

RANCANG BANGUN PROTOTYPE SISTEM BUKA TUTUP KUNCI PINTU MELALUI SMARTPHONE BERBASIS IoT

Muhammad Dzikriansyah¹, Raihan Saputra^{2*}, Nauriel Alya³, Yusman^{4*}, Gunawan⁵

^{1,2,3,4,5} *Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA*

¹dzikri2626@gmail.com

^{2*}raihanproject28@gmail.com

⁴yusman@pnl.ac.id

Abstrak— Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah memberikan dampak signifikan dalam menciptakan sistem keamanan rumah yang lebih modern dan efisien. Salah satu penerapan IoT dalam kehidupan sehari-hari adalah sistem kunci pintu otomatis. Kunci manual memiliki kelemahan seperti mudah hilang, digandakan, dan kurang praktis, sehingga dibutuhkan sistem yang lebih modern dan aman. Penggunaan smartphone sebagai kendali menjadi solusi tepat, karena hampir semua orang menggunakannya. Dengan aplikasi IoT, pintu dapat dibuka atau ditutup secara real-time baik dari jarak dekat maupun jauh. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang sebuah prototipe sistem buka tutup kunci pintu otomatis berbasis IoT yang dapat dikendalikan melalui tiga metode, yaitu *smartphone*, RFID, dan push button. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama dan ESP32 CAM sebagai kamera untuk menampilkan kondisi pintu secara real-time pada smartphone. Selain itu, perangkat dilengkapi solenoid door lock sebagai aktuator utama, serta LCD dan buzzer sebagai indikator status sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja dengan baik sesuai fungsinya. Pada metode *smartphone*, waktu respon rata-rata tercatat 2,3 detik saat membuka dan 1,7 detik saat menutup kunci pintu. Pada metode RFID, waktu respon rata-rata adalah 1,9 detik baik untuk akses terdaftar maupun penolakan akses. Sedangkan pada metode push button, waktu respon rata-rata mencapai 1,9 detik dengan tingkat keberhasilan yang konsisten. Sistem ini terbukti dapat meningkatkan aspek keamanan, kenyamanan, dan efisiensi dalam penggunaan kunci pintu, sekaligus menghadirkan kemudahan monitoring pintu melalui kamera berbasis IoT.

Kata kunci— Internet of Things, ESP32-CAM, Solenoid Door Lock, Smartphone, RFID, Push Button.

Abstract— The development of Internet of Things (IoT) technology has had a significant impact on creating more modern and efficient home security systems. One of its everyday applications is the automatic door lock system. Traditional manual locks have weaknesses, such as being easily lost, duplicated, and less practical, which makes a more modern and secure system necessary. Using smartphones as a control solution is highly suitable, since almost everyone uses them. With an IoT-based application, doors can be locked or unlocked in real-time, either from a short or long distance. The purpose of this final project is to design a prototype of an IoT-based automatic door lock system that can be controlled through three methods: *smartphone*, RFID, and push button. The system uses an ESP32 microcontroller as the main controller and an ESP32-CAM as a camera to display real-time door conditions on the smartphone. In addition, the device is equipped with a solenoid door lock as the main actuator, as well as an LCD and buzzer as system status indicators. The test results show that the system functions properly as intended. For the *smartphone* method, the average response time was recorded at 2.3 seconds when unlocking and 1.7 seconds when locking the door. For the RFID method, the average response time was 1.9 seconds for both registered access and access denial. Meanwhile, for the push button method, the average response time reached 1.9 seconds with a consistent success rate. This system has proven to enhance security, convenience, and efficiency in lock usage, while also providing the ease of monitoring the door through an IoT-based camera.

Keywords— Internet of Things, ESP32-CAM, Solenoid Door Lock, Smartphone, RFID, Push Button.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan *Internet of Things* (IoT) dalam satu dekade terakhir telah mendorong transformasi layanan rumah pintar (*smart home*) dari sekadar otomasi sederhana menjadi ekosistem terhubung yang menekankan aspek kenyamanan, efisiensi, dan yang kian krusial keamanan. Pada ranah keamanan domestik, sistem penguncian pintu memegang peran kunci karena menjadi gerbang pertama yang berinteraksi dengan pengguna maupun potensi ancaman. Praktik penggunaan kunci mekanis konvensional masih dominan, namun memiliki sejumlah keterbatasan: rentan hilang atau tertinggal, mudah digandakan, serta menuntut kedisiplinan manual yang tidak selalu terpenuhi. Kondisi ini menimbulkan kebutuhan akan solusi penguncian yang lebih modern, tangguh, dan dapat diakses secara cerdas dari berbagai skenario penggunaan harian.

Sejumlah produk *smart lock* komersial menawarkan kendali melalui *smartphone*, tetapi adopsinya sering terkendala oleh harga, kompatibilitas, dan fleksibilitas

integrasi dengan perangkat lain di lingkungan rumah. Hal ini membuka ruang penelitian untuk merancang sistem penguncian yang lebih terjangkau tanpa mengorbankan reliabilitas dan fitur inti yang dibutuhkan pengguna perumahan: autentikasi yang cepat, kontrol jarak jauh, dan umpan balik kondisi secara *real-time*. Pendekatan berbasis mikrokontroler terhubung jaringan menjadi relevan karena memungkinkan perancangan arsitektur yang modular, dapat dikembangkan, dan mudah direplikasi sesuai kebutuhan.

