

RANCANG BANGUN MESIN PRESENSI BERBASIS METODE PENGENALAN WAJAH *HOG* BERBANTUAN PROSES KLASIFIKASI *LINEAR SVM*

Samuel Matthew¹, Ferry Rippun Gideon Manalu², Nova Eka Budiyantha^{3*}

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jakarta

^{1,2,3}Jl. Jend. Sudirman No.51, RT.5/RW.4, Karet Semanggi, Kecamatan Setiabudi, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta 12930
email: ¹samuelmatthew211@gmail.com, ²ferry.rippun@atmajaya.ac.id, ³nova.eka@atmajaya.ac.id*

Abstract – In the office area, one of the objects that are often being touched is the attendance device. This study aims to implement an attendance system assisted by a web application based on facial recognition technology using a Raspberry Pi and a camera equipped with a body temperature sensor. The facial recognition approach used in this study is the Histogram of Oriented Gradients (HoG) method with the help of a linear Support Vector Machine (SVM). The result of this study is an attendance device that recognizes the faces of registered users with an accuracy rate of 98% at 43.02 frame per second (idle) and 2.90 frames per second (active) using a dataset with 20 data for each faces (20 datas x 20 faces = 400 datas). The temperature sensor can measure body temperature with an accuracy of $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. The attendance list can be accessed by authorized users via a website which shows the data from the database. Manual attendance feature is added to deal with system errors and can be done through the web application.

Keywords – Facial Recognition, Histogram of Oriented Gradients, Linear Support Vector Machine, Raspberry Pi, Attendance System.

Abstrak – Di dalam daerah perkantoran, salah satu benda yang sering disentuh adalah alat presensi/pencatat kehadiran. Studi ini bertujuan untuk menerapkan sistem presensi berbasis metode pengenalan wajah menggunakan Raspberry Pi dan kamera dilengkapi dengan sensor pendeteksi suhu tubuh berbantuan aplikasi web. Pendekatan pengenalan wajah yang dilakukan dalam studi ini adalah Histogram of Oriented Gradients (HoG) didukung dengan linear Support Vector Machine (SVM). Hasil yang didapatkan dalam studi ini berupa sebuah mesin presensi yang mampu mengenali wajah pengguna yang sudah terdaftar dengan tingkat akurasi sebesar 98% pada 43,02 frame per detik (idle) dan 2,90 frame per detik (aktif) dengan menggunakan dataset berisikan 20 data tiap wajah (20 data x 20 wajah = 400 data). Sensor yang digunakan dapat mengukur suhu dengan akurasi $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Daftar kehadiran dapat diakses oleh pihak yang berkepentingan melalui situs web yang menampilkan data dari basis data. Untuk menanggulangi kesalahan sistem pada saat uji coba, presensi secara manual dapat dilakukan melalui aplikasi berbasis web.

Kata Kunci – Pengenalan Wajah, Histogram of Oriented Gradients, Linear Support Vector Machine, OpenCV, Raspberry Pi, Sistem Presensi

I. PENDAHULUAN

Pandemi COVID-19 yang melanda secara global membuat pola hidup manusia berubah. Virus SARS-CoV-2

dapat mengakibatkan gejala ringan seperti batuk dan demam ringan ($>37^{\circ}\text{C}$) hingga gejala berat seperti kesulitan bernapas, nyeri pada dada, dan demam tinggi ($>38^{\circ}\text{C}$) [1]. Banyak kebiasaan baru yang harus diterapkan untuk mencegah penularan COVID-19, salah satunya adalah mengurangi kontak fisik. Pengukuran suhu juga perlu dilakukan sebagai langkah pencegahan penularan COVID-19 [2].

Di dalam daerah perkantoran, salah satu benda yang paling sering disentuh adalah alat presensi/pencatat kehadiran [3]. Terdapat beberapa metode untuk melakukan presensi antara lain: tanda tangan, menempelkan kartu identitas, pemindaian barcode, ataupun pemindaian sidik jari. Semua metode ini memerlukan kontak fisik yang harus dihindari saat ini untuk mencegah penularan COVID-19. Kontak fisik terhadap alat presensi dapat dihilangkan dengan cara mengganti metode presensi menggunakan metode pengenalan wajah. Berdasarkan masalah yang telah dipaparkan, makalah ini ditujukan untuk mengetahui rancang bangun sebuah sistem presensi berbasis computer vision metode pengenalan wajah menggunakan Raspberry Pi dan kamera dilengkapi dengan sensor suhu tubuh berbantuan aplikasi web.

Pengenalan wajah dilakukan dengan metode Histogram of Oriented Gradients untuk pengolahan citra digital dan linear Support Vector Machine untuk klasifikasi [4-5]. Di dalam metode HOG, gambar akan diubah menjadi citra abu-abu. Operasi Sobel kemudian akan dilakukan terhadap citra abu tersebut dan diambil magnitudo dan vektornya yang akan menjadi sebuah citra HOG. Citra HOG ini akan diubah menjadi angka dan disimpan dalam 128 buah kombinasi bilangan desimal yang berperan sebagai identitas setiap wajah. Kombinasi bilangan ini dapat dimasukkan ke dalam sebuah proses klasifikasi sederhana seperti linear Support Vector Machine. Kombinasi bilangan akan menjadi koordinat yang diletakkan pada sebuah bidang dan dikelompokkan berdasarkan posisinya. Akan ditentukan sebuah garis/bidang yang akan membagi kelompok yang ada secara merata berdasarkan vektor yang berada di bagian paling luar (support vector) dengan jarak (margin) yang paling lebar [6].

