

Pengembangan Sistem Kontrol Akses Pintu Otomatis Menggunakan RFID, Keypad, Servo SG90, dan ESP32 untuk Keamanan Berbasis IoT

Hafidz Atsal Nurohman^{1*}, Pramono²

¹Teknik Informatika
Universitas Duta Bangsa
^{1*}220103191@mhs.udb.ac.id

²Fakultas Komputer
Universitas Duta Bangsa
²Pramono@udb.ac.id

Abstrak— Sistem keamanan pintu otomatis berbasis RFID dan keypad menjadi solusi inovatif dalam meningkatkan keamanan akses ruangan. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem yang memanfaatkan RFID untuk identifikasi kartu, keypad 3x4 untuk autentikasi PIN, serta micro servo SG90 sebagai penggerak pengunci pintu. Sistem ini juga dilengkapi dengan ESP32 yang berfungsi untuk mengirimkan notifikasi ke aplikasi Telegram saat pintu berhasil dibuka. Sistem dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Uno dan dilengkapi dengan L5 CD I2C untuk menampilkan status akses. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi jarak pembacaan RFID, waktu input PIN, kecepatan respon servo dalam membuka dan mengunci pintu, serta keberhasilan pengiriman notifikasi Telegram. Hasil pengujian menunjukkan RFID mampu membaca kartu dalam jarak maksimal 3 cm dengan respon 2-3 detik, keypad efektif menerima PIN dalam waktu rata-rata 5 detik, servo dapat menggerakkan kunci pintu dalam waktu kurang dari 2 detik, dan notifikasi Telegram terkirim dengan cepat dan akurat. Sistem ini menunjukkan efektivitasnya dalam memberikan keamanan tambahan melalui autentikasi ganda dan monitoring jarak jauh, serta dapat diterapkan pada rumah, kantor, maupun laboratorium.

Kata kunci— RFID, Keypad, Micro Servo SG90, ESP32, Keamanan Pintu, Arduino.

Abstract— The automatic door security system based on RFID and keypad offers an innovative solution to enhance room access security. This research designs and implements a system utilizing RFID for card identification, a 3x4 keypad for PIN authentication, and a micro servo SG90 as the door lock actuator. The system is further enhanced with an ESP32 module that sends notifications to the Telegram application whenever the door is successfully opened. Controlled by an Arduino Uno microcontroller and equipped with an I2C LCD to display access status, the system was tested to evaluate the RFID reading range, PIN input duration, servo response speed, and Telegram notification accuracy. The results show that the RFID can read cards within a maximum range of 3 cm with a 2-3 second response, the keypad effectively registers PIN input in an average of 5 seconds, the servo operates the door lock in less than 2 seconds, and Telegram notifications are sent promptly and accurately. This system effectively enhances security with dual authentication and remote monitoring capabilities, making it suitable for homes, offices, and laboratories.

Keywords— RFID, Keypad, Micro Servo SG90, ESP32, Door Security, Arduino.

I. PENDAHULUAN

Sistem pengunci pintu yang banyak digunakan saat ini masih menggunakan metode konvensional berupa kunci fisik yang harus dibawa secara manual. Metode ini memiliki berbagai kekurangan, seperti ketergantungan pada fisik kunci yang mudah hilang, rusak, atau bahkan diduplikasi oleh pihak yang tidak berwenang [1][2]. Kondisi ini menjadi tantangan tersendiri bagi keamanan suatu ruangan, terutama di lingkungan yang memiliki tingkat akses terbatas seperti laboratorium, kantor, maupun ruang penyimpanan berharga. Oleh karena itu, diperlukan inovasi pengamanan pintu yang lebih

canggih, praktis, serta mampu meningkatkan keamanan dengan tetap mempertahankan kemudahan akses bagi pengguna.

