



RANCANG BANGUN ALAT PENGUNCI PINTU OTOMATIS BERBASIS PENGENALAN WAJAH MENGGUNAKAN RASPBERRY PI

Siti Ayu Luffiyati Hamid¹, Ahwan Ahmadi², Hadian Mandala Putra³, Hendra
Setiawan⁴, Ida Nurcahyani⁵

^{1,4,5}Universitas Islam Indonesia, Jl. Kaliurang km 14.5, Selemang, Yogyakarta, 55584

^{2,3} Universitas Hamzanwadi Pango, Jalan TGKH. M. Zainuddin Abdul Madjid Nomor 132, Pancor, Kecamatan
Selong, Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat, 83611

* Email Korespondensi: 25925009@students.uii.ac.id

INFO ARTIKEL

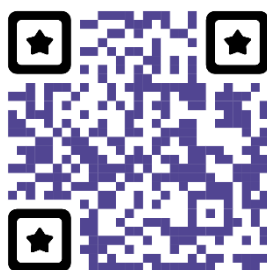
Sejarah Artikel:

Diterima Tgl. 13/07/2026

Diperbaiki Tgl. 26/07/2026

Disetujui Tgl. 28/07/2026

Tersedia daring Tgl. 29/07/2026



e-ISSN 2961-9009

p-ISSN 2963-1289

DOI:

<https://doi.org/10.64626/jukomtek.v5i2.715>

Abstract: Door security systems in government institutions generally still rely on conventional locks, which have several limitations, including the risk of being lost, easily duplicated, and the inability to automatically verify user identities. These limitations allow unauthorized visitors or individuals to enter restricted rooms without an authentication process, potentially disrupting office activities. This study aims to design and develop an automatic door locking system based on facial recognition using a Raspberry Pi as an alternative security solution. An experimental research method was employed by integrating a Raspberry Pi 3 Model B+, a USB camera, a 5V relay module, and a solenoid door lock as the hardware components, while the software was developed using the Python programming language, the OpenCV library, and the Local Binary Pattern Histogram (LBPH) algorithm for facial recognition. The proposed system detects a user's face and compares it with the registered facial database before automatically unlocking the door for authorized users. Experimental results indicate that the system achieved a facial recognition accuracy ranging from 40% to 90%, with performance influenced by lighting conditions, facial orientation, and the use of accessories such as eyeglasses. In addition, the system successfully controlled the automatic door locking mechanism according to the authentication results. Therefore, the developed system can serve as a practical and effective alternative to conventional door locking systems for improving access control in office environments.

Keywords:

Raspberry Pi, Face Recognition, Local Binary Pattern Histogram (LBPH), OpenCV, Automatic Door Lock.

Abstrak: Sistem pengamanan pintu pada instansi pemerintahan umumnya masih menggunakan kunci konvensional yang memiliki berbagai kelemahan, seperti mudah hilang, rentan diduplikasi, serta tidak mampu melakukan verifikasi identitas pengguna secara otomatis. Kondisi tersebut memungkinkan tamu atau pihak yang tidak berkepentingan memasuki ruangan tanpa proses autentikasi sehingga dapat mengganggu aktivitas kerja di dalam ruangan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat pengunci pintu otomatis berbasis pengenalan wajah menggunakan Raspberry Pi sebagai alternatif sistem keamanan yang lebih efektif. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan mengintegrasikan Raspberry Pi 3 Model B+, kamera USB, modul relay 5V, dan solenoid door lock sebagai perangkat keras, sedangkan perangkat lunak dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Python, pustaka OpenCV, serta algoritma Local Binary Pattern Histogram (LBPH) sebagai metode

	pengenalan wajah. Sistem bekerja dengan mendeteksi wajah pengguna, kemudian membandingkannya dengan data wajah yang telah tersimpan sebelum memberikan akses untuk membuka pintu secara otomatis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali wajah dengan tingkat akurasi berkisar antara 40% hingga 90%, di mana variasi akurasi dipengaruhi oleh kondisi pencahayaan, posisi wajah, dan penggunaan aksesoris seperti kacamata. Selain itu, sistem mampu mengendalikan mekanisme buka dan tutup pintu secara otomatis sesuai hasil autentikasi pengguna. Dengan demikian, alat yang dikembangkan dapat menjadi alternatif sistem pengamanan pintu yang lebih praktis dan efektif dibandingkan penggunaan kunci konvensional pada lingkungan perkantoran. Kata Kunci: Raspberry Pi, Pengenalan Wajah, Local Binary Pattern Histogram (LBPH), OpenCV, Sistem Pengunci Pintu.
	©2022. Diterbitkan oleh Jurnal Komputer dan Teknologi (JUKOMTEK). Artikel ini memiliki akses terbuka di bawah lisensi CC BY (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi telah mendorong inovasi pada berbagai bidang, termasuk sistem keamanan akses ruangan. Salah satu teknologi yang berkembang pesat adalah sistem autentikasi biometrik berbasis pengenalan wajah (face recognition), yang mampu mengenali identitas pengguna secara otomatis tanpa memerlukan media fisik seperti kunci atau kartu akses. Pemanfaatan teknologi ini didukung oleh perkembangan embedded system seperti Raspberry Pi yang memiliki ukuran ringkas, konsumsi daya rendah, serta mampu menjalankan aplikasi pengolahan citra menggunakan OpenCV. Penelitian (Alifiansyah *et al.*, 2024) menunjukkan bahwa sistem otentifikasi akses pintu berbasis Raspberry Pi mampu meningkatkan keamanan sekaligus memberikan proses autentikasi yang lebih praktis dan efisien dibandingkan penggunaan kunci konvensional. Selain itu, perkembangan metode pengenalan wajah berbasis deep learning juga menunjukkan bahwa sistem keamanan pintu dapat bekerja secara cepat dan akurat untuk mendukung pengendalian akses secara otomatis.

