

RANCANG BANGUN DUAL KEAMANAN SISTEM PINTU RUMAH MENGGUNAKAN PENGENALAN WAJAH DAN SIDIK JARI BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS)

Ahmad Haris Bachtiar¹, Pressa Perdana Surya², Rini Puji Astutik³

³Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Gresik, Gresik

^{2,3}Jln. Sumatra No 101, Randuagung, Kec. Kebomas, Kabupaten Gresik, Jawa timur 61121, Indonesia

email: ¹Bahtiarkoleq28@gmail.com, ²pressa@umg.ac.id, ³astutik_rpa@umg.ac.id

Abstract — Home is the most valuable asset, especially for a family. Therefore, security at home is also very important. Therefore, a home security system is created that combines microcontrollers with android smartphone applications. The microcontrollers used are fingerprint and Esp-32 Cam which is equipped with a camera as a home security monitoring system and some sensors as detection such as PIR sensor and solenoid lock door as automatic door lock. In this study, the authors used the Esp-32 Cam and Esp32 Wroom microcontrollers as slave readers of the fingerprint sensor, because the fingerprint sensor requires its own serial while in the esp-32 cam there is only one series, it must be by adding one more microcontroller that is esp32 wroom. Esp-32 Cam as a control center or dataset storage media for input processes and uses OV2640 cameras and fingerprints as sensors as well as Solenoid Lock Door as an output process. It uses the Haar Cascade Classifier method.

Keywords : ESP 32 Cam, Esp32 wroom, Fingerprint, Selenoid lock door, Telegram Application, Haar Cascade Classifier, IOT

Abstrak -- Rumah merupakan asset yang paling berharga, terutama untuk sebuah keluarga. Oleh karena itu keamanan pada rumah pun sangatlah penting. Maka dari itu dibuatlah sistem keamanan rumah yang menggabungkan mikrokontroler dengan aplikasi smartphone android.

Mikrokontroler yang digunakan adalah fingerprint dan Esp-32 Cam yang dilengkapi dengan kamera sebagai sistem monitoring keamanan rumah dan beberapa sensor sebagai pendeteksinya seperti sensor PIR dan solenoid lock door sebagai kunci pintu otomatis..

Di penelitian ini penulis menggunakan microcontroller Esp-32 Cam dan Esp32 Wroom sebagai slave pembaca sensor sidik jari, karena sensor sidik jari membutuhkan serial sendiri sedangkan di esp-32 cam hanya ada satu serial saja, maka harus dengan menambahkan satu mikrokontroler lagi yaitu esp32 wroom. Esp-32 Cam sebagai pusat Kontrol atau media penyimpanan dataset untuk proses masukan (input) dan menggunakan camera OV2640 dan fingerprint sebagai sensor serta Solenoid Lock Door sebagai proses keluaran (output). Alat ini menggunakan metode Haar Cascade Classifier.

Kata kunci : : ESP 32 Cam, Esp32 wroom, Fingerprint, Selenoid lock door, Aplikasi Telegram, Haar Cascade Classifier, IOT

