kegunaan sebagai berikut:

Tabel 3.1 Alat Penelitian

No	Jenis	Spesifikasi	Kegunaan
1	Perangkat keras	Prosesor Intel® Core™ i5-3427U @ 1.80 GHz	Mendukung sistem operasi dalam eksekusi aplikasi dan algoritma pada penelitian.
		RAM 16 GB	Memastikan penanganan data dan pemrosesan yang lancar.
		ROM SSD 500 GB	Menyimpan dan mengakses data dengan kecepatan tinggi.

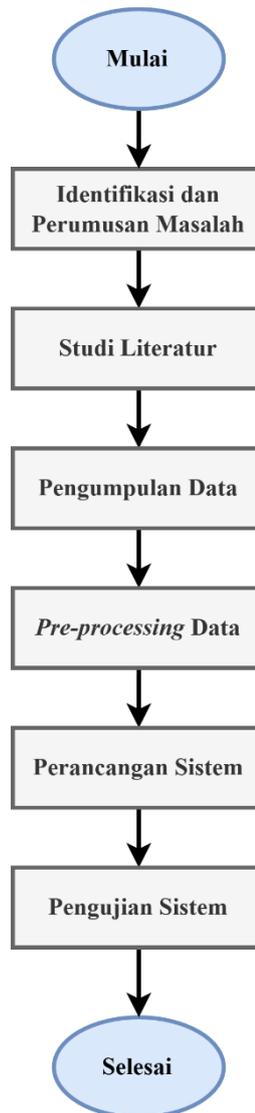
		Kartu Grafis Intel® HD Graphics 4000 & NVIDIA NVS 5400M	Mendukung pengolahan grafis dan tugas berat dalam penelitian.
		<i>Webcam 1080P Full HD</i>	Digunakan untuk mendukung implementasi <i>face recognition</i> secara <i>real-time</i> .
2	Perangkat lunak	Sistem Operasi Windows 10 Pro 64-bit 22H2 (Build 19045.2965)	Memberikan lingkungan operasional yang stabil dan kompatibel dengan perangkat keras lainnya.
		IDE PyCharm 2023.1 (<i>Professional Edition</i>)	Digunakan sebagai lingkungan pengembangan pemrograman Python.
		Bahasa Pemrograman Python	Digunakan sebagai bahasa pengembangan aplikasi sistem presensi <i>face recognition</i> .

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah *dataset* yang berupa gambar sampel wajah 20 orang mahasiswa Institut Teknologi Telkom Purwokerto dengan masing-masing diambil sebanyak 20 gambar dan 5 orang mahasiswa sebagai data uji tidak terdaftar/tidak dikenali.

3.3 Diagram Alir Penelitian

Skema perancangan sistem pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yang ditunjukkan bagan pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Pada tahap ini penulis mencari dan merumuskan permasalahan yang sedang terjadi sebagai bahan penelitian. Penulis melakukan riset terhadap penggunaan teknologi sistem presensi yang ada di lingkup akademik perguruan tinggi. Inovasi teknologi sistem presensi mahasiswa yang sudah diterapkan adalah teknologi RFID dan QR Code. Penulis menemukan belum adanya penggunaan teknologi biometri pengenalan

wajah pada sistem presensi. Teknologi biometri diperlukan untuk mengatasi permasalahan-permasalahan yang ada pada teknologi yang digunakan saat ini. Dengan demikian, penulis melakukan penelitian mengenai implementasi teknologi pengenalan wajah pada sistem presensi mahasiswa. Dan pemilihan metode SSD dan LBPH digunakan untuk meningkatkan akurasi sistem dalam mendeteksi dan mengenali wajah.

3.3.2 Studi Literatur

Pada tahap studi literatur ini, penulis mencari dan mempelajari berbagai literatur atau referensi yang berkenaan dengan penerapan *face recognition*, khususnya pada sistem presensi. Penulis melakukan literasi terhadap metode-metode *face recognition* dengan membandingkan penelitian-penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan oleh peneliti lain. Beberapa diantaranya adalah metode SSD dan LBPH yang akan digunakan pada penelitian ini. Metode yang dipilih bertujuan untuk mengatasi kekurangan dari penelitian sebelumnya.

3.3.3 Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data melibatkan 25 mahasiswa Institut Teknologi Telkom Purwokerto dengan 20 orang akan diambil sampel gambar wajahnya masing-masing berjumlah 20 gambar dan 5 orang akan bertindak sebagai mahasiswa tidak terdaftar dalam sistem. Pengambilan *dataset* gambar menggunakan kamera *webcam* terhadap 20 orang mahasiswa. Total *dataset* awal berjumlah 400 gambar yang selanjutnya akan dilakukan *preprocessing* untuk menambah jumlah variasi *dataset*.

