

RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN PINTU RUMAH DENGAN IDENTIFIKASI WAJAH MENGUNAKAN ESP32CAM BERBASIS IoT

Muhammad Arif¹, Fakhurrrazi², Syamsul³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

Email: muhammad00840@gmail.com, fakhurrrazi@pnl.ac.id, syamsul0466@gmail.com

Abstrak – Sistem keamanan pintu rumah yang cerdas dengan identifikasi wajah telah menjadi topik penelitian yang menarik dalam era teknologi informasi dan kecerdasan buatan. Keamanan rumah adalah salah satu aspek penting dalam gaya hidup modern dan Smart Home telah menjadi tren yang berkembang pesat. Perkembangan *Internet of Things* (IoT) telah memberi dampak yang signifikan pada globalisasi. IoT juga dapat dipergunakan sebagai sarana untuk memudahkan pengawasan dan pengendalian barang fisik yang membuat konsep IoT ini sangat memungkinkan untuk digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Sistem keamanan pintu rumah cerdas yang menggunakan teknologi identifikasi wajah. Tujuan utama dari sistem ini adalah untuk meningkatkan keamanan pintu rumah dan menggantikan kunci fisik tradisional dengan solusi kecerdasan buatan. Dengan sistem ini, pemilik rumah dapat membuka pintu mereka dengan cepat dan mudah hanya melalui identifikasi wajah mereka. Ini juga memungkinkan akses yang aman dan terkontrol kepada anggota keluarga atau orang-orang yang memiliki izin akses. Sistem ini akan berfungsi sebagai pintu pintar yang dapat membaca wajah pengguna dan memutuskan apakah memberikan akses atau menolaknya. Kinerja sistem dalam penelitian ini diuji pada berbagai kondisi pencahayaan, ekspresi wajah, dan posisi kepala untuk memastikan keandalan dan keamanan sistem identifikasi wajah ini. Selain itu, penelitian ini juga mengevaluasi tingkat kegagalan dan keakuratan sistem dalam memberikan akses yang tepat. Kamera hanya mampu menangkap citra wajah dari jarak 10 cm sampai dengan 80 cm lebih dari itu kamera sudah tidak terdeteksi lagi. Pada pengujian pertama *Delay* kontrol alat pada ESP32-cam data *Delay* yang di dapatkan 202,15 ms dengan kategori jaringan bagus, pada pengujian ke dua *Delay* kontrol alat pada Blynk data *Delay* yang di dapatkan 51,88 ms dengan kategori jaringan sangat bagus.

Kata-kata kunci: *Internet of Things, Camera ESP32Cam, BLYNK, Deteksi Wajah.*

Abstract – Smart home door security systems with facial identification have become an interesting research topic in the era of information technology and artificial intelligence. Home security is one of the important aspects of modern lifestyle and Smart Home has become a rapidly growing trend. The development of the Internet of Things (IoT) has had a significant impact on globalization. IoT can also be used as a means to facilitate the supervision and control of physical goods which makes this IoT concept very possible to be used in everyday life. Smart home door security systems that use facial identification technology. The main purpose of this system is to improve the security of home doors and replace traditional physical keys with artificial intelligence solutions. With this system, homeowners can open their doors quickly and easily just by identifying their faces. It also allows safe and controlled access to family members or people who have access permissions. This system will function as a smart door that can read the user's face and decide whether to grant access or deny it. The performance of the system in this study was tested under various lighting conditions, facial expressions, and head positions to ensure the reliability and security of this facial identification system. In addition, this study also evaluated the failure rate and accuracy of the system in providing proper access. The camera is only able to capture facial images from a distance of 10 cm to 80 cm more than that the camera is no longer detected. In the first test, the control delay of the device on the ESP32-cam data delay obtained was 202.15 ms with a good network category, in the second test, the control delay of the device on the Blynk data delay obtained was 51.88 ms with a very good network category.