I. PENDAHULUAN

Dari aktivitas sehari-hari hampir sebagian besar dilakukan diluar rumah. Hal ini menyebabkan pada saat jam-jam kerja dapat dipastikan rumah kosong ditinggal pergi oleh penghuninya. Terlebih pada saat hari libur seperti libur lebaran dan tahun baru. Kekosongan rumah tersebut menjadi target utama bagi para pencuri, terutama pada rumah dengan sistem keamanan yang lemah. Teknologi pada saat ini berkembang dengan sangat pesatnya dan merupakan salah satu bidang yang mempunyai peran yang sangat penting di beberapa aspek kehidupan manusia, termasuk pada bidang security. Saat ini telah banyak dikembangkan sebuah sistem pengamanan akses masuk ke sebuah rumah atau ruangan dengan beberapa verifikasi identitas dengan sistem komputer, baik dengan menggunakan kunci, kartu, password, dan sebagainya. Namun metode ini masih memiliki kekurangan seperti keterbatasan manusia dalam mengingat benda dan kombinasi angka yang menyebabkan tidak dapatnya diakses pintu tersebut. Oleh sebab itu teknik untuk identifikasi ataupun verifikasi yang handal dan akurat dapat dirancang menggunakan teknologi biometrik yang memanfaatkan karakteristik khusus dari individu manusia tersebut. Penggunaan teknologi ini sangat cocok untuk diimplementasikan pada sistem identifikasi yang membutuhkan keamanan yang tinggi. Teknologi biometrik untuk keamanan yang berkembang saat ini seperti pengenalan sidik jari, pengenalan retina mata, pengenalan iris mata, dan sebagainya mengharuskan seseorang memposisikan tubuh mereka pada posisi tertentu yang sesuai dengan posisi sensor ataupun kamera yang membuat teknologi ini terkesan kaku. Teknologinya mengharuskan orang tersebut untuk tidak bergerak dalam beberapa waktu tertentu selama proses identifikasi untuk membuat sistem pembacaannya akurat.[1] Sehingga terciptalah gagasan inovasi dual sistem keamanan pintu berbasis pengenalan wajah dan sidik jari. Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah microcontroller ESP32-CAM yang sudah dilengkapi dengan kamera untuk membaca citra wajah sedangkan sensor fingerprint difungsikan sebagai pembaca sidik jari, tentunya mempunyai sistem keamanan yang lebih baik dibandingkan pengamanan kunci atau

gembok. Dapat dikatakan bahwa sistem ini adalah sebuah kunci elektronik yang otomatis. Sistem ini diharapkan dapat menanggulangi terjadinya tindak pencurian pada rumah-rumah yang sering ditinggalkan oleh penghuninya.

Keunggulan dari microcontroller ESP-32 Cam dengan built-in camera dibandingkan dengan ESP8266, ESP-32 Cam menggunakan NodeMCU yang digunakan Xtensa Dual-Core 32-bit LX6 with 600 DMIPS sedangkan ESP8266 menggunakan NodeMCU Xtensa Single-core 32-bit L106. Dari sisi Bluetooth dan Wi-Fi, ESP-32 Cam juga sudah terintegrasi secara System on Chip, termasuk camera yang digunakan dalam penelitian ini. sedangkan ESP8266 terpisah yang artinya dari sisi alat yang dibutuhkan ESP32 lebih unggul dibandingkan ESP8266 yang membutuhkan banyak perangkat untuk tujuan penelitian yang sama.

Esp-32 Cam mempunyai GPIO paling banyak yaitu 32 pin GPIO dibandingkan dengan ESP8266 yang memiliki pin GPIO sebanyak 17 buah pin, sehingga dapat diputuskan pin yang akan difungsikan sebagai UART, I2C, atau SPI yang dapat disesuaikan dengan kode program yang akan dibuat, sehingga pada penelitian ini pemilihan microcontroller ESP-32 Cam dan fingerprint sebagai double proteksinya sudah sesuai dengan tujuan penelitian yaitu pemanfaatan smart home untuk memproteksi gangguan keamanan rumah.

*) **penulis korespondensi:** Ahmad Haris Bachtiar
Email: Bahtiarkoleq28@gmail.com

II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Dalam penelitian yang berjudul “SISTEM PENGAMANAN PINTU RUMAH BERBASIS Internet Of Things (IoT) Dengan ESP8266” membahas tentang Sistem pembuka pintu otomatis yang dikendalikan oleh aplikasi android yang telah disesuaikan sebagai metode kontrol akses dengan menggunakan IOT ESP8266 sebagai pusat kendali dan menggunakan aplikasi Bylink sebagai pemantauan keamanan dengan menghubungkan sistem yang dirancang. Alat ini bekerja secara otomatis membuka pintu dan menutup pintu dengan menggunakan aplikasi blynk pada smartphone. Alat ini juga dapat dibuka dan dikunci secara manual menggunakan switch pada setiap pintu, dan dapat memeriksa keadaan pintu dan keadaan solenoid yang kemudian akan dikirimkan kepada pengguna sebagai notifikasi melalui aplikasi blynk.[2]

