

Penerapan Sistem Keamanan Otomatis Kunci Pintu Rumah Dengan *Microcontroller ESP32* Berbasis *Website*

Implementation of an Automatic Home Door Lock Security System Using ESP32 Microcontroller Website-Based Interface

Adi Sucipto¹, Sholihah Ayu Wulandari², Ahmad Fahriyannur Rosyady³, Fachry Rizky Prasetya⁴,
Bima Prayoga⁵, Daffa Agung Nugroho⁶, Abhinaya Fahar Laila⁷

Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Jember

*Email : adisucipto@polije.ac.id

ABSTRACT

Home security is increasingly becoming a major concern in an era of ever-developing technology. In addressing this need, this research focuses on developing an automatic door security system that combines artificial intelligence and physical security. The automatic door security system is designed with an ESP32 microcontroller connected to the website platform. This system combines artificial intelligence and physical security for continuous monitoring and rapid response to home security situations. Users can monitor and control the system remotely via a mobile device connected to stable internet and security against potential cyber-attacks. The research method involves system design with an ESP32 microcontroller and Mamdani fuzzy logic with the application of a rule-base for decision-making. The system's advantages include access flexibility, activity monitoring, and a high level of security to create a smart home solution that is more effective, safe, and acceptable to the public.

Keywords: Home security, Fuzzy logic Mamdani, Microcontroller, Website.

ABSTRAK

Dalam era teknologi yang terus berkembang, keamanan rumah semakin menjadi perhatian utama. Dalam menyikapi kebutuhan ini, penelitian ini fokus pada pengembangan sistem keamanan pintu otomatis yang menggabungkan kecerdasan buatan dan keamanan fisik. Pada sistem keamanan pintu otomatis dirancang dengan mikrokontroler ESP32 yang terkoneksi pada platform website. Sistem ini menggabungkan kecerdasan buatan dan keamanan fisik untuk pengawasan kontinu serta respons cepat terhadap situasi keamanan rumah. Pengguna dapat memantau dan mengendalikan sistem secara remote melalui perangkat seluler yang terkoneksi dengan internet yang stabil serta keamanan terhadap potensi serangan siber. Metode penelitian melibatkan desain sistem dengan mikrokontroler ESP32, logika fuzzy Mamdani dengan penerapan rulebase untuk pengambilan keputusan. Keunggulan sistem mencakup fleksibilitas akses, pemantauan aktivitas, dan tingkat keamanan yang tinggi sehingga dapat menciptakan solusi smart home yang lebih efektif, aman, dan dapat diterima oleh masyarakat.

Kata kunci: Keamanan rumah, Logika fuzzy mamdani, Mikrokontroler, Website.

I. PENDAHULUAN

Dalam era digital yang terus berkembang, penerapan teknologi dalam aspek keamanan rumah telah menjadi semakin penting [1]. Salah satu inovasi terkini dalam hal ini adalah penerapan sistem keamanan otomatis kunci pintu rumah dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 dan didukung oleh platform berbasis website. Teknologi ini menggabungkan kecerdasan buatan dengan keamanan

fisik [2], menciptakan solusi yang cerdas dan efektif untuk melindungi rumah dan penghuninya.

Sistem keamanan tradisional seringkali memiliki keterbatasan dalam mendeteksi dan merespons situasi keamanan dengan cepat dan efisien. Namun, dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32 yang handal, kita dapat menciptakan solusi yang lebih adaptif dan responsif terhadap ancaman atau situasi darurat [3]. Sistem ini tidak hanya memungkinkan pengawasan konstan terhadap keamanan rumah, tetapi juga

memungkinkan aksi otomatis yang sesuai dengan situasi yang terdeteksi [4].

Integrasi dengan platform berbasis website menjadikan sistem ini sangat interaktif dan mudah diakses [5][6]. Pengguna memiliki kemampuan untuk memantau dan mengendalikan sistem keamanan rumah dari jarak jauh melalui perangkat seluler, memberikan akses real-time ke data dan kendali penuh terhadap fungsi kunci pintu rumah. Fleksibilitas ini memberikan kemudahan penggunaan mengelola keamanan rumah [7].

