

## RANCANG BANGUN *SMART DOOR LOCK* MENGGUNAKAN *ARDUINO IDE* DENGAN KAMERA *ESP32-CAM* BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Moh. Ilham Firdaus<sup>1</sup>, Jamaludin<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Teknik Informatika, Institut Bisnis Muhammadiyah Bekasi, [ibmilham@gmail.com](mailto:ibmilham@gmail.com),  
[jamaludin@ibm.ac.id](mailto:jamaludin@ibm.ac.id)

### ABSTRAK

Dalam era digital saat ini, keamanan rumah menjadi salah satu aspek penting yang menuntut solusi cerdas dan efisien. Sistem kunci pintu konvensional memiliki kelemahan seperti risiko kehilangan kunci fisik dan rentan terhadap pembobolan. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem *Smart Door Lock* berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan memanfaatkan *ESP32-CAM* sebagai modul kamera serta *Arduino IDE* sebagai platform pemrograman. Tujuan utama dari penelitian ini adalah merancang dan membangun sistem pengunci pintu otomatis yang dapat diakses dan dikendalikan dari jarak jauh melalui perangkat seluler, serta mengenali wajah pengguna sebagai metode autentikasi. Pertanyaan utama yang ingin dijawab adalah: "Bagaimana merancang sistem pengunci pintu berbasis IoT yang aman, efisien, dan mudah digunakan dengan teknologi *ESP32-CAM*?" Metode penelitian yang digunakan bersifat eksperimen dengan pendekatan rekayasa sistem, dimulai dari tahap perancangan perangkat keras dan lunak, integrasi modul kamera dan pengujian sistem secara fungsional. Data dikumpulkan melalui pengujian lapangan dan observasi langsung terhadap kinerja sistem.

**Kata kunci:** *Smart Door Lock, ESP32-CAM, Arduino IDE, Internet of Things, Sistem Keamanan.*

### ABSTRACT

*In the current digital era, home security has become one of the important aspects that demands smart and efficient solutions. Conventional door lock systems have weaknesses such as the risk of losing physical keys and being vulnerable to break-ins. Therefore, this research develops a Smart Door Lock system based on the Internet of Things (IoT) by utilizing the ESP32-CAM as a camera module and Arduino IDE as the programming platform. The main objective of this research is to design and build an automatic door locking system that can be accessed and controlled remotely via mobile devices, as well as recognize users' faces as an authentication method. The main question to be answered is: "How to design a secure, efficient, and user-friendly IoT-based door locking system using ESP32-CAM technology?" The research method used is experimental with a system engineering approach, starting from the hardware and software design stage, integration of the camera module, and functional testing of the system. Data is collected through field testing and direct observation of the system's performance.*

**Keywords:** *Smart Door Lock, ESP32-CAM, Arduino IDE, Internet of Things, Security System.*

## PENDAHULUAN

Dalam era digital yang terus berkembang, kebutuhan akan sistem keamanan rumah yang cerdas dan terintegrasi semakin meningkat. Data dari Statista menunjukkan bahwa pasar global smart lighting diproyeksikan mencapai USD 25,8 miliar pada tahun 2027, naik dari USD 11,3 miliar pada 2021, mencerminkan pertumbuhan signifikan dalam adopsi teknologi rumah pintar. Di Indonesia, tren ini juga terlihat dengan meningkatnya minat generasi muda terhadap teknologi smart home, didorong oleh harga yang semakin terjangkau dan kemudahan penggunaan. Namun, meskipun adopsi teknologi *smart home* meningkat, sistem keamanan rumah masih menghadapi tantangan, terutama dalam hal integrasi teknologi yang efektif dan efisien. Salah satu permasalahan yang terjadi secara internal adalah rendahnya sistem keamanan di Kantor Urusan Agama (KUA) Kecamatan Bekasi Utara, terutama pada akses pintu utama dan ruang-ruang penting yang menyimpan dokumen negara maupun barang inventaris kantor. Berdasarkan hasil observasi awal dan laporan pegawai, telah terjadi beberapa kali insiden kehilangan barang dan dugaan pencurian akibat lemahnya sistem pengamanan fisik seperti penggunaan kunci konvensional yang mudah dibobol serta tidak adanya sistem pengawasan berbasis digital. Situasi ini menimbulkan kekhawatiran dan ketidaknyamanan bagi pegawai serta mengganggu kelancaran pelayanan publik. Apabila kondisi ini terus dibiarkan tanpa intervensi teknologi yang memadai, risiko kerugian aset negara dan gangguan terhadap administrasi keagamaan akan semakin tinggi. Oleh karena itu, diperlukan solusi keamanan berbasis teknologi yang adaptif dan terintegrasi untuk meningkatkan perlindungan terhadap akses pintu kantor secara efisien. Beberapa penelitian terdahulu telah mencoba menjawab tantangan ini dengan mengembangkan prototipe smart door lock berbasis sensor, RFID( terminologi umum untuk teknologi non-kontak yang menggunakan gelombang radio untuk mengidentifikasi orang atau objek secara otomatis), Hingga biometrik wajah. Penelitian oleh Fadillah dkk. (2022) menggunakan ESP32-CAM untuk sistem pengenalan wajah, namun masih menghadapi kendala pada akurasi di kondisi pencahayaan rendah dan respon sistem yang lambat. Penelitian lain oleh Setiawan dan Pratama (2021) mengintegrasikan sistem dengan aplikasi mobile, namun kurang optimal dari sisi keamanan data dan autentikasi pengguna. Kesenjangan ini menunjukkan bahwa masih dibutuhkan inovasi dalam integrasi sistem pengenalan wajah yang akurat, pengendalian perangkat berbasis IoT secara real-time, dan peningkatan pengalaman pengguna yang aman dan efisien (Bimo et al., 2017).