Smart Door Lock atau kunci pintu pintar menjadi salah satu solusi yang ditawarkan oleh perkembangan teknologi terkini di bidang sistem keamanan. Smart Door Lock adalah sistem kunci otomatis yang dioperasikan tidak hanya dengan kunci fisik, melainkan dengan kombinasi berbagai teknologi seperti RFID, keypad, hingga biometrik [3][4]. Salah satu penerapan yang banyak dikembangkan adalah kombinasi antara RFID (Radio Frequency Identification) dan keypad numerik sebagai metode autentikasi ganda. RFID

memungkinkan proses identifikasi pengguna secara otomatis tanpa kontak fisik, cukup dengan mendekatkan kartu/tag yang sudah terdaftar [5][6]. Teknologi RFID bekerja dengan prinsip gelombang radio untuk membaca data dari microchip yang tertanam pada kartu atau tag yang digunakan [7].

Kemajuan teknologi di bidang elektronika, informatika, dan Internet of Things (IoT) mendorong pengembangan sistem keamanan pintu yang lebih terintegrasi dan pintar. IoT memungkinkan perangkat seperti pintu otomatis terhubung ke internet sehingga memungkinkan kontrol dan monitoring dari jarak jauh [8][9]. Mikrokontroler seperti Arduino Uno banyak digunakan dalam implementasi sistem keamanan berbasis elektronik karena kemudahannya dalam pengendalian perangkat input seperti RFID Reader dan keypad, serta output seperti servo motor untuk pengunci pintu [10]. Micro Servo SG90, yang berukuran kecil dan hemat energi, menjadi salah satu penggerak pintu yang cocok untuk sistem otomatis karena kemampuannya dalam membuka dan menutup kunci dengan mekanisme sederhana [11].

Tidak hanya itu, perkembangan modul seperti ESP32 semakin memperkaya fitur sistem keamanan dengan menambahkan kemampuan komunikasi berbasis WiFi. ESP32 memungkinkan sistem untuk terhubung dengan platform komunikasi seperti Telegram, sehingga setiap aktivitas akses pintu bisa dilaporkan secara real-time kepada pemilik melalui pesan notifikasi [12]. Fitur ini sangat penting untuk meningkatkan pengawasan dan monitoring terhadap aktivitas pintu, terutama jika pengguna sedang berada di lokasi yang berbeda.

Berbagai penelitian sebelumnya telah membuktikan efektivitas kombinasi RFID dan keypad dalam sistem kontrol akses. Namun demikian, penelitian ini menghadirkan pengembangan yang lebih komprehensif dengan menambahkan fungsi notifikasi jarak jauh melalui ESP32 dan Telegram. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem keamanan pintu

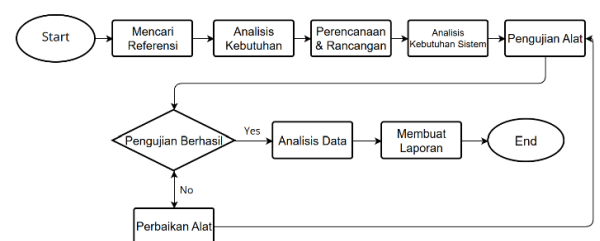
otomatis berbasis RFID dan keypad 3x4, didukung micro servo SG90 sebagai pengunci pintu otomatis, serta integrasi ESP32 untuk mengirimkan notifikasi status pintu melalui aplikasi Telegram. Dengan demikian, sistem ini diharapkan mampu memberikan solusi keamanan fisik yang efektif, efisien, dan responsif terhadap kebutuhan keamanan di era digital saat ini [13][14][15].

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) yang dikembangkan melalui tujuh tahapan terstruktur untuk menghasilkan sistem keamanan pintu otomatis yang efektif dan adaptif [9]. Tahapan tersebut meliputi:

1. Identifikasi Awal
2. Analisis Kebutuhan Sistem
3. Perencanaan dan Perancangan Sistem
4. Implementasi Sistem dan Integrasi Komponen
5. Pengujian Sistem
6. Analisis dan Evaluasi Data Pengujian
7. Penyusunan Laporan Penelitian

Langkah pertama dilakukan dengan mengidentifikasi kebutuhan dan merancang sistem berdasarkan literatur dan penelitian terdahulu yang relevan [4][5]. Informasi diperoleh dari berbagai sumber seperti buku, jurnal ilmiah, dan artikel yang membahas sistem keamanan berbasis RFID, autentikasi ganda menggunakan keypad, serta monitoring berbasis ESP32 dan Telegram [1]-[8].