Untuk detail pengambilan gambar setiap wajah diuraikan sebagai berikut:

- a. Jarak radius 30 – 100 cm
- b. 30 cm : 5 gambar
- c. 50 cm : 5 gambar
- d. 70 cm : 5 gambar

- e. 100 cm : 5 gambar
- f. Setiap 5 gambar terdiri dari pose: hadap depan, 45 derajat ke atas, bawah, kanan dan kiri.

Untuk sampel pengambilan gambar sebagai berikut:

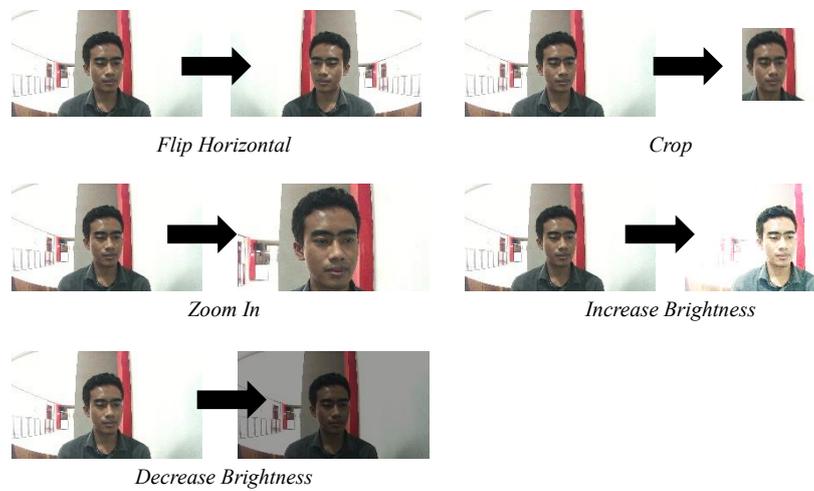
Tabel 3.2 Sampel Pengambilan *Dataset*

A portrait of a man in a dark shirt, looking directly at the camera. The background is a hallway with a red pillar.	A portrait of a man in a dark shirt, looking upwards. The background is a hallway with a red pillar.	A portrait of a man in a dark shirt, looking downwards. The background is a hallway with a red pillar.
A portrait of a man in a dark shirt, looking to his right. The background is a hallway with a red pillar.	A portrait of a man in a dark shirt, looking to his left. The background is a hallway with a red pillar.	A portrait of a man in a dark shirt, looking directly at the camera. The background is a hallway with a red pillar.
A portrait of a man in a dark shirt, looking upwards. The background is a hallway with a red pillar.	A portrait of a man in a dark shirt, looking downwards. The background is a hallway with a red pillar.	A portrait of a man in a dark shirt, looking to his right. The background is a hallway with a red pillar.
A portrait of a man in a dark shirt, looking to his left. The background is a hallway with a red pillar.	A portrait of a man in a dark shirt, looking directly at the camera. The background is a hallway with a red pillar.	A portrait of a man in a dark shirt, looking upwards. The background is a hallway with a red pillar.
A portrait of a man in a dark shirt, looking downwards. The background is a hallway with a red pillar.	A portrait of a man in a dark shirt, looking to his right. The background is a hallway with a red pillar.	A portrait of a man in a dark shirt, looking to his left. The background is a hallway with a red pillar.
A portrait of a man in a dark shirt, looking directly at the camera. The background is a hallway with a red pillar.	A portrait of a man in a dark shirt, looking upwards. The background is a hallway with a red pillar.	A portrait of a man in a dark shirt, looking downwards. The background is a hallway with a red pillar.
A portrait of a man in a dark shirt, looking to his right. The background is a hallway with a red pillar.	A portrait of a man in a dark shirt, looking to his left. The background is a hallway with a red pillar.	

3.3.4 Preprocessing Data

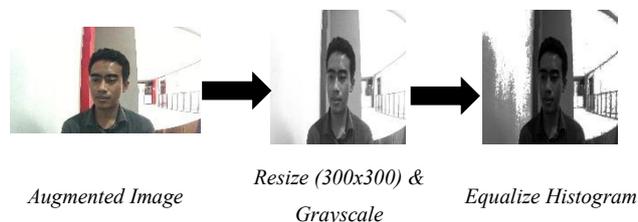
Pada tahap *preprocessing* data dilakukan beberapa penyesuaian gambar untuk mengoptimalkan model sebagai berikut:

- a. Augmentasi: teknik augmentasi dilakukan guna mendapatkan lebih banyak variasi citra sebelum dilakukan *training*. Augmentasi yang dilakukan yaitu *flipping horizontal*, *cropping*, *zoom* dan *brightening*. Proses augmentasi dari 20 gambar/wajah diperbanyak menjadi 200 gambar/wajah, sehingga total *dataset* akhir adalah 4000 gambar.



