

Implementasi Sistem Akses Kunci Pintu Otomatis Menggunakan Teknologi Fingerprint Berbasis Internet of Things (IoT) untuk Peningkatan Keamanan dan Efisiensi

Dalmes Sinambela¹, Saul Frandiko²

^{1,2} Teknik Informatika, Universitas Budi Darma, Medan, Indonesia
E-Mail : nambelames@gmail.com¹, frandikosaul@gmail.com²

Article Info

Article history:

Received Februari 11, 2025

Revised Februari 19, 2025

Accepted Februari 28, 2025

Keywords:

Kunci Pintu Otomatis
Fingerprint
Internet Of Things
IoT

Keywords:

Automatic Door Lock
Fingerprint
Internet Of Things
IoT

ABSTRAK

Keamanan rumah yang kurang optimal dapat membuka celah bagi tindakan kriminal seperti pencurian. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang mampu meningkatkan keamanan dan kenyamanan akses pintu rumah, serta memberikan kemampuan untuk kontrol jarak jauh demi melindungi aset dan privasi penghuni. Sistem yang dirancang dalam penelitian ini mengintegrasikan mikrokontroler yang terhubung dengan platform Telegram melalui bot chat untuk memverifikasi identitas pengguna menggunakan sidik jari. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem akses pintu otomatis berbasis fingerprint dan mengevaluasi kinerja alat pengontrol pintu yang mengandalkan teknologi fingerprint dan aplikasi Telegram. Metode yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada studi-studi terdahulu yang relevan. Data yang terkumpul dianalisis dengan pendekatan eksperimen. Sistem yang dikembangkan bekerja dengan cara memverifikasi sidik jari pengguna, memberikan notifikasi melalui Telegram, serta membuka atau menutup pintu berdasarkan perintah yang dikirimkan melalui aplikasi Telegram. Proses pembuatan sistem ini menggunakan ESP sebagai pusat kendali, yang diprogram melalui Arduino IDE, serta dilengkapi dengan sensor sidik jari untuk mendeteksi identitas yang terdaftar. Sistem akan berfungsi dengan baik selama tidak ada gangguan teknis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketika sidik jari yang terdeteksi sesuai dengan data yang terdaftar, pintu akan terbuka secara otomatis tanpa suara buzzer, dan sebaliknya, jika sidik jari tidak terdeteksi dengan benar, buzzer akan berbunyi dan pintu tetap tertutup. Selain itu, jika ada usaha pembukaan pintu secara paksa, sensor getar akan mendeteksi gerakan tersebut dan mengirimkan pemberitahuan melalui Telegram dalam waktu \pm detik. Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem akses kunci pintu otomatis berbasis fingerprint yang dikendalikan oleh ESP dan terhubung dengan aplikasi Telegram ini telah berhasil dirancang dan dapat diterapkan pada skala prototipe.

ABSTRACT

Less than optimal home security can open up opportunities for criminal acts such as theft. Therefore, a system is needed that can improve the security and convenience of home door access, as well as provide the ability for remote control to protect the assets and privacy of residents. The system designed in this study integrates a microcontroller connected to the Telegram platform via a chat bot to verify user identity using fingerprints. This study aims to design a fingerprint-based automatic door access system and evaluate the performance of a door controller that relies on fingerprint technology and the Telegram application. The method used in this study refers to relevant previous studies. The collected data was analyzed using an experimental approach. The developed system works by verifying the user's fingerprint, providing notifications via Telegram, and opening or closing the door based on commands sent via the Telegram application. Proses pembuatan sistem ini menggunakan ESP sebagai pusat kendali, yang diprogram melalui Arduino IDE, serta dilengkapi dengan sensor sidik jari untuk mendeteksi identitas yang terdaftar. Sistem akan berfungsi

dengan baik selama tidak ada gangguan teknis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketika sidik jari yang terdeteksi sesuai dengan data yang terdaftar, pintu akan terbuka secara otomatis tanpa suara buzzer, dan sebaliknya, jika sidik jari tidak terdeteksi dengan benar, buzzer akan berbunyi dan pintu tetap tertutup. Selain itu, jika ada usaha pembukaan pintu secara paksa, sensor getar akan mendeteksi gerakan tersebut dan mengirimkan pemberitahuan melalui Telegram dalam waktu \pm detik. Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem akses kunci pintu otomatis berbasis fingerprint yang dikendalikan oleh ESP dan terhubung dengan aplikasi Telegram ini telah berhasil dirancang dan dapat diterapkan pada skala prototipe.

This is an open access article under the [CC BY](#) license.



1. PENDAHULUAN

Keamanan rumah merupakan salah satu aspek yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Sistem keamanan yang efektif dapat mencegah berbagai macam ancaman yang mungkin terjadi[1], seperti pencurian dan intrusi yang tidak diinginkan. Salah satu komponen penting dari sistem keamanan adalah akses kontrol pintu, yang berfungsi untuk memastikan bahwa hanya orang yang memiliki izin yang dapat memasuki rumah atau gedung[2]. Dengan perkembangan teknologi yang pesat, terutama dalam bidang Internet of Things (IoT), sistem keamanan pun menjadi semakin canggih dan mudah diakses, memberikan kenyamanan lebih bagi penggunanya[3].