Keywords: *Internet of Things, ESP32Cam Camera, BLYNK, Face Detection.*

I. PENDAHULUAN

Sistem keamanan rumah merupakan salah satu cara yang perlu dilakukan untuk melindungi rumah dari tindak kejahatan. Berbagai macam cara yang dilakukan orang untuk meningkatkan keamanan rumah. Kejahatan yang kita lihat hingga kini seperti pencurian barang berharga dalam rumah. Sangat merugikan banyak orang. Pintu adalah langkah pertama yang dilalui penjahat

untuk memasuki rumah korban pencurian. Perlu adanya tingkat keamanan pada pintu agar tidak mudah terbuka. Pintu biasanya menggunakan kunci manual seperti kunci yang digunakan pada sepeda motor untuk mengunci stangnya. Namun alat yang di gunakan sangat mudah dibuka atau dibobol oleh penjahat. Sehingga perlu suatu alat yang mampu menjaga keamanan pintu rumah agar tidak mudah dibuka oleh penjahat.

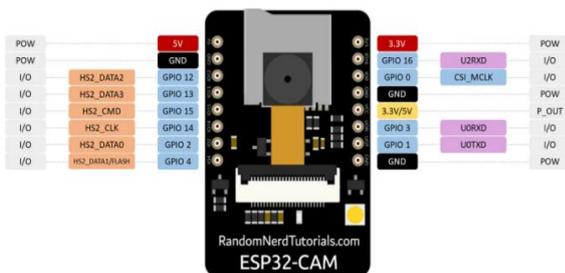
Penelitian yang telah dilakukan untuk mengatasi permasalahan dalam pengaman pintu rumah otomatis menggunakan mikrokontroler adalah dapat membuat kunci elektronik pintu rumah, selanjutnya dapat mengirimkan pesan SMS (*Short Message Service*) jika terjadi kesalahan atau pemaksaan. Alat yang dibuat pada penelitian ini dapat menerima notifikasi melalui SMS apabila terjadi pembobolan pintu ketika sedang tidak berada di rumah. Namun kelemahan penelitian ini yaitu pada saat ini sudah jarang masyarakat menggunakan SMS yang menggunakan pulsa. Saat ini sudah banyak aplikasi yang berkembang seperti *Telegram*, *Whatsapp*, *rasberry pi*. Rancang bangun *Smart Home* berbasis Mikrokontroler, dimana sistem ini berfokus pada peghematan kendali penggunaan energi pada perumahan atau perkantoran yang berbasis Mikrokontroler Atmega8535.

Berdasarkan permasalahan yang ada, dapat dirancang selanjutnya diimplementasikan sebuah alat yaitu mendeteksi wajah pada pintu menggunakan ESP32Cam. Sistem kerja alat ini dimulai dengan pintu dapat terbuka melalui identifikasi wajah yang disebut dengan proteksi wajah pemilik rumah. Jika hasil proteksi wajah sesuai dengan yang diinput ke sistem ESP32Cam maka *Relay* secara otomatis memberikan perintah untuk membuka pintu ke *Magnetic Soloid* agar pintu dibuka, begitu juga sebaliknya jika proteksi wajah tidak sesuai dengan yang diinput di sistem *Camera* ESP32Cam maka pintu tidak dapat terbuka.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. ESP32-CAM

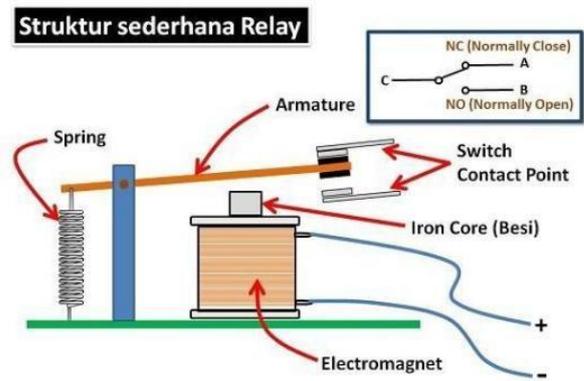
ESP32-CAM merupakan salah satu mikrokontroler yang memiliki fasilitas tambahan berupa bluetooth, wifi, kamera, bahkan sampai ke slot microSD. ESP32-CAM ini biasanya digunakan untuk Project IoT (*Internet of Things*) yang membutuhkan fitur kamera. Modul ESP32CAM memiliki lebih sedikit pin I/O dibandingkan modul ESP32 produk sebelumnya, yaitu ESP32 Wroom. Hal ini dikarenakan sudah banyak pin yang digunakan secara internal untuk fungsi kamera dan fungsi slot kartu microSD. Selain itu, modul ESP32CAM juga tidak memiliki port USB khusus (mengirim program dari port USB komputer). Jadi untuk memprogram modul ini Anda harus menggunakan USB TTL atau kita dapat menambahkan modul tambahan berupa downloader khusus untuk ESP32-CAM [1].