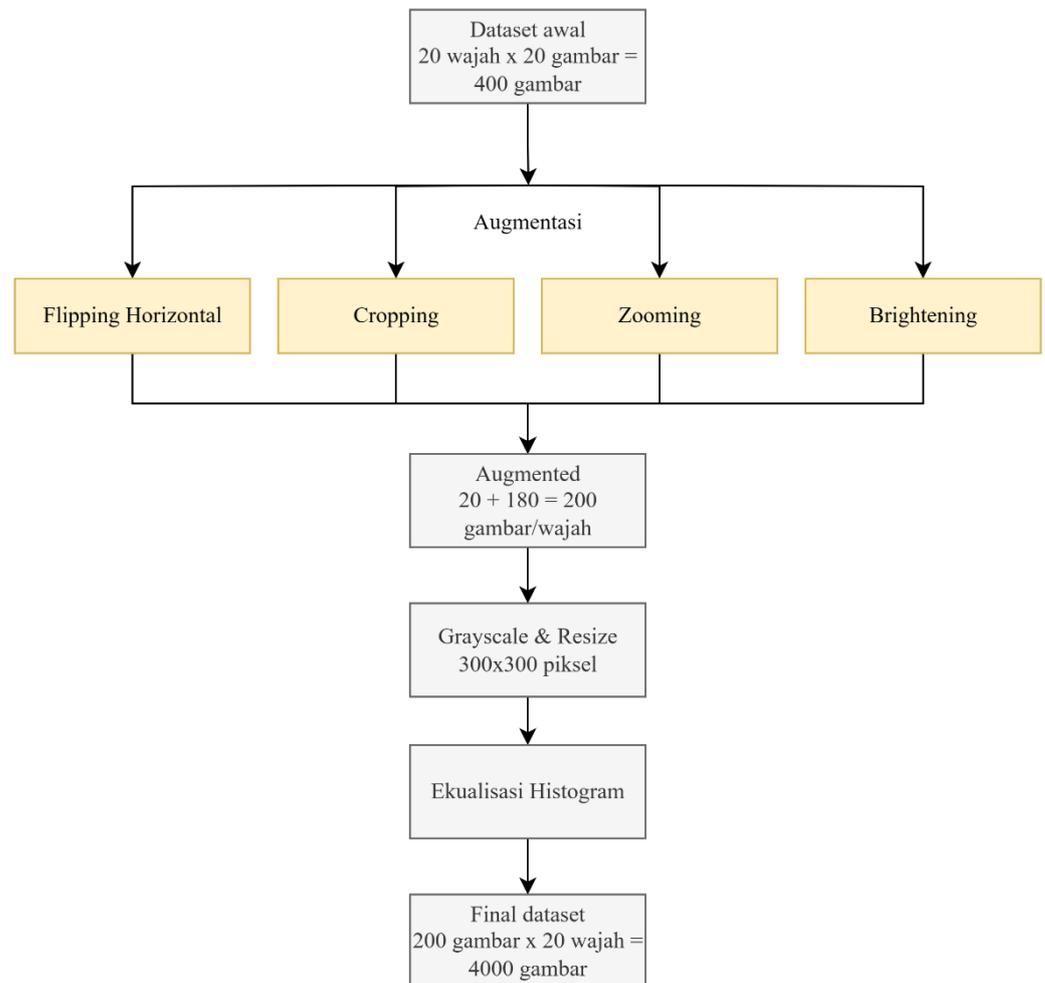
Gambar 3.2 Sampel Teknik Augmentasi

- b. Ekualisasi histogram: digunakan untuk memperbaiki penyebaran intensitas pada piksel sehingga dapat meningkatkan kontras dan mendapatkan detail piksel yang lebih baik dalam citra [37]. Sebelum dilakukan ekualisasi, citra diubah menjadi *grayscale* (skala abu).



Gambar 3.3 Sampel Teknik Ekualisasi Histogram

Berikut adalah bagan *preprocessing* data:



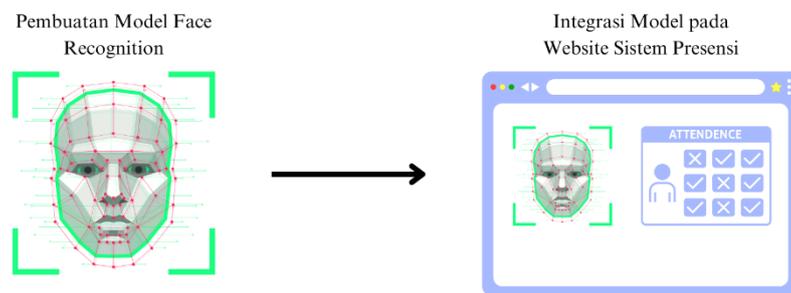
Gambar 3.4 Bagan *preprocessing data*

Pada Gambar 3.4 bagan *preprocessing data* di atas, diawali dengan jumlah *dataset* awal yaitu sebanyak 20 gambar per wajah sehingga total ada 400 gambar. Kemudian *dataset* dilakukan augmentasi untuk memperbanyak variasi *dataset* dengan beberapa cara yaitu gambar dibalik secara horizontal (*flipping horizontal*), dipotong (*cropping*), diperbesar (*zooming*) dan diatur tingkat kecerahannya (*brightening*), baik ditingkatkan maupun diturunkan. Dari hasil augmentasi diperoleh tambahan sebanyak 180 gambar sehingga menjadi 200 gambar per wajah, dengan total keseluruhan sebanyak 4000 gambar dari 20 wajah. Setelah *dataset* diperbanyak selanjutnya diubah menjadi skala abu (*grayscale*) dan di-*resize* menjadi 300 x 300 piksel. Sebelum akhirnya

dataset dilakukan ekualisasi histogram untuk meningkatkan detail piksel setiap gambar dan diperoleh *dataset* akhir untuk selanjutnya diproses pada tahap pelatihan model.

3.3.5 Perancangan Sistem

Pada tahap perancangan sistem terdapat dua tahapan utama yaitu pembuatan model *face recognition* dan pembuatan *website* sistem presensi dengan integrasi model *face recognition*.



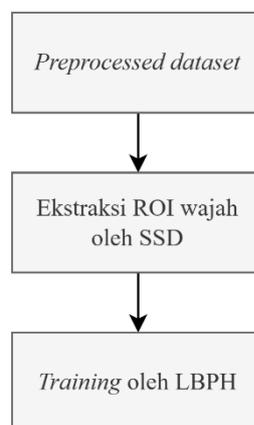
Gambar 3.5 Tahap utama perancangan sistem

3.3.5.1 Pembuatan model

Tahap pembuatan model terdiri dari perancangan model deteksi wajah (*face detection*) dan model pengenalan wajah (*face recognition*). Perancangan model deteksi wajah dengan melakukan inferensi atau penggunaan model SSD yang sudah dilatih sebelumnya (*pre-trained model*). *Pre-trained model* adalah model yang telah diujikan menggunakan kumpulan *dataset* yang telah diakui secara global, sehingga kualitasnya sudah sangat baik [15]. *Pre-trained model* yang digunakan adalah *Caffe model* SSD dengan arsitektur dasar VGGNet yang digunakan untuk deteksi objek. Model akan dilakukan konfigurasi sehingga model hanya akan fokus mendeteksi area wajah saja.

Kemudian pada model pengenalan wajah, *training* model menggunakan algoritma LBPH. *Training* menggunakan *dataset* yang telah dilakukan *preprocessing* untuk meningkatkan kinerja

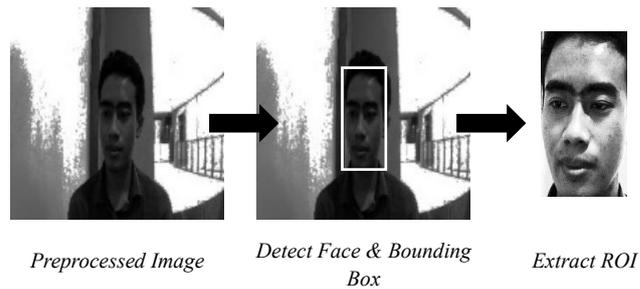
LBPH dalam mengenali wajah. Namun sebelum *dataset* hasil *preprocessing* dilatih menggunakan LBPH, *dataset* diproses terlebih dahulu oleh model SSD untuk melakukan deteksi wajah dan mengekstraksi area yang menjadi fokus atau ROI (*Region of Interest*) yaitu bagian wajah saja, tujuannya agar model LBPH hanya berfokus pada area yang memang menjadi parameter utama dalam proses pengenalan wajah. Setelah dilakukan *training* akan menghasilkan model yang siap digunakan untuk proses pengenalan wajah. Secara sederhana, Gambar 3.6 berikut adalah gambaran tahapan *training* model.