Jika dibandingkan dengan penelitian ini adalah penggunaan esp-32 cam lebih efisien karena esp-32 cam memiliki lebih banyak pin GPIO dibandingkan esp8266, sehingga dapat diputuskan pin mana yang akan difungsikan sebagai UART,I2C, atau SPI sesuai dengan kode program yang akan digunakan, selain itu esp32 cam jauh lebih kuat dibandingkan esp8266, Wi-Fi lebih cepat dan juga mendukung Bluetooth, dan esp-32 cam memiliki kamera bawaan sendiri sehingga kita tidak perlu untuk membeli kamera lagi.

Dan dalam penelitian yang berjudul “Pengembangan Smart Home Dengan Microcontrollers ESP32 Dan MC-38 Door Magnetic Switch Sensor Berbasis Internet of Things (IoT). [3]

Untuk Meningkatkan Deteksi Dini Keamanan Perumah” membahas tentang Pengembangan Smart Home Dengan Microcontrollers ESP32 Dan MC-38 Door Magnetic Switch Sensor disini menjelaskan tentang Berdasarkan hasil dari pengujian dan pembahasan diperoleh data untuk sudut 0 derajat sampai sudut 5 derajat, ESP32-CAM dapat merespon gambar dan memberikan gambar melalui arduino yang kemudian ditampilkan melalui jendela browser, dengan status MC-38 door magnetic switch sensor normally close dan normally open. Sedangkan untuk sudut diatas 5 derajat sampai dengan 180, ESP32-CAM merespon gambar dan memberikan gambar melalui arduino, kemudian ditampilkan melalui jendela browser, dengan status MC-38 door magnetic switch sensor normally open.

Sistem keamanan pada penelitian kedua hanya untuk memonitoring saja, apabila ketika pintu rumah atau jendela berhasil dijebol secara paksa tanpa melalui mekanisme sistem, maka secara otomatis kamera yang terpasang pada microcontroller ESP32 akan mengirimkan gambar tersebut melalui web framework atau smartphone sebagai bentuk peringatan dini keamanan kepada pemilik perumahan. Sedangkan penelitian yang kami buat mempunyai dua proteksi keamanan yakni dari identifikasi citra wajah melalui esp-32 cam dan sidik jari melalui fingerprint.

Sedangkan menurut Qurotul Aini dan rekan dalam sebuah jurnal menyatakan bahwa “Microcontroller ESP8266 dan sensor suhu yaitu passive infra red (PIR) dapat digunakan untuk mendeteksi keamanan” [4].

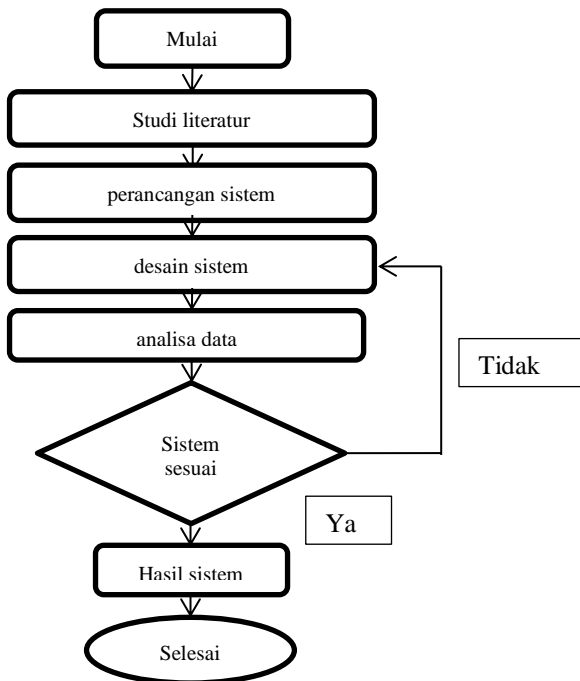
Hampir sama dengan penelitian Qurotul Aini, penelitian yang dilakukan oleh Jacqueline Waworundeng dan rekan menyatakan “ESP8266 dan sensor PIR dapat digunakan sebagai pendeteksi gerakan untuk sistem keamanan pada sebuah rumah” [5].