Dari penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan yang menghasilkan sistem keamanan pintu dengan sistem menggunakan fingerprint[8]. Selain itu, ada juga yang melakukan monitoring keamanan rumah dengan melakukan integrasi cam ke perangkat sistem keamanan otomatis[9]. Dengan itu ada penelitian yang lain membuat sistem keamanan rumah dengan berbasis bot telegram untuk melakukannya[10]. Ada juga penelitian yang melakukan integrasi ke kamera dan website untuk tempat pengawasannya sistem keamanan otomatis[11]. Dan yang terakhir dengan sistem telegram juga bisa diintegrasikan untuk keamanan gerbang rumah[12].

Konsep dasar dari sistem ini menggambarkan perpaduan antara teknologi mikrokontroler ESP32 yang andal dengan kecanggihan platform berbasis website untuk menciptakan solusi keamanan rumah yang lebih cerdas dan terkoneksi. Keuntungan meliputi pemantauan yang lebih baik, respons yang lebih cepat, serta kemampuan untuk mengambil tindakan seketika, baik itu mengunci atau membuka pintu dari jarak jauh. Aplikasi potensial dari sistem ini sangat luas, mulai dari penggunaan di rumah, serta untuk tujuan komersial.

Oleh karena itu, pada penelitian ini kami akan melakukan pengembangan sistem keamanan pintu otomatis yang menggabungkan kecerdasan buatan dan keamanan fisik. Pada sistem ini keamanan pintu otomatis dirancang dengan mikrokontroler ESP32 yang terkoneksi pada platform website [13]. Sistem ini menggabungkan kecerdasan buatan dan keamanan fisik untuk pengawasan kontinu serta respons cepat terhadap situasi keamanan rumah. Pengguna dapat memantau dan mengendalikan sistem secara remote melalui perangkat seluler dan diperlukan koneksi internet yang stabil serta memperhatikan terhadap potensi serangan siber. Metode penelitian melibatkan

desain sistem dengan mikrokontroler ESP32, logika fuzzy Mamdani dengan penerapan rulebase untuk pengambilan keputusan. Pada penelitian ini diharapkan sistem ini memiliki keunggulan mencakup fleksibilitas akses, pemantauan aktivitas, dan tingkat keamanan yang tinggi sehingga dapat menciptakan solusi smart home yang lebih efektif, aman, dan dapat diterima oleh masyarakat.

II. LANDASAN TEORI

A. ESP 8266

ESP8266 adalah modul Wi-Fi yang sangat serbaguna dan hemat biaya yang telah mendapatkan popularitas signifikan dalam ranah sistem tertanam dan aplikasi *Internet of Things (IoT)*. Dikembangkan oleh Espressif Systems, modul ESP8266 mengintegrasikan mikrokontroler yang tangguh dengan stapel Wi-Fi bawaan, menjadikannya solusi yang kuat dan kompak untuk komunikasi nirkabel dalam berbagai proyek elektronik. Harganya yang terjangkau dan kemudahan penggunaannya membuatnya menjadi pilihan yang disukai di kalangan pengembang dan hobiis untuk menghubungkan mikrokontroler ke internet, memungkinkan pertukaran data yang mulus dan kemampuan kendali jarak jauh. Kompatibilitas modul dengan platform Arduino lebih lanjut meningkatkan fleksibilitasnya, menciptakan komunitas pengembang yang luas yang berkontribusi pada ekosistemnya yang kaya akan perpustakaan dan sumber daya. Dengan ukurannya yang kecil dan konsumsi daya yang rendah, ESP8266 telah menjadi landasan dalam pengembangan aplikasi IoT, mulai dari perangkat rumah pintar hingga otomatisasi industri, memperlihatkan fleksibilitas dan keandalannya dalam lanskap perangkat terhubung yang berkembang pesat [14].