Gambar 3.6 Tahapan *Training* Model LBPH

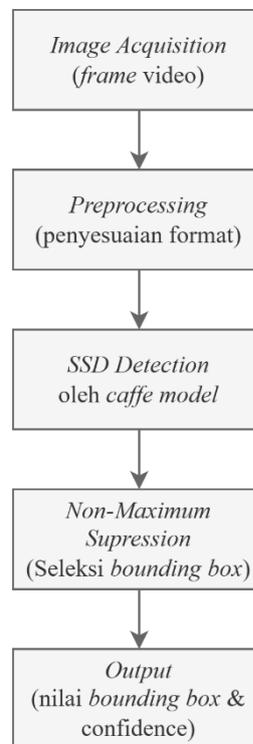
Selanjutnya ketika model telah dibuat, berikut adalah cara kerja model dalam melakukan pengenalan wajah. Pada proses deteksi wajah secara *real time*, SSD menangkap citra *frame* video (*image acquisition*) dalam sekali bidikan (*single shot*) yang kemudian akan dilakukan *preprocessing* sesuai dengan format kebutuhan model, yaitu *resize* 300x300 dan dalam bentuk *Blobs* (*Binary Large Object*) yang berisi informasi citra pada model. Selanjutnya model SSD (*caffe model*) akan mengidentifikasi letak dan ukuran wajah pada citra yang kemudian mengeluarkan prediksi dalam bentuk kotak pembatas (*bounding box*) dan nilai *confidence*.

Bounding box hasil prediksi akan diseleksi mana saja yang paling mendekati dengan nilai ambang batas (*threshold*). Jika tidak memenuhi maka akan dieliminasi dan menyisakan *bounding box* yang paling akurat. Kemudian *bounding box* yang berisi wajah (ROI) dan nilai *confidence* diambil dari citra hasil deteksi untuk diproses selanjutnya.



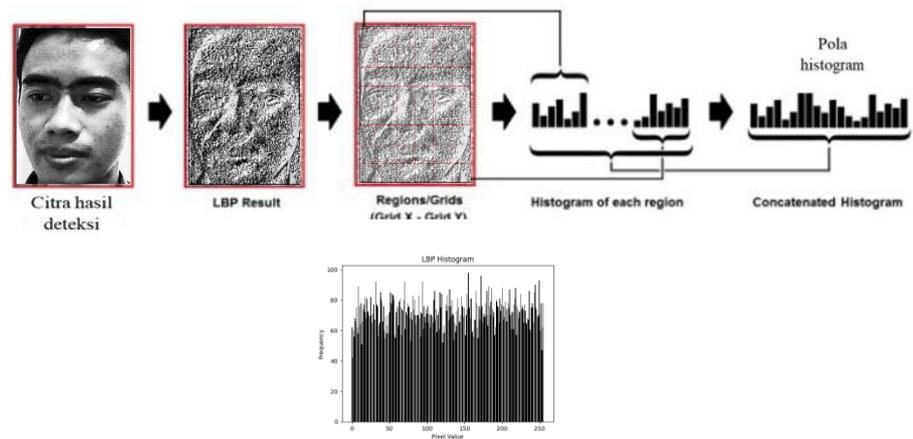
Gambar 3.7 Ekstraksi ROI Wajah oleh SSD

Rangkaian proses deteksi wajah oleh model SSD digambarkan pada bagan Gambar 3.8 berikut.



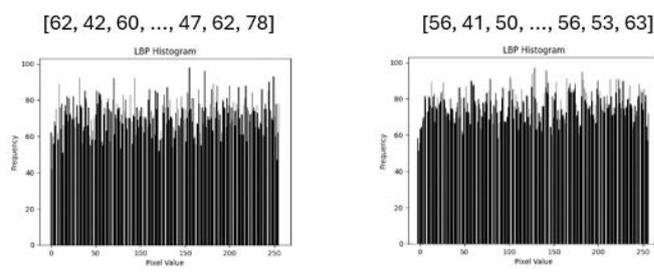
Gambar 3.8 Bagan proses deteksi dengan SSD

Setelah citra hasil deteksi diperoleh yang berupa ROI wajah, dilakukan konversi menjadi citra *grayscale* dan penyesuaian ekualisasi histogram citra. Kemudian dilakukan identifikasi oleh model LBPH dengan melakukan ekstraksi fitur (pola histogram) citra hasil deteksi (Gambar 3.9).



Gambar 3.9 Ekstraksi Fitur Pola Histogram

Proses berikutnya adalah pencocokan fitur histogram hasil deteksi dengan data histogram pada model yang sudah dilatih. Pencocokan berdasarkan kemiripan pola histogram dengan menghitung nilai jarak *Euclidean* antar vektor histogram, jika pola histogram memiliki kemiripan atau dalam hal ini jarak *Euclidean* rendah maka dilakukan pemilihan label yang sesuai dan penentuan *confidence level*. Selanjutnya hasil pengenalan ditampilkan pada citra wajah di *frame*. Jika nilai *confidence* tidak melebihi ambang batas maka pengenalan mengindikasikan sebagai wajah dikenali.