## TINJAUAN PUSTAKA

*Arduino Integrated Development Environment (IDE)* adalah perangkat lunak open-source yang digunakan untuk menulis, mengedit, dan mengunggah kode program ke papan mikrokontroler berbasis Arduino. Lingkungan ini sangat populer karena menyediakan antarmuka yang sederhana, mendukung bahasa pemrograman C/C++, dan didukung oleh komunitas besar serta pustaka (library) yang beragam. Margolis (2011) menjelaskan bahwa *Arduino IDE* dirancang untuk memudahkan pengguna dalam mengembangkan proyek elektronik, baik untuk pemula maupun profesional, dengan menyediakan berbagai alat bantu dan dokumentasi yang lengkap. Nugroho (2018) menambahkan bahwa antarmuka Arduino IDE sangat intuitif dan dapat digunakan di berbagai sistem operasi seperti *Windows*, *MacOS*, dan *Linux*, sehingga menjadi pilihan

utama dalam pengembangan sistem berbasis mikrokontroler. Prasetyo (2021) menyatakan bahwa keberadaan pustaka yang luas dan komunitas aktif menjadikan *Arduino IDE* fleksibel untuk berbagai kebutuhan pengembangan, mulai dari sistem monitoring hingga otomatisasi. *Arduino IDE* adalah platform pemrograman yang sederhana namun kuat, yang memungkinkan pengguna untuk menulis dan mengunggah kode ke papan mikrokontroler Arduino dengan mudah. Lingkungan ini mendukung pengembangan sistem tertanam yang efisien, fleksibel, dan didukung oleh berbagai pustaka serta komunitas global (Kamal et al., 2023).

*ESP32-CAM* merupakan modul mikrokontroler berbasis chip *ESP32* yang dilengkapi dengan kamera OV2640 dan konektivitas Wi-Fi serta Bluetooth. Modul ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan aplikasi *Internet of Things (IoT)* yang memerlukan kemampuan pengambilan gambar atau video secara real-time. Espressif Systems (2020) menyebutkan bahwa *ESP32-CAM* adalah perangkat multifungsi yang memungkinkan pengembangan sistem visual berbasis jaringan tanpa memerlukan perangkat keras tambahan yang kompleks. Menurut Santoso (2021), *ESP32-CAM* sangat cocok untuk aplikasi seperti sistem keamanan berbasis kamera, pengenalan wajah, hingga pengawasan lingkungan karena memiliki ukuran yang kecil, konsumsi daya rendah, dan harga terjangkau.

Lampu RGB *LED* adalah lampu *LED* yang bisa memancarkan 3 warna cahaya dalam satu unit Led secara bergantian, dinamakan RGB adalah karena singkatan dari 3 warna dalam bahasa Inggris yaitu R = Red, G = Green dan B = Blue. Cahaya yang dipancarkan oleh RGB *LED* sangat menarik sekali, karena cahaya tersebut dapat memancarkan secara bergantian tanpa menggunakan rangkaian elektronik tambahan. Diameter *LED* 5mm, 2.25 - 3V max, 20mA, Temperatur -30C~ + 85C (Fawwazna et al., 2024).

Jack DC (Direct Current Jack) adalah komponen konektor listrik yang digunakan untuk menghubungkan sumber tegangan arus searah (DC power supply) ke perangkat elektronik. Komponen ini umumnya digunakan untuk suplai daya dari adaptor eksternal ke perangkat, seperti mikrokontroler, modul sensor, atau rangkaian elektronika lainnya. Jack DC didesain agar polaritas positif dan negatif tidak tertukar, sehingga dapat meminimalkan risiko kerusakan komponen akibat kesalahan pemasangan daya (Sarmidi & Rohmat, 2019).

Solenoid pengunci pintu merupakan perangkat elektronik yang memanfaatkan tegangan listrik sebagai pengendali mekanisme kunci. Komponen ini umumnya digunakan pada sistem pintu otomatis. Prinsip kerjanya adalah ketika tidak diberi tegangan, tuas solenoid berada dalam posisi memanjang, sedangkan saat menerima tegangan, tuas tersebut akan memendek. Pemberian tegangan listrik menghasilkan medan magnet yang menarik tuas solenoid sehingga mekanisme penguncian dapat beroperasi (Iman, 2017).