Penelitian ini merespons kebutuhan tersebut melalui perancangan dan implementasi prototipe sistem buka tutup kunci pintu berbasis IoT yang menggabungkan tiga jalur akses: (i) *smartphone* sebagai kanal kendali jarak jauh via aplikasi *Blynk*, (ii) RFID sebagai autentikasi non-kontak yang cepat, dan (iii) push button sebagai *fallback* akses manual. ESP32 diposisikan sebagai pengendali utama yang mengorkestrasi input (RFID/push button/aplikasi) dan output (*relay-solenoid*), sementara ESP32-CAM menyediakan video feed untuk pemantauan kondisi pintu secara *real-time*. Untuk memperkuat *situational awareness*, sistem memberikan

umpan balik status melalui LCD dan buzzer. Integrasi ini diharapkan membentuk lapisan proteksi berjenjang (*layered access*) yang tetap sederhana di sisi pengguna namun memadai di sisi fungsi.

Ruang lingkup perancangan dibatasi pada fungsi inti penguncian membuka/menutup dan menampilkan status dengan antarmuka pengguna pada perangkat Android/iOS melalui aplikasi Blynk. Prototipe memanfaatkan *solenoid door lock* 12 V yang diaktifkan oleh relay sebagai aktuator mekanik. Sesuai batasan sistem, perangkat beroperasi ketika catu daya tersedia; pemadaman listrik akan menonaktifkan fungsi kendali. Batasan ini sekaligus menjadi dasar rekomendasi pengembangan selanjutnya (mis. integrasi backup power). Dengan fokus demikian, rancangan bertujuan menjaga keseimbangan antara kemudahan instalasi, biaya, dan reliabilitas operasional dalam skenario penggunaan rumah tangga.

Kontribusi penelitian dapat diringkas sebagai berikut. (1) Perancangan dan realisasi prototipe smart lock berbasis ESP32 dengan tiga mode akses terintegrasi (smartphone, RFID, push button) serta pemantauan visual berbasis ESP32-CAM. (2) Skema *feedback* status (LCD/buzzer) yang menyederhanakan interaksi pengguna saat kendali dilakukan lokal maupun jarak jauh. (3) Evaluasi kinerja berbasis waktu tanggap (*response time*) untuk masing-masing metode akses sebagai ukuran keefektifan sistem dalam praktik. (4) Dokumentasi komponen, wiring, dan algoritme pada tingkat yang memungkinkan replikasi berbiaya rendah dan perluasan fitur (mis. notifikasi dan penyimpanan berbasis cloud).

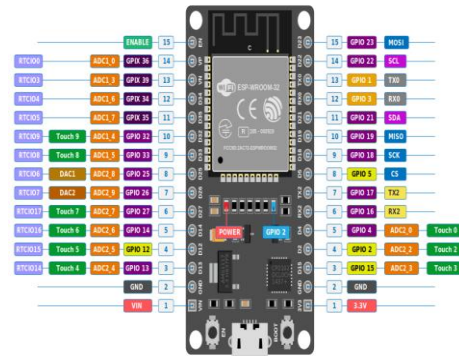
Dengan landasan tersebut, tujuan utama penelitian ini adalah merancang dan menguji prototipe sistem penguncian pintu berbasis IoT yang andal, ekonomis, dan mudah dioperasikan, dengan indikator utama berupa waktu tanggap, konsistensi aksi aktuasi, serta keberhasilan pemantauan real-time. Hasil yang diperoleh diharapkan memberi pijakan praktis bagi pengembangan solusi smart lock rumahan yang dapat diimplementasikan lebih luas, sekaligus membuka peluang peningkatan fitur keamanan pada iterasi berikutnya.

A. Mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah sebuah System-on-a-Chip (SoC) mikrokontroler yang dirancang khusus untuk aplikasi IoT (Internet of Things). Diproduksi oleh Espressif Systems, ESP32 merupakan penerus dari ESP8266 yang telah populer sebelumnya. Apa yang membedakan ESP32? Salah satu keunggulan utama ESP32 adalah integrasi modul Wi-Fi dan Bluetooth di dalamnya, sehingga memungkinkan perangkat yang menggunakan ESP32 untuk terhubung ke internet dan berkomunikasi dengan perangkat lain secara nirkabel. Selain itu, ESP32 juga ada berbagai peripheral lain seperti ADC, DAC, sensor, dan antarmuka komunikasi serial yang mana membuatnya sangat fleksibel dalam berbagai aplikasi. [2]

ESP32 adalah mikrokontroler yang dirancang untuk aplikasi yang memerlukan konektivitas nirkabel, karena telah dilengkapi dengan modul Wi-Fi dan Bluetooth. Mikrokontroler ini menggunakan mikroprosesor Tensilica Xtensa LX6 sebagai inti pemrosesannya, yang tersedia dalam konfigurasi single-core maupun dual-core, sehingga mampu memberikan kinerja yang fleksibel dan efisien sesuai

kebutuhan sistem. Berkat kombinasi fitur-fitur canggih tersebut, ESP32 sangat cocok digunakan dalam pengembangan berbagai sistem berbasis Internet of Things (IoT), seperti monitoring jarak jauh, kontrol otomatis, hingga integrasi sensor dan aktuator. [1]