Gambar 1. Metodologi Penelitian

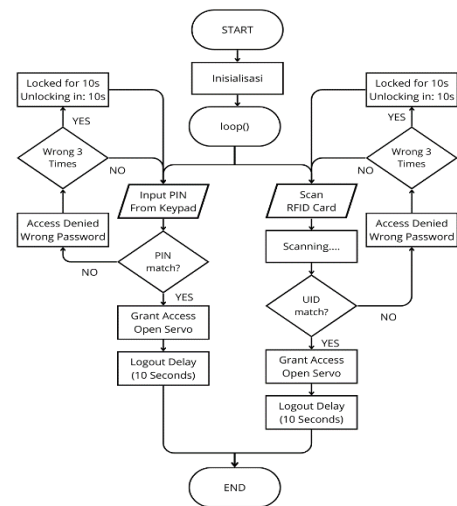
A. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan untuk menentukan perangkat keras dan perangkat lunak yang sesuai dengan spesifikasi sistem yang ingin dibangun. Adapun komponen yang diperlukan antara lain:

1. RFID Module (MFRC522): Membaca ID kartu/tag sebagai autentikasi pertama [3].
2. Keypad 3x4: Digunakan untuk memasukkan kode PIN sebagai autentikasi kedua [4].
3. Arduino Uno: Sebagai pengendali utama seluruh proses sistem [5].
4. LCD 1602 + I2C Interface: Menampilkan informasi seperti status akses atau kesalahan input.
5. Micro Servo SG90: Menggerakkan mekanisme buka-tutup kunci pintu [5].
6. ESP32: Menghubungkan sistem ke internet dan mengirimkan notifikasi via Telegram [7][9].
7. Kabel Jumper dan Breadboard: Menghubungkan semua komponen dalam sistem.
8. Power Supply: Menyediakan energi bagi seluruh rangkaian.

B. Perancangan Sistem

Perancangan dilakukan dengan membuat skema hubungan antar komponen dan menyusun algoritma kerja sistem secara menyeluruh. Perancangan juga mencakup pemrograman untuk memastikan setiap komponen bekerja sesuai dengan fungsinya.



Gambar 2. Sistem Kerja Alat

C. Implementasi Sistem

Implementasi dilakukan dengan merangkai seluruh komponen perangkat keras sesuai skema yang telah dirancang. Proses pemrograman menggunakan Arduino IDE, memanfaatkan berbagai library seperti MFRC522.h untuk RFID, Keypad.h untuk keypad, Servo.h untuk servo, dan library khusus untuk ESP32 agar dapat berkomunikasi dengan Telegram Bot API [9][10].

D. Pengujian Sistem

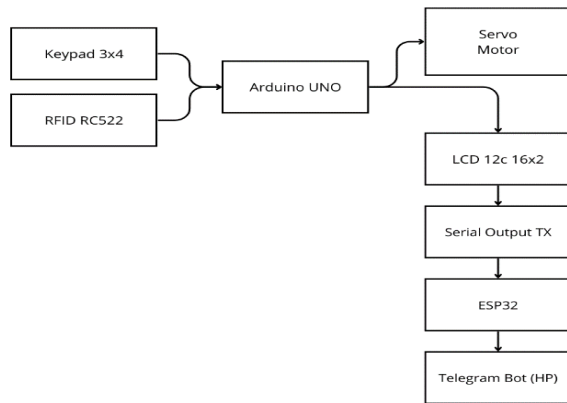
Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi performa masing-masing komponen dan sistem secara keseluruhan. Beberapa aspek yang diuji meliputi:

1. RFID Reader: Menguji jarak efektif pembacaan kartu/tag [3].
2. Keypad: Menguji kecepatan dan ketepatan input PIN.
3. Micro Servo SG90: Mengukur waktu respons buka-tutup kunci pintu.
4. ESP32: Menilai kecepatan dan keakuratan pengiriman notifikasi Telegram [9][10].