Salah satu teknologi yang dapat meningkatkan keamanan akses pintu adalah teknologi fingerprint atau pemindaian sidik jari[4]. Fingerprint dikenal sebagai metode autentikasi yang sangat aman karena setiap individu memiliki sidik jari yang unik. Dengan menggunakan fingerprint, akses ke suatu area hanya dapat dilakukan oleh orang yang terdaftar, yang meminimalkan risiko pembobolan yang disebabkan oleh kelalaian pengguna atau penggunaan akses yang tidak sah[5]. Sistem fingerprint ini dapat diintegrasikan dengan berbagai perangkat, salah satunya adalah melalui platform IoT, untuk memberikan kemudahan dalam pengelolaan dan pemantauan sistem secara jarak jauh[6].

Teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan perangkat-perangkat yang terhubung dalam suatu jaringan untuk berkomunikasi dan bertukar data secara real-time[7]. Dengan memanfaatkan IoT, sistem akses pintu otomatis berbasis fingerprint dapat lebih mudah dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh[8]. Pengguna dapat memeriksa status pintu, membuka atau menutup pintu, serta menerima pemberitahuan langsung ke perangkat mereka melalui aplikasi mobile atau bot chat, seperti Telegram[9]. Sistem ini tidak hanya menawarkan kenyamanan, tetapi juga meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan keamanan rumah[10].

Penggunaan IoT dalam sistem keamanan rumah memungkinkan adanya pengawasan yang lebih baik dan fleksibilitas dalam pengelolaan akses[11]. Sebagai contoh, aplikasi Telegram dapat digunakan untuk mengirimkan notifikasi terkait status pintu atau jika ada upaya pembobolan yang terdeteksi oleh sensor getar[12]. Teknologi ini tidak hanya memberikan kontrol secara langsung, tetapi juga memungkinkan pemilik rumah untuk mengambil tindakan

lebih cepat jika terjadi masalah[13]. Dengan demikian, integrasi fingerprint dan IoT menciptakan sistem keamanan yang lebih responsif dan efisien[14].

Dalam pengembangan sistem ini, mikrokontroler seperti ESP (Espressif) berfungsi sebagai pusat kendali, yang menghubungkan sensor sidik jari dengan aplikasi berbasis Telegram[15]. ESP berfungsi untuk mengirimkan data yang diperlukan untuk memverifikasi identitas pengguna dan mengendalikan mekanisme pembukaan atau penutupan pintu[16]. Dengan pengembangan yang tepat, alat ini dapat berfungsi secara optimal tanpa memerlukan intervensi manual, memberikan pengalaman yang lebih nyaman dan aman bagi pengguna[17].

Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan fitur keamanan tambahan, seperti sensor getar, yang dapat mendeteksi upaya pembukaan pintu secara paksa[18]. Jika sistem mendeteksi adanya getaran yang tidak biasa, misalnya akibat upaya perusakan, sensor ini akan langsung memberikan peringatan dengan mengaktifkan buzzer dan mengirimkan pemberitahuan ke aplikasi Telegram[19]. Fitur ini menambah lapisan perlindungan ekstra yang dapat memberi waktu kepada pemilik rumah untuk merespons ancaman dengan cepat[20].

Dalam hal implementasi, sistem ini dirancang untuk mudah dipasang pada pintu rumah atau kantor dengan skala prototipe[21]. Semua komponen perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan telah dipersiapkan dengan baik, termasuk pemrograman mikrokontroler ESP menggunakan platform Arduino IDE[22]. Dengan demikian, pengguna yang memiliki pengetahuan dasar mengenai elektronik dan pemrograman dapat dengan mudah menginstal dan mengoperasikan sistem ini[23]. Sistem ini juga dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna, baik dalam hal keamanan maupun kenyamanan[24].

Secara keseluruhan, implementasi sistem akses kunci pintu otomatis berbasis fingerprint dengan dukungan teknologi IoT menawarkan solusi keamanan yang inovatif dan praktis[25]. Dengan kemudahan akses jarak jauh melalui Telegram dan tingkat keamanan yang tinggi berkat penggunaan fingerprint, sistem ini cocok untuk diterapkan pada berbagai jenis properti, baik rumah tinggal maupun gedung perkantoran[26]. Ke depan, teknologi ini berpotensi untuk berkembang lebih jauh, dengan penambahan fitur-fitur baru yang semakin meningkatkan kualitas dan efisiensi sistem keamanan berbasis IoT[27].

