

## PERANCANGAN ALAT PRESENSI BERDASARKAN PENGENALAN WAJAH MENGGUNAKAN METODE *HISTOGRAM OF ORIENTED GRADIENTS*

Ahmad Fawzi <sup>1</sup>,

Program Studi Teknik Elektro Universitas Tarumanagara  
Email: ahmadfawzi2104@gmail.com

Joni Fat <sup>1</sup>

Program Studi Teknik Elektro Universitas Tarumanagara  
Email: jonif@ft.untar.ac.id

Meirista Wulandari <sup>1</sup>

Program Studi Teknik Elektro Universitas Tarumanagara  
Email: meiristaw@ft.untar.ac.id

**ABSTRACTS** : The attendance system is something that is commonly encountered every day by employees or students. A attendance that is neatly arranged certainly makes it easier when carrying out the data collection process. The attendance that is used to minimize abuse is by using a non-contact attendance. This attendance system utilizes one of the technologies from computer vision. Attendance system designed to apply digital image processing technology. Image processing is a method used to process or process from the original image so as to produce another image that suits your needs. The tool is designed to consist of several modules, namely the image acquisition module, processing module, information display module, and storage module. The image acquisition module used is a Logitech C920 webcam; a processing module is a Raspberry Pi 4B; an information display module is a 7-Inch Capacitive Touch Screen LCD, and a storage module is a 64GB SanDisk microSD. The attendance tool matches the facial image with the data that has been entered into the storage system. The algorithm for the face recognition method uses the Histogram of Oriented Gradients (HOG). Attendance data recording uses CSV format which consists of date, time of entry, time of exit, and subject name. Tests were carried out with several sample cases and tests with five different subjects. Each subject was subjected to a attendance experiment five times with a distance of  $\pm 40$  cm. The algorithm can recognize the subject accurately if the subject is facing right in the image acquisition module  
**Keyword**: Attendance; Image Processing; Histogram of Oriented Gradients (HOG)

**ABSTRAK**: Sistem presensi merupakan hal yang biasa ditemui setiap harinya oleh pegawai ataupun pelajar/mahasiswa. Presensi yang tersusun secara rapi tentunya memudahkan saat dilakukan proses pendataan. Presensi yang digunakan untuk meminimalisir penyalahgunaan yaitu dengan menggunakan presensi non-kontak. Sistem presensi ini memanfaatkan salah satu teknologi dari *computer vision*. Sistem presensi yang dirancang menerapkan teknologi pengolahan citra digital. Pengolahan citra merupakan metode yang digunakan untuk mengolah ataupun memproses dari gambar asli sehingga menghasilkan gambar lain yang sesuai dengan kebutuhan. Alat yang dirancang terdiri beberapa modul yaitu modul akuisisi citra, modul pemroses, modul penampil informasi, dan modul penyimpanan. Modul akuisisi citra yang digunakan berupa *webcam* Logitech C920, modul pemroses berupa Raspberry Pi 4B, modul penampil informasi berupa LCD 7 Inch Capacitive Touch Screen, dan modul penyimpanan berupa microSD SanDisk 64 GB. Alat presensi mencocokkan gambar wajah dengan data yang telah dimasukkan ke dalam sistem penyimpanan. Algoritma untuk metode pengenalan wajah menggunakan *Histogram of Oriented Gradients* (HOG). Pencatatan data presensi menggunakan format CSV yang terdiri dari tanggal, waktu masuk, waktu keluar, dan nama subjek. Pengujian dilakukan dengan beberapa contoh kasus dan pengujian dengan lima subjek berbeda. Masing-masing subjek dilakukan percobaan presensi sebanyak lima kali dengan jarak  $\pm 40$  cm. Algoritma dapat mengenali subjek secara akurat jika subjek menghadap ke depan tepat pada modul akuisisi citra.