II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Aplikasi computer vision telah banyak digunakan dalam berbagai macam penelitian pada kasus deteksi dan klasifikasi [7-9]. Salah satu penerapan computer vision dapat dilakukan untuk membantu proses presensi berbasis pengenalan wajah. Perkantoran merupakan salah satu lokasi yang tidak luput dari

*) penulis korespondensi: Nova Eka Budiyantha
Email: nova.eka@atmajaya.ac.id

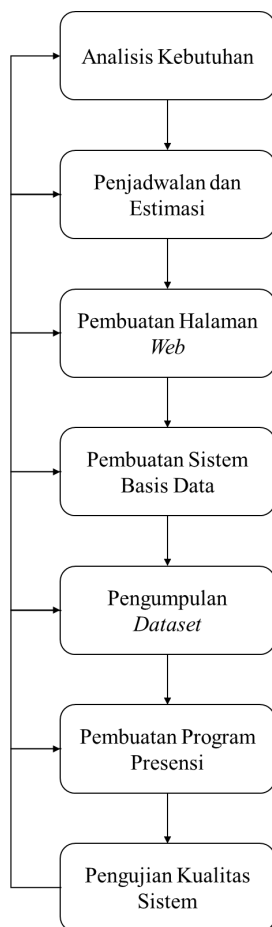
penerapan proses presensi, dimana perkantoran juga menjadi pusat perhatian dan pemantauan penyebaran Virus SARS-CoV-2. Untuk itu, terdapat berbagai macam penelitian yang mengarah pada pengembangan alat untuk meminimalisir penularan COVID-19 [10-14]. Hal ini dilakukan dalam rangka persiapan menuju normal baru di era pandemi.

Terdapat berbagai pendekatan untuk menangani masalah presensi. Seperti pendekatan sistem presensi *online* untuk menghindari penggunaan *fingerprint* yang dikembangkan oleh Universitas Nasional [15]. Sistem tersebut diaplikasikan pada sistem operasi android dan terintegrasi dengan perangkat *Global Positioning System* (GPS) pada *smartphone*. Selain presensi *online*, pemanfaatan kamera untuk proses presensi juga banyak dilakukan. Seperti penelitian yang dikembangkan untuk pendeteksian masker [16-17], sistem dapat mendeteksi orang yang tidak memakai masker dan orang yang memakai masker. Terkait dengan penelitian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk membangun sebuah sistem presensi yang dapat dipantau dengan menggunakan aplikasi berbasis *web* dengan penambahan sensor suhu untuk memantau data suhu tubuh karyawan.

III. METODE PENELITIAN

A. Metode

Metode penelitian yang dilakukan mengikuti tahapan berdasarkan metode *waterfall/linear sequential model* oleh Pressman yang ditunjukkan pada Gbr. 1 [18].

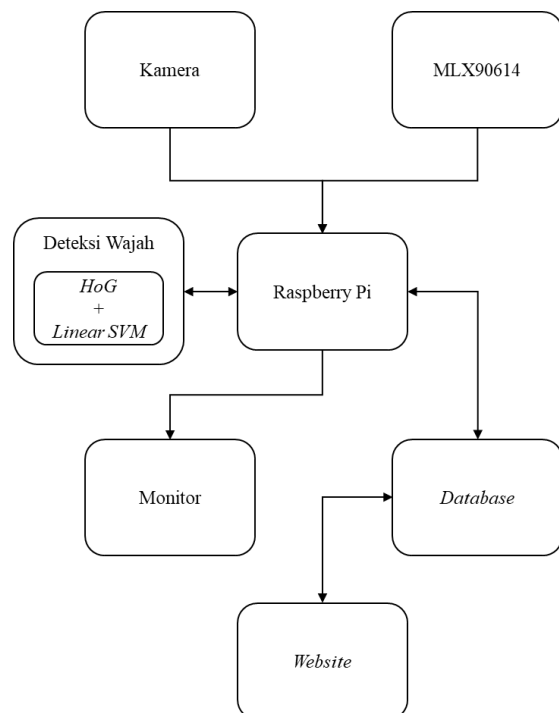


Gbr. 1. Alur Pembuatan Sistem Presensi

Tahapan pertama yaitu analisis kebutuhan. Di dalam tahap ini, penulis menentukan tujuan yang ingin dicapai, fitur yang ingin diterapkan di dalam sistem, dan cara kerja sistem. Tahapan selanjutnya yaitu tahapan penjadwalan dan estimasi untuk menentukan jadwal pengerjaan proyek. Tahapan ketiga yaitu tahapan pembuatan halaman *web*. Di dalam tahapan ini, dibuat antarmuka yang digunakan untuk mengakses sistem basis data. Sistem basis data kemudian dibuat pada tahapan selanjutnya berdasarkan data yang ingin disimpan. Setelah basis data dibuat, maka tahap pembuatan *dataset* dapat dilakukan. Citra wajah dikumpulkan dan digunakan untuk melatih dan menguji *SVM classifier* sebagai pengenalan wajah. Penelitian dilakukan di Universitas Katolik Indonesia Kampus 3, BSD, Tangerang, Banten. Setelah pembuatan *SVM classifier* selesai, maka dapat dilanjutkan ke tahap pembuatan program presensi. Di tahap ini, fitur pengenalan wajah dan pembaca suhu tubuh diimplementasikan pada *Raspberry Pi 4 Model B*. Fitur pengenalan wajah mengandalkan metode pengolahan *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) dan metode klasifikasi *linear Support Vector Machine* (SVM). Tahap akhir yang dilakukan adalah tahap pengujian kualitas sistem yang terdiri dari fungsionalitas mesin presensi, ketepatan pembacaan identitas, performa grafis, akurasi pembacaan suhu, penggunaan aplikasi *web*, dan pengaksesan sistem basis data.

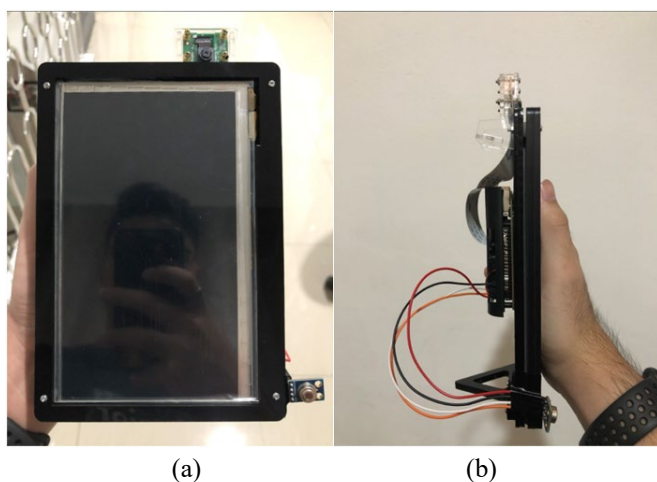
B. Perangkat Keras

Sistem dibuat dengan *Raspberry Pi 4 Model B* sebagai pusat pengolahan data. Masukan yang diterima oleh mesin presensi adalah citra wajah karyawan dan suhu tubuh karyawan yang didapat dari kamera dan sensor suhu MLX90614. Keluaran mesin presensi berupa tampilan pada monitor LCD. Data yang berada di dalam sistem basis data dapat diambil ataupun diubah oleh mesin presensi. Blok diagram untuk mesin ini dapat dilihat pada Gbr 2.