2. METODE

Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan desain dan eksperimen. Pendekatan desain digunakan untuk merancang dan membangun sistem akses kunci pintu otomatis berbasis teknologi fingerprint yang terintegrasi dengan Internet of Things (IoT). Pendekatan eksperimen digunakan untuk menguji kinerja sistem dan mengevaluasi efektivitasnya dalam meningkatkan keamanan serta efisiensi. Studi ini melibatkan desain dan pengujian alat kunci pintu otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat terhubung ke aplikasi Telegram. Percobaan dilakukan untuk mengetahui apakah perangkat yang dibuat memenuhi perancangan. Perancangan pada sistem alat merupakan tahap perencanaan sebelum pembuatan alat. Dalam perancangan sistem alat ini membantu menentukan komponen apa yang akan digunakan dan bagaimana gambaran dari alat akan dibuat. Perancangan dan pembuatan sistem alat ini membahas diagram blok sistem, sebagai langkah pertama atau pedoman dalam proses

perancangan dan pembuatan. Hal ini dilakukan agar sistem alat yang telah dirancang dan diharapkan dapat berfungsi dengan baik di masa mendatang.

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian terapan (applied research). Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem akses pintu otomatis berbasis fingerprint dan IoT dalam konteks dunia nyata, serta menguji sejauh mana sistem tersebut dapat meningkatkan keamanan dan efisiensi di lingkungan rumah atau gedung.

Langkah-langkah Penelitian

1. Studi Literatur

Tahap pertama adalah melakukan studi literatur untuk memahami dasar teori mengenai teknologi fingerprint, Internet of Things (IoT), serta sistem akses kontrol pintu otomatis. Studi ini bertujuan untuk memahami konsep dasar, referensi teknologi, serta perbandingan dengan sistem yang sudah ada.

2. Perancangan Sistem

Tahap ini mencakup perancangan sistem akses pintu otomatis berbasis fingerprint. Desain sistem akan mencakup pemilihan komponen perangkat keras (sensor fingerprint, mikrokontroler ESP, sensor getar, buzzer) dan perangkat lunak (platform IoT dan aplikasi Telegram). Dalam tahap ini, sistem dirancang dengan mempertimbangkan aspek keamanan dan kenyamanan pengguna.

3. Pengembangan Prototipe

Setelah desain selesai, tahap selanjutnya adalah membangun prototipe fisik sistem. Mikrokontroler ESP akan diprogram menggunakan Arduino IDE untuk menghubungkan sensor fingerprint dan platform IoT (Telegram) dalam pengelolaan akses pintu. Prototipe ini akan mencakup integrasi antara perangkat keras (sensor sidik jari dan sensor getar) dengan aplikasi Telegram untuk pemberitahuan.

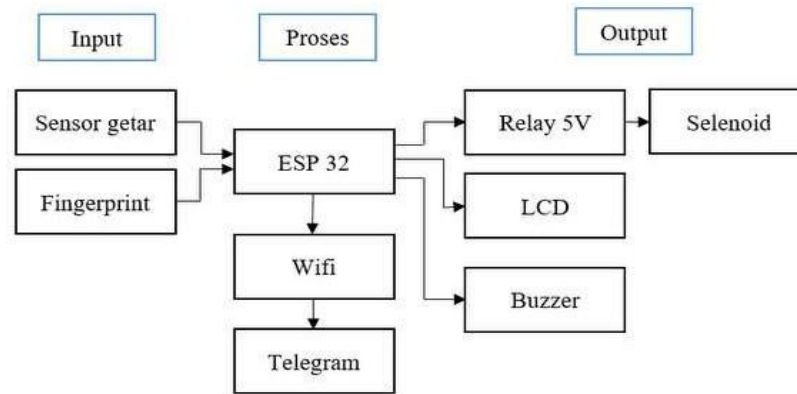
4. Pengujian Sistem

Setelah prototipe selesai, sistem diuji melalui eksperimen. Pengujian dilakukan untuk mengukur efektivitas sistem dalam membuka atau menutup pintu berdasarkan identifikasi sidik jari yang terdaftar. Pengujian lainnya mencakup pengujian ketepatan deteksi sidik jari, waktu respon sistem, serta kemampuannya dalam memberikan pemberitahuan melalui Telegram ketika pintu dibuka secara paksa atau ketika sistem mengalami kegagalan.

5. Analisis Data

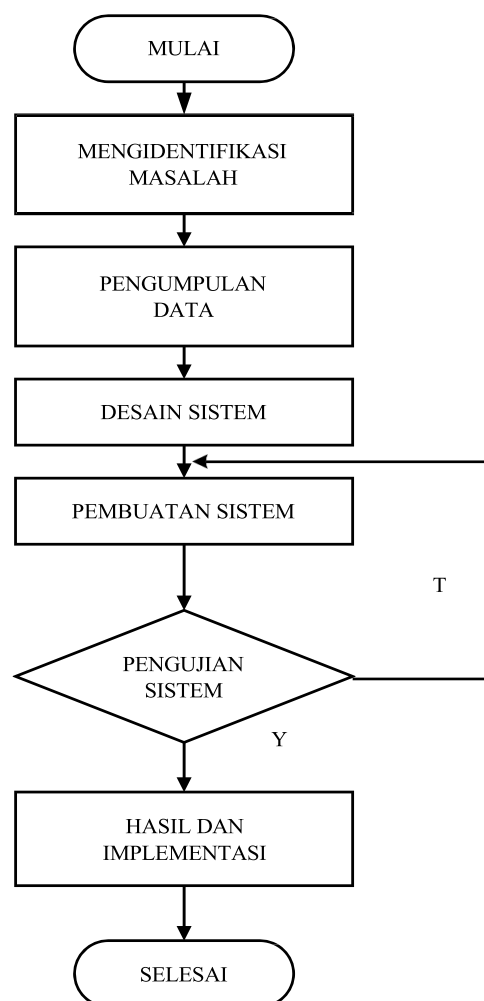
Data yang dikumpulkan selama pengujian sistem akan dianalisis untuk mengetahui sejauh mana sistem berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian. Pengujian dilakukan untuk mengukur kinerja sistem dalam aspek keamanan (akurasi verifikasi fingerprint, pemberitahuan keamanan, deteksi pembobolan) dan efisiensi (waktu respon, kemudahan penggunaan). Analisis dilakukan dengan membandingkan kinerja sistem dengan sistem konvensional atau sistem keamanan pintu lainnya.