Kemudian menurut Toshiro Kodera Meisei dalam sebuah jurnal menyatakan bahwa “The ESP32-PICO-D4 chip has all components for Wi-Fi and Bluetooth that can be used to build more efficient wireless communications at a low cost” [6].

Dari keenam referensi tentang microcontroller ESP32 beserta seluruh sensornya dapat digunakan untuk aplikasi berbasis internet of things (IoT), sehingga penelitian ini tentang sistem dual keamanan pintu rumah menggunakan pengenalan wajah dan sidik jari berbasis iot dengan monitoring dari telegram agar pengguna lebih mudah dalam hal pemakaian dan monitoring rumah untuk meningkatkan deteksi dini keamanan rumah sangat relevan untuk dikembangkan

III. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan alur medologi yang seperti digambarkan pada flowchart Berikut gambaran flowchart penelitian tentang rancang bangun sistem dual keamanan pintu rumah menggunakan pengenalan wajah dan sidik jari berbasis iot.



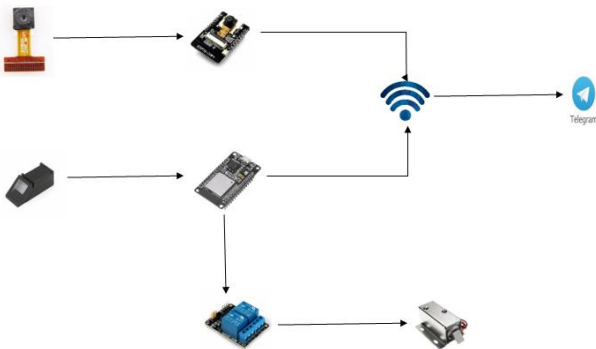
Gambar 1 Garis besar flowchart penelitian

A. Studi literatur

Tahapan yang dilakukan dalam penyelesaian sistem dual keamanan pintu rumah menggunakan pengenalan wajah dan sidik jari berbasis iot dengan mempelajari referensi yang berguna sebagai rujukan dalam penyelesaian pada proses penelitian mengambil dari beberapa referensi yaitu buku, jurnal, dan artikel ilmiah dari beberapa sumber. Berikut literatur – literatur yang dipelajari :