**Kata Kunci**: Presensi; Pengolahan Citra; *Histogram of Oriented Gradients* (HOG)

### PENDAHULUAN

Sistem presensi merupakan hal yang biasa ditemui setiap harinya oleh pegawai ataupun pelajar/mahasiswa. Presensi yang tersusun secara rapi tentunya memudahkan saat dilakukan pendataan. Sistem presensi konvensional contohnya yaitu presensi menggunakan tanda tangan kehadiran. Namun presensi tanda tangan kehadiran rawan untuk disalahgunakan dan dimanipulasi. Sistem presensi menggunakan tanda tangan kehadiran mudah untuk dilakukan pemalsuan tanda tangan. Hal ini merupakan salah satu faktor yang mendorong sistem presensi konvensional menjadi sistem presensi sidik jari (*fingerprint*). Presensi yang digunakan untuk meminimalisir penyalahgunaan yaitu

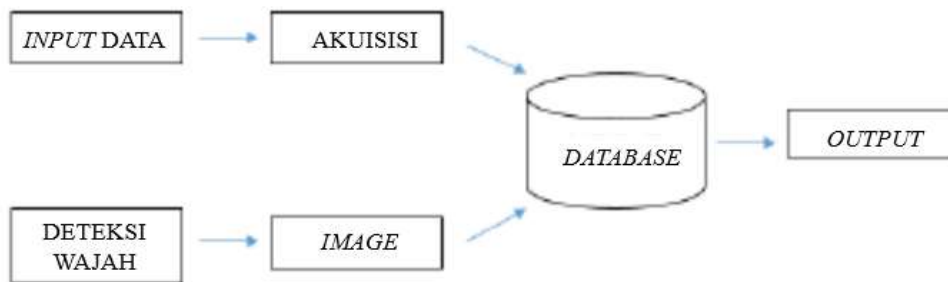
---

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Elektro Universitas Tarumanagara

dengan menggunakan presensi non-kontak dengan memanfaatkan teknologi pengenalan citra.

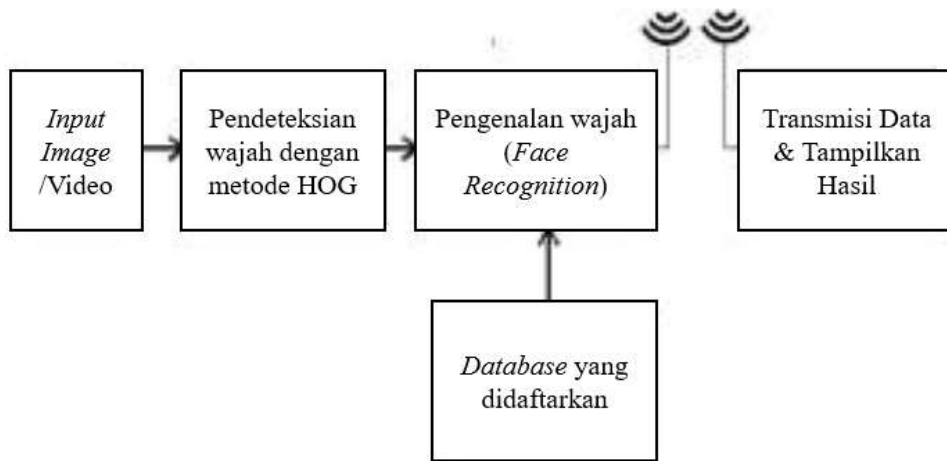
*Image processing* atau pengolahan citra digital merupakan metode yang digunakan untuk mengolah ataupun memproses dari gambar asli sehingga menghasilkan gambar lain yang sesuai dengan kebutuhan [1]. Contoh pengaplikasian pengolahan citra antara lain *editing* foto, *magnetic resonance imaging* (MRI) dalam ilmu medis, *remote sensing*, *barcode* untuk perdagangan, ataupun *monitoring* lalu lintas[2], [3].

Beberapa survei dilakukan mengenai sistem presensi yang sudah ada. Survei dilakukan dengan beberapa studi literatur dan membandingkan alat yang telah dibuat dengan alat yang dirancang. Survei pertama menggunakan jurnal berjudul “Sistem Absensi dengan *OpenCV Face Recognition* dan Raspberry Pi” yang ditulis oleh Astrid Nabila Prima, Cipto Prabowo, dan Rasyidah [4]. Jurnal tersebut menjelaskan bahwa sistem absensi menggunakan 4 komponen utama yaitu Raspberry Pi sebagai kontrol sistem, Pi *Camera* sebagai kamera, MySQL sebagai *software* pembuatan *database*, *Library OpenCV*, dan laptop sebagai penampil informasi. Cara kerja sistem tersebut dimulai dari pengumpulan gambar objek wajah menggunakan Pi *Camera*. Kemudian jika objek wajah telah terdeteksi maka 2 akan dikonversi ke dalam warna *grayscale* menggunakan *library OpenCV*. Objek wajah tersebut kemudian di-*cropping* dan *scalling* dengan tujuan menyeragamkan ukuran gambar. Data tersebut akan diproses dalam fitur *Haar* yang ada pada algoritma *Eigenface* untuk mendapatkan data wajah masing-masing orang. Setelah proses akuisisi maka data sudah dapat disimpan ke dalam database.