B. Solenoid Door Lock

Solenoid door lock, atau kunci pintu solenoid, merupakan perangkat kunci pintu yang menggunakan prinsip elektromagnetisme untuk mengontrol mekanisme pembukaan dan penutupan pintu. Solenoid ini biasanya terdiri dari sebuah inti logam yang dapat digerakkan secara elektromagnetik ketika arus listrik diterapkan. Pada aplikasi kunci pintu, solenoid door lock berperan sebagai pemegang kunci

yang dapat diberdayakan atau dinonaktifkan melalui sinyal listrik. Keunggulan utama solenoid door lock adalah respons cepat dan kemampuannya untuk memberikan keamanan tambahan, karena dapat diintegrasikan dengan sistem kontrol akses yang canggih. Selain itu, penggunaan solenoid door lock seringkali mempermudah integrasi dengan sistem keamanan pintu yang otomatis. Keandalan dan efisiensi dalam mengunci dan membuka pintu membuat solenoid door lock menjadi pilihan yang umum digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk sistem keamanan pintu otomatis pada rumah, perkantoran, dan instalasi komersial lainnya [14].

C. Fuzzy Logic

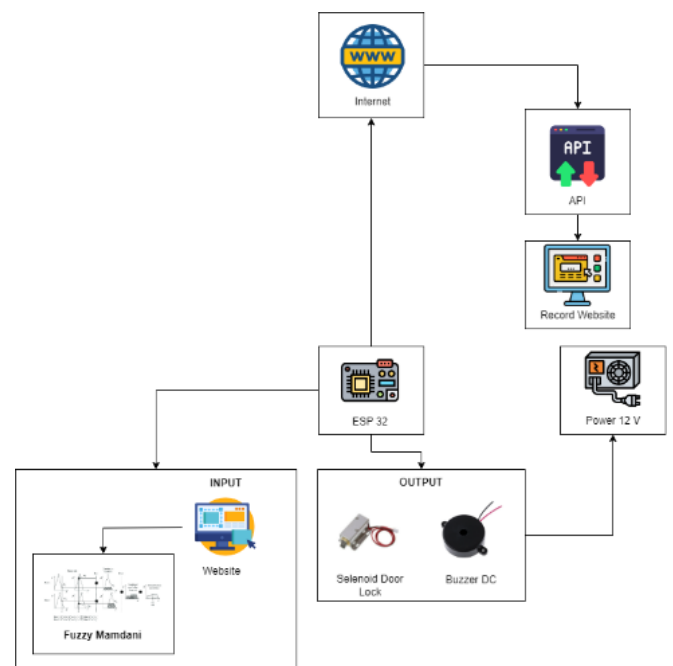
Logika fuzzy merupakan pendekatan matematika yang memungkinkan pemodelan ketidakpastian dan ambiguitas dalam pengambilan keputusan. Konsep dasar logika fuzzy melibatkan pemrosesan informasi menggunakan variabel linguistik dan aturan-aturan yang bersifat "kabur" atau tidak tegas. Dalam sistem logika fuzzy, variabel tidak hanya memiliki nilai biner (benar atau salah), melainkan dapat mengambil nilai sepanjang skala kontinum antara 0 dan 1, mencerminkan tingkat keanggotaan suatu elemen terhadap suatu himpunan fuzzy. Penerapan logika fuzzy sangat luas, termasuk dalam bidang kendali sistem, pengambilan keputusan, dan kecerdasan buatan. Kelebihan logika fuzzy terletak pada kemampuannya untuk menangani ketidakpastian dan kompleksitas dalam situasi dunia nyata, di mana informasi seringkali tidak eksak. Dengan menggunakan konsep ini, sistem-sistem dapat diatur untuk dapat memproses data-data yang bersifat kabur dan menghasilkan keputusan atau kontrol yang lebih adaptif dan kontekstual [15].

III. METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

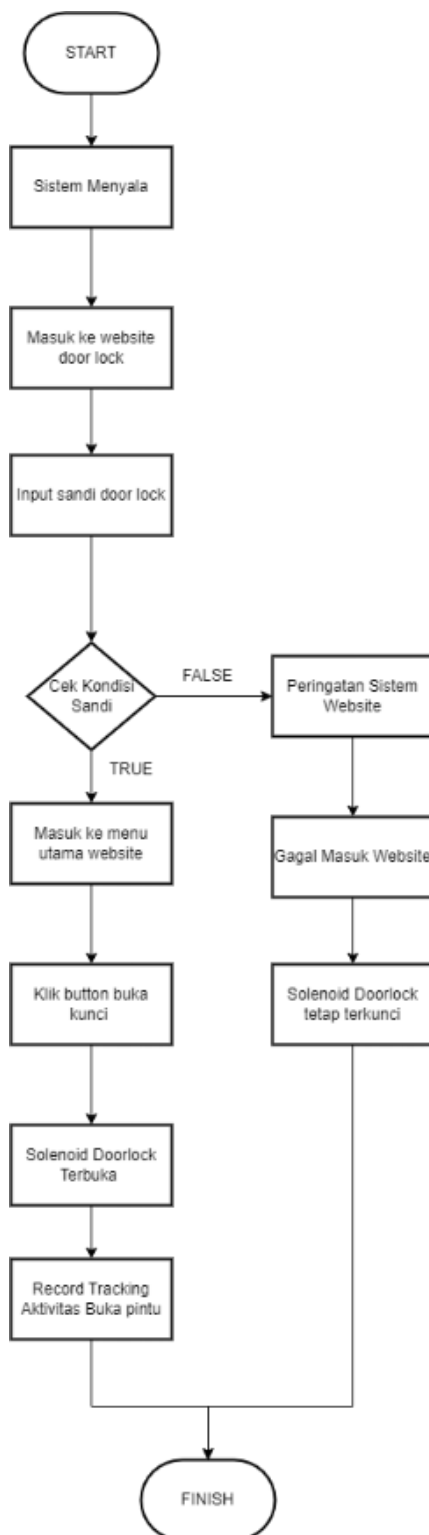
Pertama Pada program ini menggunakan system yang terhubung langsung dengan akses internet yang akan disalurkan ke system microcontroller ESP 8266. Kemudian dari ESP 8266 menggunakan dua bagian system yaitu input dan output. Pada bagian input terdapat pengaksesan website untuk membuka kunci yang menggunakan algoritma fuzzy logic. Alasan menggunakan fuzzy logic dikarenakan sistem yang

kami memiliki beberapa kondisi yang menginprentasikan kaidah dari fuzzy logic yang memiliki decision atau kondisi dari 0 hingga nilai 1 yang bertahap. Kemudian dari input tersebut akan menghasilkan output yang yaitu sistem solenoid door lock, kemudian buzzer dc. Semua data output tersebut akan dikembalikan datanya ke sistem internet yang akan dikirim ketelegram menggunakan API untuk send data informasi ke sistem record website.



Gambar 1 Desain Sistem

Alur dari sistem pertama sistem dinyatakan dinyalakan atau dimulai, kemudian pengguna diperintahkan untuk masuk ke website yang disediakan dalam bentuk barcode tautan di samping pintu. Kemudian pengguna diminta untuk memasukkan sandi untuk masuk ke menu utama dan mengklik button membuka kunci pintu solenoid door lock pada menu doorlock. Pada kondisi ini terdapat beberapa kemungkinan ketika benar dengan 1 kesempatan kemudian 2 kesempatan, kemudian 3 kesempatan. Disisi lain, terdapat kondisi yang lain ketika sandi salah maka solenoid door lock akan tetap terkunci dan mengirim data log aktivitas ke record website.



Gambar 2 Flowchart

B. Algoritma

Algoritma yang kami gunakan pada sistem smartdoor lock adalah logika fuzzy mamdani dengan 4 kondisi atau rulebase yang digunakan. Tujuan dari penggunaan algoritma logika fuzzy Mamdani dalam sistem smart door lock dengan 4 kondisi atau rule base adalah untuk meningkatkan kecerdasan sistem dalam mengambil keputusan terkait pengamanan pintu. Logika fuzzy memungkinkan sistem untuk mengatasi ketidakpastian dan kompleksitas dalam lingkungan nyata dengan menggunakan konsep keanggotaan sebagaimana diterapkan dalam himpunan fuzzy. Berikut adalah beberapa tujuan spesifik dari penggunaan logika fuzzy Mamdani dalam smart door lock:

- **Peningkatan Fleksibilitas**
Logika fuzzy memungkinkan pengenalan dan pemrosesan informasi yang bersifat kurang pasti atau ambigu. Dengan demikian, sistem dapat memberikan respons yang lebih fleksibel terhadap berbagai kondisi lingkungan
- **Adaptasi Terhadap Variabilitas Lingkungan**
Lingkungan sekitar pintu dapat berubah-ubah, seperti perubahan cahaya, kondisi cuaca, atau aktivitas di sekitar pintu. Logika fuzzy memungkinkan sistem untuk beradaptasi dengan perubahan ini dan tetap memberikan keputusan yang tepat.
- **Peningkatan Keamanan**
Dengan menggunakan informasi dari sensor-sensor seperti kamera atau sensor gerak, logika fuzzy dapat menghasilkan keputusan berdasarkan kondisi keamanan aktual. Ini membantu meningkatkan keamanan dengan mengambil keputusan yang responsif terhadap ancaman potensial.
- **Efisiensi Penggunaan Energi**
Sistem pintu pintar dapat mengoptimalkan penggunaan energi dengan mengatur kondisi pintu terbuka atau tertutup berdasarkan kebutuhan dan situasi. Logika fuzzy memungkinkan pengaturan yang efisien untuk mengurangi konsumsi energi secara otomatis.
- **Kemampuan Adaptasi Terhadap Preferensi Pengguna**
Sistem dapat dikonfigurasi untuk mengakomodasi preferensi pengguna dalam

pengaturan keamanan pintu. Logika fuzzy memungkinkan penyesuaian yang lebih baik terhadap preferensi individual pengguna.

- **Mengoptimalkan Responsivitas**

Logika fuzzy memungkinkan penentuan keputusan berdasarkan beberapa aturan dan kondisi sekaligus, mengoptimalkan responsivitas sistem terhadap situasi yang kompleks.

C. Rulebase

Rulebase yang kami gunakan pada sistem smart door lock menggunakan 4 kondisi utama sebagai main controlling sebagai berikut.

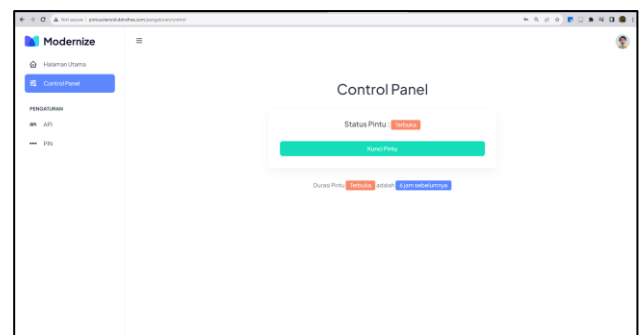
Tabel 1 Rulebase

Rule	Input <i>Username</i>	Input <i>Password</i>	Output
1	Benar	Benar	User dapat mengakses menu controlling smart doorlock
2	Benar	Salah	Terdapat alert bahwa sandi atau username anda salah, sehingga tidak dapat mengakses controlling sistem smart doorlock
3	Salah	Benar	Terdapat alert bahwa sandi atau username anda salah, sehingga tidak dapat mengakses controlling sistem smart doorlock
4	Salah	Salah	Terdapat alert bahwa sandi atau username anda salah, sehingga tidak dapat mengakses controlling sistem smart doorlock

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Antarmuka pengguna

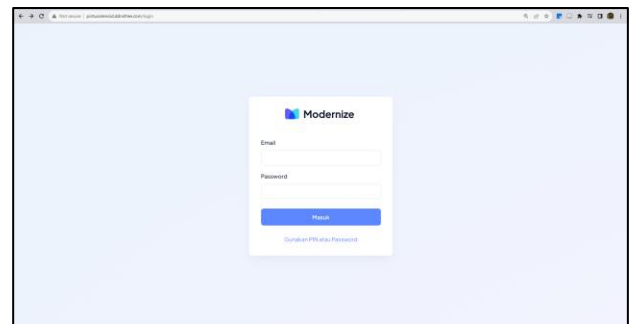
Antarmuka pengguna dirancang dengan fokus pada kegunaan dan keamanan. Halaman login meminta pengguna untuk memasukkan kredensial yang valid, sedangkan dashboard memberikan tampilan status pintu (terkunci atau terbuka) dan tombol kontrol. Log aktivitas memberikan pengguna kemampuan untuk melihat jejak penggunaan pintu secara terperinci.