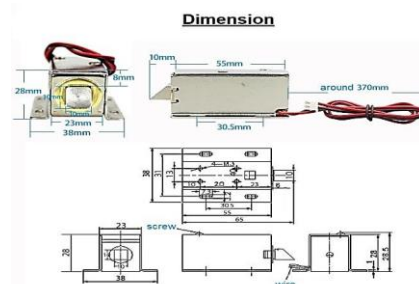


Gambar 1. Skematik ESP32

B. Solenoid Door Lock

Solenoid Door Lock adalah salah satu solenoid yang difungsikan khusus sebagai solenoid untuk pengunci pintu elektronik. Solenoid ini mempunyai dua sistem kerja, yaitu Normaly Close (NC) dan Normaly Open (NO). Perbedaannya adalah jika cara kerja solenoid NC apabila diberi tegangan, maka solenoid NO adalah kebalikannya dari Solenoid NC. Biasanya kebanyakan solenoid Door Lock membutuhkan input tagangan kerja 12V DC tetapi ada juga solenoid Door Lock yang hanya membutuhkan input tegangan output dari pin IC digital. Namun jika anda menggunakan Solenoid Door Lock yang 12V DC. Berarti anda membutuhkan power supply 12V dan sebuah relay untuk mengaktifkannya. [3]

Solenoid adalah sebuah kumparan kawat yang membentuk medan magnet ketika dialiri arus listrik. Secara umum, solenoid digunakan untuk mengubah energy listrik menjadi gerak linier (mekanik) melalui prinsip elektromagnetik. Ketika arus listrik mengalir melalui kumparan, terbentuk medan magnet yang menarik inti besi (*plunger*) ke dalam kumparan, sehingga terjadi gerakan mekanis. Solenoid door lock adalah jenis kunci pintu elektronik yang menggunakan solenoid sebagai actuator untuk mengunci dan membuka pintu secara otomatis. Ketika diberi tegangan listrik, solenoid akan menarik atau mendorong pengait kunci, sehingga pintu dapat dibuka atau dikunci. Jika arus diputus, mekanisme kunci akan kembali ke posisi awal dengan bantuan pegas. [4]



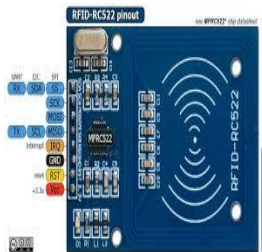
Gambar 2. Solenoid Door Lock

C. Radio Frequency Identification (RFID)

Radio Frequency and Identification (RFID) adalah teknologi yang menggunakan gelombang radio untuk mengidentifikasi orang atau suatu objek secara otomatis

dengan menggunakan tag. Teknologi ini menciptakan cara otomatis untuk mengumpulkan informasi suatu produk, tempat, waktu atau transaksi lebih cepat dan mudah (Leo, A., & Aziz, A., 2021).

Radio Frequency Identification (RFID) merupakan metode identifikasi otomatis yang memanfaatkan gelombang radio untuk mentransmisikan data antara perangkat pembaca (reader) dan objek yang diberi penanda berupa tag RFID (transponder). Teknologi ini memungkinkan identifikasi objek tanpa kontak fisik maupun penglihatan langsung (line of sight). RFID reader memancarkan gelombang elektromagnetik pada frekuensi tertentu, dan ketika tag RFID pasif berada dalam jangkauan, antena pada tag menangkap energi tersebut untuk mengaktifkan chip internal, lalu mengirimkan data unik ke reader. Data ini digunakan sebagai dasar autentikasi akses. RFID banyak diterapkan pada kunci pintu otomatis atau smart door lock sebagai metode autentikasi non-kontak. Dalam sistem ini, RFID reader terhubung ke mikrokontroler (seperti Arduino atau ESP32) untuk mencocokkan ID tag dengan data tersimpan.

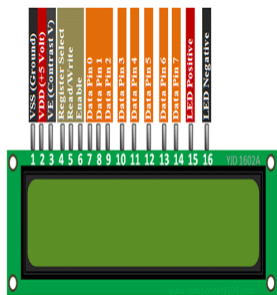


Gambar 3. RFID

D. LCD

Liquid crystal display (LCD) adalah komponen yang dapat menampilkan tulisan dengan memanfaatkan kristal cair, salah satu jenisnya adalah LCD 16x2 yang memiliki dua baris setiap baris terdiri dari enam belas karakter (Muchtar Fauza, Muchlis Abdul Muthalib., 2022).

Dalam bidang elektronika dan otomasi, LCD sering digunakan untuk menampilkan informasi dari sistem mikrokontroler, seperti menu, status perangkat, data sensor, dan identifikasi pengguna. Salah satu modul LCD yang umum digunakan dalam proyek berbasis Arduino atau ESP32 adalah LCD 16x2, yang mampu menampilkan 2 baris dengan masing-masing 16 karakter. LCD berperan penting dalam sistem otomatisasi seperti smart door lock berbasis RFID dan IoT. Sistem ini, LCD digunakan untuk menampilkan status kunci (terbuka/tertutup), hasil autentikasi pengguna (berhasil/gagal).