Perancangan Diagram Blok



Gambar 1. Perancangan Diagram Blok

Flowchart Penelitian



Gambar 2. Flowchart Penelitian

Flowchart penelitian adalah diagram visual yang menunjukkan alur proses penelitian atau langkah-langkah.

1. Mengidentifikasi Masalah

Langkah pertama adalah mengidentifikasi masalah yaitu menentukan masalah terlebih dahulu atau pertanyaan yang akan dijawab oleh peneliti.

2. Pengumpulan Data

Setelah masalah ditentukan ada langkah berikutnya yaitu mengumpulkan data relevan untuk menjawab penelitian.

3. Desain Sistem

Sistem desain adalah sekumpulan komponen desain yang dapat digunakan kembali dan diatur sehingga dapat "dirangkai" menjadi sebuah produk.

4. Pembuatan Sistem

Merancang sistem berdasarkan analisis kebutuhan untuk menentukan persyaratan sistem yang harus dipenuhi.

5. Pengujian Sistem

Setelah sistem sudah dibuat maka selanjutnya melakukan pengujian pada sistem untuk memastikan bahwa sistem tersebut berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.

6. Hasil dan Implementasi

Akhir dari flowchart penelitian, implementasi atau tahapan dalam pengujian sistem sebelum melakukan evaluasi sistem. Tahapan proses menerapkan sistem yang telah dikembangkan termasuk dalam tahapan implementasi ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Penelitian

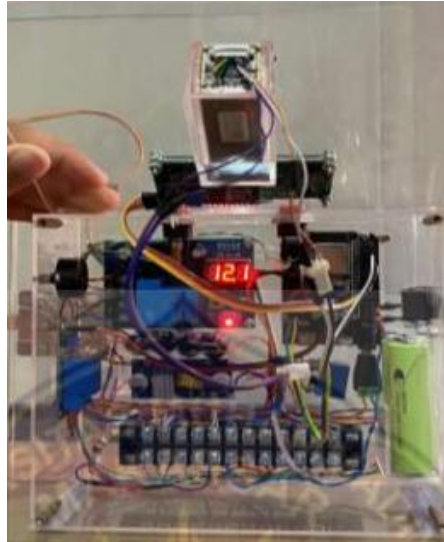
Perancangan merupakan tahap yang melibatkan proses mendefinisikan berbagai aspek penting dari suatu sistem menggunakan metode yang sesuai, yang mencakup pembuatan deskripsi terkait struktur, komponen, serta potensi kendala yang mungkin dihadapi selama proses pembangunan. Pada dasarnya, perancangan bertujuan untuk menentukan secara rinci berbagai proses dan data yang dibutuhkan dalam pengembangan sistem baru.

Tahap perancangan ini memiliki peran yang sangat krusial karena dapat memberikan gambaran menyeluruh tentang bagaimana sistem akan dibangun, serta menjadi pedoman yang jelas bagi para pengembang dalam merancang dan mengimplementasikan aplikasi tersebut. Dalam konteks ini, perancangan mencakup berbagai komponen yang terkait dengan sistem yang akan dikomputerisasikan. Oleh karena itu, aspek yang perlu dirancang dalam fase ini meliputi perangkat keras (hardware), perangkat lunak (software), database, serta aplikasi yang digunakan.

Perancangan Perangkat Keras

Dalam tahap perancangan perangkat keras, penulis merancang sebuah prototipe yang mencakup empat komponen utama yang saling berhubungan dan bekerja secara terpadu. Proses perancangan ini dijelaskan secara rinci melalui diagram rangkaian yang menggambarkan setiap elemen secara lengkap. Keempat komponen utama tersebut terdiri dari rangkaian input, rangkaian pengendali, rangkaian output, dan perangkat lunak yang mendukungnya, yang semuanya bekerja secara sinergis.

Rangkaian ini mencakup berbagai komponen elektronik, baik yang berfungsi sebagai input maupun output, yang diperlukan untuk mendukung operasi mikrokontroler dengan baik. Setiap rangkaian dirancang untuk memastikan bahwa mikrokontroler dapat berfungsi secara efisien dan efektif dalam menjalankan tugasnya sesuai dengan tujuan sistem. Keterpaduan antara perangkat keras dan perangkat lunak sangat penting agar sistem dapat bekerja dengan optimal.