Meskipun demikian, sebagian besar sistem keamanan pintu yang masih menggunakan kunci mekanis memiliki berbagai keterbatasan, seperti risiko kehilangan kunci, duplikasi kunci, serta tidak adanya pencatatan riwayat akses pengguna. Kondisi tersebut menyebabkan proses pengawasan terhadap aktivitas keluar masuk ruangan menjadi kurang optimal. Penelitian (Server, 2026) mengembangkan sistem Smart Door Lock berbasis Raspberry Pi menggunakan OpenCV dan algoritma Local Binary Pattern Histogram (LBPH) yang mampu mengenali wajah pengguna, membuka pintu secara otomatis, serta menyimpan riwayat akses melalui aplikasi berbasis web. Selain itu, (Irnayanti and Elfizon, 2024) mengembangkan sistem akses pintu berbasis face

recognition yang terintegrasi dengan aplikasi Telegram sehingga pemilik dapat menerima notifikasi beserta informasi pengguna secara real-time.

Berbagai penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa teknologi face recognition dapat diterapkan untuk meningkatkan keamanan akses pintu. Irnayanti dan (Zulfikar *et al.*, 2023) mengembangkan sistem keamanan pintu berbasis Raspberry Pi dengan memanfaatkan kamera, OpenCV, relay, dan solenoid door lock, serta menambahkan fitur contactless door bell untuk meningkatkan kenyamanan pengguna. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali wajah pengguna yang telah terdaftar sehingga hanya pengguna yang memiliki hak akses yang dapat membuka pintu secara otomatis.

Perkembangan penelitian selanjutnya mengarah pada integrasi teknologi Internet of Things (IoT) dan metode pengenalan wajah yang lebih kompleks. (Septyanlie *et al.*, 2024) mengembangkan sistem keamanan pintu berbasis face recognition, sensor fingerprint, dan aplikasi Telegram sebagai media monitoring. Sementara itu, (Saputra *et al.*, 2024) menerapkan TensorFlow Lite pada ESP32-CAM untuk menghasilkan sistem keamanan pintu dengan tingkat akurasi pengenalan wajah sebesar 91%. Penelitian lain yang dilakukan oleh (Nuraeni *et al.*, 2024) mengintegrasikan Convolutional Neural Network (CNN), liveness detection, dan RFID sehingga mampu meningkatkan akurasi pengenalan wajah serta mengurangi risiko pemalsuan identitas.

Berdasarkan berbagai penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa sistem keamanan pintu berbasis pengenalan wajah terus mengalami perkembangan baik dari sisi perangkat keras maupun metode yang digunakan. Namun, beberapa penelitian masih memanfaatkan metode yang membutuhkan komputasi relatif tinggi, autentikasi ganda, atau perangkat tambahan sehingga implementasinya menjadi lebih kompleks. Oleh karena itu, masih diperlukan pengembangan sistem keamanan pintu yang menggunakan metode pengenalan wajah dengan kebutuhan komputasi yang lebih ringan tetapi tetap memiliki performa yang baik ketika dijalankan pada Raspberry Pi.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan alat pengunci pintu otomatis berbasis pengenalan wajah menggunakan Raspberry Pi sebagai pengendali utama dengan memanfaatkan OpenCV, Haar Cascade Classifier sebagai metode deteksi wajah, serta Local Binary Pattern Histogram (LBPH) sebagai metode pengenalan wajah. Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu memberikan autentikasi pengguna secara cepat, praktis, dan efisien sehingga dapat meningkatkan keamanan akses pintu dibandingkan sistem penguncian konvensional.

Meskipun berbagai penelitian telah berhasil mengembangkan sistem keamanan pintu berbasis *face recognition*, masih terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Alifiansyah et al. (2024) mengembangkan sistem autentikasi menggunakan Raspberry Pi yang