Gbr. 1 ESP32-Cam

B. Relay

Relay merupakan salah satu jenis saklar yang akan beroperasi berdasarkan prinsip *Elektromagnetik* yang dimanfaatkan untuk menggerakkan kontaktor guna menghubungkan rangkaian secara tidak langsung. Terbuka dan tertutupnya kontaktor yaitu disebabkan oleh adanya gaya induksi magnetik yang dihasilkan dari kumparan induktor yang dialiri arus listrik secara otomatis. *Relay* sendiri memiliki banyak fungsi yang sangat berguna pada kehidupan sehari-hari, diantaranya yaitu menjalankan fungsi logika pada mikrokontroler, sebagai aktuator, sebagai proteksi, dan masih banyak lagi [2].



Gbr. 2 Struktur Sederhana Relay

C. USB To TTL Converter PL2303

USB to TTL PL2303 adalah sebuah perangkat berwujud dongle usb yang dapat mengubah protokol USB bus menjadi serial TTL/UART (dan sebaliknya). Perangkat ini biasanya digunakan untuk melakukan interfacing antara laptop/komputer (digital) dengan dunia luar (digital/analog). Dengan adanya perangkat konverter semua data digital dari laptop dapat dikeluarkan ke dunia luar dalam level tegangan TTL (0V dan 5V) untuk kemudian diolah mikrokontroler menjadi sesuatu yang lain (menghidupkan lampu. Konverter USB to TTL ini bentuknya mungil, mungkin sekitar 4 cm x1 cm, dan cukup populer di kalangan hobiist dan profesional elektronika [3].



Gbr. 3 USB to TTL PL2303

D. Step Down DC LM2596

Modul Step Down atau penurun tegangan DC LM2596 ini akan menyelesaikan masalah perbedaan tegangan yang dibutuhkan dengan yang tersedia. Seringkali

dalam pembuatan rangkaian elektronika atau modul-modul mikrokontroler terdapat perbedaan tegangan kerja antar modul sehingga memerlukan sebuah modul regulator untuk menyesuaikan tegangan. *Modul Step Down DC to DC LM2596* ini membantu untuk menurunkan tegangan ke tegangan yang lebih rendah [4].



Gbr. 4 Modul Step Down DC LM2596

E. Solenoid DoorLock

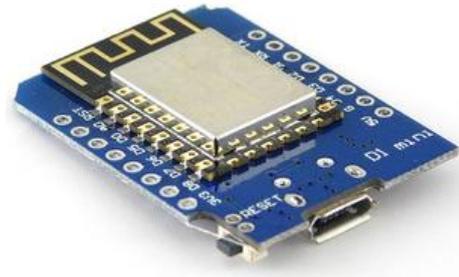
Solenoid ini berfungsi sebagai aktuator. Prinsip dari *Solenoid* sendiri akan bekerja sebagai pengunci dan akan aktif ketika diberikan tegangan. Didalam *Solenoid* terdapat kawat yang melingkari pada inti besi. Ketika arus listrik mengalir melalui kawat ini, maka terjadi medan magnet untuk menghasilkan *Energy* yang akan menarik inti besi kedalam. Bentuk fisik *solenoid* seperti pada Gambar 5 [5].