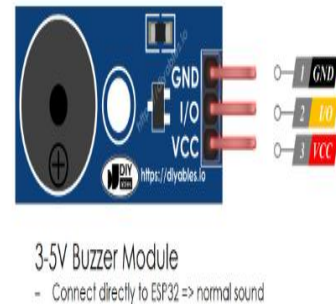


Gambar 4. LCD

E. Buzzer Module

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer sama dengan

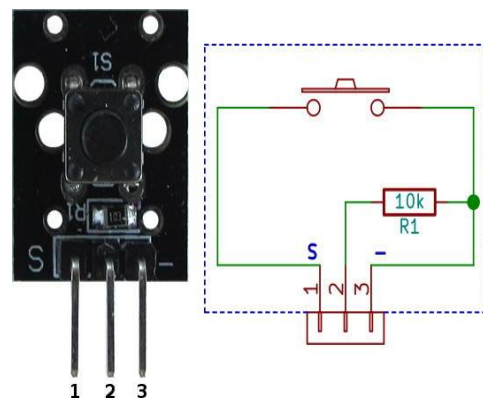
loudspeaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi electromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma, maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara (Rahmawati, Y., Simanjuntak, I. U. V., & Simorangkir, R. B., 2022). Buzzer sering digunakan dalam sistem mikrokontroler atau proyek Internet of Things (IoT) sebagai indikator suara. Buzzer bekerja berdasarkan prinsip piezoelektrik atau elektromagnetik. Pada buzzer piezo, bahan piezoelektrik akan bergetar ketika dialiri listrik, menghasilkan gelombang suara. Pada buzzer elektromagnetik, kumparan elektromagnetik akan menarik atau menolak diafragma logam, menciptakan getaran yang menimbulkan suara.



Gambar 5. Buzzer Module

F. Push Button Module

Push button adalah komponen elektronika berupa tombol yang berfungsi menghubungkan atau memutuskan arus listrik dalam rangkaian, sering digunakan pada proyek Arduino sebagai input manual. Saat ditekan, kontak logam di dalamnya bersentuhan sehingga arus mengalir (logika HIGH/LOW sesuai konfigurasi). Saat dilepas, kontak terputus oleh pegas internal sehingga arus berhenti. Modul push button memudahkan pemasangan karena sudah dilengkapi rangkaian pull-up/pull-down, sehingga lebih praktis digunakan.

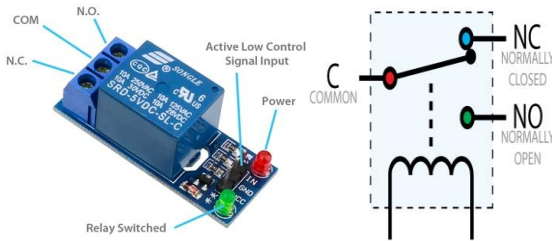


Gambar 6. Push Button Module

G. Relay

Relay adalah saklar elektronika yang bekerja menggunakan arus listrik. Komponen ini terdiri dari kumparan dan armatur

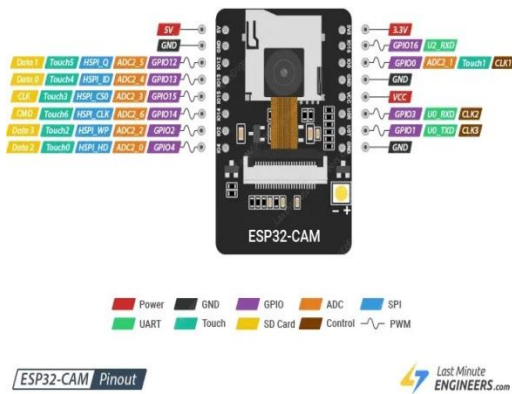
besi; ketika kumparan dialiri arus, armatur tertarik sehingga terjadi perpindahan kontak. Pada modul relay 1 channel, fungsinya adalah menghubungkan atau memutuskan arus ke perangkat lain, misalnya solenoid door lock. [5]



Gambar 7. Relay

H. ESP32 Cam

ESP32-CAM adalah mikrokontroler berbasis ESP-32 berbiaya rendah dengan kamera 2MP, slot microSD, dan dukungan antena eksternal. Modul ini sudah dilengkapi WiFi, Bluetooth, serta library untuk face recognition, sehingga cocok untuk aplikasi IoT dan perangkat rumah pintar. Meski hanya memiliki 10 pin GPIO karena sebagian digunakan untuk kamera dan microSD, modul ini tetap menyediakan fungsi I/O dasar. Tersedia LED flash, konektor kamera tipe FPC (dapat diganti jika kompatibel), serta slot microSD untuk menyimpan gambar atau video. [6]



Gambar 8. ESP32 Cam

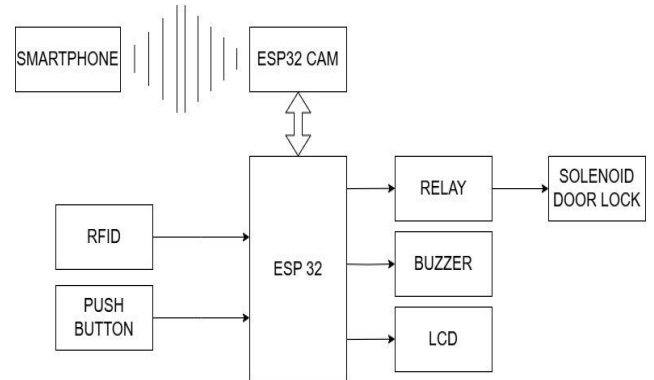
I. Blynk

Blynk adalah platform IoT yang memudahkan pembuatan interface untuk mengontrol dan memantau proyek hardware melalui iOS atau Android. Platform ini mendukung berbagai mikrokontroler seperti ESP8266 dan Arduino, serta menyediakan widget seperti Button, Value Display, History Graph, Twitter, dan Email. Komunikasi dilakukan lewat protokol Blynk Cloud melalui Wi-Fi, Ethernet, atau jaringan lain, sehingga pengguna dapat mengendalikan perangkat, membaca data sensor, dan menerima notifikasi secara jarak jauh.