mampu meningkatkan keamanan akses pintu, namun penelitian tersebut lebih berfokus pada implementasi sistem. Mardiani et al. (2024) menerapkan OpenCV dan algoritma *Local Binary Pattern Histogram* (LBPH) dengan penambahan aplikasi berbasis web untuk pencatatan riwayat akses. Sementara itu, Irnayanti dan Elfizon (2024) menambahkan fitur *contactless door bell*, Zulfikar et al. (2023) mengintegrasikan teknologi Internet of Things (IoT), *fingerprint*, dan Telegram, sedangkan Septyanlie et al. (2024) serta Saputra et al. (2024) memanfaatkan metode *deep learning* seperti TensorFlow Lite, *Convolutional Neural Network* (CNN), dan *liveness detection* yang memerlukan sumber daya komputasi lebih besar. Berdasarkan kondisi tersebut, masih diperlukan pengembangan sistem keamanan pintu yang menggunakan metode pengenalan wajah dengan kebutuhan komputasi lebih ringan, mudah diimplementasikan pada Raspberry Pi, serta tetap mampu memberikan tingkat akurasi yang baik. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan penggunaan OpenCV dengan metode Haar Cascade Classifier sebagai deteksi wajah dan *Local Binary Pattern Histogram* (LBPH) sebagai metode pengenalan wajah untuk menghasilkan sistem keamanan pintu yang sederhana, efisien, dan sesuai diterapkan pada perangkat *embedded system*.

Berdasarkan permasalahan dan hasil penelitian terdahulu tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan membangun alat pengunci pintu otomatis berbasis pengenalan wajah menggunakan Raspberry Pi sebagai pengendali utama. Sistem dikembangkan dengan memanfaatkan kamera USB sebagai media akuisisi citra, OpenCV sebagai pustaka pengolahan citra, metode Haar Cascade Classifier untuk mendeteksi wajah, serta algoritma *Local Binary Pattern Histogram* (LBPH) untuk proses pengenalan wajah. Sistem yang diusulkan diharapkan mampu memberikan autentikasi pengguna secara cepat, praktis, dan efisien sehingga dapat meningkatkan keamanan akses pintu dibandingkan penggunaan kunci konvensional serta menjadi alternatif sistem keamanan yang mudah diterapkan pada lingkungan perkantoran maupun instansi pemerintah.

LANDASAN TEORI

Sistem Pengunci Pintu Otomatis

Sistem keamanan pintu berbasis pengenalan wajah memanfaatkan teknologi biometrik untuk mengidentifikasi pengguna berdasarkan karakteristik wajah. Pada sistem ini, Raspberry Pi berfungsi sebagai pengendali utama yang terhubung dengan kamera, relay, dan solenoid door lock. Wajah pengguna dideteksi menggunakan metode Haar Cascade, kemudian dikenali menggunakan algoritma PCA-GA. Jika wajah sesuai dengan data yang tersimpan, relay akan mengaktifkan solenoid sehingga pintu terbuka secara otomatis. Penelitian Subiyanto dkk. (2020) menunjukkan bahwa metode PCA-GA mampu mencapai akurasi pengenalan wajah sebesar 90%, sehingga

efektif diterapkan pada sistem keamanan pintu berbasis Raspberry Pi. Raspberry Pi (Subiyanto *et al.*, 2020).

Raspberry Pi

merupakan komputer papan tunggal (Single Board Computer) berukuran kecil yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem embedded, Internet of Things (IoT), serta aplikasi computer vision. Raspberry Pi mampu menjalankan sistem operasi Linux dan mendukung berbagai bahasa pemrograman, termasuk Python. Selain itu, Raspberry Pi dapat dihubungkan dengan kamera, relay, sensor, serta perangkat aktuator lainnya sehingga sangat sesuai digunakan sebagai pusat pengendali sistem keamanan berbasis pengenalan wajah. Penelitian Elnozahy dkk. (2025) menunjukkan bahwa Raspberry Pi dapat diimplementasikan sebagai pengendali sistem keamanan pintu berbasis pengenalan wajah secara real-time dengan memanfaatkan kamera, relay, solenoid lock, dan pustaka OpenCV, sehingga menghasilkan sistem yang ekonomis, fleksibel, dan mudah dikembangkan (Elnozahy, Pari and Liang, 2025)

Pengenalan Wajah (Face Recognition)

Pada penelitian ini, teknologi face recognition dipilih sebagai metode autentikasi karena memiliki beberapa keunggulan dibandingkan sistem keamanan berbasis kartu RFID, PIN, maupun sidik jari. Kartu RFID masih memiliki kelemahan karena dapat hilang, tertinggal, dipinjamkan, atau digunakan oleh orang lain, sedangkan PIN berpotensi diketahui oleh pihak lain. Sementara itu, sistem sidik jari memerlukan kontak langsung dengan sensor sehingga kurang praktis pada kondisi tertentu. Sebaliknya, face recognition memanfaatkan karakteristik wajah yang bersifat unik sehingga proses autentikasi dapat dilakukan secara otomatis tanpa media fisik dan tanpa kontak langsung. Oleh karena itu, metode ini dinilai lebih sesuai untuk diterapkan sebagai sistem pengendalian akses pada ruang Kepala Bagian Pengadaan Barang dan Jasa, mengingat ruangan tersebut memiliki aktivitas keluar masuk tamu yang cukup tinggi sehingga diperlukan mekanisme autentikasi yang cepat, praktis, dan hanya memberikan akses kepada pengguna yang telah terdaftar (Arif and Farell, 2024)

Haar Cascade

Haar Cascade merupakan algoritma deteksi objek yang banyak digunakan untuk mendeteksi wajah secara cepat pada citra maupun video. Algoritma ini bekerja menggunakan fitur Haar-like dan classifier bertingkat (cascade classifier) sehingga mampu menemukan lokasi wajah secara efisien sebelum dilakukan proses pengenalan. Keunggulan Haar Cascade adalah kecepatan proses yang tinggi serta kebutuhan komputasi yang relatif rendah sehingga sesuai diterapkan pada perangkat dengan spesifikasi terbatas seperti Raspberry Pi. Penelitian Andrean dkk. (2024) menunjukkan bahwa Haar Cascade mampu mendeteksi area wajah dan

mata dengan baik, meskipun tingkat akurasinya sedikit lebih rendah dibandingkan YOLO-Face (Andrean *et al.*, 2024).