Relay merupakan sebuah saklar yang diaktifkan menggunakan arus listrik. Di dalamnya terdapat koil berarus rendah yang dililitkan pada sebuah inti. Ketika arus mengalir melalui kumparan, armatur besi akan ditarik menuju inti itu. Armatur ini terhubung ke tuas yang dilengkapi pegas, sehingga saat ditarik, posisi kontak jalur bersama beralih dari keadaan normal-tertutup (NC) menjadi normal-terbuka (NO) (Nam et al., 2015).

## METODE PENELITIAN

Metode prototype diterapkan dalam penelitian ini karena memberikan pendekatan yang adaptif dan interaktif dalam proses pengembangan sistem. Pendekatan ini sangat cocok untuk proyek berbasis teknologi seperti *smart door lock* berbasis Internet of Things (IoT), di mana kebutuhan pengguna bisa saja mengalami penyesuaian seiring dengan pengujian sistem..

Adapun tahapan implementasi metode prototype dalam penelitian ini dijabarkan sebagai berikut :

1. Identifikasi Kebutuhan : Tahap awal dimulai dengan mengidentifikasi permasalahan utama yang dihadapi pengguna, yaitu rendahnya keamanan sistem kunci pintu konvensional dan kebutuhan akan sistem otomatis yang cerdas dan terhubung ke internet. Informasi ini diperoleh melalui observasi langsung dan studi literatur yang relevan.
2. Perancangan Awal Sistem (*Initial Design*) : Setelah kebutuhan dipahami, perancangan awal dilakukan mencakup desain perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software). Pada tahap ini, skematik rangkaian dan alur logika program mulai disusun menggunakan Arduino IDE dan komponen-komponen seperti ESP32-CAM, relay, dan solenoid lock.
3. Pembuatan Prototype : Selanjutnya dibuat prototype sistem yang berfungsi secara dasar sesuai dengan desain awal. Sistem diuji untuk memastikan seluruh komponen dapat saling terhubung dan bekerja sesuai fungsinya, seperti kamera menangkap wajah, relay mengendalikan solenoid lock, dan notifikasi dikirim via Telegram.
4. Hasil dan Uji Coba : Prototype yang telah dibuat diuji dalam berbagai skenario untuk menilai efektivitasnya, seperti kecepatan pengenalan wajah, keakuratan pembukaan pintu, serta respons notifikasi. Jika ditemukan kekurangan, dilakukan revisi baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak hingga mencapai performa optimal.

Metode ini memungkinkan pengembangan sistem secara bertahap dan iteratif, mulai dari identifikasi kebutuhan hingga pembuatan prototipe dan hasil dan uji coba, Untuk merancang *Smart Door Lock* Menggunakan *Arduino IDE* Dengan Kamera *ESP32-CAM* Berbasis *Internet Of Things (IOT)*, berbagai alat dan bahan elektronik dibutuhkan. Berikut adalah komponen yang digunakan dalam perancangan alat:

**Tabel 1.** Alat dan bahan yang digunakan untuk merancang alat

No.	Nama Alat dan Bahan	Jumlah
1	Arduino IDE (software)	1 (aplikasi)
2	Kamera ESP32-CAM	1 unit
3	Buzzer	1 buah
4	LED	1 buah
5	Jack DC	1 buah
6	Kabel Micro USB	1 buah

---

7	Solenoid Door Lock	1 unit
8	Relay	1 buah
9	Step Down 5V	1 buah
10	BreadBoard	1 buah
11	Resistor	2 buah
12	Aplikasi Telegram (mobile/web)	1 (aplikasi)

Sumber: (Hasil Penelitian, 2025)

1. Arduino IDE  
Arduino IDE adalah perangkat lunak open-source yang digunakan untuk menulis, mengompilasi, dan mengunggah kode ke papan mikrokontroler seperti ESP32-CAM. Dalam proyek ini, Arduino IDE digunakan untuk memprogram logika pengenalan wajah, kontrol pintu otomatis, dan komunikasi dengan bot Telegram.
2. Kamera ESP32-CAM  
ESP32-CAM adalah modul mikrokontroler yang dilengkapi dengan kamera OV2640 dan konektivitas Wi-Fi. Modul ini berfungsi untuk menangkap gambar wajah pengguna, memproses pengenalan wajah, serta menghubungkan sistem ke jaringan internet untuk pengiriman notifikasi.
3. Buzzer  
Buzzer digunakan sebagai indikator suara untuk memberikan peringatan atau umpan balik auditori kepada pengguna. Dalam sistem ini, buzzer akan berbunyi jika terjadi kegagalan dalam proses pengenalan wajah atau akses ditolak.
4. LED  
LED digunakan sebagai indikator visual yang menyala untuk menunjukkan status sistem, seperti saat sistem aktif, saat wajah dikenali, atau saat proses pembukaan pintu berhasil.
5. Jack DC  
Jack DC berfungsi sebagai antarmuka fisik untuk suplai daya DC dari adaptor eksternal ke rangkaian elektronik. Konektor ini umumnya memiliki pin pusat (center pin) untuk tegangan positif dan selongsong luar (outer sleeve) untuk ground, sehingga polaritas terjaga dan risiko kesalahan sambungan daya dapat diminimalkan.
6. Kabel Micro USB  
Kabel micro USB digunakan untuk menghubungkan ESP32-CAM ke komputer atau sumber daya (power supply) untuk pemrograman dan suplai arus listrik.
7. Solenoid Door Lock  
Solenoid door lock adalah aktuator elektromagnetik yang mengatur buka-tutup pintu secara otomatis. Ketika mendapatkan sinyal dari sistem bahwa wajah dikenali, solenoid akan ditrigger untuk membuka kunci secara elektrik.
8. Relay  
Relay digunakan untuk mengontrol arus listrik tinggi (seperti yang dibutuhkan solenoid lock) dengan sinyal dari mikrokontroler (ESP32-CAM). Relay memungkinkan sistem mengalirkan arus dari sumber daya utama ke solenoid door lock saat akses disetujui.
9. Stepdown 12V-5V