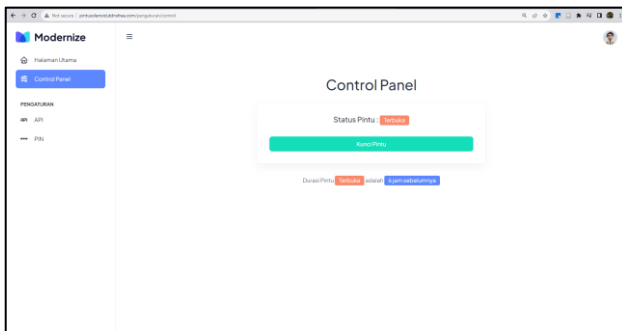
Gambar 3 Tampilan Website

B. Fungsionalitas

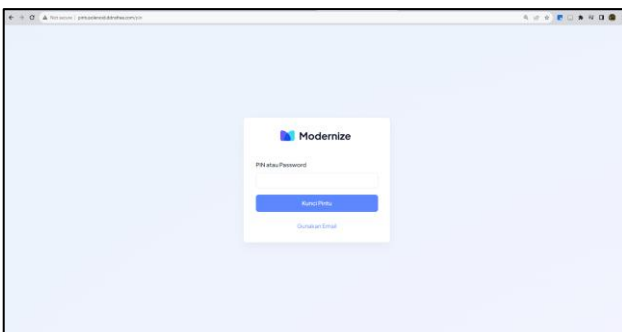
Pada sistem solenoid doorlock memiliki beberapa untuk membuka sistem keamanan pintu solenoid door lock berbasis website bisa menggunakan login email dan bisa juga menggunakan pin sebagai berikut gambarnya.



Gambar 4 Tampilan Login



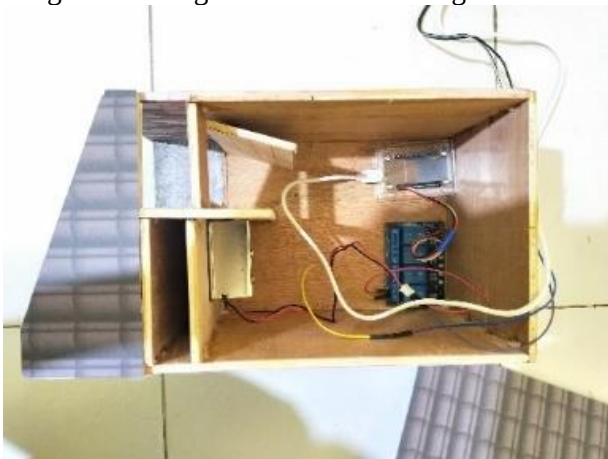
Gambar 5 Tampilan Control Panel



Gambar 6 Tampilan Pin

C. Prototipe

Sistem keamanan rumah berbasis Internet of Things memiliki gambaran sistem sebagai berikut.



Gambar 7 Prototipe

Prototipe rumah cerdas berbasis IoT menggunakan ESP32 dan relay dirancang untuk meningkatkan keamanan serta fungsi pintu rumah. Dalam desain ini, ESP32 ditempatkan di sudut atau ujung rumah untuk memperluas jangkauan jaringan dan mempermudah akses sensor atau perangkat

tambahan lainnya, sedangkan relay ditempatkan di lokasi strategis yang sama untuk mengendalikan fungsi pintu. Sementara itu, kunci pintu solenoid ditempatkan di dalam pintu guna memastikan pintu dapat terbuka secara maksimal tanpa gangguan dari luar, memungkinkan pintu dibuka dan ditutup dengan lancar. Dengan adanya sistem ini, pintu dapat terbuka secara otomatis melalui perintah dari jarak jauh melalui ESP32 dan relay, serta dapat langsung ditutup saat terbuka melalui sistem IoT, meningkatkan keamanan dan kenyamanan pengguna dalam mengontrol pintu rumah secara efisien