Gambar 9. Aplikasi Blynk

II. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 10. Blok Diagram Alat

Sesuai dengan blok diagram yang ditunjukkan dalam Gambar 3.1 maka fungsi masing-masing dari tiap blok adalah sebagai berikut :

RFID berfungsi sebagai kunci digital. Ketika tag didekatkan ke modul RFID, modul akan membaca ID dari tag tersebut dan mengirimkan data ke ESP32.

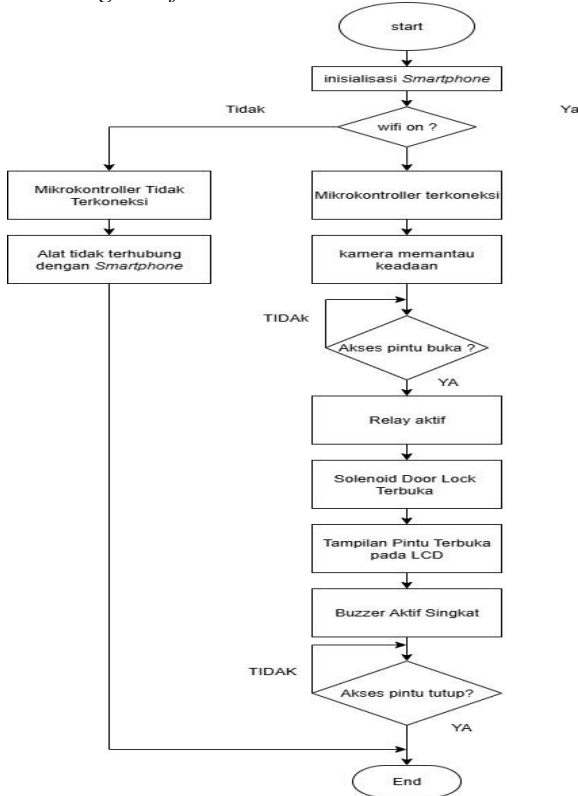
1. Push Button berfungsi Sebagai alternatif manual untuk membuka pintu. Misalnya digunakan oleh pengguna internal tanpa perlu menggunakan RFID.
2. ESP 32 Unit mikrokontroler utama yang memproses semua input dari RFID, Push Button, dan mengendalikan output ke perangkat lain seperti relay, buzzer, dan LCD.
3. ESP 32 Cam berfungsi sebagai Modul kamera yang digunakan untuk pengawasan atau verifikasi visual (misalnya streaming wajah pengguna).
4. Smartphone Digunakan untuk memantau atau mengendalikan sistem dari jarak jauh melalui koneksi internet/Wi-Fi.
5. Relay Sebagai saklar elektronik yang dikendalikan oleh ESP32. Digunakan untuk mengaktifkan atau mematikan solenoid pengunci pintu.
6. Buzzer berfungsi Memberikan bunyi notifikasi dari system, misalnya ketika tag RFID salah, pintu terbuka, atau kesalahan sistem.
7. LCD Menampilkan informasi status sistem, seperti "Pintu Terbuka", "Akses Ditolak", atau "Menunggu Kartu".
8. Solenoid door lock Mekanisme fisik penguncian pintu. Ketika diberi daya melalui relay, solenoid akan menarik atau melepaskan kunci pintu.

A. Prinsip Kerja Alat

Prototype Prototype sistem buka tutup kunci pintu berbasis IoT ini bekerja dengan mikrokontroler yang terhubung ke internet dan dikendalikan melalui aplikasi smartphone. Prinsip kerjanya melibatkan beberapa komponen utama, yaitu mikrokontroler ESP32, solenoid door lock, koneksi Wi-Fi, dan aplikasi mobile Blynk. Saat pengguna menekan tombol 'Buka' atau 'Tutup' pada aplikasi, perintah dikirim melalui internet ke mikrokontroler yang terhubung ke Wi-Fi lokal,

lalu diproses untuk mengaktifkan aktuator penggerak kunci sesuai instruksi. [16]