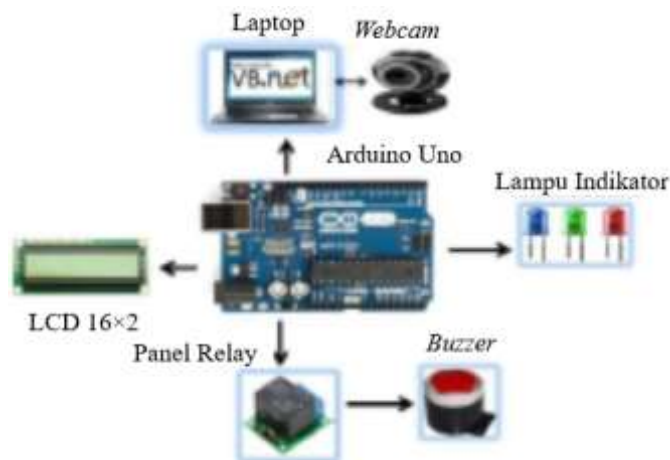
■ **Gambar 1.** Diagram Blok Sistem Absensi dengan *OpenCV Face Recognition* dan Raspberry Pi [4]

Survei kedua menggunakan jurnal berjudul “Rancang Bangun Pemantauan Absensi Mahasiswa dengan Menggunakan Sidik Wajah secara Simultan Melalui CCTV Ruang Kelas” yang ditulis oleh Saeful Bahri dan Heri Kusindaryadi [5]. Jurnal tersebut menjelaskan bahwa alat yang dirancang memiliki 4 komponen yaitu Laptop Intel Core i3 CPU M350 @2,27GHz sebagai *remote* Raspberry dan penampil informasi, Raspberry Pi Type B sebagai kontrol sistem, Raspberry Pi *Camera* V1.3 sebagai kamera, MySQL sebagai *database*, dan *power supply* sebagai sumber tegangan Raspberry. Cara kerja sistem dimulai dengan tahap awal *input image/video* wajah mahasiswa. Kemudian hasil gambar *image/video* wajah mahasiswa akan dikenali sistem pengenalan wajah dan dicocokkan oleh *database* yang didaftarkan mahasiswa oleh Raspberry. Proses transmisi data dan menjalankan server dilakukan oleh PC/laptop. Sedangkan Raspberry bertugas memproses dua server, yang pertama server PHP yang dikendalikan oleh kontrol XAMPP untuk menangani web dan, yang kedua server python yang berfungsi 3 menjalankan proses pengenalan wajah. Metode yang digunakan untuk pengenalan wajah adalah metode *Histogram of Oriented Gradients* (HOG).



■ **Gambar 2.** Diagram Blok Alat Rancang Bangun Pemantauan Absensi Mahasiswa dengan Menggunakan Sidik Wajah secara Simultan Melalui CCTV Ruang Kelas [5]

Survei ketiga menggunakan jurnal berjudul “Prototype Sistem Absensi Dengan Metode Face Recognition Berbasis Arduino Pada SMK Negeri 5 Kabupaten Tangerang” yang ditulis oleh Diah Aryani, Muhammad Nur Ihsan, dan Puspita Septiayani [6]. Jurnal tersebut menjelaskan bahwa alat rancangan terdiri dari Laptop Acer Aspire E14 yang dilengkapi dengan *webcam*, Arduino Uno sebagai kontroler, LCD *Display* 2×16 sebagai penampil informasi, lampu LED sebagai indikator, relay, *buzzer*, dan *power supply* 12V. Cara kerja dari rancangan tersebut dimulai dari Arduino Uno sebagai pemroses untuk memberikan instruksi pada komponen yang lain. Lampu LED yang berfungsi sebagai indikator bahwa alat sudah menyala. Webcam digunakan untuk menangkap gambar yang kemudian hasil gambar akan dicocokkan dengan database yang telah dimasukkan dalam program *visual basic*.