OpenCV

OpenCV (Open Source Computer Vision Library) merupakan pustaka open source yang menyediakan berbagai fungsi pengolahan citra dan computer vision. OpenCV mendukung berbagai bahasa pemrograman seperti Python, C++, dan Java serta banyak digunakan dalam pengembangan aplikasi deteksi wajah, pengenalan wajah, pelacakan objek, dan pengolahan video secara real-time. OpenCV menyediakan implementasi berbagai algoritma seperti Haar Cascade, LBPH, Eigenfaces, Fisherfaces, dan YOLO sehingga menjadi salah satu library yang paling banyak digunakan dalam pengembangan sistem berbasis visi komputer.

Local Binary Pattern Histogram (LBPH)

Local Binary Pattern Histogram (LBPH) merupakan salah satu metode pengenalan wajah yang bekerja dengan cara mengekstraksi ciri tekstur dari citra wajah. Metode ini mengubah setiap piksel menjadi nilai biner berdasarkan perbandingan dengan piksel di sekitarnya, kemudian membentuk histogram sebagai representasi karakteristik wajah. Keunggulan LBPH adalah proses komputasinya sederhana, cepat, serta cukup baik dalam mengenali wajah meskipun terdapat perubahan ekspresi maupun pencahayaan. Pada penelitian Rifki Kosasih (2021), metode LBPH digunakan untuk sistem absensi berbasis wajah dengan 750 citra wajah dan menghasilkan tingkat akurasi sebesar 86%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa LBPH mampu digunakan sebagai metode pengenalan wajah dengan performa yang cukup baik (Kosasih and Daomara, 2021).

METODE

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model pengembangan ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation). Metode ini dipilih karena bertujuan menghasilkan sebuah produk berupa alat pengunci pintu otomatis berbasis pengenalan wajah yang dapat diimplementasikan secara langsung. Model ADDIE digunakan karena memiliki tahapan yang sistematis mulai dari analisis kebutuhan hingga evaluasi sistem sehingga sesuai untuk pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak yang saling terintegrasi.

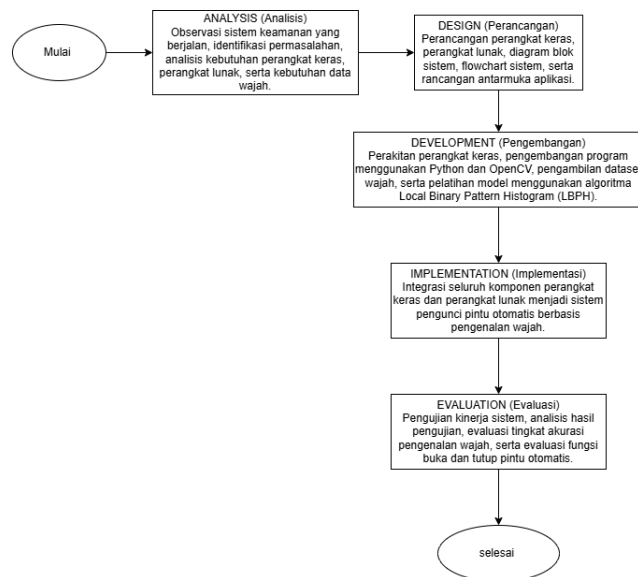
Penelitian dilaksanakan di Bagian Pengadaan Barang dan Jasa Sekretariat Daerah Kabupaten Lombok Timur. Objek penelitian adalah sistem keamanan pintu ruangan yang

sebelumnya masih menggunakan kunci konvensional. Sistem yang dikembangkan dirancang untuk mengontrol akses masuk ke ruangan melalui proses autentikasi wajah menggunakan

Raspberry Pi.

A. Tahapan Penelitian

Penelitian dilaksanakan melalui lima tahapan sesuai model ADDIE, yaitu Analysis Design, Development, Implementation, dan Evaluation sebagaimana ditunjukkan pada Gambar1.