B. Perancangan Software



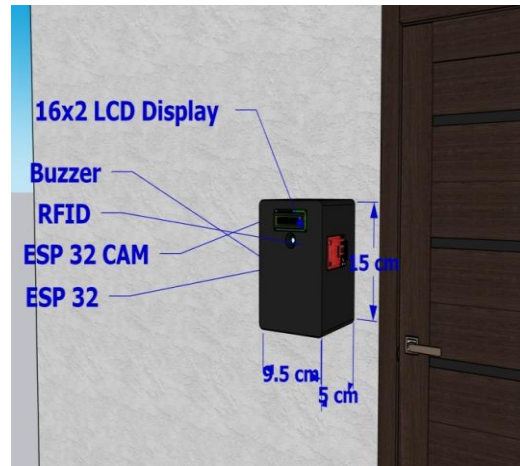
Gambar 11. Flowchart metode smartphone

C. Perancangan Elektronik

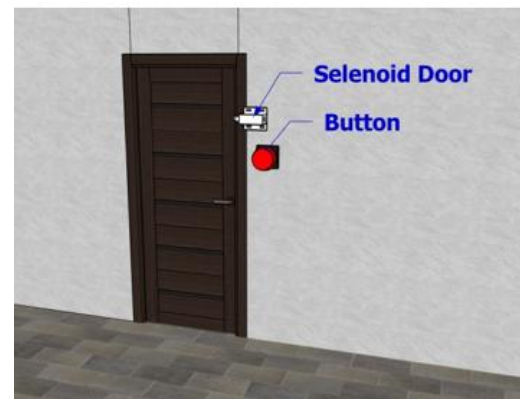
Perancangan rangkaian elektronik untuk prototipe rancang bangun sistem buka tutup pintu otomatis berbasis Internet of Things (IoT) merupakan salah satu tahap yang sangat penting dalam keseluruhan proses pengembangan perangkat. Pada tahap ini, seluruh komponen utama seperti mikrokontroler sebagai pusat pengendali sistem, modul RFID sebagai alat autentikasi berbasis kartu, push button sebagai metode akses manual, relay sebagai penghubung dan pemutus arus listrik untuk solenoid door lock, buzzer sebagai indikator suara, serta LCD sebagai media tampilan informasi dirangkai dan diintegrasikan secara menyeluruh. Selain itu, koneksi dengan smartphone melalui aplikasi IoT juga dipersiapkan agar pengguna dapat mengontrol pintu secara jarak jauh dengan lebih praktis, sedangkan modul kamera ESP32-CAM difungsikan sebagai media pemantauan visual yang mampu memberikan keamanan tambahan melalui akses monitoring secara real-time. Perancangan yang matang pada tahap ini juga menjadi dasar penting untuk memastikan bahwa prototipe dapat bekerja secara optimal, mudah dioperasikan oleh pengguna, serta memiliki kesiapan yang baik untuk dikembangkan lebih lanjut pada tahap implementasi nyata di lingkungan sebenarnya. [17]

D. Perancangan Mekanik 3d

Gambar di bawah ini menunjukkan tampak depan dari pintu yang digunakan sebagai media pada alat prototipe rancang bangun sistem buka tutup pintu otomatis berbasis Internet of Things (IoT). Tampilan tersebut memperlihatkan bagaimana rancangan sistem diaplikasikan secara nyata pada pintu, sehingga dapat memberikan gambaran lebih jelas mengenai posisi dan tata letak komponen utama, seperti solenoid door lock, RFID, serta mekanisme perangkat tambahan lainnya. Tampak depan alat dapat dilihat pada gambar 12



Gambar 12. Tampak depan alat



Gambar 13. Tampak belakang alat

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan pengujian pada “Rancang Bangun Prototype Sistem Buka Tutup Kunci Pintu Melalui Smartphone Berbasis IoT” adalah untuk memastikan bahwa sistem yang dirancang dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah kunci pintu otomatis mampu membuka dan menutup dengan benar berdasarkan perintah yang dikirimkan melalui smartphone, kartu RFID, maupun tombol manual (push button). Selain itu, pengujian juga bertujuan untuk mengevaluasi keandalan koneksi IoT antara aplikasi smartphone dengan perangkat mikrokontroler sehingga dapat dipastikan bahwa komunikasi berjalan stabil tanpa adanya keterlambatan yang signifikan. [18]

Pengujian ini juga dimaksudkan untuk mengukur waktu respon sistem, yakni lamanya jeda sejak perintah diberikan melalui aplikasi, kartu RFID ditempelkan, atau push button ditekan hingga solenoid door lock benar-benar aktif. Pengujian selanjutnya dilakukan pada kestabilan perangkat dengan cara memberikan perintah berulang melalui ketiga metode kontrol tersebut. [19]

penelitian, bukan mengulanginya. Hindari penggunaan sitasi dan diskusi yang berlebihan tentang literatur yang telah dipublikasikan. [20]

A. Pengujian Waktu Respon Kunci Pintu Dengan Smartphone

Tabel 1. Data hasil Perhitungan waktu respon metode smartphone

No	Perintah	Waktu Respon	Solenoid Door Lock	Tampilan LCD	Arus Solenoid Door Lock (A)
1	Membuka	2.15s	Terbuka	Pintu Terbuka	1,85
2	Menutup	1.47s	Tertutup	Pintu Tertutup	0
3	Membuka	2.30s	Terbuka	Pintu Terbuka	1,92
4	Menutup	2.35s	Tertutup	Pintu Tertutup	0
5	Membuka	1.86s	Terbuka	Pintu Terbuka	1,78
6	Menutup	1.27s	Tertutup	Pintu Tertutup	0
7	Membuka	2.55s	Terbuka	Pintu Terbuka	1,88
8	Menutup	1.76s	Tertutup	Pintu Tertutup	0
9	Membuka	2.83s	Terbuka	Pintu Terbuka	1,95
10	Menutup	1.62s	Tertutup	Pintu Tertutup	0

Berdasarkan hasil pengujian membuka dan menutup solenoid door lock menggunakan metode smartphone, terlihat bahwa sistem solenoid door lock bekerja sesuai perintah yang diberikan, baik saat membuka maupun menutup pintu. Pada saat perintah membuka dijalankan, waktu respon yang diperoleh berkisar antara 1,86 detik hingga 2,83 detik, dengan arus solenoid berada pada rentang 1,78 A hingga 1,95 A. Hal ini menunjukkan bahwa solenoid membutuhkan suplai arus listrik hanya ketika melakukan proses pembukaan. Variasi waktu respon yang muncul kemungkinan dipengaruhi oleh faktor tegangan supply, kondisi mekanik, serta beban gesekan pada pintu.