■ **Gambar 3.** Diagram Blok Prototype Sistem Absensi Dengan Metode Face Recognition Berbasis Arduino [6]

Alat yang dirancang adalah sebuah alat presensi berdasarkan pengenalan wajah. Alat ini mengaplikasikan teknologi computer vision dari bidang ilmu pengenalan citra. Teknologi ini digunakan untuk melakukan pengenalan wajah pengguna saat melakukan presensi. Algoritma untuk pengenalan wajah yang digunakan pada perancangan ini adalah *Histogram of Oriented Gradients* (HOG). Alat presensi non-kontak yang dirancang mencatat waktu kehadiran dan kepulangan dalam data CSV yang diharapkan dapat memudahkan pendataan presensi. Sistem presensi ini membantu pencatatan waktu kehadiran sesuai dengan waktu kedatangan dan kepulangan serta tidak dapat dimanipulasi.

## METODE PENELITIAN

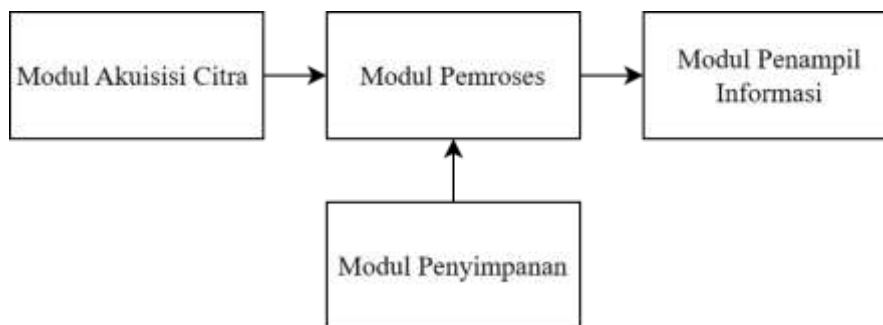
### Deskripsi Konsep

Alat yang dirancang adalah alat presensi yang memanfaatkan teknologi pengenalan citra. Alat presensi mencocokkan gambar wajah dengan data yang telah dimasukkan ke dalam sistem penyimpanan. Sistem penyimpanan menggunakan penyimpanan data berupa *flash memory*. Data disimpan dalam *flash memory* berupa *micro SD* pada modul pemroses.

Alat terdiri dari modul akuisisi citra, modul pemroses, modul penampil informasi, dan modul penyimpanan. Modul akuisisi citra menggunakan *webcam* Logitech C920 yang berfungsi untuk mengambil citra dan mendeteksi wajah saat melakukan presensi. Modul pemroses yang digunakan adalah Raspberry Pi 4B yang berfungsi mengolah data citra. Pengolahan data citra menggunakan metode *Histogram of Oriented Gradients (HOG)* dan *machine learning neural network* untuk melakukan 128 pengukuran dari setiap wajah yang kemudian disimpan pada modul penyimpanan. Modul penyimpanan yang digunakan berupa *micro SD* 64 GB yang terpasang pada Raspberry Pi 4B. Modul penampil informasi yang digunakan berupa LCD 7 Inch *Capacitive Touch Screen*. LCD berfungsi untuk menampilkan aplikasi sistem presensi yang menambahkan data karyawan, presensi masuk, presensi keluar, dan melihat daftar kehadiran. Modul pemroses ditempatkan bersama modul akuisisi citra, dan modul penampil informasi berupa LCD 7 Inch *Capacitive Touch Screen* pada sebuah maket berbahan akrilik.

### Diagram Blok

Alat ini terdiri dari 4 buah modul yaitu modul akuisisi citra, modul pemroses, modul penampil informasi, dan modul penyimpanan. Hasil tangkapan gambar dari modul akuisisi citra akan diproses oleh modul pemroses. Selanjutnya data yang sudah ditangkap tersebut akan disimpan pada modul penyimpanan. Modul penampil informasi berfungsi untuk menampilkan aplikasi presensi yang meliputi meliputi tambah data karyawan, presensi masuk, presensi keluar, dan daftar kehadiran. Diagram blok perancangan dapat dilihat pada Gambar 4.