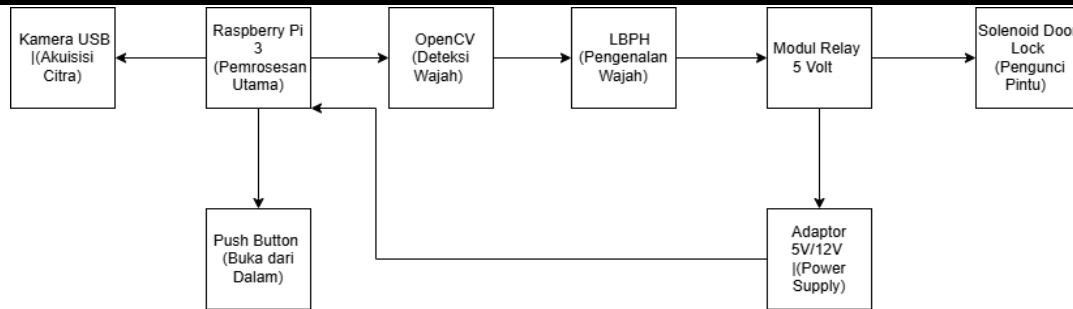
Gambar 1. Flowchart Metode Penelitian (ADDIE).

1. Analysis (Analisis)

Tahap analisis dilakukan melalui observasi secara langsung pada lokasi penelitian untuk mengidentifikasi kondisi sistem keamanan yang sedang digunakan. Hasil observasi menunjukkan bahwa akses menuju ruangan masih menggunakan kunci konvensional sehingga belum mampu melakukan verifikasi identitas pengguna secara otomatis. Selain itu dilakukan analisis kebutuhan perangkat keras, perangkat lunak, serta kebutuhan data wajah yang digunakan dalam proses pelatihan dan pengujian sistem.

2. Design (Perancangan)

Tahap perancangan meliputi desain perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras terdiri atas Raspberry Pi 3 Model B+, kamera USB sebagai perangkat akuisisi citra, relay 5V sebagai pengendali aktuator, solenoid door lock sebagai mekanisme pengunci pintu, push button sebagai pembuka pintu dari dalam ruangan, serta adaptor sebagai sumber catu daya, seperti pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Perangkat lunak dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan pustaka OpenCV. Proses pengenalan wajah menggunakan algoritma Local Binary Pattern Histogram (LBPH). Sistem dirancang sehingga kamera menangkap citra wajah pengguna, kemudian Raspberry Pi memproses citra tersebut dan menentukan apakah pengguna memiliki hak akses untuk membuka pintu, bisa di lihat di table 1 spesifikasi perangkat keras.

Tabel 1. Spesifikasi Perangkat Keras

No.	Komponen	Spesifikasi
1	Raspberry Pi	Raspberry Pi 3 Model B+
2	Kamera	USB Camera HD
3	Relay	Relay 5V 1 Channel

Perangkat keras yang digunakan terdiri atas Raspberry Pi 3 Model B+ sebagai pusat pemrosesan, kamera USB sebagai perangkat akuisisi citra, relay sebagai pengendali aktuator, solenoid door lock sebagai mekanisme pengunci pintu, push button sebagai pembuka pintu dari dalam, dan adaptor sebagai sumber daya sistem. Seluruh komponen diintegrasikan sehingga mampu menjalankan proses autentikasi wajah dan pengendalian akses pintu secara otomatis.

Tabel 2. Spesifikasi Perangkat Lunak

No.	Perangkat Lunak	Fungsi
1	Raspberry Pi OS	Sistem operasi
2	Python 3	Bahasa pemrograman
3	OpenCV	Deteksi dan pengolahan citra
4	OpenCV Face (LBPH)	Pengenalan wajah
5	Thonny IDE	Pengembangan program

Adapun table 2 spesifikasi perangkat lunak di atas pengembangan perangkat lunak dilakukan menggunakan Python pada sistem operasi Raspberry Pi OS. OpenCV digunakan untuk proses deteksi wajah, sedangkan modul OpenCV Face dengan algoritma LBPH digunakan untuk proses pengenalan wajah. Seluruh program dikembangkan menggunakan Thonny IDE yang

3. Development (Pengembangan)

Pada tahap ini dilakukan perakitan seluruh perangkat keras sesuai rancangan sistem. Selanjutnya dilakukan instalasi sistem operasi Raspberry Pi OS beserta perangkat lunak pendukung seperti Python, OpenCV, dan library yang diperlukan.

Tahap berikutnya adalah proses pengambilan dataset wajah pengguna. Setiap pengguna didaftarkan ke dalam sistem melalui proses pengambilan beberapa citra wajah dari berbagai posisi. Dataset tersebut digunakan untuk membangun basis data pengenalan wajah menggunakan algoritma *Local Binary Pattern Histogram* (LBPH).

4. Implementation (Implementasi)

Setelah seluruh komponen selesai dirakit, sistem diimplementasikan dalam bentuk prototipe alat pengunci pintu otomatis. Kamera USB menangkap citra wajah pengguna secara real-time, kemudian Raspberry Pi melakukan proses deteksi dan pengenalan wajah menggunakan algoritma LBPH. Apabila wajah yang terdeteksi sesuai dengan data yang tersimpan, Raspberry Pi mengaktifkan relay sehingga solenoid door lock membuka pintu secara otomatis. Sebaliknya, apabila wajah tidak dikenali, pintu tetap berada dalam kondisi terkunci.

5. Evaluation (Evaluasi)

Tahap evaluasi dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem yang telah dikembangkan. Pengujian dilakukan terhadap kemampuan sistem dalam mendeteksi wajah, mengenali identitas pengguna, serta mengendalikan mekanisme buka dan tutup pintu secara otomatis. Selain itu dilakukan pengujian pada beberapa kondisi pencahayaan, posisi wajah, dan penggunaan aksesoris seperti kacamata untuk mengetahui pengaruhnya terhadap tingkat akurasi pengenalan wajah.