Sementara itu, pada perintah menutup pintu, waktu respon cenderung lebih cepat yaitu antara 1,27 detik hingga 2,35 detik, dengan arus solenoid yang konsisten menunjukkan angka 0 A. Kondisi ini mengindikasikan bahwa proses penutupan tidak memerlukan daya listrik tambahan, melainkan mengandalkan pegas mekanis atau sistem kunci yang kembali secara otomatis. Hal ini membuat sistem menjadi lebih hemat energi karena konsumsi arus hanya terjadi pada saat membuka pintu.

Selain itu, tampilan LCD yang digunakan mampu menunjukkan status pintu dengan baik. Saat solenoid aktif, LCD menampilkan informasi "Pintu Terbuka", sedangkan ketika pintu tertutup, tampilan berubah menjadi "Pintu Tertutup". Konsistensi ini menunjukkan bahwa sistem monitoring bekerja secara real-time dan akurat, sehingga memudahkan pengguna dalam mengetahui kondisi pintu.

Hasil penelitian hendaknya dituliskan secara jelas dan padat. Diskusi hendaknya menguraikan arti pentingnya hasil

B. Pengujian Waktu Respon Kunci Pintu Dengan Rfid

Tabel 1. Data hasil Perhitungan waktu respon metode RFID

No	Tag RFID	Waktu Respon	Solenoid Door Lock	Tampilan LCD	Arus Solenoid Door Lock (A)
1	Akses Terdaftar	1.47s	Terbuka	Pintu Terbuka	1,87
2	Akses Tidak Terdaftar	1.96s	Tertutup	Akses Ditolak	0
3	Akses Terdaftar	2.15s	Terbuka	Pintu Terbuka	1,92
4	Akses Tidak Terdaftar	1.66s	Tertutup	Akses Ditolak	0
5	Akses Terdaftar	2.00s	Terbuka	Pintu Terbuka	1,78
6	Akses Tidak Terdaftar	1.56s	Tertutup	Akses Ditolak	0
7	Akses Terdaftar	2.11s	Terbuka	Pintu Terbuka	1,88
8	Akses Tidak Terdaftar	2.64s	Tertutup	Akses Ditolak	0
9	Akses Terdaftar	1.57s	Terbuka	Pintu Terbuka	1,95
10	Akses Tidak Terdaftar	1.42s	Tertutup	Akses Ditolak	0

Berdasarkan hasil pengujian penggunaan tag RFID, sistem solenoid door lock menunjukkan kinerja yang konsisten baik pada saat menerima akses terdaftar maupun akses tidak terdaftar. Pada kondisi akses terdaftar, solenoid door lock aktif dengan arus rata-rata antara 1,78 A hingga 1,95 A dan menghasilkan respon waktu berkisar 1,47 detik hingga 2,15 detik. Hal ini menunjukkan bahwa ketika tag RFID dikenali, sistem segera membuka pintu dengan respon yang relatif cepat. Tampilan LCD juga berfungsi dengan baik dengan menampilkan status "Pintu Terbuka", sehingga pengguna mendapatkan informasi secara real-time mengenai kondisi pintu.

Sementara itu, pada kondisi akses tidak terdaftar, pintu tetap dalam keadaan tertutup dengan waktu respon bervariasi antara 1,42 detik hingga 2,64 detik. Pada saat ini, solenoid door lock tidak menerima arus (0 A), Hal tersebut menunjukkan bahwa sistem benar-benar menolak akses dan sama sekali tidak memberikan suplai listrik pada mekanisme pengunci, sehingga pintu tetap dalam kondisi terkunci dengan aman. Tampilan LCD menampilkan pesan "Akses Ditolak", sehingga pengguna dapat langsung mengetahui dengan jelas

bahwa tag yang digunakan tidak memiliki otorisasi untuk membuka pintu.

C. Pengujian Waktu Respon Dengan Push Button

No	Push Button	Waktu Respon	Solenoid Door Lock	Tampilan LCD	Arus Solenoid Door Lock (A)
1	Ditekan	2.45s	Terbuka	Pintu Terbuka	1,79
2	Ditekan	1.42s	Terbuka	Pintu Terbuka	1,81
3	Ditekan	2.20s	Terbuka	Pintu Terbuka	1,87
4	Ditekan	1.90s	Terbuka	Pintu Terbuka	1,79
5	Ditekan	1.67s	Terbuka	Pintu Terbuka	1,80
6	Ditekan	2.20s	Terbuka	Pintu Terbuka	1,81
7	Ditekan	1.42s	Terbuka	Pintu Terbuka	1,85
8	Ditekan	1.81s	Terbuka	Pintu Terbuka	1,90
9	Ditekan	1.81s	Terbuka	Pintu Terbuka	1,95
10	Ditekan	1.52s	Terbuka	Pintu Terbuka	1,88

Berdasarkan hasil pengujian pembukaan solenoid door lock dengan metode Push Button, diperoleh bahwa setiap kali tombol ditekan, pintu berhasil terbuka dengan baik. Waktu respon yang dihasilkan bervariasi antara 1,42 detik hingga 2,45 detik, menunjukkan adanya perbedaan kecil dalam kecepatan respon sistem, yang kemungkinan dipengaruhi oleh kestabilan tegangan suplai dan kondisi mekanis solenoid. Dari sisi konsumsi arus, nilai yang dicatat berada pada kisaran 1,79 A hingga 1,95 A, yang menandakan solenoid bekerja sesuai spesifikasi dan mampu menggerakkan mekanisme pengunci secara konsisten. Selain itu, tampilan LCD selalu menampilkan status "Pintu Terbuka" setiap kali tombol ditekan, membuktikan bahwa

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian, prototipe sistem buka-tutup kunci pintu berbasis IoT dengan integrasi smartphone (aplikasi Blynk), RFID, dan push button menunjukkan kinerja yang optimal serta sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem berhasil mengoperasikan solenoid door lock melalui tiga metode akses dengan tingkat keberhasilan 100%, yang mengindikasikan reliabilitas tinggi dalam fungsionalitas perangkat.