Gambar 3.10 Pencocokan Pola Histogram

Penentuan nilai *confidence* dari hasil jarak *Euclidean ED* kedua vektor histogram:

$$ED = \sqrt{\sum_{i=1}^n (q_i - p_i)^2} \quad (3.1)$$

Sehingga untuk persentase keberhasilan keseluruhan (global) *GP* sampel dirumuskan pada persamaan berikut:

$$GP = \frac{1}{s} \mathbb{1}_{ED \leq t} \times 100\% \quad (3.2)$$

Dimana s adalah jumlah sampel, $\mathbb{1}$ adalah nilai fungsi langkah biner (*binary step function*) yang akan bernilai 1 jika hasil jarak *ED* kurang dari atau sama dengan t dan sebaliknya. Dimana t adalah nilai ambang batas (*threshold*) yang pada penelitian ini bernilai 90.

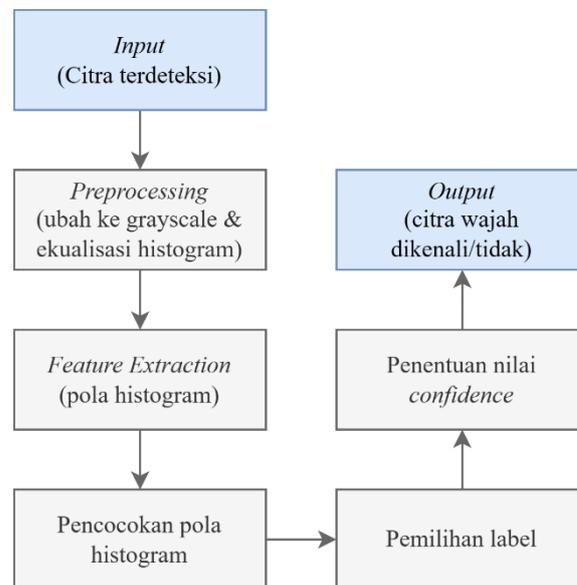
Berikut adalah hasil *confidence* setiap sampel dari total 20 sampel mahasiswa, ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Hasil *Confidence* 20 Sampel

No.	<i>Confidence (ED)</i>	<i>GP</i>	<i>Status</i>
1	49,23	5%	Dikenali
2	30,21	5%	Dikenali
3	32,05	5%	Dikenali
4	52,55	5%	Dikenali
5	29,31	5%	Dikenali
6	30,77	5%	Dikenali
7	30,74	5%	Dikenali
8	25,43	5%	Dikenali
9	37,49	5%	Dikenali
10	62,95	5%	Dikenali

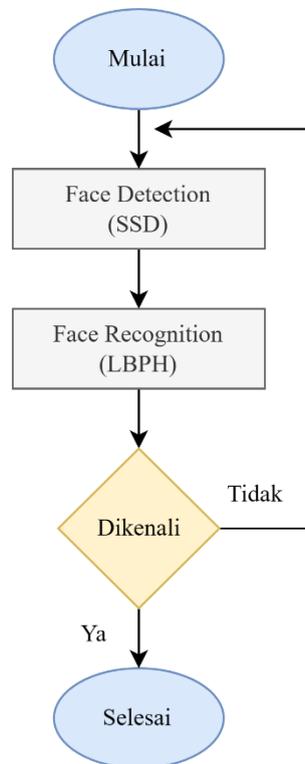
11	28,22	5%	Dikenali
12	41,05	5%	Dikenali
13	32,09	5%	Dikenali
14	39,88	5%	Dikenali
15	37,90	5%	Dikenali
16	25,01	5%	Dikenali
17	43,66	5%	Dikenali
18	50,21	5%	Dikenali
19	34,04	5%	Dikenali
20	37,29	5%	Dikenali
Total	-	100%	-
Rata-rata	37,50	-	-

Selanjutnya pada Gambar 3.11 adalah bagan proses pengenalan wajah dengan LBPH.



Gambar 3.11 Bagan proses pengenalan wajah dengan LBPH

Sistem deteksi dan pengenalan wajah dapat digambarkan secara sederhana dalam diagram alir berikut (Gambar 3.12).

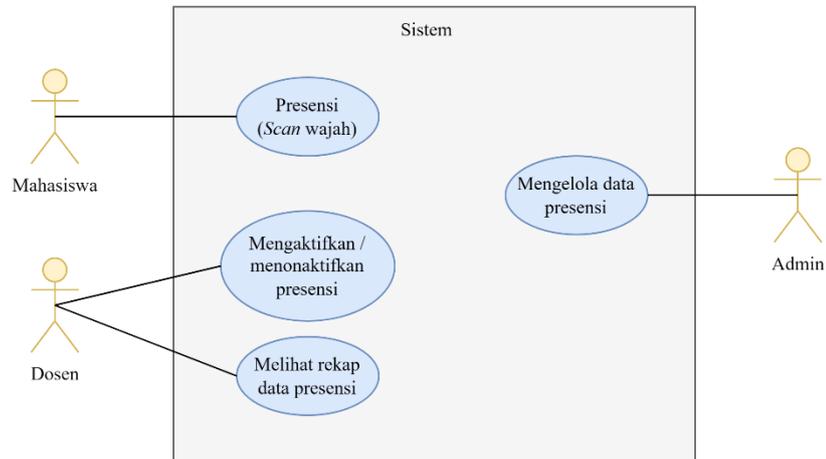


Gambar 3.12 Diagram alir model *face recognition*

3.3.5.2 Perancangan web sistem presensi

Website sistem presensi mahasiswa dibangun secara *standalone* (dibangun sendiri) menggunakan *framework* Flask dengan bahasa pemrograman Python dan menggunakan *database* PostgreSQL.