Fungsi utama modul step-down 5V yaitu menurunkan dan menstabilkan tegangan dari sumber daya yang memiliki tegangan lebih tinggi

10. Resistor

Resistor digunakan untuk membatasi arus listrik yang masuk ke komponen tertentu seperti LED dan buzzer agar tidak rusak karena kelebihan arus.

11. Aplikasi Telegram

Telegram digunakan sebagai platform notifikasi berbasis cloud. Sistem ini terhubung dengan bot Telegram yang akan mengirim pesan otomatis kepada pengguna, seperti notifikasi akses berhasil, gagal, atau foto wajah yang terekam.

12. Breadboard

Breadboard berfungsi sebagai media perakitan rangkaian sementara (*prototyping*) tanpa penyolderan. Komponen dapat dipasang dan dilepas dengan mudah, sehingga memudahkan pengujian, modifikasi, dan perbaikan rangkaian sebelum dibuat permanen pada PCB (*Printed Circuit Board*).

Berikut adalah *flowchart* yang menggambarkan alur kerja sistem *Smart Door Lock* Menggunakan *Arduino IDE* Dengan Kamera *ESP32-CAM* Berbasis *Internet Of Things (IOT)* yang dirancang dalam penelitian:



Sumber: (Hasil Penelitian, 2025)

**Gambar 1.** Flowchart Deteksi Wajah

Sistem dimulai ketika daya dialirkan ke seluruh komponen, baik dari sumber listrik langsung maupun melalui port USB. Pada titik ini, mikrokontroler (ESP32-CAM) dan perangkat keras lainnya siap untuk diinisialisasi. Mikrokontroler ESP32-CAM melakukan inisialisasi terhadap semua komponen input/output yang terhubung, seperti kamera, relay, buzzer, dan LED. Proses ini memastikan bahwa semua modul dikenali dengan benar dan siap menerima instruksi berikutnya. Kamera ESP32-CAM secara otomatis menangkap gambar wajah yang berada dalam jangkauan sensor. Citra yang diambil akan diproses untuk tahap verifikasi identitas. Gambar hasil tangkapan kamera diolah oleh sistem untuk mencocokkan wajah dengan data referensi yang telah ditentukan sebelumnya. Proses ini merupakan tahap autentikasi biometrik untuk memastikan bahwa pengguna yang mencoba masuk memiliki hak akses. a) Jika wajah cocok, maka sistem akan mengaktifkan relay, yang kemudian menyalurkan arus ke solenoid door lock, membuka pintu secara otomatis. b) Jika wajah tidak cocok, sistem akan menolak akses dan mengaktifkan buzzer, serta menyalakan indikator LED

merah sebagai tanda kegagalan autentikasi, Setelah proses berhasil atau ditolak, sistem kembali ke kondisi awal dan siap untuk siklus berikutnya. Ini menjamin sistem dapat berjalan secara berkelanjutan dalam mode siaga.

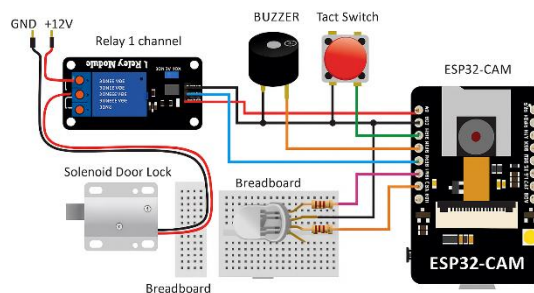
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Identifikasi Kebutuhan

Identifikasi Kebutuhan Pada tahap awal pengembangan sistem, langkah yang sangat penting adalah melakukan identifikasi kebutuhan. Proses ini dilakukan untuk memahami akar permasalahan yang dihadapi oleh pengguna di lapangan, khususnya di lingkungan Kantor KUA Kecamatan Bekasi Utara. Berdasarkan hasil observasi langsung dan tinjauan terhadap berbagai sumber literatur, ditemukan bahwa sistem kunci pintu konvensional memiliki kelemahan signifikan, seperti mudahnya kunci diduplikasi, hilangnya kunci fisik, dan tidak adanya sistem pemantauan yang dapat diakses dari jarak jauh.