■ **Gambar 4.** Diagram Blok Alat Presensi Berdasarkan Pengenalan Wajah

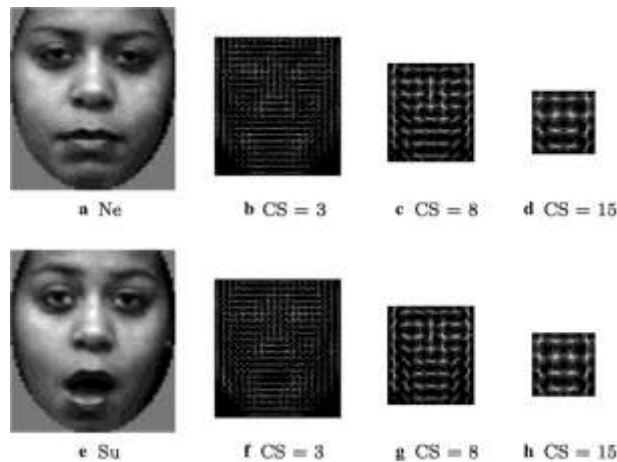
### Pengolahan Citra

Pengolahan citra merupakan suatu bentuk pengolahan sinyal dengan *input* berupa gambar yang kemudian ditransformasikan menggunakan teknik tertentu menjadi gambar lain sebagai *output*. Tujuan utama dari pengolahan citra adalah mengubah bentuk citra (gambar) menjadi bentuk digital dan melakukan operasi dengan algoritma tertentu untuk mendapatkan model atau mengekstrak informasi yang diperlukan dari citra (gambar) [7].

### Histogram of Oriented Gradients (HOG)

*Histogram of Oriented Gradients (HOG)* merupakan deskriptor fitur yang digunakan pada computer vision dan pemrosesan gambar untuk mendeteksi objek. Deskriptor ini menghitung nilai

gradien dalam daerah tertentu pada suatu citra. Setiap citra memiliki karakteristik yang ditunjukkan dengan distribusi gradien yang diperoleh dari pembagian citra ke dalam bagian yang lebih kecil atau *cell*. Setiap *cell* menyusun histogram berdasarkan *magnitude* dan gradien. Kombinasi dari histogram ini dijadikan sebagai deskriptor yang mewakili sebuah objek [8]. Contoh transformasi gambar menggunakan deskriptor HOG dapat dilihat pada Gambar 5.



■ Gambar 5. Transformasi Gambar Menggunakan Deskriptor HOG [8]

### Web Kamera

*Web camera* atau disingkat *webcam* merupakan perangkat kamera digital sebagai penangkap citra atau gambar yang dikendalikan oleh sebuah komputer [9]. Beberapa merek *webcam* dapat dimanfaatkan untuk sistem keamanan, karena telah dilengkapi dengan *software* yang mampu mendeteksi pergerakan dan suara. *Webcam* umumnya digunakan dalam bidang telekomunikasi, bidang keamanan, dan bidang industri. Contoh dari penerapan *webcam* diantaranya digunakan untuk *video call*, *chatting*, *surveillance camera*, dan *video conference* [10].



■ Gambar 6. Webcam

### Mikroprosesor

Mikroprosesor merupakan sebuah *chip Integrated Circuit* (IC) yang disebut juga dengan *Central Processing Unit* (CPU). Pada mikroprosesor terdapat rangkaian *Arithmetic Logic Unit* (ALU) dan register-register yang berfungsi sebagai pusat yang mengelola data-data digital [8]. Mikroprosesor merupakan sebuah sistem yang dibangun dengan komponen utama CPU dan komponen lain yaitu *Read Only Memory* (ROM), *Random Access Memory* (RAM), *Input Unit*, dan *Output Unit* (I/O).



■ Gambar 7. Raspberry Pi

### **Micro Secure Digital (SD)**

*Micro Secure Digital (SD)* merupakan media penyimpanan *non-volatile* yang dikembangkan oleh *SD Card Association*. *Micro SD* umumnya digunakan sebagai media penyimpanan untuk perangkat *portable* seperti telepon selular, kamera, *voice recorder*, maupun *MP3 player*. *Micro SD* merupakan jenis kartu memori yang banyak digunakan untuk perangkat selular karena bentuknya yang kecil dan mampu menampung dengan kapasitas besar [12].



■ **Gambar 8.** *Micro SD*

### **Liquid Crystal Display (LCD)**

*Liquid Crystal Display (LCD)* merupakan komponen elektronika yang berfungsi menampilkan suatu data yang dapat berupa karakter, huruf, simbol, ataupun grafik. LCD tersedia dalam bentuk modul yang memiliki pin data, kontrol catu daya, serta pengatur kontras. LCD terbuat dari *Complementary Metal Oxide Semiconductor (CMOS)* logic yang bekerja dengan memantulkan cahaya yang ada di sekitarnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. Jumlah karakter yang dapat ditampilkan pada sebuah LCD tergantung dari spesifikasi yang dimiliki [13].