Gbr. 5 Solenoid door lock

F. Wemos D1 Mini, Board ESP8266

Modul WiFi Wemos D1 merupakan modul mikrokontroler yang populer dengan fitur utama mengelola wifi. Berkat harga yang terjangkau menjadikan modul ini memiliki kesempatan besar menjadi pilihan terutama pada *project-project* otomatisasi. Wemos D1 mini adalah sebuah *board* mikrokontroler dengan tambahan fungsi untuk bisa dihubungkan ke jaringan Wifi. Wemos jenis ini merupakan versi paling rendah dimana versi tertinggi dari *board* mikrokontroler ini adalah Wemos D1 R2. Bentuk fisik Wemos D1 seperti pada Gambar 6 [6].



Gbr. 6 Wemos D1 Mini, Board ESP8266

G. Switching power supply

Switching power supply merupakan sebuah desain *Power Supply* dengan efisiensi daya yang baik. Saat ini peralatan elektronika yang menggunakan adaptor semakin banyak dan semakin beraneka ragam. Mulai dari peralatan elektronika yang murah seperti radio sampai dengan *Handphone*. Kebutuhan adaptor sebagai sebuah alternatif sebagai pengganti baterai lebih disukai karena baterai tidak dapat tahan lama dan secara otomatis membuat biaya operasional sebuah alat elektronika tersebut menjadi lebih besar. Dengan sebuah adaptor tidak lagi dibutuhkan baterai tetapi kelemahannya tidak dapat dibawa-bawa dengan mudah karena adaptor harus selalu tersambung ke jaringan listrik PLN.

Adaptor juga dikenal dengan nama *Power Supply*. *Power supply* yang baik harus mampu memberikan tegangan regulasi yang baik serta mampu memberikan arus yang cukup kepada beban. Tegangan yang tidak terregulasi pada *output power supply* dapat menyebabkan peralatan elektronika yang menggunakan power supply tersebut akan rusak terutama bagian regulasi tegangan (jika ada) tetapi jika peralatan tersebut tidak mempunyai rangkaian regulasi tegangan internal maka dapat dipastikan peralatan elektronika tersebut akan rusak. Bentuk fisik dari *power supply* seperti pada Gambar 7 [7].



Gbr. 7 Power Supply

H. Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan sebuah perangkat lunak yang berfungsi sebagai wadah untuk melakukan pemrograman dalam bentuk bahasa C. Arduino IDE ini dibuat dari bahasa pemrograman Java yang sudah dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut *Wiring* yang membuat operasi input atau output menjadi lebih mudah. Arduino IDE juga dapat disebut sebagai *software* untuk

mendesain sebuah fungsi-fungsi yang akan dituangkan kedalam perangkat keras. Arduino IDE sendiri sangat populer dan banyak digunakan oleh pengembang untuk melakukan perancangan sederhana hingga kompleks sekalipun [8].