Gambar 8 Prototipe

Kemudian prototipe ini didesain sebagai representasi kondisi rumah dengan perbandingan skala 1:100, memberikan gambaran tentang penempatan sistem keamanan rumah pintar menggunakan IoT. Dalam model ini, terlihat posisi ESP32 yang ditempatkan di sudut atau ujung rumah untuk memperluas cakupan sinyal. Relay juga terlihat diletakkan di lokasi strategis yang sama dengan ESP32 untuk mengontrol fungsi pintu. Di dalam representasi, terlihat jelas penempatan solenoid door lock di dalam pintu, menciptakan pemahaman visual tentang bagaimana komponen sistem ditempatkan dalam lingkungan rumah yang sebenarnya. Skala perbandingan ini memberikan gambaran visual yang jelas bagi pengguna tentang konfigurasi sistem keamanan rumah pintar yang memanfaatkan teknologi IoT.

D. Protokol Keamanan

Sistem menerapkan sejumlah langkah keamanan untuk melindungi akses dan data. Koneksi antara perangkat dan website dienkripsi menggunakan protokol SSL, menyediakan lapisan keamanan tambahan. Otentikasi pengguna menggunakan kombinasi nama pengguna dan kata sandi yang kuat, dan sistem mencatat log aktivitas untuk mendeteksi potensi aktivitas mencurigakan. Meskipun demikian, perlu terus dievaluasi untuk menghadapi potensi risiko keamanan yang berkembang

E. Kelebihan dan Kekurangan

Pada sistem ini memiliki beberapa kelebihan utama sebagai berikut.

- Akses Fleksibel: Sistem memberikan pengguna kemampuan untuk mengendalikan pintu dari jarak jauh melalui internet, meningkatkan fleksibilitas pengguna
- Monitoring Aktivitas: Log aktivitas memberikan transparansi dan memungkinkan pemantauan aktivitas pengguna secara efektif.
- Keamanan: Implementasi enkripsi dan otentikasi yang kuat meningkatkan keamanan sistem secara keseluruhan.

Dibalik kelebihan yang dimiliki oleh sistem (judul) sebagai berikut

- Perlu perhatian khusus terhadap potensi serangan siber, seperti brute-force attacks, yang dapat membahayakan keamanan sistem.
- Sistem memerlukan koneksi internet yang stabil untuk berfungsi, dan gangguan dapat mempengaruhi kinerja sistem

F. Potensi Pengikatan Sistem kedepan

Sistem smart doorlock memiliki berbagai kemungkinan peningkatan yang dapat berpotensi untuk dikembangkan sebagai berikut

- Menambahkan fitur notifikasi untuk memberitahu pengguna ketika pintu dibuka atau dikunci.
- Integrasi dengan sistem smart home lainnya, seperti sistem keamanan atau kontrol suhu, dapat meningkatkan fungsionalitas sistem.

- Penambahan sistem keamanan 4 jenis RFID, Wireless, PIN, Fingerprint and Face Recognition

V. KESIMPULAN

Dalam era yang terus mengalami perkembangan pesat di bidang digital, penerapan sistem keamanan pintu cerdas menggunakan mikrokontroler ESP32 dan platform website menjadi solusi inovatif yang menggabungkan kecerdasan buatan dengan aspek keamanan fisik. Algoritma logika fuzzy Mamdani membuka peluang bagi sistem ini untuk mengambil keputusan adaptif, meningkatkan fleksibilitas, serta memberikan pemantauan aktivitas yang efektif. Meskipun menawarkan kelebihan dalam hal akses fleksibel, monitoring aktivitas, dan keamanan, perlu dilakukan perhatian khusus terhadap potensi risiko serangan siber dan ketergantungan pada koneksi internet