E. Analisis Data

Hasil dari pengujian dikumpulkan dan dianalisis untuk menentukan efektivitas sistem yang dibangun. Data yang diperoleh

dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya untuk mengetahui keunggulan dan kekurangan dari sistem yang telah dikembangkan.



Gambar 3. Diagram Blok Sistem Keamanan Pintu Otomatis

Diagram blok tersebut menggambarkan hubungan antar komponen utama seperti RFID Reader, Keypad, Arduino, Servo, ESP32, LCD, dan sistem power supply. Fungsi utama dari masing-masing komponen dapat dirinci sebagai berikut:

1. Power Supply: Menyediakan energi bagi seluruh sistem.
2. Arduino Uno: Mengatur alur logika dan kontrol dari input hingga output.
3. RFID Reader: Membaca identitas dari kartu/tag RFID.
4. Keypad: Input kode PIN.
5. LCD Display: Memberikan informasi kepada pengguna.
6. Micro Servo SG90: Mengunci dan membuka pintu.
7. ESP32: Mengirimkan notifikasi status akses ke Telegram.

Dengan metodologi ini, sistem yang dikembangkan diharapkan tidak hanya berfungsi sesuai dengan desain tetapi juga memiliki nilai lebih dalam hal keamanan, efisiensi, dan monitoring jarak jauh.

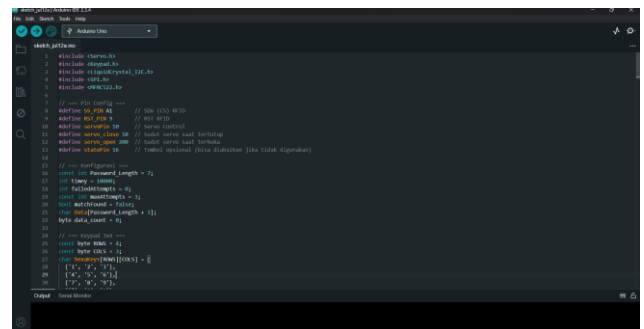
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah seluruh komponen sistem keamanan pintu otomatis berbasis RFID, Keypad 3x4, Micro Servo SG90, dan ESP32 berhasil dirakit, tahap berikutnya adalah melakukan pengujian menyeluruh terhadap fungsi dan kinerja perangkat. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap komponen berfungsi optimal, sistem mampu mengotentikasi pengguna dengan baik, serta mengetahui batasan performa dari perangkat yang telah dibuat. Selain itu, pengujian ini juga untuk mengetahui metode perawatan yang diperlukan agar alat dapat digunakan dalam jangka panjang.

Berikut tahapan yang dilakukan dalam proses pembuatan dan pengujian pintu otomatis berbasis RFID.

A. Pemrograman Arduino

Proses pemrograman dilakukan menggunakan aplikasi Arduino IDE versi 2.3.6. Pada tahap ini, seluruh komponen seperti RFID reader, Keypad, LCD, Micro Servo, dan ESP32 diprogram agar dapat bekerja secara terintegrasi. Pengujian kode dilakukan untuk memastikan setiap fungsi berjalan sesuai dengan yang dirancang.





Gambar 5. Program RFID

Selain itu, dilakukan pengujian untuk mengetahui jarak maksimal pembacaan RFID. Pengujian ini dilakukan dengan cara mendekatkan kartu RFID ke reader pada jarak bertahap dari 1 cm hingga 5 cm untuk mengetahui sensitivitas sensor.



Gambar 6. Pemasangan Modul RFID pada Sistem

C. Pemrograman dan Pemasangan Keypad 3x4

Selain menggunakan kartu RFID, sistem keamanan pintu otomatis ini juga menerapkan metode autentikasi tambahan berupa keypad 3x4. Keypad berfungsi untuk memasukkan kode PIN sebagai tahap verifikasi lanjutan setelah proses autentikasi kartu RFID. Hal ini ditujukan untuk meningkatkan tingkat keamanan sistem, sehingga akses tidak hanya bergantung pada kepemilikan kartu RFID saja.