### Perancangan Awal Sistem (*Initial Design*)

Untuk mengintegrasikan seluruh komponen hardware pada alat *smart door lock* menggunakan kamera *esp32-cam*, berikut adalah penjelasan mengenai skema sirkuit kabel yang menghubungkan masing-masing perangkat.



Sumber: (Hasil Penelitian, 2025)

**Gambar 2.** Skema Sirkuit Kabel

Pada sistem smart door lock berbasis ESP32-CAM, setiap komponen terhubung melalui jalur kabel yang dirancang dengan logika kontrol dan aliran daya yang efisien. Proses integrasi antar komponen bertujuan untuk memastikan bahwa setiap unit, baik input maupun output, dapat berfungsi secara sinkron dalam satu kesatuan sistem. Modul ESP32-CAM berperan sebagai pusat pengendali utama. Salah satu pin GPIO pada modul ini terhubung ke pin input (IN) pada modul relay 1 channel. Melalui koneksi ini, ESP32-CAM dapat mengirimkan sinyal logika HIGH atau LOW untuk mengendalikan kondisi relay. Saat sinyal HIGH dikirim, relay akan aktif dan menghubungkan arus listrik ke solenoid lock. Modul relay berfungsi sebagai saklar elektronik untuk menghubungkan dan memutuskan arus listrik ke aktuator kunci pintu, yaitu solenoid lock. Pin NO (Normally Open) dan COM (Common) pada relay terhubung ke jalur

positif dari power supply 12V dan kabel input solenoid. Ketika relay diaktifkan, arus dari power supply mengalir ke solenoid sehingga kunci dapat membuka secara otomatis. LED RGB digunakan sebagai indikator status operasi sistem. Tiga kaki LED (merah, hijau, biru) dihubungkan ke tiga pin GPIO ESP32-CAM melalui resistor untuk membatasi arus. Warna LED akan menyala berdasarkan kondisi tertentu: hijau untuk akses berhasil, merah untuk akses ditolak, dan biru untuk standby. Tact switch atau tombol tekan disambungkan ke salah satu pin GPIO dan ground. Fungsi dari tombol ini adalah sebagai kontrol manual darurat atau alternatif untuk membuka pintu jika sistem pengenalan wajah tidak berfungsi atau dalam keadaan offline. Buzzer merupakan perangkat output audio yang memberikan umpan balik suara kepada pengguna. Salah satu pin buzzer terhubung ke GPIO, dan pin lainnya ke ground. Ketika buzzer menerima sinyal aktif dari ESP32-CAM, maka akan menghasilkan bunyi yang menandakan proses tertentu, seperti keberhasilan membuka pintu. Karena ESP32-CAM hanya menyediakan output tegangan 5V, maka digunakan sumber daya eksternal 12V untuk menghidupkan relay dan solenoid lock. Jalur +12V dan GND dari power supply ini juga terhubung ke pin VCC dan GND pada relay agar modul tersebut dapat bekerja optimal.





**Tabel 2.** Konfigurasi Skema Sirkuit

<b>Komponen</b>	<b>Pin pada Komponen</b>	<b>Pin Yang Terhubung</b>	<b>Fungsi Koneksi</b>
ESP32-CAM	GPIO	IN pada Relay	Mengirim sinyal kontrol untuk mengaktifkan relay
Relay 1 Channel	NO & COM	Solenoid Lock +12V	Menyambung arus 12V ke solenoid saat relay aktif
Solenoid Door Lock	Power Input	Output relay + GND	Menerima arus untuk membuka atau mengunci pintu
LED RGB	R, G, B (via resistor)	GPIO ESP32-CAM	Memberikan indikator visual status sistem
Tact Switch	Salah satu pin	GPIO ESP32-CAM + GND	Sebagai input manual untuk membuka pintu
Buzzer	+ / -	GPIO ESP32-CAM + GND	Memberikan notifikasi suara saat proses berlangsung
Relay 1 Channel	VCC dan GND	5V dan GND ESP32-CAM	Memberi daya operasional pada relay
Power Supply 12V	+ dan -	VCC relay dan solenoid	Menyediakan daya utama untuk menggerakkan aktuator pintu
Breadboard	GND	+5V dan GND	Menghubungkan semua jalur listrik dan sinyal ESP32-CAM dibagi ke relay, buzzer

### Pembuatan Prototipe

Proses pembuatan prototipe sistem smart door lock berbasis ESP32-CAM dilakukan melalui serangkaian tahapan bertingkat yang dimulai dari identifikasi kebutuhan perangkat keras dan lunak. Tahapan ini mencakup pemilihan komponen utama seperti ESP32-CAM, modul relay 1-channel, buzzer, solenoid door lock, LED RGB, resistor, serta breadboard sebagai media perakitan awal. Setelah semua komponen tersedia, dilakukan penyusunan rangkaian elektronik sesuai dengan rancangan skematik yang telah dibuat. Pada tahap ini, setiap pin input-output (GPIO) dari ESP32-CAM disambungkan ke perangkat-perangkat pendukung menggunakan kabel jumper, dan dirakit di atas breadboard untuk memastikan koneksi bersifat modular dan mudah diuji.