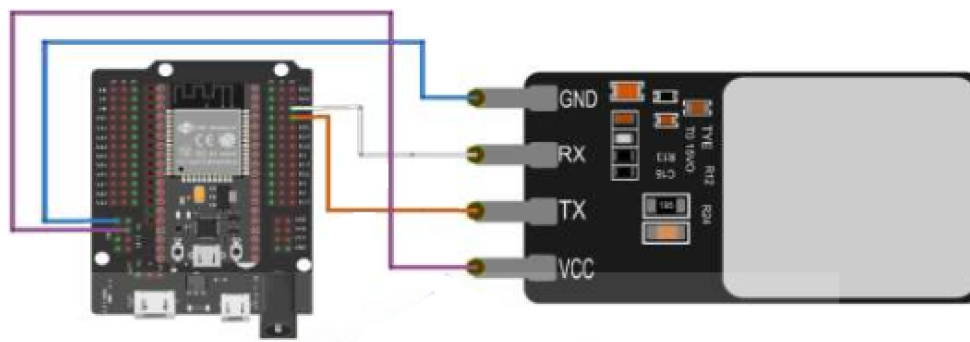


Gambar 3 . Perancangan Perangkat Keras

Rancangan Sistem Input

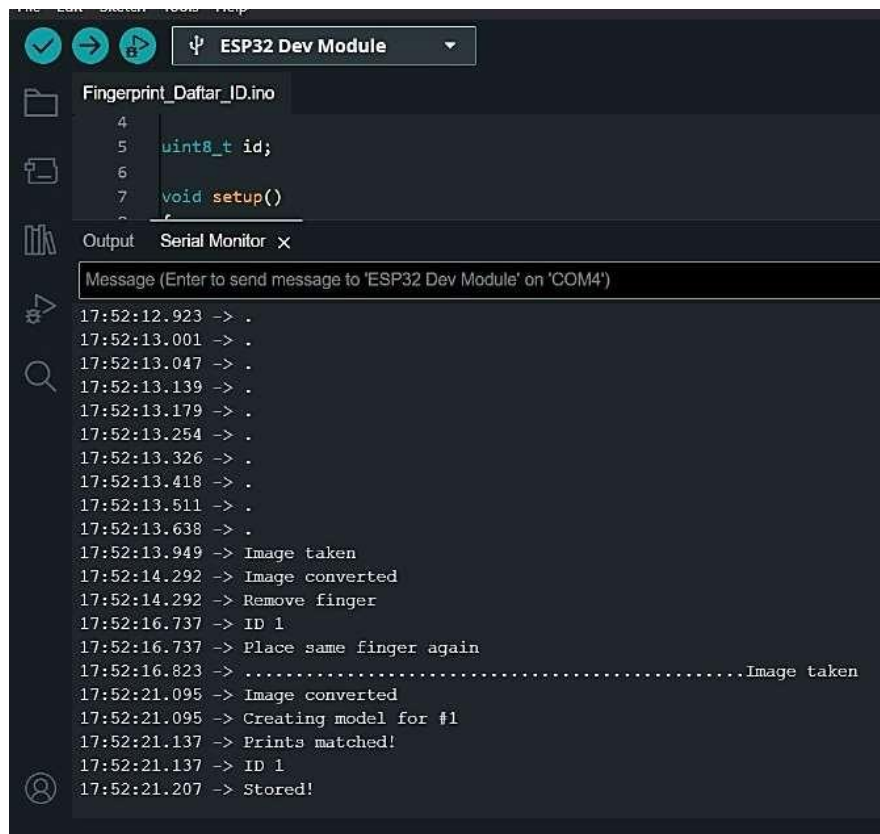
Pada tahap perancangan sistem input, digunakan modul sensor fingerprint tipe AS yang memiliki sejumlah pin kontrol komunikasi dasar, yakni pin TX dan RX, yang berfungsi untuk mengirim dan menerima data. Untuk memastikan modul ini dapat berfungsi dengan baik, pin kontrol tersebut perlu dihubungkan ke pin digital pada mikrokontroler ESP. Selain itu, mikrokontroler ESP harus diprogram dengan contoh program yang sesuai dengan modul AS untuk menguji kompatibilitas dan fungsionalitasnya.

Skema rangkaian yang diperlukan untuk pengujian modul sensor fingerprint ini dapat dilihat pada diagram berikut, yang menggambarkan langkah-langkah koneksi antara komponen secara jelas dan rinci.



Gambar 4. Koneksi Fingerprint dan Mikrokontroler ESP

Modul sensor ini beroperasi pada tegangan DC, sehingga untuk memastikan modul bekerja dengan baik, perlu menghubungkannya ke pin tegangan yang tersedia pada papan mikrokontroler ESP. Proses pengujian sensor ini dibagi menjadi dua tahap utama. Tahap pertama adalah pengujian ENROLL, yang melibatkan perekaman sidik jari oleh sensor dan penyimpanan data sidik jari tersebut ke dalam memori internal sensor. Tahap kedua adalah pengujian identifikasi sidik jari, di mana sensor akan secara otomatis memverifikasi dan mencocokkan sidik jari yang dipindai dengan data sidik jari yang sudah tersimpan sebelumnya dalam memori.