■ **Gambar 9.** *Liquid Crystal Display (LCD) Capacitive Touch Screen*

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Sistem presensi berdasarkan pengenalan wajah dilakukan pada sebuah maket maket berbahan akrilik berukuran 27 cm × 14 cm × 7 cm. Modul akuisisi citra digunakan sebagai *input* yang dihubungkan dengan modul pemroses. Modul penampil informasi juga terhubung dengan modul pemroses yang digunakan sebagai *output*. Pengujian rancangan dilakukan pada modul akuisisi citra, modul pemroses, modul penampil informasi dan keseluruhan sistem.

Pengujian modul akuisisi citra dilakukan dengan percobaan menghubungkan modul dengan *input* sebesar 5 Volt dan melakukan percobaan pengambilan foto. Pengujian bertujuan untuk mengetahui modul akuisisi citra dapat berfungsi dengan baik. Hasil pengujian modul akuisisi citra dapat dilihat pada Tabel 1.


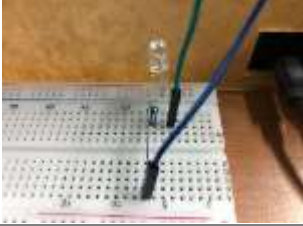
■ Tabel 1. Pengujian Modul Akuisisi Citra

Percobaan	Hasil Tangkapan Gambar	Keterangan
1		Webcam Berhasil Menangkap Gambar
2		Webcam Berhasil Menangkap Gambar
3		Webcam Berhasil Menangkap Gambar

Tabel 1 menampilkan hasil pengujian modul akuisisi citra dengan beberapa subjek berbeda. Ketika modul diberikan *input high* sebesar 5 Volt, modul *webcam* berhasil menyala yaitu ditandai dengan indikator berwarna biru. *Webcam* berhasil menampilkan hasil tangkapan gambar yang diterima.

Pengujian modul pemroses dilakukan dengan menghubungkan modul pemroses dengan LED. Modul pemroses diberikan *input* tegangan *high* dan *low* untuk melihat kondisi modul pemroses dapat bekerja dengan baik sesuai yang diinginkan melalui LED. Modul pemroses diprogram untuk menyalakan sebuah lampu LED. Pengujian modul pemroses bertujuan untuk memastikan modul dapat berfungsi sesuai dengan perintah yang diberikan. Tabel pengujian modul pemroses dapat dilihat pada Tabel 2.

■ Tabel 2. Pengujian Modul Pemroses

Percobaan	Input	Hasil Tangkapan Gambar	Keterangan
1	<i>High</i>		LED Menyala
2	<i>Low</i>		LED Tidak Menyala

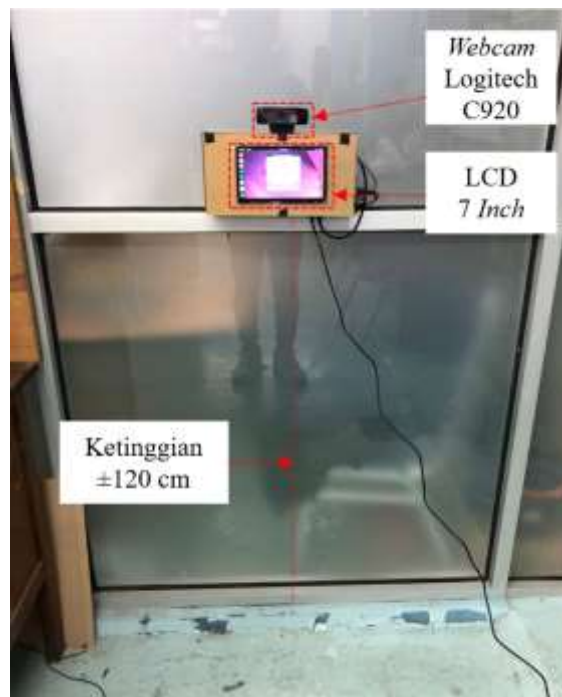
Tabel 2 menampilkan hasil pengujian modul pemroses yang diprogram untuk menyalakan sebuah lampu LED. LED menyala ketika modul pemroses diberikan *input high*. Sedangkan jika modul pemroses diberikan *input low*, LED tidak dapat menyala.

Pengujian modul penampil informasi dilakukan dengan memberikan *input* tegangan yang berbeda. Pengujian modul penampil informasi bertujuan untuk memastikan bahwa modul dapat berfungsi dengan baik. Tabel pengujian modul penampil informasi dapat dilihat pada Tabel 3.