**Tabel 3. Blok Komponen**

Input	Proses	Output
<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">           -Adaptor 12V-1.5A            -Kabel USB         </p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">           -ESP32-CAM            -Relay 1 Channel         </p>	<div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">         Telegram     </div> <p style="text-align: center;">       -ESP32-CAM        -Solenoid        -Led RGB        -Aplikasi Telegram     </p>

Sumber: (Hasil Penelitian, 2025)

Blok komponen Sistem smart door lock ini memiliki tiga bagian utama, yaitu input, proses, dan output. Pada bagian input, adaptor 12V–1.5A berfungsi sebagai sumber daya utama yang menyuplai tegangan untuk keseluruhan sistem. Tegangan tersebut dapat dikonversi melalui modul step-down agar sesuai dengan kebutuhan masing-masing komponen, misalnya 5V untuk *ESP32-CAM* dan relay. Selain itu, kabel USB digunakan sebagai media pemrograman dan pengujian *ESP32-CAM* melalui komputer menggunakan *Arduino IDE*. Kabel ini juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber daya alternatif ketika proses debugging atau pengaturan awal sistem.

Pada bagian proses, komponen utama yang digunakan adalah *ESP32-CAM* dan relay 1 channel. *ESP32-CAM* bertindak sebagai pusat kendali yang mengatur logika penguncian dan pembukaan pintu berdasarkan hasil deteksi, seperti pengenalan wajah, sekaligus mengelola koneksi Wi-Fi agar sistem dapat terintegrasi dengan layanan Internet of Things (IoT) seperti Telegram. Relay 1 channel berfungsi sebagai saklar elektronik yang dikendalikan oleh *ESP32-CAM* untuk menghubungkan atau memutuskan arus listrik menuju *solenoid door lock*, sehingga memungkinkan pengendalian beban bertegangan lebih tinggi dengan sinyal tegangan rendah dari mikrokontroler.

Sementara itu, bagian output terdiri dari *ESP32-CAM*, *solenoid door lock*, *LED RGB*, dan aplikasi Telegram. *ESP32-CAM* tidak hanya berperan pada tahap proses, tetapi juga menghasilkan keluaran berupa pengiriman gambar atau video ke pengguna melalui Telegram saat terjadi peristiwa tertentu. Solenoid door lock berfungsi sebagai aktuator yang mengunci atau membuka pintu sesuai perintah dari relay dengan memanfaatkan prinsip kerja elektromagnetik. *LED RGB* berperan sebagai indikator status sistem, misalnya warna hijau untuk akses diterima, merah untuk akses ditolak, dan biru untuk kondisi standby atau proses koneksi. Aplikasi Telegram menjadi antarmuka bagi pengguna untuk memantau dan mengendalikan sistem, menerima notifikasi, serta mengakses informasi visual secara real-time dari jarak jauh.

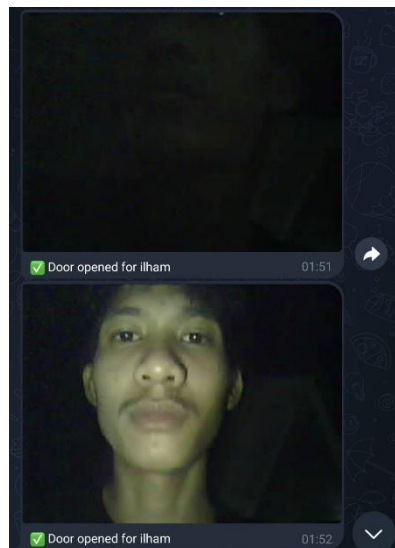
### **Uji Coba Prototype**

Proses pengujian sistem pengenalan wajah untuk akses pintu otomatis, yang melibatkan dua skenario utama: deteksi wajah yang tidak terdaftar dan autentikasi wajah yang telah terdaftar. Pada gambar 3, Sistem mendeteksi keberadaan wajah yang tidak dikenali dan mengirimkan notifikasi peringatan melalui bot Telegram dengan pesan "*Unknown face tried to open the door!*" (ada wajah tidak di kenal mencoba membuka pintu). Notifikasi ini dilengkapi dengan tangkapan gambar dari kamera, yang bertujuan memberikan informasi visual secara real-time kepada pemilik sistem mengenai potensi upaya akses yang tidak sah. Proses ini membuktikan bahwa sistem mampu melakukan klasifikasi wajah dengan benar, sekaligus mengintegrasikan fungsi keamanan preventif yang responsif.