Pada proses pemrograman, keypad dihubungkan dengan Arduino yang telah dikonfigurasi untuk membaca kombinasi angka yang ditekan oleh pengguna. Input dari keypad ditampilkan di layar LCD dalam bentuk simbol bintang (*) guna menjaga kerahasiaan PIN saat proses input berlangsung.



Gambar 7. Pemasangan Keypad 3x4 pada Sistem Keamanan Pintu

Pengujian pada keypad dilakukan dengan beberapa kondisi berbeda. Apabila PIN yang dimasukkan sesuai dengan data pengguna yang telah terdaftar di dalam sistem, maka pintu akan terbuka secara otomatis. Namun, jika pengguna salah memasukkan PIN, sistem akan memberikan respons berupa pesan “Wrong Password” pada layar LCD serta menolak akses.

Lebih lanjut, sistem juga dilengkapi dengan mekanisme pengamanan tambahan. Jika pengguna salah memasukkan PIN hingga tiga kali berturut-turut, maka sistem akan masuk dalam kondisi terkunci selama 10 detik sebelum bisa digunakan kembali. Hal ini berfungsi untuk mengurangi risiko penyalahgunaan akses dengan metode coba-coba PIN (brute force).

Keberadaan keypad sebagai metode autentikasi kedua memberikan perlindungan ganda dalam sistem keamanan pintu otomatis yang dirancang. Dengan demikian, meskipun seseorang memiliki kartu RFID, ia tetap tidak dapat mengakses pintu jika tidak mengetahui PIN yang telah diatur sebelumnya.

D. Integrasi Bot Telegram

Sistem yang dikembangkan memiliki kemampuan mengirimkan notifikasi melalui aplikasi Telegram dengan memanfaatkan koneksi WiFi pada ESP32. Setiap kali ada aktivitas akses, baik yang berhasil maupun

yang gagal, sistem akan mengirimkan notifikasi secara real-time ke Telegram.



Gambar 8. Tampilan Notifikasi dari Bot Telegram pada Smartphone

E. Pemasangan LCD

LCD yang digunakan berukuran 16x2 karakter yang berfungsi untuk menampilkan status autentikasi kartu RFID dan PIN yang dimasukkan pengguna. Jika autentikasi berhasil, LCD akan menampilkan pesan "Accepted", sedangkan jika gagal akan menampilkan pesan "Denied".



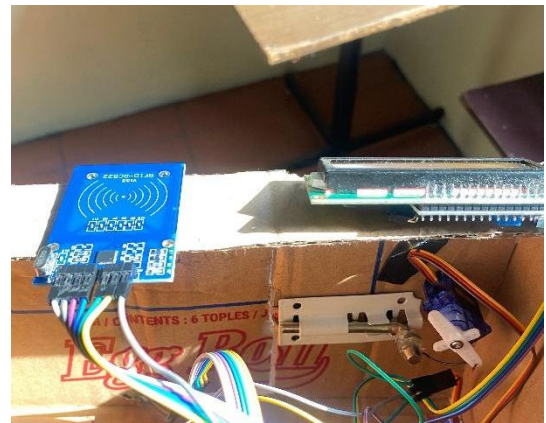
Gambar 9. Pemasangan LCD dalam Sistem

LCD juga membantu pengguna memahami status proses autentikasi yang sedang berlangsung saat melakukan akses ke pintu otomatis.

F. Pemasangan Micro Servo SG90

Pada tahap ini, dilakukan pemasangan Micro Servo SG90 yang berfungsi sebagai penggerak pengunci pintu. Pengujian

dilakukan dengan memberikan tegangan pada servo untuk menggerakkan mekanisme buka-tutup pintu.



Gambar 10. Pemasangan Micro Servo SG90 pada Kunci Pintu

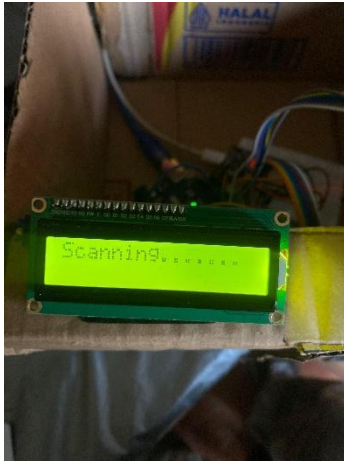
Servo akan berputar pada sudut tertentu untuk membuka atau menutup pengait pintu secara otomatis berdasarkan hasil autentikasi yang diterima.