Gbr. 2. Blok Diagram Sistem Presensi

Mesin presensi dirancang dengan layar LCD di bagian depan, kamera di bagian atas, dan sensor suhu di bagian kanan bawah. Kamera mendeteksi wajah pengguna dan sensor suhu mendeteksi suhu tubuh pengguna dengan mendekatkan punggung tangan pengguna ke sensor suhu. Pendeteksian suhu tubuh mengacu pada suhu punggung tangan dikarenakan pendeteksian suhu tubuh pada punggung tangan menghasilkan pengukuran yang cukup mendekati suhu tubuh sebenarnya [19]. Raspberry Pi diletakkan di belakang layar LCD dan keempat komponen ini dihubungkan pada *case* akrilik. Penampakan dari mesin presensi dapat dilihat pada Gbr. 3.



Gbr. 3. (a) Tampak Depan Mesin Presensi, (b) Tampak Samping Mesin Presensi

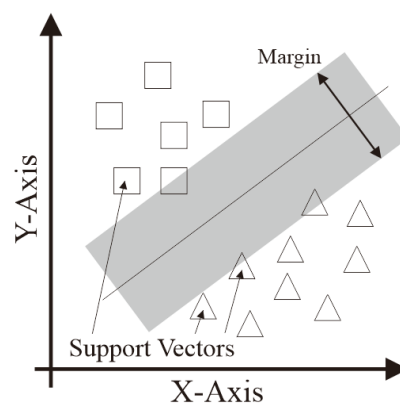
C. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan di dalam sistem ini terdiri dari perangkat lunak pada aplikasi *web* dan perangkat lunak pada mesin presensi. Pembuatan aplikasi *web* mengandalkan *HyperText Markup Language* (HTML), *Cascading Style Sheets* (CSS), dan *JavaScript* (JS) untuk bagian pengguna/user, dan *Hypertext Preprocessor* (PHP), dan *Structured Query Language* (SQL) untuk bagian server [20-21]. Sistem basis data/database dikembangkan dengan menggunakan layanan *MySQL* yang digunakan untuk menyimpan data presensi. Sistem basis data dapat diakses melalui aplikasi *web* (melihat daftar hadir, penambahan identitas baru, penambahan presensi baru secara manual) dan juga mesin presensi (penambahan presensi baru).

Perangkat lunak yang digunakan di dalam mesin presensi berpusat pada sistem operasi *Raspberry Pi OS* yang diperuntukan untuk *Raspberry Pi 4 Model B* [22]. Program penyimpanan data wajah dan program presensi dibuat menggunakan bahasa pemrograman *Python* versi 3.9. Digunakan beberapa modul di dalam program *Python*, dengan modul utama yaitu *OpenCV* sebagai modul pengolahan citra digital (*computer vision*). Dengan modul ini, dapat dilakukan pengolahan citra digital seperti modifikasi, deteksi, dan klasifikasi benda pada data citra. Digunakan juga modul

"face_recognition" untuk membantu melakukan klasifikasi wajah [23].

Metode *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) digunakan untuk pengolahan citra digital untuk memperoleh informasi dari citra [24]. Informasi yang didapat berupa 128 kombinasi bilangan yang menentukan identitas dari wajah yang ada pada citra. Metode *linear Support Vector Machine* (SVM) digunakan untuk klasifikasi wajah dengan menggunakan data yang didapat dari metode HOG [4]. *Linear Support Vector Machine* menerima masukan berupa koordinat vektor (128 kombinasi bilangan) dan *label* (identitas wajah pada citra) dari vektor yang ada. Sebuah garis/bidang (*hyperplane*) membagi kelompok bilangan yang ada ke dalam bagian-bagian berdasarkan vektor yang berada di bagian paling luar (*support vector*) [25]. Ilustrasi *support vector* dan *hyperplane* tertera pada Gbr. 4.



Gbr. 4. Ilustrasi Support Vector dan Margin pada SVM 2 Dimensi

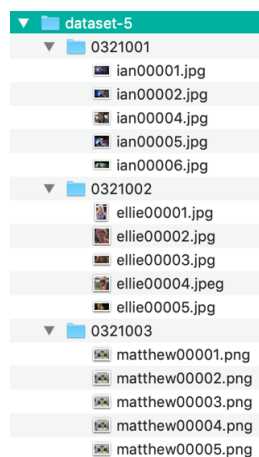
Semua informasi ini disimpan di dalam sebuah dokumen *encodings*. Setiap *hyperplane* memiliki sebuah persamaan yang didasarkan dari persamaan garis yang dinyatakan pada Persamaan 1:

$$ax + by + c = 0 \quad (1)$$

dengan a dan b sebagai koefisien garis, x dan y sebagai koordinat bidang, dan c sebagai konstanta bias. Jumlah dari koefisien garis dan koordinat bidang dapat bertambah dengan jumlah yang sama dengan dimensi vektor. Terdapat 128 dimensi yang didapat dari hasil pengolahan citra menggunakan metode HOG pada sistem yang digunakan. Ketika terdapat sekelompok input/vektor baru, koordinat dari kelompok vektor baru dimasukkan ke dalam persamaan *hyperplane* pada SVM classifier. Hasil dari persamaan ini menentukan *label*/identitas dari wajah yang terdapat pada citra. Di dalam sistem yang digunakan, 128 buah kombinasi bilangan (*encodings*) yang merupakan identitas dari setiap wajah dimasukkan ke dalam *linear Support Vector Machine classifier* (SVM classifier). Proses pengenalan wajah dapat dilakukan dengan memasukkan nilai *encodings* ke dalam persamaan *hyperplane* (SVM classifier) yang disimpan di dalam dokumen "encodings.pickle".