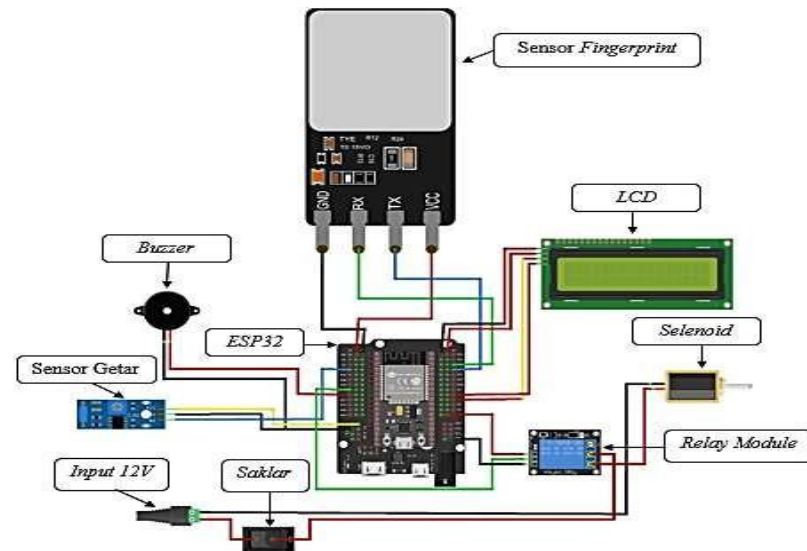


Gambar 5. Hasil pengujian Modul Sensor Fingerprint (ENROLL)

Untuk memulai proses ENROLL, masukkan nomor ID ke dalam memori modul sensor sidik jari, yang akan digunakan untuk menyimpan hasil scan sidik jari, misalnya nomor 1 untuk sidik jari pertama, nomor 2 untuk sidik jari kedua, dan seterusnya. Sebanyak 127 sidik jari atau ID disimpan dalam memori modul sensor sidik jari.

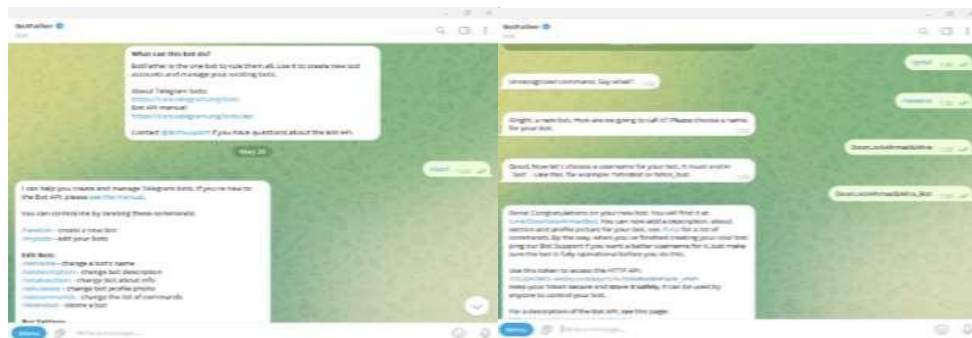
Skema Rangkaian

Skema rangkaian yang akan digunakan untuk sistem yang akan dibangun. Beberapa modul akan berkomunikasi secara serial dengan mikrokontroler ESP32.

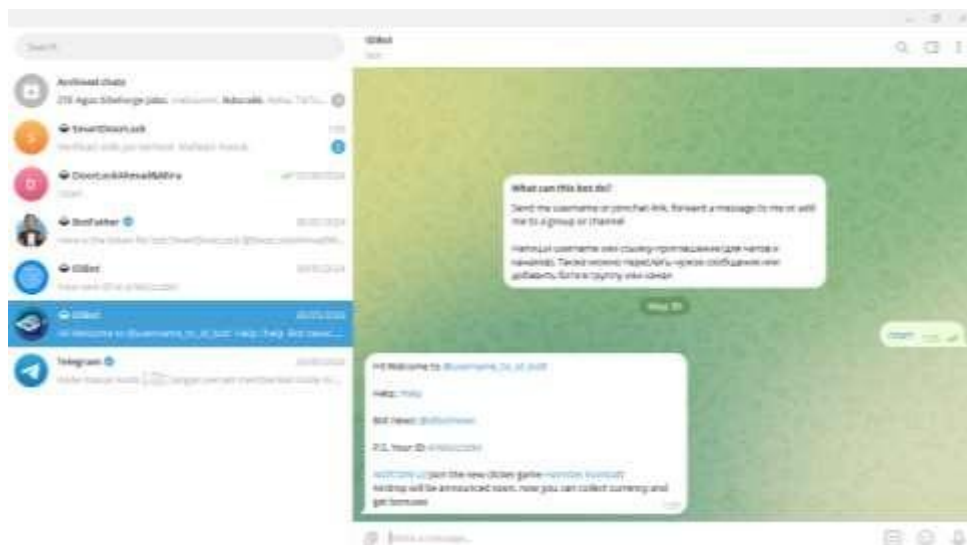


Gambar 5. Skema Rangkaian

Berikut cara memperoleh token id pada bot telegram yang akan dimasukkan pada program blok controller ESP32