G. Pengujian Alat

Setelah seluruh sistem keamanan pintu otomatis berbasis RFID, Keypad 3x4, Micro Servo SG90, LCD, dan ESP32 selesai dirakit dan diprogram, dilakukan serangkaian pengujian untuk memastikan seluruh rangkaian berjalan sesuai dengan rancangan dan fungsionalitas masing-masing komponen. Pengujian ini melibatkan uji performa, kestabilan, dan identifikasi potensi masalah teknis yang mungkin terjadi selama penggunaan.

1. Pengujian RFID

Pengujian pertama dilakukan pada modul RFID MFRC522 untuk mengetahui kemampuan pembacaan kartu serta kestabilan koneksi antarkomponen. Kartu RFID ditempelkan ke reader pada jarak tertentu untuk mengukur batas maksimal pembacaan.



Gambar 11. Pengujian Modul RFID dengan melihat output scanning di LCD

Gambar tersebut memperlihatkan proses pengujian modul RFID MFRC522 yang diintegrasikan dengan Arduino dan LCD. Pada saat pengujian, kartu RFID didekatkan ke reader, dan sistem akan memproses data kartu untuk kemudian ditampilkan di layar LCD berupa informasi proses scanning. Hal ini memudahkan pemantauan secara visual saat kartu RFID berhasil terdeteksi oleh sistem. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa jarak maksimal pembacaan kartu RFID adalah sekitar 3 cm. Jika kartu ditempelkan melebihi jarak tersebut, modul tidak mampu membaca data kartu dengan baik. Selain itu, pengujian ini juga mengungkapkan bahwa konektor pin yang kurang rapat pada modul RFID menyebabkan kegagalan pembacaan meskipun LED indikator tetap menyala. Setelah konektor diperbaiki dan diperkuat dengan isolasi, proses pembacaan kartu kembali berjalan dengan normal dan stabil.

Tabel 1. Pengujian Stabilitas Pembacaan RFID Berdasarkan Kondisi Konektor

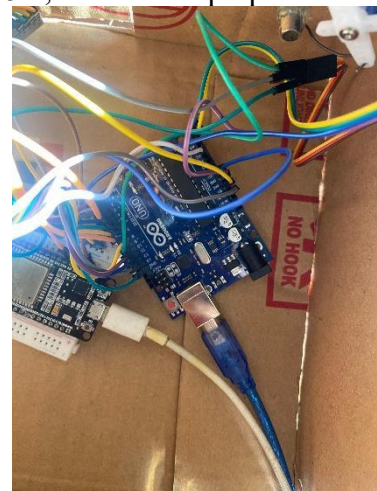
No	Kondisi Konektor Pin	Status LED RFID	Pembacaan Kartu	Keterangan
1	Longgar / tidak rapat	Menyala	Tidak terbaca	Modul aktif tetapi koneksi data terganggu
2	Diperbaiki dan disolasi	Menyala	Terbaca normal	Pembacaan lancar setelah koneksi diperkuat

Tabel tersebut menunjukkan bahwa kestabilan koneksi sangat memengaruhi

performa RFID. Pemasangan konektor yang kuat memastikan proses autentikasi berjalan lancar tanpa gangguan.

2. Pengujian Keypad

Pengujian dilakukan pada komponen keypad 3x4 untuk mengetahui pengaruh jenis sumber daya terhadap performa input. Sistem diuji menggunakan tiga tipe catu daya berbeda: adapter 12V, charger 5V, dan USB laptop.



Gambar 12. Pengujian Keypad dengan Sumber Daya Ketika disambungkan ke laptop

Gambar di atas memperlihatkan proses pengujian keypad 3x4 yang terhubung ke Arduino Uno, dengan sumber daya berasal dari port USB laptop. Dalam kondisi ini, seluruh komponen seperti keypad, modul RFID, dan LCD terintegrasi dalam satu rangkaian. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi responsivitas keypad saat menggunakan daya dari USB laptop.