Sumber: (Hasil Penelitian, 2025)

**Gambar 3.** Wajah Tidak Dikenal Mencoba Mengakses Pintu



Sumber: (Hasil Penelitian, 2025)

**Gambar 4.** Pintu Berhasil Terbuka Dengan Wajah Yang Terdaftar

Pada Gambar 4, Terlihat hasil uji coba ketika wajah pengguna yang telah terdaftar dalam basis data sistem terdeteksi. Sistem secara otomatis memberikan akses dengan menampilkan pesan "*Door opened for ilham*" (Pintu di buka untuk ilham) pada bot Telegram, disertai foto tangkapan kamera sebagai bukti autentikasi. Mekanisme ini menunjukkan keberhasilan proses verifikasi biometrik, di mana data wajah yang dimasukkan sebelumnya mampu dicocokkan dengan akurat oleh algoritma pengenalan

wajah. Kecepatan respon dan keakuratan identifikasi membuktikan bahwa sistem telah berfungsi sesuai rancangan, yaitu membuka pintu secara otomatis hanya bagi individu yang memiliki otorisasi.

Kedua hasil uji coba ini memberikan bukti empiris bahwa sistem telah memenuhi kriteria keamanan dan efektivitas yang diharapkan. Dengan adanya diferensiasi respon antara wajah yang tidak dikenal dan wajah yang terdaftar, sistem tidak hanya meningkatkan keamanan fisik, tetapi juga menyediakan dokumentasi visual yang dapat digunakan untuk analisis pasca kejadian. Integrasi antara teknologi pengenalan wajah dan layanan notifikasi real-time melalui Telegram menjadi salah satu keunggulan implementasi ini, karena memungkinkan pemilik untuk memantau dan mengontrol akses secara jarak jauh.

**Tabel 4.** Hasil Uji Coba Prototipe

No.	Tanggal	Waktu	Wajah	Status Akses	Respon Sistem	Keterangan
1	01 Agustus 2025	09:15 WIB	Ilham	Diterima	Relay aktif, LED hijau menyala, buzzer bunyi, notifikasi terkirim	Wajah dikenali
2	01 Agustus 2025	09:30 WIB	Rizky	Ditolak	LED merah menyala, buzzer bunyi, log akses ditampilkan	Wajah tidak dikenal
4	05 Agustus 2025	13:05 WIB	Raafi	Diterima	Relay aktif, LED hijau menyala, buzzer bunyi, notifikasi terkirim	Wajah dikenali
5	05 Agustus 2025	13:10 WIB	Kahfi	Ditolak	LED merah menyala, buzzer bunyi, log akses ditampilkan	Wajah tidak dikenal

Sumber : (Hasil Penelitian, 2025)

### **Uji Coba Alat**

Hasil dari pengujian yang sudah dilaksanakan menunjukkan bahwa sistem yang dirangkai sudah bekerja dengan baik, dapat dilihat dari hasil pengujian yang telah dilakukan, tidak menunjukkan terjadinya error pada setiap komponen.

**Tabel 5. Uji Coba Alat**

Pengujian	Fungsi	Output	Hasil	Gambar
Uplode pada software Arduino IDE	Menguploade hasil codingan ke ESP32	Led pada pin2 di ESP32 menyala	Berhasil	
Solenoid doorlock	Menggerakkan pintu secara otomatis saat dialiri tegangan 12V	Solenoid Doorlock berfungsi membuka pintu secara otomatis apabila wajah yang terdaftar terdeteksi	Berhasil	
Telegram	Sebagai monitoring jarak jauh	Telegram menerima notifikasi berupa gambar hasil tangkapan kamera	Berhasil	
Relay 1 Channel	Sebagai penghubung antara mikrokontroller ESP32 dengan komponen yang membutuhkan daya listrik yang besar	Relay dan solenoid tersambung dengan baik	Berhasil	
Adaptor	Mengubah tegangan listrik yang besar menjadi kecil	Adaptor tersambung sama komponen	Berhasil	

## PENUTUP

### Simpulan

Penelitian ini telah berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem *smart door lock* berbasis *Internet of Things* yang mengintegrasikan kamera ESP32-CAM, modul relay, dan konektivitas internet. Sistem ini mampu mengendalikan akses pintu secara otomatis dengan menggunakan pengenalan wajah sebagai metode autentikasi utama. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik dan memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan dalam perancangan.

Uji coba lapangan menunjukkan bahwa tingkat akurasi deteksi wajah pada kondisi pencahayaan optimal berada dalam kategori sangat baik, sementara pada kondisi pencahayaan rendah akurasi mengalami penurunan namun masih dalam batas toleransi yang dapat diterima. Hal ini selaras dengan teori pengolahan citra digital yang menekankan pentingnya kualitas pencahayaan dalam meningkatkan kinerja *image recognition*.