Pengujian performa memperlihatkan waktu respon rata-rata 2,3 detik untuk membuka dan 1,7 detik untuk menutup pintu

sistem monitoring berjalan dengan baik dan mampu memberikan informasi real-time kepada pengguna.

melalui aplikasi smartphone, 1,8 detik pada penggunaan RFID baik untuk akses valid maupun ditolak, serta 1,8 detik yang konsisten pada push button. Hasil ini menegaskan bahwa seluruh metode kendali mampu memberikan respon cepat dan stabil. Selain itu, LCD mampu menampilkan status pintu secara real-time, sementara buzzer berfungsi efektif sebagai indikator akustik, membuktikan keberhasilan integrasi antar komponen sistem.

Integrasi ESP32-CAM memperkuat aspek keamanan dengan menyediakan monitoring visual secara real-time melalui smartphone. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan tidak hanya memenuhi aspek fungsional, tetapi juga memberikan nilai tambah dalam hal kepraktisan dan keamanan. Secara keseluruhan, prototipe ini dapat diposisikan sebagai alternatif solusi sistem penguncian pintu modern yang efisien, terjangkau, serta potensial untuk diimplementasikan dalam skala lebih luas.

REFERENSI

- [1] AnalogLamb, Schematic ESP32 Development Board V2 [PDF], GitHub, 2016.
- [2] A. Arafat, "Sistem pengamanan pintu rumah berbasis Internet Of Things (IoT) dengan ESP8266," *Technologia: Jurnal Ilmiah*, vol. 7, no. 4, 2016.
- [3] D. R. Azzizi, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Door Lock Menggunakan E-Ktp Berbasis Arduino Wemos Esp8266," *Algor*, vol. 4, no. 1, pp. 21–27, 2022.
- [4] Chaerul, "Mengenal Blynk Platform IoT, Instalasi dan Penerapannya," *AnakKendali*, 28 Nov. 2019.
- [5] Components101, "5V Single-Channel Relay Module: Pinout, Features, Applications & Working Datasheet," Dec. 21, 2020.
- [6] Components101, "ESP32-CAM Camera Module," Oct. 31, 2022.
- [7] Elektronika Program, "Spesifikasi Solenoid Door Lock (Pengertian dan Fungsi)," Jul. 16, 2022.
- [8] Elektronikindo, "Push Button Arduino," 2022. [Online].
- [9] M. Fauza and M. A. Muthalib, "Sistem Pengaman Pintu Otomatis Menggunakan Sensor Radio Frequency Identification (RFID) Berbasis Arduino Uno," *Jurnal Energi Elektrik*, vol. 11, no. 1, pp. 30–36, 2022.
- [10] J. Joseph, "Arduino RFID Tutorial: Complete RC522 Guide with Code & Projects," *CircuitDigest*, May 18, 2022.
- [11] A. Leo and A. Aziz, "Perancangan Sistem Kunci Pintu Otomatis Menggunakan RFID Arduino Uno," *Jurnal Ampere*, vol. 6, no. 1, pp. 43–48, 2021.
- [12] MicrocontrollersLab, "Buzzer Module Interfacing with Arduino – Sound Code Examples," 2019.
- [13] A. H. M. Nasution, S. P. Tamba, S. Indriani, N. Fadhilah, and C. Arifin, "Pengontrolan lampu jarak jauh dengan nodemcu menggunakan blynk," *Jurnal Tekinkom*, vol. 2, no. 1, pp. 93–98, 2019.
- [14] Ozami, "Mengenal ESP32: Mikrokontroler IoT," 2023.
- [15] Y. Rahmawati, I. U. V. Simanjuntak, and R. B. Simorangkir, "Rancang Bangun Purwarupa Sistem Peringatan Pengendara Pelanggar Zebra Cross Berbasis Mikrokontroler ESP-32 CAM," *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, vol. 4, no. 2, pp. 189–195, 2022.
- [16] R. Mulyawan, "IoT: Pengertian, Apa itu Internet of Things? Definisi Menurut Ahli, Sejarah, Prinsip, Kelebihan dan Kekurangannya!," *RifqiMulyawan.com*, Apr. 20, 2019.
- [17] Starting Electronics, "Push Button Module Pinout," Jan. 8, 2018.
- [18] F. Susanto, N. K. Prasiani, and P. Darmawan, "Implementasi Internet of Things dalam kehidupan sehari-hari," *Jurnal Imagine*, vol. 2, no. 1, pp. 35–40, 2022.
- [19] R. Suwartika and G. Sembada, "Perancangan Sistem Keamanan Menggunakan Solenoid Door Lock Berbasis Arduino Uno pada Pintu Laboratorium di PT. XYZ," *Jurnal E-Komtek (Elektro-Komputer-Teknik)*, vol. 4, no. 1, pp. 62–74, 2020.
- [20] Williamjones, "Introduction to LCD 16x2 Module," *The Engineering Projects*, Nov. 17, 2019.