D. Pembuatan Dataset

Citra wajah yang digunakan disimpan di dalam sebuah direktori "dataset". Di dalam direktori ini, terdapat direktori untuk setiap orang (direktori karyawan) dengan nama direktori yang digunakan adalah nomor induk karyawan pada sebuah perusahaan sebagai identitas (0321001, 0321002, dan seterusnya). Di dalam setiap direktori karyawan, terdapat citra wajah dari karyawan yang digunakan untuk melatih program pengenalan wajah dan menghasilkan dokumen *encodings*. Dokumen *encodings* inilah yang digunakan sebagai alat pengenalan wajah. Struktur dari direktori "dataset" dapat dilihat pada Gbr. 5.



Gbr. 5. Struktur Direktori Dataset

Terdapat 6 buah *dataset* berbeda pada penelitian ini, yaitu: "dataset-5", "dataset-10", "dataset-15", "dataset-20", "dataset-25", dan "dataset-30". *Dataset* dibedakan berdasarkan jumlah data yang dimiliki setiap wajah di dalamnya. Di dalam setiap *dataset*, terdapat 20 direktori *dataset* karyawan. Sebagai ilustrasi, di dalam direktori "dataset-5" terdapat 20 direktori karyawan yang berisikan 5 citra wajah per direktori karyawan seperti yang tertera pada Gbr. 5. Jumlah data yang berada di dalam direktori "dataset-5" sampai dengan "dataset-30" dapat dilihat pada Tabel I.

TABEL I
JUMLAH DATASET CITRA WAJAH KARYAWAN

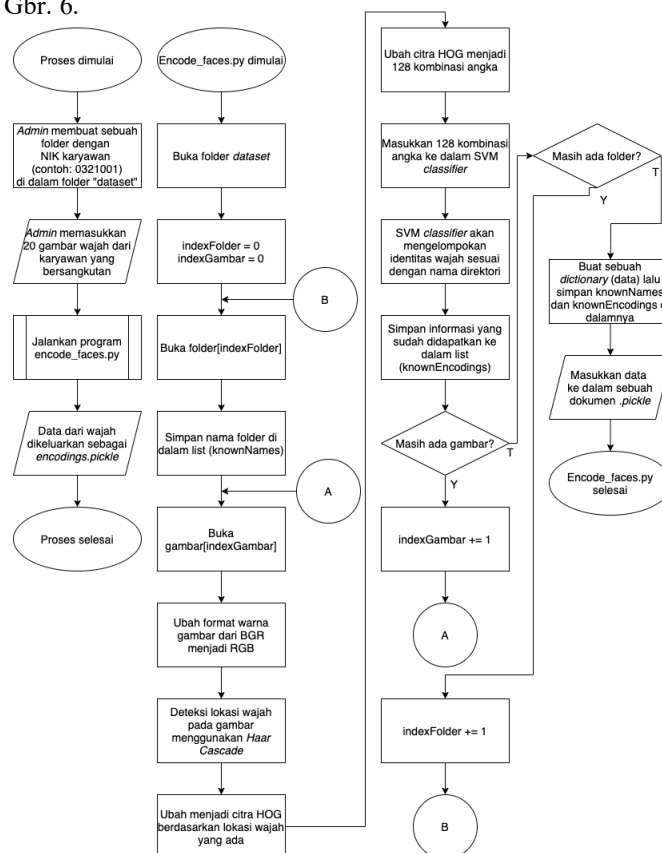
Nama Direktori	Data Setiap Karyawan (n)	Total Data (n x 20 Karyawan)
dataset-5	5	100
dataset-10	10	200
dataset-15	15	300
dataset-20	20	400
dataset-25	25	500
dataset-30	30	600

Selanjutnya, dari keenam direktori ini, dibuat sebuah *SVM classifier* yang disimpan di dalam dokumen *encodings* dengan nama: "encodings-5.pickle", "encodings-10.pickle", "encodings-15.pickle", "encodings-20.pickle", "encodings-25.pickle", dan "encodings-30.pickle". Dokumen-dokumen ini yang menjadi modul untuk mengenali wajah yang dideteksi dan diuji akurasi serta performa grafisnya.

E. Program Penyimpan Data Wajah

Diperlukan sebuah program yang berguna untuk mengubah data wajah seorang karyawan dari wujud citra ke dalam wujud angka (*encodings*). Modul *OpenCV* dan "face_recognition" pada program *Python* digunakan dalam aplikasi ini. Program penyimpan data wajah ditulis di dalam program "encode_faces.py" dan dijalankan dengan perintah "python3 encode_faces.py --dataset dataset --encodings encodings.pickle".

Direktori "dataset" dimasukkan ke dalam program. Di dalam direktori ini, terdapat 20 direktori karyawan yang berisikan wajah karyawan. Nama karyawan diambil dari nama direktori karyawan. Citra yang berada di dalam direktori karyawan dibuka. Deteksi posisi wajah pada citra dilakukan menggunakan algoritma Viola-Jones / *Haar cascade* yang berada di dalam modul "face_recognition" [6][25]. Proses pengolahan citra menggunakan metode *Histogram of Oriented Gradients* kemudian dilakukan pada bagian citra yang terdapat wajah. Pengolahan ini menghasilkan 128 buah kombinasi bilangan yang merupakan koordinat wajah/vektor yang dimasukkan ke dalam *SVM classifier*. *SVM classifier* mencatat koordinat vektor ini bersama dengan *label*/nama dari wajah karyawan ke dalam sebuah *list*. Proses deteksi wajah, pengolahan citra dengan HOG, dan pencatatan ke dalam *SVM classifier* dilakukan berulang kali sampai semua wajah di dalam direktori "dataset" tercatat. Alur dari program ini dapat dilihat pada Gbr. 6.