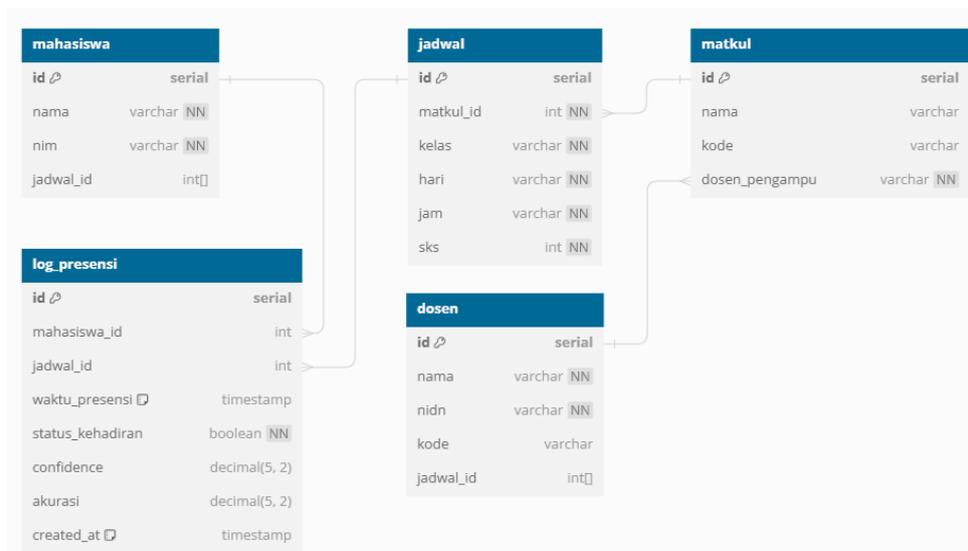
Berikut adalah diagram *use case* sistem presensi mahasiswa pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Diagram *Use Case* Sistem Presensi

Terdapat tiga aktor dalam sistem presensi yaitu mahasiswa yang hanya dapat melakukan presensi melalui *scan* wajah pada kamera, dosen dapat mengaktifkan maupun menonaktifkan presensi dan dapat melihat rekap data, sementara admin dapat mengelola keseluruhan sistem presensi, baik menambahkan maupun menghapus data presensi.

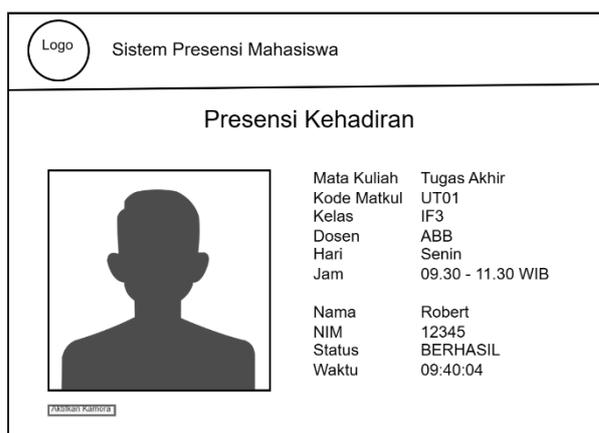
Selanjutnya adalah struktur *database* sistem digambarkan pada bagan berikut (Gambar 3.14).



Gambar 3.14 Struktur *Database* Sistem

Database terdiri dari tabel mahasiswa, dosen, matkul, jadwal dan log presensi.

Web sistem presensi memiliki tampilan desain *wireframe* antarmuka sebagai berikut (Gambar 3.15).