Gambar 6. Cara Memperoleh Token



Gambar 7. Uji Coba dari Telegram

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapatkan setelah hasil penelitian yang dilakukan yaitu sebagai berikut yaitu: Alat ini mengontrol akses pintu menggunakan sidik jari dengan notifikasi ke telegram dan mengakses telegram dengan mengirim pesan untuk membuka dan menutup pintu. Alat ini dibuat menggunakan pusat kendali rangkaian ESP32 dan diprogram menggunakan software IDE Arduino. Sensor fingerprint digunakan untuk membuka pintu menggunakan id sidik jari yang telah terdaftar. Apabila pintu dibuka secara paksa, maka buzzer akan berbunyi dan mengirimkan notifikasi ke aplikasi Telegram. Alat tidak akan berfungsi dengan baik jika ada salah satu sistem yang terganggu atau error. Setelah melakukan penginputan sidik jari, Solenoid akan membuka pintu saat sidik jari ditempelkan pada sensor fingerprint yang telah dimasukkan sebelumnya. Selanjutnya, ESP32 mengirimkan pesan ke Telegram pemilik rumah.

REFERENSI

- [1] Zeluyvenca Avista and Oldy Fahlovi, "Rancang Bangun Smart Door Access Berbasis Fingerprint untuk Keamanan Ruang Laboratorium," *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, vol. 2, no. 1, pp. 01–13, Jan. 2024, doi: 10.61132/venus.v2i1.73.
- [2] F. Zaenaldi, A. Subki, A. Akbar, and L. D. Samsumar, "SISTEM KEAMANAN PINTU RUMAH MENGGUNAKAN SIDIK JARI DAN KEYPAD BERBASIS INTERNET OF THINGS," Oct. 2024.
- [3] A. Ardiansah, M. Nuraeni, Ridwang, and Adriani, "Rancang Bangun Akses Kunci Pintu Otomatis menggunakan Fingerprint Berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal Teknik Elektro UNISMUH*, vol. 16, no. 2, pp. 31–39, Aug. 2024.
- [4] M. Adonis and Slamet Winardi, "Rancang Bangun Smart Door Lock Berbasis Iot dan Recording Data Pada Firebase," *Modem : Jurnal Informatika dan Sains Teknologi.*, vol. 3, no. 2, pp. 13–29, Feb. 2025, doi: 10.62951/modem.v3i2.384.
- [5] M. A. Juniawan *et al.*, "PROTOTIPE SMART DOOR LOCK BERBASIS INTERNET OF THINGS (STUDI KASUS LAB KOMPUTER POLITEKNIK TEDC BANDUNG)," 2024.
- [6] T. Sakti and I. Suharjo, "PROTOTIPE SISTEM KEAMANAN BUKA TUTUP PINTU DENGAN BOT TELEGRAM BERBASIS INTERNET OF THINGS," 2022.
- [7] M. Farid, A. T. Ansyah, and S. Winardi, "MESIN AKSES RUANGAN MENGGUNAKAN FINGERPRINT DAN RFID (RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION) BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS)," 2022.
- [8] A. Casdik and A. Fauzi, "Implementasi Sistem Penguncian Pintu Rumah Berbasis Internet of Things (Iot) Menggunakan Finger Print Dengan Model NodeMCU Esp8266," Apr. 2023. [Online]. Available: <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/logic>
- [9] D. Usman, E. Wulandari, and F. S. Hadisantoso, "Implementasi Fingerprint Dan IOT Untuk Pengaman Ruangan," *Jurnal RAMATEKNO*, vol. 2, no. 1, pp. 60–72, Apr. 2022.
- [10] R. Handika, D. Hartama, I. O. Kirana, M. Safii, and I. Parlina, "KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Prototype Alat Pengamanan Pintu dengan Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Arduino Mega2560," *Media Online*, vol. 1, no. 6, pp. 240–247, 2021, [Online]. Available: <https://djournals.com/klik>
- [11] K. Y. Sun, Y. Pernando, and M. I. Safari, "Perancangan Sistem IoT pada Smart Door Lock Menggunakan Aplikasi BLYNK," *JUTSI (Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi)*, vol. 1, no. 3, pp. 289–296, Oct. 2021, doi: 10.33330/jutsi.v1i3.1360.