B. Perangkat Penelitian

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas Raspberry Pi 3 Model B+, kamera USB, modul relay 5V, solenoid door lock 12V, push button, adaptor daya, kabel jumper, dan monitor. Perangkat lunak yang digunakan meliputi Raspberry Pi OS, Python, OpenCV, Visual Studio Code/Thonny IDE, serta algoritma *Local Binary Pattern Histogram* (LBPH) sebagai metode pengenalan wajah.

C. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, studi pustaka, dan dokumentasi. Observasi dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi sistem keamanan yang digunakan pada lokasi penelitian. Studi pustaka dilakukan dengan mengkaji jurnal ilmiah, buku, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan sistem keamanan, Raspberry Pi, OpenCV, dan pengenalan wajah. Dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan dataset citra wajah pengguna yang digunakan sebagai data pelatihan dan pengujian sistem.

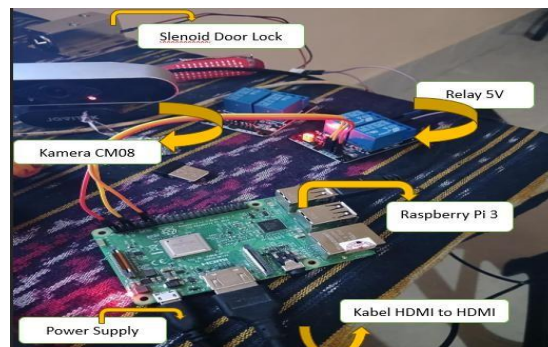
D. Teknik Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode pengujian fungsional (black-box testing) untuk memastikan seluruh komponen bekerja sesuai rancangan. Pengujian meliputi proses registrasi wajah, deteksi wajah, pengenalan identitas menggunakan algoritma LBPH, aktivasi relay, pembukaan solenoid door lock, serta pengujian terhadap wajah yang terdaftar maupun yang tidak terdaftar. Selain itu dilakukan pengujian pada berbagai kondisi pencahayaan dan penggunaan aksesoris untuk mengetahui pengaruhnya terhadap tingkat akurasi pengenalan wajah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras dilakukan dengan merangkai seluruh komponen sistem sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Sistem terdiri atas Raspberry Pi sebagai pengendali utama, kamera USB sebagai perangkat akuisisi citra, relay sebagai pengendali aktuator, solenoid door lock sebagai mekanisme pengunci pintu, push button sebagai akses pembukaan pintu dari dalam ruangan, serta catu daya sebagai sumber tegangan. Seluruh komponen dihubungkan sehingga membentuk sistem keamanan pintu berbasis pengenalan wajah yang mampu bekerja secara otomatis.



Gambar 3. Implementasi Perangkat Keras Sistem

Keterangan Gambar 3

1. Raspberry Pi 3 Model B
2. Kamera USB
3. Relay 5V 1 Channel
4. Solenoid Door Lock
5. Push Button
6. Catu Daya (Power Supply)
7. Kabel Penghubung

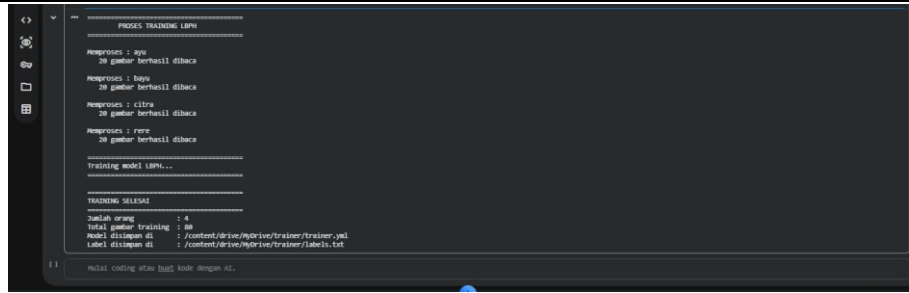
Berdasarkan Gambar 3, Raspberry Pi berfungsi sebagai pusat pengendali yang menerima citra dari kamera USB untuk diproses menggunakan algoritma Local Binary Patterns Histogram (LBPH). Hasil proses pengenalan wajah digunakan untuk mengendalikan relay melalui pin GPIO. Ketika wajah pengguna dikenali, relay akan mengaktifkan solenoid door lock sehingga pintu terbuka secara otomatis. Sebaliknya, apabila wajah tidak dikenali, relay tidak diaktifkan sehingga pintu tetap dalam kondisi terkunci. Push button digunakan sebagai alternatif untuk membuka pintu dari sisi dalam ruangan.