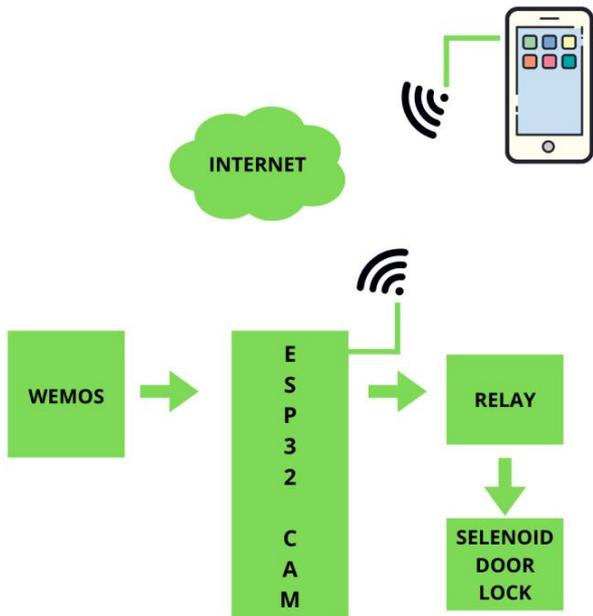
I. Blynk

Blynk adalah IoT *Cloud platform* untuk aplikasi IOS dan Android yang berguna untuk mengontrol Arduino, *Raspberry Pi*, dan *board-board* sejenisnya melalui internet. Blynk adalah *dashboard* digital yang dapat membangun sebuah antarmuka grafis untuk alat yang telah dibuat hanya dengan menarik dan menjatuhkan sebuah widget. Blynk sangat mudah dan sederhana untuk mengatur semuanya dan hanya dalam waktu kurang dari 5 menit. Blynk tidak terikat dengan beberapa mikrokontroler tertentu atau *shield* tertentu. Sebaliknya, apakah Arduino atau *Raspberry Pi* melalui Wi-Fi, Ethernet atau chip ESP8266, Blynk akan membuat alat *online* dan siap untuk IoT [9].

III. METODOLOGI

A. Perancangan Sistem

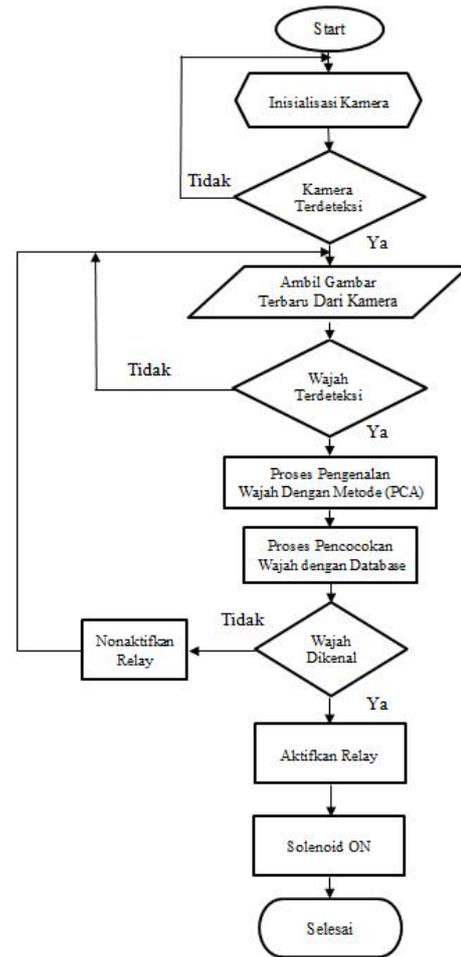
Diagram blok sistem “Rancang Bangun Sistem Keamanan Pintu Rumah Dengan Identifikasi Wajah Menggunakan Esp32Cam Berbasis Internet of Things” dapat dilihat pada Gambar 8.



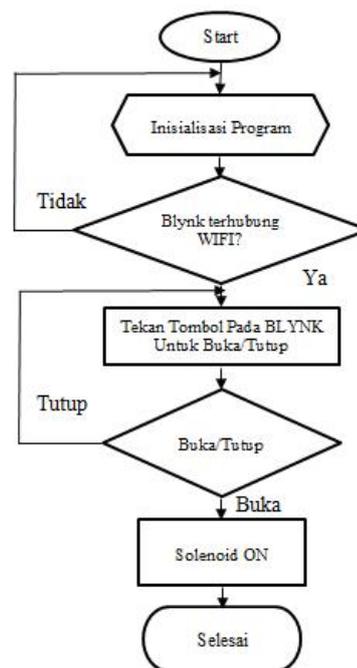
Gbr. 8 Diagram Blok Sistem

B. Perencanaan Software

Diagram alur atau flowchart dapat dilihat pada Gambar 9 dan 10.