■ **Tabel 3.** Pengujian Modul Penampil Informasi

Percobaan	Input	Hasil Tangkapan Gambar	Keterangan
1	High		LCD Menyala
2	Low		LCD Tidak Menyala

Tabel 3 menampilkan hasil pengujian modul penampil informasi dengan memberikan *input* tegangan berbeda. Modul penampil informasi atau LCD akan menyala ketika diberikan *input high*. Sedangkan jika diberikan *input low*, modul LCD tidak menyala.



■ **Gambar 10.** Realisasi Keseluruhan Sistem



Realisasi keseluruhan sistem dapat dilihat pada Gambar 7. Pengujian sistem presensi dilakukan pengujian dengan beberapa contoh kasus berbeda dan menggunakan beberapa subjek. Hasil pengujian sistem presensi dengan beberapa contoh kasus dapat dilihat pada Tabel 4.

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4. wajah pengguna tidak dapat dikenali algoritma jika menghadap kanan/kiri atau menggunakan masker selama melakukan presensi. Pengguna dapat dikenali algoritma jika menghadap modul akuisisi citra dengan tegak lurus. Jika terdapat dua orang subjek yang menghadap depan saat melakukan presensi, salah satu subjek terdeteksi dan tercatat dalam *database*.

■ Tabel 4. Hasil Pengujian Dengan Beberapa Contoh Kasus


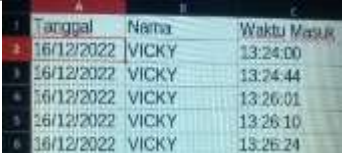

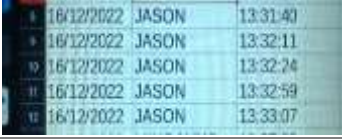

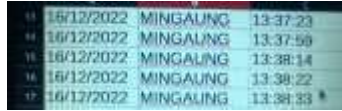

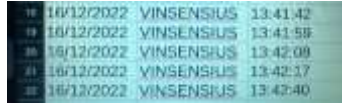

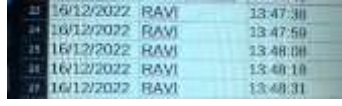
No	Kotak Dialog Hasil Pengenalan Presensi Masuk	Tampilan Data Presensi Masuk	Keterangan
1			Gambar Dapat Dikenali
2		Tidak Ada	Gambar Tidak Dapat Dikenali
3		Tidak Ada	Gambar Tidak Dapat Dikenali
4		Tidak Ada	Gambar Tidak Dapat Dikenali
5			Salah Satu Subjek Dapat Dikenali

Keterangan:

1. Satu Orang Menghadap Depan
2. Satu Orang Menghadap Kiri
3. Satu Orang Menghadap Samping Kanan
4. Satu Orang Menggunakan Masker
5. Dua Orang Menghadap Depan

Pengujian keseluruhan sistem berikutnya dilakukan dengan 5 subjek berbeda dengan percobaan masing-masing subjek sebanyak 5 kali presensi masuk dan 5 kali presensi keluar. Hasil pengujian keseluruhan sistem presensi masuk dengan 5 subjek dapat dilihat pada Tabel 5. Berdasarkan hasil pada Tabel 5, setiap subjek yang diuji berhasil dikenali oleh algoritma. Hal tersebut ditunjukkan dengan tampilan *window* dialog berupa nama subjek yang melakukan presensi. Catatan kehadiran presensi masuk yang berupa tanggal dan waktu tercatat dalam file Csv.


■ **Tabel 5.** Hasil Pengujian Presensi Masuk Dengan 5 Subjek

No	Hasil	Kotak Dialog Presensi	Tampilan Data Presensi
		Masuk	Masuk
1	✓		
2	✓		
3	✓		
4	✓		
5	✓		

Keterangan: ✓ (Berhasil)

Hasil pengujian presensi keluar dengan 5 subjek dapat dilihat pada Tabel 6. Berdasarkan hasil pada tabel 3, setiap subjek berhasil melakukan presensi keluar. Subjek berhasil dikenali oleh algoritma pengenalan wajah. Subjek yang berhasil dikenali ditunjukkan dengan kotak dialog berupa nama subjek yang melakukan presensi. Catatan kehadiran presensi keluar yang berisikan tanggal, nama, dan waktu presensi subjek tercatat dalam file Csv.