1. Internet of things
2. Esp-32 Cam
3. Esp Wroom
4. Fingerprint

B. Perancangan Sistem

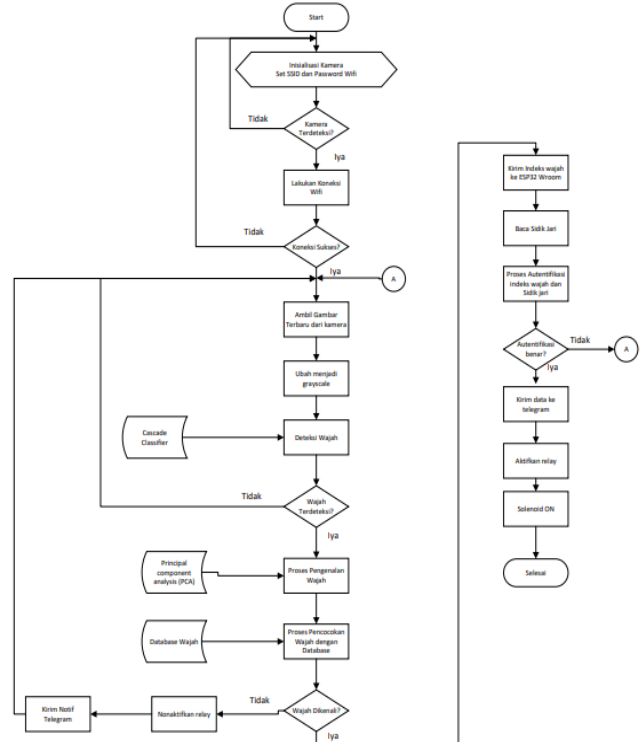


Gambar 2 Blok Diagram Sistem

Pada tahap ini berisi tentang blok diagram perencanaan dari sistem dual keamanan pintu rumah menggunakan pengenalan wajah dan sidik jari berbasis iot. Dimulai dari kamera ov2640 dan fingerprint mendeteksi citra wajah dan sidik jari setelah itu mengirimkan data ke 2 mikrokontroler yakni Esp-32 Cam dan Esp32 Wroom, apabila data sesuai dengan data yang telah tersimpan maka, Esp32-Wroom akan mengirimkan perintah kepada relay untuk membuka solenoid lock door dan Esp-32 Cam mengirimkan perintah kepada Telegram agar mengirimkan notifikasi kepada user.

C. Perencanaan Software

Perancangan software dan sistem alur kerja alat dari sistem dual keamanan pintu rumah menggunakan pengenalan wajah dan sidik jari berbasis iot.

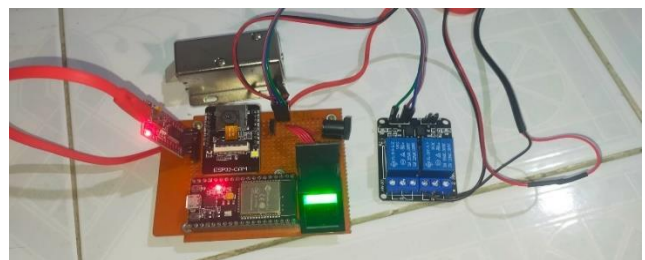


Gambar 3 Flowchart menggunakan pengenalan wajah dan sidik jari berbasis iot

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perangkat Keras (Hardware)

Perangkat keras (Hardware) yang sudah berhasil dirancang pada penelitian ini adalah Dual Keamanan Sistem Pintu Rumah Menggunakan Pengenalan Wajah Dan Sidik Jari Berbasis Iot (Internet Of Things), adapun Prototype dari alat ini seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Prototype rangkaian alat

Hardware dari alat ini terdiri dari Esp-32 Cam, Esp 8266 , Modul Relay, Sensor Finger Print, Power Supply , kabel jumper serta komponen pendukung lainnya.

1. Rangkaian Esp-32 Cam

. Esp-32 Cam pada perangkat ini berfungsi sebagai mikrokontroler yang mampu terhubung ke wifi yang nantinya mikrokontroler ini akan bersistem IoT. Modul ini diprogram melalui software Arduino IDE, dengan menggunakan aplikasi android sebagai media monitoring, agar bekerja optimal Esp-32 Cam membutuhkan tegangan catu daya 5V yang stabil, input dari Esp-32 Cam pada perangkat Hardware ini ialah sensor kamera, untuk diletakkan pada keluaran yang berfungsi untuk jika ada wajah yang terdeteksi maka sensor membaca citra wajah tersebut, Output nya adalah modul relay yang terhubung dengan solenoid door lock, berikut adalah rangkaian dari Esp-32 Cam yang ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian Esp-32 Cam