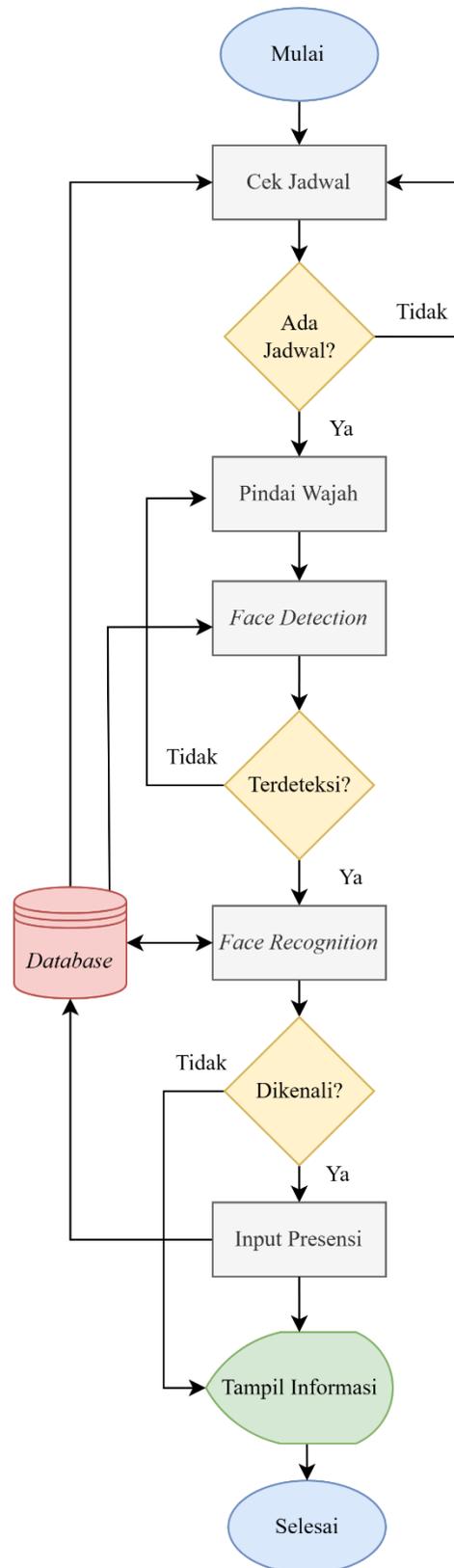
Gambar 3.15 *Wireframe* Antarmuka Halaman Presensi

Tampilan desain *wireframe* antarmuka halaman presensi mahasiswa terdiri dari dua bagian yaitu di bagian kiri berupa *frame* untuk pemindaian kamera, di bagian kanan berisi informasi perkuliahan dan data mahasiswa yang melakukan presensi.

3.3.5.3 Implementasi model pada sistem presensi

Setelah membuat model *face recognition* dan antarmuka web sistem presensi, tahap berikutnya yaitu mengimplementasikan model pada web sistem presensi.

Secara keseluruhan proses sistem presensi mahasiswa dengan pengenalan wajah digambarkan pada diagram alir berikut (Gambar 3.16).



Gambar 3.16 Diagram alir sistem presensi mahasiswa

Pada Gambar 3.16 diagram alir sistem presensi di atas, sistem diawali dengan melakukan pengecekan terhadap data jadwal pada *database*, jika terdapat jadwal maka sistem akan menampilkan informasi perkuliahan (lihat Gambar 3.15). Selanjutnya mahasiswa melakukan pemindaian wajah pada kamera, sistem akan mendeteksi area wajah. Sistem akan memproses apakah data wajah terdaftar pada *database* atau tidak yang selanjutnya akan menampilkan *bounding box* pada layar. Sistem akan memproses selama minimal 3 detik untuk memverifikasi wajah mahasiswa. Jika selama 3 detik prediksi wajah konsisten dan wajah terdaftar serta memiliki jadwal perkuliahan yang sama, maka sistem akan menampilkan informasi mahasiswa dengan menginputkan data presensi ke dalam *database* dan menampilkan informasi status presensi berhasil. Namun jika wajah tidak terdaftar maka sistem akan langsung menampilkan informasi status presensi gagal.

3.3.6 Pengujian Sistem

Tahap pengujian sistem dilakukan setelah perancangan sistem dimana model pengenalan wajah sudah diintegrasikan pada web sistem presensi. Pengujian terdiri dari pengujian deteksi wajah, pengujian pengenalan wajah, pengujian fungsionalitas dan performansi sistem presensi. Pengujian deteksi dan pengenalan wajah dilakukan guna mengetahui nilai akurasi dan presisi sistem dalam mengenali wajah. Pengujian akan dilakukan oleh subjek 25 mahasiswa (20 terdaftar dan 5 tidak terdaftar). Pada pengujian sistem presensi, proses *scanning* wajah dilakukan selama lebih dari tiga detik untuk memvalidasi presensi. Pengujian deteksi dan pengenalan wajah akan mengukur tingkat akurasi dan presisi menggunakan beberapa parameter sebagai berikut:

- a) Jarak wajah dengan kamera: 30 cm, 50 cm, 70 cm dan 100 cm dengan wajah menghadap lurus ke depan.
- b) Jumlah wajah dalam satu *frame*.

- c) Posisi wajah menghadap: depan, 45 derajat ke atas, bawah, kanan dan kiri.