Integrasi sistem dengan layanan notifikasi berbasis *Internet of Things* seperti Telegram terbukti meningkatkan aspek keamanan. Pemilik dapat menerima pemberitahuan secara real-time baik ketika wajah dikenali maupun tidak dikenali, sehingga memungkinkan respons cepat terhadap potensi ancaman keamanan. Temuan ini sejalan dengan konsep keamanan berbasis IoT yang mengedepankan konektivitas, monitoring berkelanjutan, dan pengambilan keputusan cepat.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini membuktikan secara empiris bahwa penggunaan ESP32-CAM dengan pengolahan citra berbasis *machine learning* sederhana dapat meningkatkan keamanan pintu secara otomatis, real-time, dan terhubung langsung dengan pemilik. Sistem yang dibangun memiliki waktu respon yang efisien, sehingga layak diimplementasikan pada lingkungan yang memerlukan keamanan tinggi, seperti kantor pemerintahan, rumah tinggal, maupun fasilitas publik dengan akses terbatas.

### Saran

Pengembangan sistem dapat menambahkan fitur autentikasi ganda (multi-factor authentication) untuk meningkatkan lapisan keamanan, misalnya menggabungkan pengenalan wajah dengan OTP atau RFID, Disarankan untuk menguji sistem pada berbagai skenario lingkungan dan kondisi operasional yang berbeda, sehingga dapat diperoleh pemahaman lebih luas terkait keandalan sistem.

### REFERENSI

- Arifin, J., Zulita, L. N., & Hermawansyah, H. (2016). Perancangan Murottal Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560. *Jurnal Media Infotama*, 12(1), 89–98. <https://doi.org/10.37676/jmi.v12i1.276>
- Azhar, A. R., Setiawan, D. A., Yasmin, N. A. A., Putri, T. A., & Nama, G. F. (2024). Sistem Monitoring Kapasitas Air Dan Pengisian Otomatis Berbasis Iot Menggunakan Modul Esp8266. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 12(1), 218–228. <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i1.3966>
- Bimo, M., Setiyono, B., & Sofwan, A. (2017). Menggunakan Mikrokontroler Atmega16 Berplatform Android. 6, 1–7.
- Fadly, E., Adi Wibowo, S., & Panji Sasmito, A. (2021). Sistem Keamanan Pintu Kamar Kos Menggunakan Face Recognition Dengan Telegram Sebagai Media Monitoring Dan Controlling. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 5(2), 435–442. <https://doi.org/10.36040/jati.v5i2.3796>
- Fawwazna, M. L., Rahman, R., & ... (2024). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Banjir Berbasis Arduino Dengan Sensor Untuk Mengurangi Resiko Bencana. *Nanggroe: Jurnal ...*, 3(2), 17–27. <https://jurnal.penerbitdaarulhuda.my.id/index.php/NJPC/article/view/1961%0Ahttps://jurnal.penerbitdaarulhuda.my.id/index.php/NJPC/article/download/1961/2030>
- Iman, F. F. (2017). Purwarupa Iman, F. F. (2017). Purwarupa SmIman, F. F. (2017). Purwarupa Iman, F. F. (2017). Purwarupa Smart Door Lock Menggunakan Multi Sensor Berbasis Sistem Arduino. Fakultas Teknologi Informasi Dan Elektro Universtas Teknologi Yogyakarta, 1–7. Smart Doo. *Fakultas Teknologi Informasi Dan Elektro Universtas Teknologi Yogyakarta*, 1–7.
- Kamal, K., Tyas, U. M., Buckhari, A. A., & Pattasang, P. (2023). Implementasi Aplikasi Arduino Ide Pada Mata Kuliah Sistem Digital. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi (TEKNOS)*, 1(1), 1–10.
- Nam, J. W., Joung, J. G., Ahn, Y. S., & Zhang, B. T. (2004). Two-step genetic programming for optimization of RNA common-structure. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 3005(November), 73–83.

- [https://doi.org/10.1007/978-3-540-24653-4\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-540-24653-4_8)
- Nuraeni, N., Anggraini, I., Humairah B, N. I., Ramadhani, I. P., Hadis, M. S., Muliadi, M., & Nurzaenab, N. (2021). Sistem Akses Pintu Berbasis Face Recognition Menggunakan ESP32 Module dan Aplikasi Telegram. *Jurnal MediaTIK*, 4(3), 115. <https://doi.org/10.26858/jmtik.v4i3.23700>
- Putra, O. A., & Handika, R. (2022). Rancang Bangun Sistem Keamanan Lalu Lintas Menggunakan Smartphone Dan Esp32cam Berbasis Arduino Mega 2560. *Jurnal Sains Dan Teknologi (JSIT)*, 2(2), 120–130. <https://doi.org/10.47233/jsit.v2i3.202>
- Sarmidi, & Rohmat, I. T. (2019). Jurnal Manajemen Dan Teknik. *Jumantaka*, 03(01), 81–90.
- Yusup, M., Sunarya, P. A., & Aprilyanto, K. (2020). Rancang Bangun Sistem Monitoring Pengukuran Volume Air Berbasis IoT Menggunakan Arduino Wemos. *Journal CERITA*, 6(2), 147–153. <https://doi.org/10.33050/cerita.v6i2.1136>