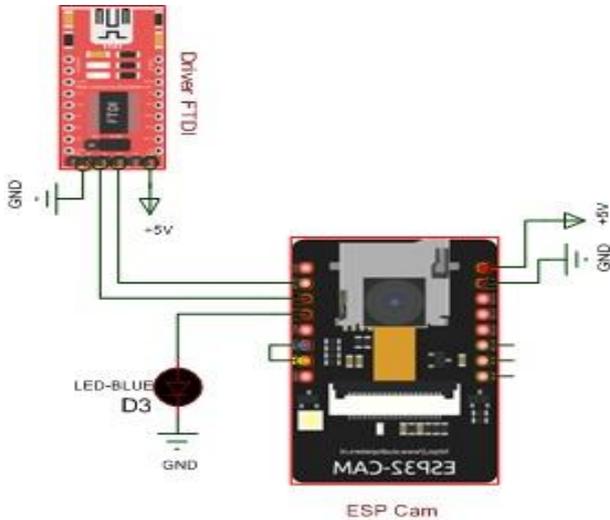
Gbr. 9 Flowchart ESP32-CAM



Gbr. 10 Flowchart Blynk

C. Perancangan Modul Camera ESP32Cam

Rangkaian sensor Camera ESP32Cam digunakan sebagai proteksi wajah yang diinput kedalam sistem ESP32Cam melalui Camera ESP32Cam. Gambar rangkaian Sensor Camera ESP32Cam seperti pada Gambar 11.

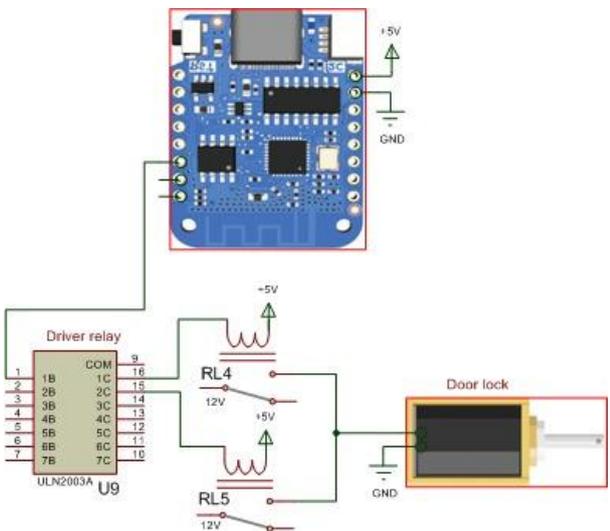


Gbr. 11 Rangkaian Camera ESP32Cam

Sensor Camera ESP32Cam dengan kaki ke pin analog USB TTL Board untuk hasil proses pada USB TTL Board dapat memberikan keluaran pergerakan motor servo pin yang digunakan yaitu out masuk pada pin RXD ke UOT dan TXD ke UOR Camera ESP32Cam sedangkan GND masuk ke GND Camera ESP32Cam dengan koneksi 5 Volt dari Power supply.

D. Perancangan Doorlock Magnetik

Rangkaian kunci Digital Magnetic (Solenoid) output untuk membuka pintu berbentuk gerak masukan dari Relay yang telah diolah oleh Camera ESP32 Cam. Gambar rangkaian kunci Digital Magnetic (Solenoid) dapat dilihat pada Gambar 12.

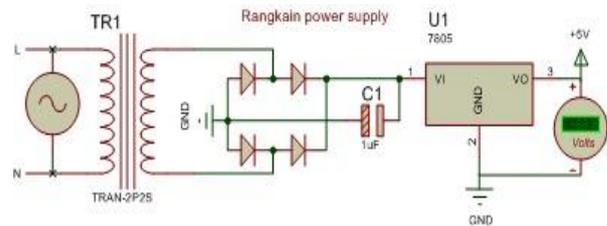


Gbr. 12 Rangkaian kunci Digital Magnetic (Solenoid)

Pada rangkaian kunci Digital Magnetic (Solenoid) dengan kaki dihubungkan ke pin relay untuk hasil prosesnya pada Camera ESP32Cam dapat digerakkan ke kunci Digital Magnetic (Solenoid). Penjelasan penggunaan PIN Relay dan kunci Digital Magnetic (Solenoid) yaitu tegangan arus listrik positif (+) pada tegangan arus listrik positif (+) pada kunci Digital Magnetic (Solenoid) kemudian tegangan arus listrik negatif (-) Relay menuju tegangan arus listrik negatif (-) pada kunci Digital Magnetic (Solenoid).