Hasil dari pengujian ini menunjukkan bahwa ketika menggunakan sumber daya dari USB laptop, keypad bekerja dengan stabil dan presisi. Input dari setiap tombol dapat terbaca dengan baik tanpa adanya kesalahan seperti input berganda atau penekanan otomatis yang sering terjadi saat menggunakan adapter dengan tegangan lebih tinggi. Kondisi ini menjadikan penggunaan daya dari USB laptop sebagai pilihan terbaik untuk menjaga kestabilan sistem selama pengujian maupun dalam implementasi nyata.

Tabel 2. Pengujian Responsivitas Keypad Berdasarkan Jenis Sumber Daya

No	Sumber Daya	Kondisi Keypad	Responsivitas	Keterangan
1	Adapter 12V	Tidak stabil / error	Sangat cepat, error	Terlalu kuat, keypad menetik sendiri
2	Charger 5V	Norma, kurang cepat	Respons lambat	Daya rendah, kurang responsif
3	USB Laptop 5V	Stabil dan akurat	Respons tepat waktu	Output stabil, performa optimal

Tabel tersebut menunjukkan bahwa penggunaan USB laptop memberikan hasil paling akurat dan stabil. Arus yang terlalu tinggi (seperti dari adapter 12V) justru mengganggu kerja keypad dan menyebabkan error input.

3. Pengujian Sistem Terintegrasi

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh komponen dapat bekerja secara bersamaan dan saling mendukung. Dalam kondisi normal, ketika kartu RFID valid ditempelkan dan PIN dimasukkan dengan benar, servo akan terbuka, pintu tidak terkunci, dan sistem akan mengirim notifikasi ke Telegram.



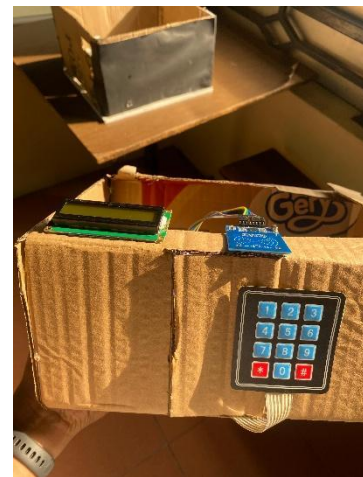
Gambar 13. Pengujian Sistem Keseluruhan Secara Terintegrasi

Pada gambar menunjukkan proses pengujian sistem secara terintegrasi dengan semua komponen yang telah dirakit dan dihubungkan ke laptop melalui port USB. Terlihat pada layar LCD menampilkan pesan "Welcome Hafidz", yang menandakan bahwa proses autentikasi telah berhasil. Pada tahap ini, baik pembacaan RFID,

verifikasi PIN melalui keypad, maupun kendali servo sudah bekerja sesuai perintah. Seluruh sistem merespons dengan cepat tanpa kendala, dan notifikasi pengaksesan pintu berhasil dikirimkan ke Telegram secara real-time.

4. Hasil Akhir Sistem

Setelah seluruh rangkaian diuji, sistem dinyatakan berfungsi dengan baik dan sesuai perancangan. Seluruh komponen mulai dari RFID, keypad, LCD, servo, hingga ESP32 telah bekerja dengan responsif, stabil, dan dapat diandalkan.



Gambar 14. Prototipe Sistem Keamanan Pintu Otomatis yang Telah Dirakit

Gambar ini memperlihatkan keseluruhan prototipe sistem keamanan pintu otomatis yang telah dirakit. Tampak beberapa komponen utama seperti keypad 3x4, modul RFID MFRC522, LCD 16x2, serta rangkaian kabel yang terhubung dengan Arduino. Semua komponen ditempatkan pada papan perakitan untuk memudahkan pengujian dan proses integrasi sistem. Posisi keypad dan RFID reader telah disusun sedemikian rupa agar pengguna dapat dengan mudah melakukan autentikasi.