Gbr. 6. Diagram Alir Dari Program Penyimpan Data Wajah

Berdasarkan semua data yang didapatkan, SVM *classifier* dengan bantuan fungsi di dalam modul "face_recognition" dapat menentukan persamaan bidang dari *hyperplane* yang dapat digunakan di dalam klasifikasi/pengenalan wajah. Semua data dan persamaan ini disimpan ke dalam sebuah dokumen dengan format ".pickle". Dokumen ini yang digunakan sebagai pelaku proses klasifikasi di dalam program sistem presensi yang menggunakan metode pengenalan wajah.

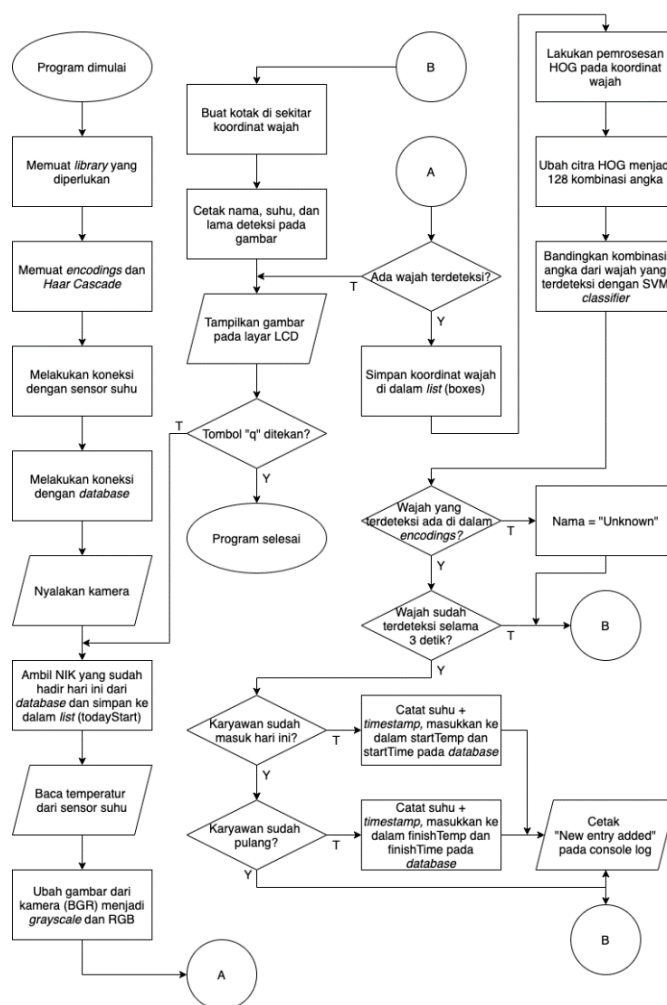
F. Program Presensi

Program presensi yang digunakan ditulis di dalam program "attendance_pi.py". Program dijalankan dengan menjalankan perintah "python3 attendance_pi.py --encodings encodings.pickle". Pertama-tama, modul dan dokumen (*Haar cascade* dan "encodings.pickle") diambil oleh program sebagai masukan. Sistem basis data kemudian dihubungkan dan kamera dinyalakan. Daftar karyawan yang sudah hadir di hari itu diambil dan disimpan di dalam *list*.

Suhu dari sensor suhu mulai dideteksi, dan citra dari kamera mulai ditangkap. Citra dari kamera (format warna BGR) kemudian diubah menjadi 2 format warna lain (*grayscale* untuk deteksi posisi wajah dan RGB untuk pengenalan wajah). Deteksi wajah pada citra dilakukan dengan menggunakan algoritma Viola-Jones / *Haar cascade*. Jika pada citra tidak terdapat wajah, maka citra ditampilkan di dalam layar LCD dan proses diulang. Jika terdapat wajah yang terdeteksi oleh kamera, maka koordinat wajah tersebut disimpan di dalam sebuah *list*.

Proses pengolahan citra menggunakan metode HOG dilakukan terhadap wajah yang berada di dalam *list*. Melalui citra HOG ini, didapatkan kombinasi bilangan yang menjadi identitas wajah yang dideteksi. Kombinasi bilangan yang didapat kemudian dibandingkan dengan kode yang berada pada dokumen "encodings.pickle" untuk diperiksa apakah wajah yang dikenali merupakan wajah dari karyawan yang terdaftar. Pemeriksaan ini dilakukan dengan SVM *classifier* yang sebelumnya dibuat pada program "encode_faces.py". Kombinasi bilangan yang didapatkan kemudian dimasukkan ke dalam persamaan bidang *hyperplane* sehingga dihasilkan sebuah nilai. Nilai inilah yang menentukan identitas dari wajah yang dideteksi. Jika wajah merupakan orang yang tidak terdaftar di dalam sistem, maka ditampilkan sebuah kotak di sekitar wajah dengan informasi suhu dan nama = "Unknown". Jika wajah yang dikenali merupakan wajah karyawan yang terdaftar, maka dilakukan penghitungan mundur dari 1-100 (sekitar 3 detik). Ketika hitung mundur selesai, maka diperiksa apakah karyawan sudah melakukan presensi untuk hari ini atau belum. Jika belum, maka nama, suhu, dan waktu presensi dimasukkan ke dalam sebuah *record* baru di dalam sistem basis data. Jika karyawan sudah melakukan presensi hari ini, maka diperiksa kembali apakah karyawan sudah melakukan presensi pulang atau belum. Jika belum melakukan presensi pulang, maka waktu dan suhu

dimasukkan ke dalam kolom "finishTime" dan "finishTemp" pada *record* karyawan pada hari itu. Jika karyawan sudah melakukan presensi pulang, maka proses di atas dilewati. Program selesai jika tombol "q" pada *keyboard* ditekan. Alur dari program ini dapat dilihat pada Gbr. 7.