E. Perancangan Power Supply

Rangkaian Power Supply AC 220V menjadi DC 12V dan 5 volt menggunakan IC LM7812 dan LM7805, dengan 12 volt akan digunakan sebagai sumber tegangan yang dari motor DC dan 5volt digunakan sebagai sumber tegangan pada Arduino.



Gbr. 13 Rangkaian Power Supply

TR1 yaitu transformator centre tap dan input 220V AC serta output 12V D1-D4 adalah dioda 6A05 yang dirangkai bridge, U1 adalah IC regulator 7805 untuk mengubah tegangan DC ke 5V, U2 adalah IC regulator 7812 untuk mengubah tegangan DC ke 12V, C1 dan C3 yaitu kapasitor 4700µF, C2 dan C4 yaitu kapasitor 100µF. Rangkaian keseluruhannya yaitu penggabungan mikrokontroler dan rangkaian Camera ESP32Cam, Kunci Pintu Digital Magnetic.

F. Motode Analisis

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa kamera ESP32CAM berfungsi dengan benar dan dapat mengambil gambar dengan kualitas yang memadai, memeriksa apakah modul ESP32 dapat terhubung ke jaringan WiFi dengan benar, dan mengujikan sensor gerak untuk memastikan bahwa sistem dapat mendeteksi gerakan dengan akurat. Pengujian ini dilakukan untuk menganalisa dari Rancang Bangun Sistem Keamanan Pintu Rumah dengan Identifikasi Wajah menggunakan Esp32cam Berbasis IoT. Alat ini berkerja berdasarkan perintah yang telah diprogram melalui Arduino.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perangkat Keras (Hardware)

Perangkat keras (Hardware) yang sudah berhasil dirancang pada penelitian ini seperti yang ditunjukkan pada Gambar 14.



Gbr. 14 Hasil Perancangan Alat

B. Hasil Pengujian Sensor Camera ESP32Cam

Pengujian Sensor Camera ESP32Cam dapat dilakukan dengan pemilik rumah. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel I.

Tabel I
Pengujian Jarak Wajah Pada Sensor ESP32Cam

No	Penguji	Jarak (cm)	Kondisi Pintu					
			Buka			Tutup		
			Pengujian ke					
			I	II	III	I	II	III
1	Arif	10cm	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup
		20cm	Buka	Buka	Buka	Tutup	Tutup	Tutup
		40cm	Buka	Buka	Buka	Tutup	Tutup	Tutup
		60cm	Buka	Buka	Buka	Tutup	Tutup	Tutup
		80cm	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup
2	Kausar	10cm	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup
		20cm	Buka	Buka	Buka	Tutup	Tutup	Tutup
		40cm	Buka	Buka	Buka	Tutup	Tutup	Tutup
		60cm	Buka	Buka	Buka	Tutup	Tutup	Tutup
		80cm	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup
3	Fadhal	10cm	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup
		20cm	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup
		40cm	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup
		60cm	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup
		80cm	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup
4	Abay	10cm	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup
		20cm	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup
		40cm	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup
		60cm	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup
		80cm	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup
5	Dafa	10cm	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup
		20cm	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup
		40cm	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup
		60cm	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup
		80cm	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup	Tutup

Dalam hal ini alat hanya membuka 2 pengunjung dimana wajah 2 orang sudah direkam di database. Kedua pengunjung tersebut adalah arif dan kausar. Pada jarak 10cm kamera tidak dapat menangkap citra wajah

dikarenakan objek dengan kamera terlalu dekat, sedangkan pada jarak 20cm, 40cm dan 60cm, kamera dapat menangkap citra wajah dengan baik, dan pada jarak 80cm kamera tidak dapat menangkap citra wajah dikarenakan terlalu jauh. Pengujian Sensor Camera 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 sistem.

C. Hasil Pengujian IoT

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan perintah membuka dan menutup pintu pada aplikasi blynk berjalan dengan lancar, pengujian dapat di lihat pada Tabel II.