2. Rangkaian Sensor Sidik jari

Rangkaian sensor sidik jari pada perangkat ini berfungsi untuk membuka solenoid door lock. Rangkaian sensor system sidik jari ini merupakan system keamanan kedua setelah sensor kamera. Agar sidik jari bekerja harus disambungkan ke mikrokontroler esp32 wroom, karena sensor sidik jari membutuhkan serial sendiri sedangkan di esp-32 cam hanya ada satu serial saja, maka harus dengan menambahkan satu mikrokontroler lagi yaitu esp32 wroom. Rangkaian sensor sidik jari terdiri dari 2(dua) buah kontaktor dimana jika sensor sidik jari mendeteksi sidik jari yang sudah direkam maka akan mengirimnya sinyal 1, jika yang terbaca tidak terdeteksi maka akan mengirimnya sinyal 0. Adapun rangkaian sensor sidik jari seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian Fingerprint

B. Perangkat Lunak (Software)

Perangkat lunak yang digunakan pada alat Sistem Kendali Dan Monitoring Sistem Keamanan Pintu Rumah menggunakan Esp32-Cam dan Sidik Jari Berbasis Internet Of Things(IoT) adalah menggunakan bahasa C, memakai software Arduino IDE v.1.8.13 dengan ditambahkan Library Adafruit-Fingerprint-Sensor-Library-Master, ArduinoWebsocket, Arduino-Universal-Telegram-Bot-Master selanjutnya pada Tools ditambahkan Board esp8266 v2.5.0. Sedangkan program yang dibuat untuk alat ini adalah menghubungkan ke wifi, sensor Kamera, sensor sidik jari menghubungkan ke aplikasi telegram.

1. Pemrograman pada Esp-32 Cam

Program pada board Esp-32 Cam ini digunakan agar pengguna bisa mengendalikan sistem yang telah dibuat dan dapat memonitoring melalui aplikasi android Telegram, program didalam board Esp-32 Cam ini terdiri dari proses menghubungkan koneksi internet ke WiFi atau router, membaca citra wajah lalu mengirim notifikasi ke aplikasi android telegram.

2. Pemrograman pada Esp32 Wroom

Program pada board Esp32 Wroom ini digunakan untuk slave penghubung sensor sidik jari ke Esp-32 Cam. Jadi program didalam board Esp-32 Wroom ini terdiri dari proses menghubungkan Esp-32 Cam dengan sidik jari secara bersamaan agar alat dapat bekerja.

C. Pengujian Alat

Pada bab ini, akan membahas hasil perancangan hardware serta software dan hasil pengujian perbagian maupun keseluruhan untuk mengetahui bekerja atau tidaknya alat yang telah dibuat, harus melewati sebuah proses pengujian terhadap respon alat tersebut, suatu alat dapat dikatakan bekerja dengan baik ketika alat tersebut bekerja sesuai dengan tujuan awal alat tersebut untuk diciptakan, sehingga bisa dibuat penelitian untuk kedepannya atau alat bisa dikembangkan lagi dari penelitian tersebut. Adapun langkah-langkah pengujian dilakukan dengan pengujian sensor-sensor dan dilanjutkan dengan pengujian keseluruhan. Berikut adalah langkah proses pengujian :

- a. Pengujian Kamera Esp-32 Cam
- b. Pegujian sensor Sidik Jari
- c. Pengujian keseluruhan system

a. Pengujian Kamera Esp-32 Cam

Pengujian sensor Kamera Esp-32 Cam dilakukan untuk mengetahui bahwa sensor telah bekerja dengan baik dan sesuai

dengan sistem kerjanya. Pengujian ini dilakukan dengan menguji jarak Objek pada kamera, agar bisa menentukan tingkat keakuratan sensor Esp-32 Cam saat menangkap citra wajah sebelum dirangkai ke system. Pengujian ini dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

No	Jarak Kamera dan Wajah	Hasil Deteksi
1.	10cm	Tidak terbaca
2.	30cm	Terbaca
3.	50cm	Terbaca
4.	75cm	Terbaca
5.	100cm	Terbaca