B. Hasil Proses Training Data

Proses training dilakukan menggunakan algoritma Local Binary Patterns Histogram (LBPH) terhadap dataset wajah yang telah dikumpulkan. Dataset terdiri atas 4 identitas pengguna, yaitu Ayu, Bayu, Citra, dan Rere, dengan 20 citra wajah untuk setiap pengguna sehingga total data pelatihan yang digunakan sebanyak 80 citra wajah. Seluruh citra wajah telah melalui proses cropping sehingga dapat langsung digunakan sebagai data pelatihan tanpa memerlukan proses deteksi wajah kembali. Hasil proses training menghasilkan model pengenalan wajah yang disimpan dalam file `trainer.yml` serta file `labels.txt` yang digunakan sebagai referensi identitas pengguna pada proses pengenalan wajah secara real-time.

Tabel 3. Hasil data training

Parameter	Hasil
Algoritma	Local Binary Patterns Histogram (LBPH)
Jumlah pengguna	4
Jumlah citra per pengguna	20
Total citra wajah	80
Citra berhasil diproses	80
Model hasil training	<code>trainer.yml</code>
File label	<code>labels.txt</code>
Parameter	Hasil
Algoritma	(LBPH)



Gambar 3. Hasil proses training model menggunakan algoritma LBPH.

Berdasarkan hasil proses training, seluruh 80 citra wajah berhasil diproses dan digunakan sebagai data pelatihan sehingga model pengenalan wajah dapat dibentuk dengan baik. Model hasil pelatihan disimpan dalam file `trainer.yml`, sedangkan identitas masing-masing pengguna disimpan pada file `labels.txt`. Kedua file tersebut digunakan pada tahap pengenalan wajah secara real-time untuk mengidentifikasi pengguna yang berhak mengakses ruangan.

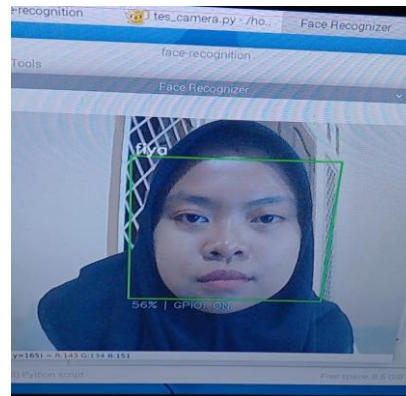
C. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan algoritma Local Binary Patterns Histogram (LBPH) dalam mengenali wajah pengguna yang telah terdaftar pada basis data. Proses pengujian dilakukan secara real-time menggunakan kamera USB yang terhubung dengan Raspberry Pi. Wajah pengguna yang tertangkap kamera terlebih dahulu dideteksi menggunakan metode Haar Cascade Classifier, kemudian dilakukan proses ekstraksi ciri dan pencocokan menggunakan model hasil pelatihan (`trainer.yml`).

Apabila nilai *confidence* berada di bawah nilai ambang (*threshold*) yang telah ditentukan, sistem akan mengenali identitas pengguna dan mengaktifkan relay sehingga solenoid door lock membuka pintu secara otomatis. Sebaliknya, apabila wajah tidak dikenali atau tidak terdaftar dalam basis data, sistem akan menampilkan status **Unknown**, relay tetap tidak aktif, dan pintu tetap dalam kondisi terkunci.

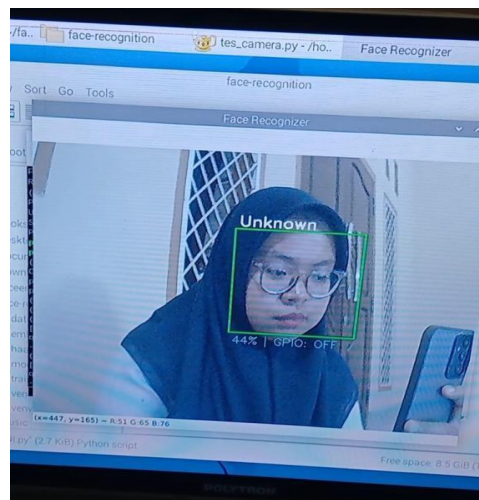
Tabel 4. Hasil Pengujian Sistem

Komponen yang Diuji	Hasil Pengujian	Status
Kamera USB	Berhasil menangkap citra wajah secara real-time	Berhasil
Deteksi wajah (Haar Cascade)	Wajah berhasil dideteksi	Berhasil
Pengenalan wajah (LBPH)	Pengguna terdaftar berhasil dikenali	Berhasil
Relay 5V	Aktif saat wajah dikenali	Berhasil
Solenoid Door Lock	Pintu terbuka secara otomatis	Berhasil
Pengguna tidak terdaftar	Ditampilkan sebagai Unknown dan akses ditolak	Berhasil



Gambar 5. Pengguna Berhasil Dikenali

Pada pengujian ini, sistem berhasil mengenali wajah pengguna yang telah terdaftar pada basis data. Setelah proses pencocokan menggunakan algoritma LBPH, identitas pengguna ditampilkan pada layar beserta nilai confidence. Karena nilai confidence berada di bawah nilai ambang yang telah ditentukan, sistem mengaktifkan relay sehingga solenoid door lock membuka pintu secara otomatis.