Tabel II
Pengujian IoT

Pengujian	Perintah	
	Buka	Tutup
1	Buka	Tutup
2	Buka	Tutup
3	Buka	Tutup
4	Buka	Tutup
5	Buka	Tutup

D. Hasil Perhitungan Delay

Delay pengiriman merupakan besaran waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari sumber ke tujuan. Delay dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik dan juga waktu proses yang lama.

Delay yang diukur pada sistem ini adalah delay kontrol alat pada ESP32 CAM, dan pada Blynk. Hasil rata-rata delay kontrol alat pada ESP32 CAM adalah 202,15 ms, sedangkan rata-rata delay kontrol alat pada Blynk adalah 51,88 ms.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengujian berhasil menunjukkan bahwa penggunaan proteksi wajah pada pintu dengan Camera ESP32CAM dapat secara efektif meningkatkan keamanan rumah. Sistem ini dapat mengenali wajah pengguna yang sah dan memberikan akses yang tepat, sementara mencegah akses yang tidak sah.
2. Alat hanya membuka 2 pengunjung dimana wajah 2 orang sudah direkam di database, kedua pengunjung tersebut adalah arif dan kausar.
3. Pada jarak 10cm kamera tidak dapat menangkap citra wajah dikarenakan objek dengan Camera

terlalu dekat, sedangkan pada jarak 20cm, 40cm dan 60cm, kamera dapat menangkap citra wajah dengan baik, sedangkan pada jarak 80cm Camera tidak dapat menangkap citra wajah dikarenakan terlalu jauh.

4. Pengujian pertama *Delay* kontrol alat pada ESP32 cam data delay yang di dapatkan 202,15ms pada pengujian ke dua *Delay* kontrol alat pada BLYNK data delay yang di dapatkan 51,88ms dengan kategori jaringan sangat bagus.

REFERENSI

- [1] Simarankir, M. S. H., & Suryanto, A. (2020). Prototype Pengunci Pintu Otomatis Menggunakan Rfid (Radio Frequency Identification) Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Technologic*, 11(1).
- [2] Wardoyo, J., Hudallah, N., & Utomo, A. B. (2019). Smart Home Security System Berbasis Mikrokontroler. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 10(1), 367-374.
- [3] Rahayu, A., & Masdi, H. (2020). Sistem Kendali Rumah Pintar Menggunakan Voice Recognition Module V3 Berbasis Mikrokontroler dan IOT. *JTEV: Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional*, 6(2), 19-32.
- [4] Sidiq, M. (2018). *Pengertian Internet of Things (IoT)*. Menara Ilmu Otomasi SV UGM. Sumber: <https://otomasi.sv.ugm.ac.id/2018/06/02/pengertian-internet-of-things-iot/>.
- [5] Elga Aris Prasetyo. (2022). *Mikrokontroler ESP32-CAM*. Sumber: <https://www.arduino.biz.id/2022/08/penjelasan-tentang-esp32-cam.html>.
- [6] Razor, A. (2020). *Breadboard Arduino: Pengertian, Prinsip Kerja, dan Jenisnya*. Sumber: <https://www.aldyrazor.com/2020/05/breadboard-arduino.html>.
- [7] Razor, A. (2020). *Kabel Jumper Arduino: Pengertian, Fungsi, Jenis, dan Harga*. Sumber: <https://www.aldyrazor.com/2020/04/kabel-jumper-arduino.html>.
- [8] Simanjuntak, I. U., Basuki, A. Y., & Ridlon, M. (2020). Rancang Bangun Sistem Pengamanan Pintu Rumah Tinggal Menggunakan E-Ktp Dan Magnetic Door Lock Berbasis Atmega328. *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, 25(2), 149-160.
- [9] Saputro, T. T. (2017). *Menurunkan Tegangan Dengan Regulator Tegangan*. Sumber: <https://embeddednesia.com/v1/menurunkan-tegangan-dengan-regulator-tegangan/>.