Gambar 15. Tampilan Komponen Keseluruhan pada Sistem

Gambar ini menampilkan tampilan lebih lengkap dari seluruh komponen sistem yang telah disusun menjadi satu kesatuan. Selain Arduino Uno, LCD, keypad, dan RFID reader, terlihat juga adanya micro servo SG90 yang telah diposisikan untuk menggerakkan kunci pintu. Sistem ini telah siap untuk dioperasikan dengan metode autentikasi ganda, yakni menggunakan RFID dan PIN, serta telah dilengkapi dengan fitur notifikasi melalui Telegram untuk memonitor setiap aktivitas akses pintu dari jarak jauh.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, sistem keamanan pintu otomatis berbasis RFID, Keypad 3x4, Micro Servo SG90, dan ESP32 berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Sistem ini mampu membedakan antara kartu RFID yang valid dan tidak valid, serta dapat membuka dan menguncipintu secara otomatis dengan respons yang cepat melalui kendali Arduino.

Integrasi sistem dengan bot Telegram melalui modul WiFi ESP32 berjalan dengan efektif. Setiap aktivitas akses pintu, baik yang berhasil maupun yang gagal, dapat dipantau secara real-time melalui notifikasi yang dikirim ke aplikasi Telegram. Dalam pengujian, jarak optimal pembacaan kartu RFID berada pada kisaran 3 cm, dengan waktu respons terbaik antara 2 hingga 3 detik setelah kartu ditempelkan pada reader.

Penelitian ini membuktikan bahwa sistem keamanan pintu otomatis yang telah dirancang memiliki kinerja yang baik dan layak digunakan. Selain itu, sistem ini masih memiliki potensi besar untuk dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur-fitur keamanan tambahan dan peningkatan efisiensi sistem di masa depan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan motivasi dalam proses penelitian ini. Terima kasih juga kami sampaikan kepada Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Duta Bangsa Surakarta atas dukungan sarana dan prasarana yang memungkinkan penelitian ini terlaksana dengan baik.

REFERENSI

- [1] H. Suhendi dan I. Sofyan, "Sistem Keamanan Rumah Menggunakan RFID, Sensor PIR dan Modul GSM Berbasis Mikrokontroler Atmega328," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 8, no. 1, 2020.
- [2] A. Koriah, S. Syahrul, dan R. Hikmah, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Pintu Rumah dengan Voice Recognition dan RFID Gelang Berbasis IoT," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 10, no. 2, 2021.
- [3] S. G. Pandya, A. Tiwari, dan A. Trivedi, "RFID Based Security System using Arduino," *Proceedings of 12th National Science Symposium*, 2020.
- [4] E. Alfonsius, F. I. Musthofa, dan H. Prayitno, "Pengembangan Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Metode Prototype Berbasis RFID dan Keypad 4x4 dengan Arduino Nano," *Jurnal Ilmu Manajemen dan Ilmu Komputer (JIMA-ILKOM)*, vol. 5, no. 1, 2024.
- [5] IJIRT, "Smart Locking Systems: An Arduino UNO-Based Security Solution," *International Journal of Innovative Research in Technology*, vol. 12, no. 3, pp. 211-215, 2025.
- [6] R. Manurung, J. Manalu, dan H. Sipayung, "Sistem Keamanan Gudang Penyimpanan Barang Handphone Berbasis RFID dan Fingerprint," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 9, no. 1, pp. 35-42, 2021.
- [7] F. Y. A. Cahyono, D. R. Saputra, dan A. L. Wijaya, "Design and Build a Home Security System Based on an ESP32-Cam Microcontroller with Telegram Notification," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 6, no. 3, 2022.
- [8] D. R. Saputra dan A. Winamo, "Home Door Security System with Face Recognition Using ESP32-CAM," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 12, no. 1, 2024.
- [9] IJMRSET, "Wi-Fi Door Lock Using ESP32 CAM & Telegram," *International Journal of Modern Research in Engineering and Science (IJMRSET)*, vol. 2, no. 5, pp. 42-47, 2024.
- [10] IJISRT, "IoT Operated Door Lock using ESP32 CAM Module," *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, vol. 8, no. 2, pp. 55-59, 2023.