- [12] A. Mude and L. B. F. Mando, "Implementasi Keamanan Rumah Cerdas Menggunakan Internet of Things dan Biometric Sistem," *MATRIK : Jurnal Manajemen, Teknik Informatika dan Rekayasa Komputer*, vol. 21, no. 1, pp. 179–188, Nov. 2021, doi: 10.30812/matrik.v21i1.1381.
- [13] L. Hafrida and M. Fahrul Roziyanto, "Prototype Pintu Otomatis Menggunakan Sidik Jari di Kampus STMIK Dumai," *Jurnal Unitek*, vol. 15, no. 2, p. 2022, Dec. 2022.
- [14] M. Khumaidi Nursyarif and M. Taufiq Sumadi, "JIP (Jurnal Informatika Polinema) SISTEM KEAMANAN BERBASIS SIDIK JARI PADA PRODI TI UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH KALIMANTAN TIMUR," *JIP (Jurnal Informatika Polinema)*, vol. 11, no. 1, pp. 19–29, Nov. 2024.
- [15] D. C. P. Sinaga, G. J. Tampubolon, and I. Ndruru, "IMPLEMENTATION OF A SMART HOME BASED ON INTERNET OF THINGS USING CISCO PACKET TRACER," *Journal of Computer Networks, Architecture and High Performance Computing*, vol. 6, no. 1, pp. 407–418, Jan. 2024, doi: 10.47709/cnahpc.v6i1.3518.
- [16] D. C. P. Sinaga, R. F. Siahaan, G. J. Tampubolon, and I. Ndruru, "Perancangan Sistem Lampu Otomatis Berbasis Sensor Ultrasonik Dan Arduino Sebagai Solusi Efisien Untuk Penghematan Energi," *Jurnal SAINTIKOM (Jurnal Sains Manajemen Informatika dan Komputer)*, vol. 23, no. 2, pp. 394–401, Aug. 2024, [Online]. Available: <https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jis/index>
- [17] D. C. P. Sinaga, E. A. P. Marpaung, P. S. Hasugian, D. Novia Amallia, and C. Setiawan, "Perancangan Smartgarden Berbasis Internet Of Things Untuk Monitoring dan Kontrol Nutrisi Tanaman," *Jurnal SAINTIKOM (Jurnal Sains Manajemen Informatika dan Komputer)*, vol. 24, no. 2, pp. 9–19, Feb. 2025, [Online]. Available: <https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jis/index>
- [18] G. H. Sandi and Y. Fatma, "PEMANFAATAN TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS (IOT) PADA BIDANG PERTANIAN," 2023.
- [19] A. F. Febriyansyah, "KOTA CERDAS BERBASIS IOT: TINJAUAN KOMPREHENSIF TENTANG APLIKASI DAN TANTANGAN," 2022.
- [20] F. Prasetyo, E. Putra, M. Amir Mahmud, and I. S. Maqom, "Pengembangan Sistem Pemantauan Lingkungan Berbasis Internet of Things (IoT) di Kampus," *Digital Transformation Technology (Digitech) / e*, vol. 3, no. 2, 2023, doi: 10.47709/digitech.v3i2.3457.
- [21] R. Nia Rachmadita, I. Erawati, R. Budiawati, D. Asa Utari, and T. Ardliyana, "Pengenalan Sistem IoT Pada Pemanfaatan Kebutuhan Sehari-Hari," *Jurnal Cakrawala Maritim*, vol. 7, no. 1, pp. 21–32, 2024, [Online]. Available: <http://jcm.ppns.ac.id>
- [22] M. Octaria and Muhammad Irwan Padli Nasution, "Peluang dan Tantangan Penerapan Internet of Things (IoT) dalam Sistem Informasi Manajemen," *Switch : Jurnal Sains dan Teknologi Informasi*, vol. 2, no. 3, pp. 56–62, Jun. 2024, doi: 10.62951/switch.v2i3.86.
- [23] A. Abdullah, C. Cholish, and Moh. Zainul haq, "Pemanfaatan IoT (Internet of Things) Dalam Monitoring Kadar Kepekatan Asap dan Kendali Pergerakan Kamera," *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 5, no. 1, p. 86, Feb. 2021, doi: 10.22373/crc.v5i1.8497.
- [24] H. Nurwasito and R. W. Adaby, "PENGEMBANGAN INTERNET OF THINGS (IOT) DALAM PEREKAMAN DATA IKLIM MIKRO DENGAN PLATFORM THINGSBOARD," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, vol. 11, no. 6, pp. 1385–1397, Dec. 2024, doi: 10.25126/jtiik.2024118987.
- [25] D. Yudo Setyawan and R. Marjunus, "Automasi dan Internet of Things (IoT) pada Pertanian Cerdas: review artikel pada Jurnal Terakreditasi Kemenristek," Apr. 2024. [Online]. Available: <https://www.zotero.org/>

- [26] I. Utari Turyadi *et al.*, “Analisa Dukungan Internet of Things (IoT) terhadap Peran Intelejen dalam Pengamanan Daerah Maritim Indonesia Wilayah Timur,” *Jurnal Teknologi dan Manajemen Informatika*, vol. 7, no. 1, pp. 29–39, 2021, [Online]. Available: <http://http://jurnal.unmer.ac.id/index.php/jtmi>
- [27] F. Susanto, N. Komang Prasiani, and P. Darmawan, “IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI,” Online, 2022. [Online]. Available: <https://jurnal.std-bali.ac.id/index.php/imagine>