Gambar 6. Pengguna Tidak Dikenali

Gambar 6 menunjukkan hasil pengujian ketika sistem menampilkan status Unknown pada wajah pengguna. Kondisi ini dipengaruhi oleh perbedaan antara citra pelatihan dan citra pengujian, seperti perubahan pose wajah, pencahayaan, dan penggunaan kacamata yang memengaruhi nilai confidence pada algoritma LBPH. Akibatnya, wajah tidak memenuhi nilai ambang (threshold) sehingga diklasifikasikan sebagai Unknown. Untuk meningkatkan kinerja sistem, diperlukan penambahan variasi data pelatihan dengan berbagai pose, pencahayaan, dan penggunaan aksesoris.

D. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem keamanan pintu berbasis Local Binary Patterns Histogram (LBPH) pada Raspberry Pi berhasil melakukan pengenalan wajah dan mengendalikan akses pintu secara otomatis. Model pengenalan dibentuk menggunakan 80 citra wajah dari 4 pengguna dan disimpan dalam file trainer.yml. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu mengenali pengguna yang terdaftar dan membuka solenoid door lock melalui relay, sedangkan wajah yang tidak dikenali ditampilkan sebagai Unknown. Secara keseluruhan, algoritma LBPH terbukti dapat diterapkan sebagai metode pengenalan wajah yang ringan dan efektif pada sistem keamanan pintu berbasis Raspberry Pi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, sistem keamanan pintu berbasis pengenalan wajah menggunakan algoritma Local Binary Patterns Histogram (LBPH) pada Raspberry Pi berhasil diimplementasikan. Sistem mampu mengenali wajah pengguna yang terdaftar dan membuka solenoid door lock secara otomatis, sedangkan pengguna yang tidak dikenali tidak diberikan akses. Dengan demikian, algoritma LBPH dapat diterapkan sebagai metode pengenalan wajah yang efektif untuk mendukung sistem keamanan pintu berbasis Raspberry Pi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alifiansyah, I. *et al.* (2024) "Project Based Learning: Sistem Otentifikasi melalui Deteksi Wajah untuk Akses Pintu Otomatis Berbasis Raspberry Pi," *Jurnal Integrasi*, 16(2), pp. 191–197. Available at: <https://doi.org/10.30871/ji.v16i2.7646>.
- Andrean, M.N. *et al.* (2024) "Comparing Haar Cascade and YOLOFACE for Region of Interest Classification in Drowsiness Detection," *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 8(1), p. 272. Available at: <https://doi.org/10.30865/mib.v8i1.7167>. h
- Arif, H.C. and Farell, G. (2024) "Perancangan Sistem Absensi Digital Berbasis RFID dan Face Recognition," 2(1), pp. 51–74. Available at: <https://doi.org/10.24036/elektif.v2i1.44>.
- Elnozahy, S.S.F.A., Pari, S.C. and Liang, L.C. (2025) "Raspberry Pi-Based Face Recognition Door Lock System," *Internet of Things*, 6(2). Available at: <https://doi.org/10.3390/iot6020031>. <https://www.mdpi.com/2624-831X/6/2/31>
- Imnayanti, R. and Elfizon, E. (2024) "Face Recognition Door Security System and Contactless Bell," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 5(1), pp. 223–232. Available at: <https://doi.org/10.24036/jtein.v5i1.650>.
<http://jtein.pjj.unp.ac.id/index.php/JTEIN/article/view/650>

- Kosasih, R. and Daomara, C. (2021) "Pengenalannya dengan Menggunakan Metode Local Binary Patterns Histograms (LBPH)," *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 5(4), p. 1258. Available at: <https://doi.org/10.30865/mib.v5i4.3171>.
- Nuraeni, N. *et al.* (2024) "Sistem Akses Pintu Berbasis Face Recognition Menggunakan ESP32 Module dan Aplikasi Telegram," *Jurnal MediaTIK*, 4(3), pp. 115–119. Available at: <https://doi.org/10.59562/mediatik.v4i3.3575>. <https://eprints.unm.ac.id/30027/>
- Saputra, R.R.S. *et al.* (2024) "Design and Build a Door Security System Using a Raspberry-Pi based Liveness Detection," *JURNAL JARTEL: Jurnal Jaringan Telekomunikasi*, 14(4), pp. 400–407. Available at: <https://doi.org/10.33795/jartel.v14i4.5949>.
- Septyanlie, V.V. *et al.* (2024) "Face Recognition-Based Door Lock Security System Using TensorFlow Lite," *Journal of Electrical Engineering and Computer (JEECOM)*, 6(2), pp. 402–409. Available at: <https://doi.org/10.33650/jeecom.v6i2.9557>.
- Server, A.R. (2026) "JOURNAL CERITA :," 8(225), pp. 14–23. <https://elibrary.ru/item.asp?id=79002936>
- Subiyanto, S. *et al.* (2020) "Face recognition system with PCA-GA algorithm for smart home door security using Raspberry Pi," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 8(3), pp. 210–216. Available at: <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.2020.13590>.
- Zulfikar, R. *et al.* (2023) "Rancang Bangun Keamanan Pintu Otomatis Menggunakan Face Recognition Berbasis Internet Of Things (IoT)," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 4(2), pp. 445–453. Available at: <https://doi.org/10.24036/jtein.v4i2.385>. <http://jtein.ppj.unp.ac.id/index.php/JTEIN/article/view/385>