Tabel 1. Tabel pengujian jarak sensor dengan objek wajah

b. Pengujian sensor sidik jari

Pengujian sensor sidik jari dilakukan untuk mengetahui bahwa sensor telah bekerja dengan baik dan sesuai dengan sistem kerjanya. Pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Pengujian Fingerprint

No.	Pengujian	Jari tangan	Delay	Keterangan
1.	Orang Ke-1	Jempol	3,74	Terdeteksi
2.	Orang Ke-2	Telunjuk	4,17	Terdeteksi
3.	Orang Ke-3	Jempol	3,68	Terdeteksi

c. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja sesuai dengan perancangan atau tidak meliputi pengujian Kamera Esp-32 Cam dan pengujian sensor sidik jari. Pada pengujian ini semua rangkaian hardware sudah diinstalasi sebelumnya dan telah dilakukan pengetesan respon alat secara berkala. Pengujian keseluruhan sistem ini dilakukan dengan simulasi. Pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

No.	User	Jarak Objek terhadap Kamera	Sidik jari		Notif Telegram	Keterangan
			Terdaftar	Jari yang dipakai		
1.	User 1	30cm	Jempol, telunjuk	Jempol	User 1 masuk	Pintu Terbuka
2.	User 1	75cm	Jempol, telunjuk	Kelingking	.	Pintu Tidak terbuka
3.	User 1	100cm	Jempol, telunjuk	telunjuk	User 1 Masuk	Pintu terbuka
4.	User 2	10cm	Jempol, kelingking	jempol	.	Pintu tidak terbuka
5.	User 2	50cm	Jempol, kelingking	Jempol	User 2 Masuk	Pintu terbuka
6.	User 2	30cm	Jempol, kelingking	Telunjuk	.	Pintu tidak terbuka
7.	User 3	75cm	Telunjuk, kelingking	Telunjuk	User 3 Masuk	Pintu Terbuka
8.	User 3	10cm	Telunjuk, kelingking	Telunjuk	.	Pintu tidak terbuka
9.	User 3	100cm	Telunjuk, kelingking	kelingking	User 3 Masuk	Pintu terbuka
10.	Tidak terdaftar	10cm	.	Jempol	.	Pintu tidak terbuka
11.	Tidak terdaftar	50cm	.	Telunjuk	.	Pintu tidak terbuka

Tabel 3. Pengujian keseluruhan

D. Pembahasan

Pada penelitian ini alat Sistem Kendali Dan Monitoring Sistem Keamanan Pintu Rumah menggunakan Esp32-Cam dan fingerprint Berbasis Internet Of Things(IoT) telah berhasil dibangun. Hal ini dapat dilihat dari gambar 4 bahwa perangkat keras (Hardware) dari alat ini terdiri dari Esp-32 Cam, Esp 8266 , Modul Relay, Sensor Finger Print, Power Supply , kabel jumper serta komponen pendukung lainnya.

Pada perangkat lunak (software) terdiri dari pemrograman Esp-32 Cam dan pemrograman pada esp32 wroom yang di program melalui Arduino IDE telah berhasil diterapkan pada rangkaian hardware. Selanjutnya dilakukan pengujian baik perbagian maupun pengujian secara keseluruhan. Berdasarkan hasil yang telah dilakukan pengujian pada sensor Esp-32 cam hasil yang didapatkan sensor Esp-32 cam bekerja dengan baik apabila

DAFTAR PUSTAKA

objek berada pada jarak 30cm, 50cm, 75cm dan 100cm, namun pada jarak 10cm objek tidak dapat bekerja dengan baik dikarenakan objek dengan kamera terlalu dekat. Pada hasil pengujian fingerprint hasil yang didapatkan sensor sidik jari bekerja dengan baik dengan catatan delay rata-rata di angka 3,86 detik dan saat meletakkan jari harus pas pada sensor fingerprintnya agar fingerprint dapat bekerja secara efektif. Setelah pengujian perbagian, selanjutnya dilakukan pengujian keseluruhan sistem seperti pada subab selanjutnya hasil yang didapat bahwa perangkat keras (Hardware) dan perangkat lunak (Software) dapat bekerja sama dengan baik sesuai dengan tujuan awal alat dibuat.

V. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Dari langkah - langkah yang dilakukan oleh peneliti didapatkan kesimpulan bahwa alat bekerja sesuai rencana yang dibuat, pada jarak 10cm kamera tidak dapat menangkap citra wajah dikarenakan objek dengan kamera terlalu dekat, sedangkan pada jarak 30cm, 50cm, 75cm, dan 100cm kamera dapat menangkap citra wajah dengan baik. Untuk objek yang dapat disimpan juga sangat minim yakni hanya 3 user saja, dikarenakan penyimpanan pada esp-32 cam hanya sebesar 4mb. User yang tidak terdaftar maka tidak akan bisa membuka pintu tersebut. Kendala sinyal dari router/hospot juga mempengaruhi hasil penangkapan citra wajah yang mempengaruhi pengiriman data dari Esp-32 cam ke di aplikasi telegram yang mana terjadi keterlambatan berkisar 3-6 detik apabila sinyal jaringan router lebih stabil hasilnya pengiriman data pada Esp-32 cam ke telegram akan lebih efektif. Dan pada hasil pengujian fingerprint hasil yang didapatkan sensor sidik jari bekerja dengan baik dengan catatan delay rata-rata di angka 3,86 detik dan saat meletakkan jari harus pas pada sensor fingerprintnya agar fingerprint dapat bekerja secara efektif

Saran

1. Alat ini masih dapat dikembangkan dari sisi desain maupun komponen nya.
2. Perlu adanya menambahkan daya listrik sementara seperti (baterai), hal ini dimaksudkan apabila terjadi pemadaman listrik alat masih dapat berfungsi.
3. Pada saat pengujian alat router/hospot yang digunakan pada alat ini adalah internet dari handphone yang mana jaringan nya kurang stabil dan dapat mengakibatkan keterlambatan dalam proses pengiriman data, apabila alat menggunakan jaringan yang stabil seperti Wi-Fi pasti akan lebih efektif.

- [1] S. Bayar, "SISTEM KEAMANAN AKSES PINTU MASUK MANGGUNAKAN FACE RECOGNITION BERBASIS RASBERRY PI 3," 2018.
- [2] H. Shull, "SISTEM PENGAMANAN PINTU RUMAH BERBASIS Internet Of Things (IoT) Dengan ESP8266," *Science (80-.)*, vol. 195, no. 4279, p. 639, 2017, doi: 10.1126/science.195.4279.639.
- [3] A. Setiawan and A. I. Purnamasari, "Pengembangan Smart Home Dengan Microcontrollers ESP32 Dan MC-38 Door Magnetic Switch Sensor Berbasis Internet of Things (IoT) Untuk Meningkatkan Deteksi Dini Keamanan Perumahan," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 3, no. 3, pp. 451–457, 2019, doi: 10.29207/resti.v3i3.1238.
- [4] Q. Aini, U. Rahardja, H. Madiistriyatno, dan A. Fuad, "Rancang Bangun Alat Monitoring Pergerakan Objek pada Ruang Menggunakan Modul RCWL 0516," *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, hal. 41–46, 2018.
- [5] J. Waworundeng, L. Doni, dan C. Alan, "Implementasi Sensor PIR sebagai Pendeteksi Gerakan untuk Sistem Keamanan Rumah menggunakan Platform IoT Implementation of PIR Sensor as Motion Detector for Home Security System using IoT Platform," *Cogiti Smart Joournal*, vol. 3, hal. 12, 2017.
- [6] T. Kodera, "Adaptive antenna system by ESP32-PICO-D4 and its application to web radio system," *J. HardwareX*, vol. 3, no. December 2017, hal. 91–99, 2018.