REFERENSI

- [1] Febriansyah, M. F., Setiawan, R., & Sutabri, T. (2024). Kemudahan dan Keamanan Dalam Rumah Pintar: Tinjauan Terhadap Teknologi Smart Home. *IJM: Indonesian Journal of Multidisciplinary*, 2(1), 24-31.
- [2] Utomo, A. P., Sucipto, A., Wulandari, S. A., Rosyady, A. F., Lazuardi, M. E., & Dyiono, D. (2023). Implementasi desain Smart Stick untuk anak tunanetra berbasis GPS terintegrasi dengan smartphone. *JURNAL ELTEK*, 21(1), 10-19.
- [3] Permana, E., & Setiadi, K. (2023). SISTEM PERINGATAN DINI TERHADAP PENCURIAN SEPEDAH MOTOR MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA 328 ARDUINO UNO. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 16(2), 117-128.
- [4] Putri, N. I. (2019). Mekanisme umum untuk sistem kecerdasan buatan. *COMPUTING| Jurnal Informatika*, 6(2), 58-78.
- [5] Manongga, D., Rahardja, U., Sembiring, I., Lutfiani, N., & Yadila, A. B. (2022). Dampak Kecerdasan Buatan Bagi Pendidikan. *ADI Bisnis Digital Interdisiplin Jurnal*, 3(2), 41-55.

- [6] Wulandari, S. A., Sucipto, A., Ramadany, M. E. L. R., Imelda, J. D., Rozak, F., Fauzi, K., & Trisyayanti, N. R. Y. (2022). Inovasi Hipnoterapi Berbasis Aplikasi. *JEECOM: Journal of Electrical Engineering and Computer*, 4(2), 57-61.
- [7] Yudhanto, Y., & Azis, A. (2019). Pengantar Teknologi Internet of Things (IoT). UNSPress.
- [8] E. S. Rahman, S. G. Zain, and A. H. Adam, "PENGEMBANGAN SISTEM KEAMANAN PINTU MENGGUNAKAN FINGERPRINT DENGAN SISTEM NOTIFIKASI BERBASIS INTERNET OF THINGS," vol. 20, no. 1, 2022.
- [9] A. Ipanhar, T. K. Wijaya, and P. Gunoto, "PERANCANGAN SISTEM MONITORING PINTU OTOMATIS BERBASIS IOT MENGGUNAKAN ESP32-CAM," *SIGMA Tek.*, vol. 5, no. 2, pp. 333–350, Nov. 2022, doi: 10.33373/sigmateknika.v5i2.4590.
- [10] E. S. Jaya, "Sistem Keamanan Rumah Berbasis Bot Telegram Menggunakan Mikrokontroler Esp8266".
- [11] A. Ramschie, J. Makal, R. Katuuk, and V. Ponggawa, "Pemanfaatan ESP32 Pada Sistem Keamanan Rumah Tinggal Berbasis IoT," 2021.
- [12] W. Raditya *et al.*, "PENERAPAN SISTEM KEAMANAN GERBANG RUMAH BERBASIS TELEGRAM MENGGUNAKAN ESP8266," *J. Tek. Dan Sist. Komput.*, vol. 3, no. 2, pp. 93–103, Jan. 2023, doi: 10.33365/jtikom.v3i2.2353.
- [13] Wulandari, S. A. ., Sucipto, A., Rosyady, A. F., Ardana, M. D. R. ., Cahyono, O. D. P., & Khomarudin, A. N. (2024). Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Air Untuk Mendeteksi Keadaan Tidak Normal atau Penyakit Pada Tambak Ikan Mujaer Menggunakan Fuzzy Logic Mamdani Berbasis Mobile. *Technologica*, 3(1), 42–54. <https://doi.org/10.55043/technologica.v3i1.153>
- [14] Singh, D., Sandhu, A., Thakur, A., & Priyank, N. (2020). An overview of IoT hardware development platforms. *Int. J. Emerg. Technol*, 11, 155-163.
- [15] WAHYUNI, I. A. (2019). BUKA KUNCI OTOMATIS MENGGUNAKAN FINGERPRINT BERBASIS MIKROKONTROLER (STUDI KASUS LAB INTERFACE JURUSAN TEKNIK KOMPUTER POLSRI) (Doctoral dissertation, POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA).
- [16] Wulandari, N. S. (2023). Penerapan metode fuzzy weighted product dalam pengambilan keputusan untuk menentukan prioritas persediaan barang (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).