Gbr. 7. Diagram Alir dari Program Presensi

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Akurasi Pengenalan Wajah

Akurasi pengenalan wajah ditentukan dari *encodings* yang digunakan saat pengenalan wajah. Semakin banyak data yang berada di dalam dokumen *encodings*, hasil yang didapatkan semakin akurat. Hal ini dikarenakan data di dalam dokumen *encodings* yang lebih lengkap dan mengenali lebih banyak fitur pada wajah seseorang. Pengujian dilakukan dengan menguji keenam dokumen *encodings* untuk melakukan pengenalan wajah terhadap 100 wajah yang disusun secara acak. Wajah yang diuji terdiri dari 80 citra wajah karyawan yang terdaftar (4 citra untuk setiap karyawan), dan 20 citra wajah dari orang yang tidak terdaftar / tidak ada di dalam direktori "dataset". Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel II.

TABEL III
HASIL PENGUJIAN AKURASI SISTEM PENGENALAN WAJAH

Encodings yang digunakan	Benar	Salah
encodings-5.pickle	85	15
encodings-10.pickle	89	11
encodings-15.pickle	90	10
encodings-20.pickle	98	2
encodings-25.pickle	97	3
encodings-30.pickle	98	2

B. Pengujian Performa Grafis Pengenalan Wajah

Performa sistem pengenalan wajah merupakan salah satu faktor yang dipengaruhi oleh dokumen *encodings* yang digunakan saat melakukan pengenalan wajah. Semakin banyak data yang berada di dalam dokumen *encodings*, maka semakin buruk performanya. Performa ini dapat dilihat dari jumlah *frame* per detik / *frame per second* (FPS) yang dikeluarkan saat aplikasi dijalankan. Pengujian dilakukan dengan menguji keenam *encodings* untuk melakukan pengenalan wajah. Jumlah FPS dihitung dengan menggunakan modul *imutils* pada program *Python*. Pengukuran dilakukan pada 2 kondisi yaitu: 1) ketika sistem sedang tidak mengenali wajah sama sekali (*idle*) dan 2) ketika sistem sedang mengenali wajah (aktif). Hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada Tabel III.

TABEL III
HASIL PENGUJIAN PERFORMA GRAFIS
SISTEM PENGENALAN WAJAH

Encodings yang digunakan	Kondisi Idle (FPS)	Kondisi Aktif (FPS)
encodings-5.pickle	44,22	4,66
encodings-10.pickle	45,01	3,84
encodings-15.pickle	43,31	2,92
encodings-20.pickle	43,02	2,90
encodings-25.pickle	42,00	2,42
encodings-30.pickle	40,15	2,35

C. Hasil Pengujian Sistem Pengenalan Wajah

Berdasarkan akurasi dan performa grafis yang didapatkan dari 6 buah dokumen *encodings*, dapat dilihat bahwa rasio akurasi : performa grafis yang paling baik dimiliki oleh dokumen "encodings-20.pickle" dibandingkan dengan dokumen lainnya untuk sistem ini (Tabel II dan Tabel III). Dengan dokumen ini, wajah dapat dikenali dengan akurasi yang cukup tinggi (98%) dan performa grafis yang cukup baik (2,90 FPS). Nilai akurasi yang didapat cukup tinggi tanpa mengurangi performa grafis yang terlalu besar.

D. Hasil Pengujian Akurasi Pengukuran Suhu

Kemampuan pengukuran suhu sistem perlu diuji akurasinya untuk memastikan suhu tubuh karyawan diukur dengan tepat. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 3 sensor yang berbeda yaitu: termometer ketiak (*Beckton Dickinson*), *thermogun* (CEM DT-8860H), dan sensor MLX90614 yang terhubung dengan mesin presensi. Hasil

yang didapatkan dari pengujian ini dapat dilihat pada Tabel IV.

TABEL IIIV
HASIL PENGUJIAN AKURASI SISTEM PENGENALAN WAJAH

Termometer	Suhu(°C)
Ketiak	36,4
MLX90614	35,9
Thermogun	36,2

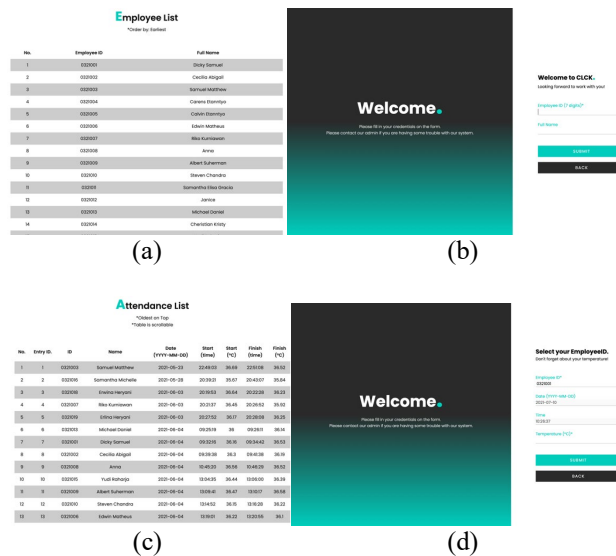
Berdasarkan hasil yang didapatkan, terdapat perbedaan $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ dari hasil yang didapat antara MLX90614 dengan *thermogun*. Perbedaan suhu sekitar $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ untuk MLX90614 dan $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ untuk *thermogun*.

E. Hasil Pengujian Sistem Basis Data

Pengujian sistem basis data dilakukan dengan melihat apakah data dapat diakses oleh aplikasi web dan sistem presensi dengan baik. Berdasarkan percobaan yang dilakukan, sistem basis data berhasil terhubung dengan aplikasi web dan sistem presensi. Penambahan karyawan baru dan data presensi dari aplikasi web berhasil mengubah sistem basis data. Sistem presensi juga berhasil mengubah data di dalam basis data.

F. Hasil Pengujian Situs Web

Pengujian situs web dilakukan dengan cara mengakses situs web dan menggunakan fitur-fitur yang ada. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, semua tombol pada situs web berfungsi dengan seharusnya. Fitur penambahan dan penampilan karyawan baru dan data presensi baru berhasil dilakukan dari situs web. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gbr. 8.