■ **Tabel 6.** Hasil Pengujian Presensi Keluar Dengan 5 Subjek

No	Hasil	Kotak Dialog Presensi	Tampilan Data Presensi
		Keluar	Keluar
1	✓		
2	✓		
3	✓		

4	✓		
5	✓		

Keterangan: ✓ (Berhasil)

## KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut: Modul akuisisi citra berupa *webcam* Logitech C920 dapat menyala setelah diberikan *input* tegangan sebesar 5 Volt yaitu ditandai dengan lampu indikator berwarna biru pada *webcam*. Sistem dapat mengenali salah satu wajah jika terdapat dua orang subjek dalam jangkauan modul akuisisi citra saat melakukan presensi. Pengenalan wajah terbatas pada satu orang menghadap ke depan dengan pengujian 10 subjek yang terdeteksi 100% baik untuk presensi masuk dan presensi keluar ditunjukkan dengan tercatatnya nama dan waktu kehadiran.

### B. Saran

Saran untuk perancangan alat presensi berdasarkan pengenalan wajah ini yaitu: Sistem presensi dapat dikembangkan menggunakan *database cloud* agar dapat memudahkan pemeriksaan daftar hadir karena dapat diperiksa oleh user yang berwenang dari ponsel maupun komputer. Sistem presensi dapat diatur untuk menyimpan data waktu terawal saat melakukan presensi saat melakukan presensi masuk dan data waktu yang terakhir saat melakukan presensi keluar.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. N. Afian, "Rancang Bangun Sistem Navigasi Kapal Laut berbasis pada Image Processing metode Color Detection," *Jurnal Teknik Elektro*, 2014.
- [2] A. W. Kusuma and R. L. Ellyana, "Penerapan Citra Terkompresi Pada Segmentasi Citra Menggunakan Algoritma K-Means," *Jurnal Terapan Teknologi Informasi*, vol. 2, no. 1, pp. 65–74, 2018.
- [3] D. Junaidy, M. Wulandari, and H. Tanudjaja, "Real time face detection using haar-like feature method and local binary pattern method," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, vol. 508, no. 1, p. 012076.
- [4] A. Nabila Prima, C. Prabowo, and Rasyidah, "Sistem Absensi dengan OpenCV Face Recognition dan Raspberry Pi," *Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, vol. 1, no. 2, pp. 57–66, 2020, [Online]. Available: <http://jurnal-itsi.org>
- [5] S. Bahri and H. Kusindaryadi, "Rancang Bangun Pemantauan Absensi Mahasiswa dengan Menggunakan Sidik Wajah secara Simultan Melalui CCTV Ruang Kelas," *RESISTOR*, vol. 3, no. 1, 2020.
- [6] D. Aryani, M. N. Ihsan, P. Septiyani, ) Sistem, K. Stmik, and R. Tangerang, "PROTOTYPE SISTEM ABSENSI DENGAN METODE FACE RECOGNITION BERBASIS ARDUINO PADA SMK NEGERI 5 KABUPATEN TANGERANG," *SMIK AMIKOM*, vol. 5, no. 1, 2017.
- [7] D. Iskandar, "Digital Image Processing Untuk Grading Citra Buah Manggis menggunakan Metode K-NN," *Smart Comp: Jurnalnya Orang Pintar Komputer*, vol. 11, no. 2, pp. 116–123, 2022.
- [8] W. Zhou, S. Gao, L. Zhang, and X. Lou, "Histogram of oriented gradients feature extraction from raw Bayer pattern images," *IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs*, vol. 67, no. 5, pp. 946–950, 2020.
- [9] C. Mauko and S. Tunliu, "KONTROLARAH GERAK WEB KAMERA (WEBCAM) BERBASIS WEB," *J. Ilm. Flash*, vol. 2, no. 2, p. 106, 2019.

- [10] Zunaidi and Achmad Yusuf, “Rancang Bangun Pendeteksi Tempat Parkir Kosong Berbasis Citra Digital,” STIKOM Surabaya, 2013.
- [11] H. Nisya and I. Istikmal, “Implementasi Alat Peraga Interkoneksi Mikroprosesor Dengan Input/output Pada Mata Kuliah Mikroprosesor,” eProceedings of Engineering, vol. 8, no. 3, 2021.
- [12] K. Goyal and A. Tripathi, “Flash Memory and Micro SD Card”.
- [13] M. Clary, “Interfacing to an LCD Screen Using an Arduino,” College of Engineering, 2015.