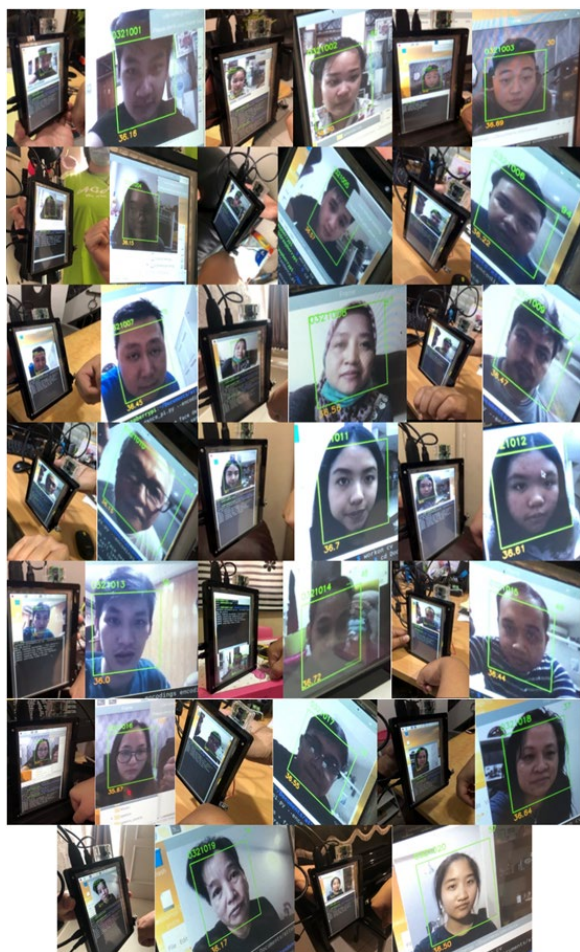


Gbr. 8. (a) Daftar karyawan, (b) Penambahan karyawan, (c) Daftar presensi, (d) Penambahan presensi

G. Hasil Pengujian Sistem Presensi

Pengujian sistem presensi dilakukan dengan melihat apakah fitur pengenalan wajah dan pendeteksian suhu dapat dilakukan dengan baik. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, wajah dapat dikenali dengan baik. Suhu yang dideteksi berhasil ditampilkan pada layar. Wajah dan suhu

yang dideteksi juga berhasil masuk ke dalam sistem basis data. Dokumentasi pengujian sistem presensi dapat dilihat pada Gbr. 9.



Gbr. 9. Tampilan mesin presensi sedang mengenali wajah

Selanjutnya, tampilan data presensi yang berada pada sistem basis data dan ditampilkan pada situs web dapat dilihat pada Gbr. 10.

No.	Entry ID.	ID	Name	Date	Start (time)	Start (°C)	Finish (time)	Finish (°C)
1	1	0321003	Samuel Matthew	23-05-2021	22:49:03	36.69	22:51:08	36.52
2	2	0321016	Samantha Michelle	28-05-2021	20:39:21	35.67	20:43:07	35.84
3	3	0321018	Erwina Heryani	03-06-2021	20:19:53	36.64	20:22:28	36.23
4	4	0321007	Riko Kurniawan	03-06-2021	20:21:37	36.45	20:26:52	35.92
5	5	0321019	Erlina Heryani	03-06-2021	20:27:52	36.17	20:28:08	36.25
6	6	0321013	Michael Daniel	04-06-2021	09:25:19	36	09:26:11	36.14
7	7	0321001	Dicky Samuel	04-06-2021	09:32:16	36.16	09:34:42	36.53
8	8	0321002	Cecilia Abigail	04-06-2021	09:39:38	36.3	09:41:38	36.19
9	9	0321008	Anna	04-06-2021	10:45:20	36.56	10:46:29	36.52
10	10	0321015	Yudi Raharja	04-06-2021	13:04:35	36.44	13:06:00	36.39
11	11	0321009	Albert Suherman	04-06-2021	13:09:41	36.47	13:10:17	36.58
12	12	0321010	Steven Chandra	04-06-2021	13:14:52	36.15	13:16:28	36.22
13	13	0321006	Edwin Mathaus	04-06-2021	13:19:01	36.22	13:20:55	36.1
14	14	0321017	Andre Arya Winata	04-06-2021	13:21:08	36.55	13:25:29	36.42
15	15	0321005	Calvin Etanthy	04-06-2021	13:48:03	36.57	13:51:00	36.46
16	16	0321004	Carene Etanthy	04-06-2021	13:53:36	36.15	13:55:32	36.21
17	17	0321014	Cheristian Kristy	04-06-2021	14:10:22	36.72	14:14:51	36.58
18	18	0321020	Meileen Huang	04-06-2021	14:38:14	36.5	14:40:12	36.41
19	19	0321011	Samantha Elisa Gracia	04-06-2021	17:41:51	36.7	17:43:44	36.52
20	20	0321012	Janice	04-06-2021	17:44:33	36.61	17:45:38	36.49

Gbr. 10. Tampilan Data Presensi

V. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan dan hasil dari pengujian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa metode *Histogram of Oriented Gradients* dan *linear Support Vector Machine* merupakan metode pengenalan wajah yang cocok digunakan di dalam mesin presensi menggunakan Raspberry Pi 4 Model B dengan RAM 1GB. Besar dokumen encodings optimal yang digunakan di dalam sistem ini adalah 20 wajah untuk 20 karyawan yang ada. Dengan dokumen ini, didapatkan hasil akurasi pengenalan wajah sebesar 98% dengan performa grafis 2,90 frame per detik ketika sistem aktif mengenali wajah dan 43,02 frame per detik ketika sistem tidak mengenali wajah. Fitur lain seperti pengukuran suhu menggunakan sensor MLX90614 juga berhasil diimplementasikan dengan tingkat akurasi pengukuran suhu $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Sistem basis data yang berisikan data kehadiran dan data karyawan berhasil diakses oleh mesin presensi dan dapat ditampilkan pada situs web.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada setiap pihak yang telah membantu penulis dalam mengerjakan penelitian, khususnya Fakultas Teknik Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] World Health Organization. 12 Oktober 2020. Coronavirus Disease (COVID-19), (Online), (<https://www.who.int/emergencies/disease/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19#:~:text=symptoms>), diakses 18 Maret 2021)
- [2] Dewi, R. K. 14 April 2020. Mengenal Apa Itu PSBB, Aturan, Daerah yang Menerapkan hingga Sanksinya (Online), (<https://www.kompas.com/tren/read/2020/04/14/093800065/mengenal-apa-itu-psbb-aturan-daerah-yang-menerapkan-hingga-sanksinya>), diakses 18 Maret 2021)
- [3] Bhatta, D. R., et. al. 2018. "Bacterial Contamination of Frequently Touched Objects in a Tertiary Care Hospital of Pokhara", Nepal: How Safe Are Out Hands? *Antimicrob Resist Infect Control*.
- [4] Dalal, N., dan Triggs, B. 2005. Histogram of Oriented Gradients for Human Detection. 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05). Halaman 886-893, doi: 10.1109/CVPR.2005.177.
- [5] Geitgey, A. 2016. Modern Face Recognition with Deep Learning. Machine Learning is Fun (Online). Jilid 4. (<https://medium.com/@ageitgey/machine-learning-is-fun-part-4-modern-face-recognition-with-deep-learning-c3cfc121d78>), diakses 12 Maret 2021).
- [6] T. Joachims. 1999. Making Large-Scale SVM Learning Practical. Advances in Kernel Methods - Support Vector Learning.
- [7] S. Kaushik, A. Raman and K. V. S. Rajeswara Rao, "Leveraging Computer Vision for Emergency Vehicle Detection-Implementation and Analysis," *2020 11th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT)*, 2020, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICCCNT49239.2020.9225331.
- [8] N.E. Budiayanta, M. Mulyadi., H. Tanudjaja, 2021 "Sistem Deteksi Kemurnian Beras berbasis Computer Vision dengan Pendekatan Algoritma YOLO", *Jurnal Informatika: Jurnal pengembangan IT (JPIT)*, Vol.6, No.1, Januari 2021\1 pp. 51-55.
- [9] Z. Feng, X. Zhu, L. Xu and Y. Liu, 2021, "Research on Human Target Detection and Tracking Based on Artificial Intelligence Vision," *2021 IEEE Asia-Pacific Conference on Image Processing, Electronics and Computers (IPEC)*, 2021, pp. 1051-1054, doi: 10.1109/IPEC51340.2021.9421306.
- [10] S. SOMASHEKAR and S. MALLESH, "Real-Time COVID-19 Infection Risk Assessment And Alert System Using Mask Detection," *2021 5th International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA)*, 2021, pp. 947-952, doi: 10.1109/ICECA52323.2021.9676009.
- [11] X. Zhang, M. Pettinati, A. Jalali, K. S. Rajput and N. Selvaraj, "Novel COVID-19 Screening Using Cough Recordings of A Mobile Patient Monitoring System," *2021 43rd Annual International Conference of*

- the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC), 2021, pp. 2353-2357, doi: 10.1109/EMBC46164.2021.9630722.
- [12] S. Susanto, F. A. Putra, R. Analia and I. K. L. N. Suciningtyas, "The Face Mask Detection For Preventing the Spread of COVID-19 at Politeknik Negeri Batam," 2020 3rd International Conference on Applied Engineering (ICAE), 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICAE50557.2020.9350556.
- [13] Budiyanta, N. E., Wijayanti, L., Basuki, W. W., Tanudjaja, H., & Kartadinata, V. B. (2021). The development of healthcare mobile robot for helping medical personnel in dealing with COVID-19 patients. Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science, 22(3), 1379.
- [14] R. B. Prakash Nujella, S. Sahu and S. Prakash, "Face-Mask Detection to Control the COVID-19 Spread Employing Deep Learning Approach," 2021 5th International Conference on Information Systems and Computer Networks (ISCON), 2021, pp. 1-3, doi: 10.1109/ISCON52037.2021.9702461.
- [15] N. Rahayu, Fauziah, N. Hayati." Online Attendance System Design to Reduce the Potential of Covid-19 Distribution". *Jurnal Manajemen, Teknologi Informatika dan Komunikasi (MANTIK)* Vol. 4 No. 1, May 2020, pp. 921-925
- [16] S. P. Dhawale, 2021, "Human Face with Mask Detection and Recognition for Smart Attendance System in a Pandemic Scenario", *International Journal of Research in Engineering and Science (IJRES)* Volume 9 Issue 7, pp. 68-70.
- [17] R. S. Kumar, A. Rajendran, V. Amrutha and G. T. Raghu, 2021, "Deep Learning Model for Face Mask Based Attendance System in the Era of the Covid-19 Pandemic," 2021 7th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS), pp. 1741-1746, doi: 10.1109/ICACCS51430.2021.9441735.
- [18] Pressman, R. S. 2015. "Rekayasa Perangkat Lunak". Yogyakarta: Andi.
- [19] Chen, G., et. al. 2020. "Validity of Wrist and Forehead Temperature in Temperature Screening in the General Population During the Outbreak of 2019 Novel Coronavirus: A Prospective Real-World Study". *MedRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2020.03.02.20030148>.
- [20] McGrath, M. 2020. HTML, CSS, & JavaScript. Inggris: *In Easy Steps Limited*.
- [21] Anhar. 2010. Panduan Menguasai PHP & MySQL Secara Otodidak. Jakarta: *MediaKita*.
- [22] Kurniawan, A. 2019. Getting Started with Raspberry Pi 4. Jakarta: *PE Press*.
- [23] Kadir, A. 2019. Langkah Mudah Pemrograman OpenCV & Python. Jakarta: *Elex Media Komputindo*.
- [24] Pajankar, A. 2020. Raspberry Pi Computer Vision Programming: Design and Implement Computer Vision Applications with Raspberry Pi, OpenCV, dan Python 3. Inggris: *Packt*.
- [25] Viola, Paul & Jones, Michael. (2001). "Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features". *IEEE Conf Comput Vis Pattern Recognit.* 1. 1-511. 10.1109/CVPR.2001.990517.