

Rancangan radio frequency identification (rfid) smart door lock system berbasis internet of things untuk manajemen membership fitness center

Azhar Jauharul Umam^{*1}, Deni Setiana², Aditya Pradana³

Email: ¹azhar19002@mail.unpad.ac.id, ²deni@unpad.ac.id, ³aditya.pradana@unpad.ac.id

^{1,2,3}Teknik Informatika, FMIPA, Universitas Padjadjaran

Diterima: 03 Juli 2023 | Direvisi: 20 Agustus 2023 | Disetujui: 30 Agustus 2023

©2020 Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer,
Universitas Muhammadiyah Riau, Indonesia

Abstrak

Fitness Center merupakan tempat olahraga yang menyediakan berbagai macam alat olahraga, pada umumnya *fitness center* menyediakan paket *membership* bagi pengunjungnya dan memeriksa secara manual *status membership* pengunjung setiap mendatangi *fitness center*. Hal inilah yang menjadi motivasi dasar pada penelitian ini untuk membangun sistem dimana paket *membership* diperiksa secara otomatis. *Internet of Things* memudahkan pemilik *fitness center* dalam mengelola data member dan mengontrol siapa saja yang diizinkan masuk ruangan fitness. Penelitian ini menggunakan teknologi RFID dengan modul MFRC522 sebagai *access control* pada ruangan *fitness* dan Raspberry Pi sebagai *microprocessor* untuk memproses data RFID menggunakan python. Data *member* dapat dikelola dalam aplikasi berbasis website MERN stack karena merupakan kombinasi yang populer untuk pengembangan aplikasi web modern. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development. Pada awalnya, dilakukan riset ekstensif terkait kebutuhan dan desain dari sistem ini. Kemudian, dilakukan proses implementasi baik dari sisi aplikasi maupun dari perangkat yang digunakan. Dari hasil penelitian didapat sebuah sistem *smart door lock* berbasis IoT yang dapat memeriksa *status membership* pengunjung secara otomatis dengan teknologi RFID sebagai *access control*. Sistem ini berbasis IoT sehingga data member dapat dikelola dimana saja lewat aplikasi selama Raspberry Pi dan *device* yang menjalankan aplikasi terhubung dengan internet. Waktu respon perangkat ini dalam memproses data pada RFID card/tag memerlukan waktu rata-rata sebesar 177,44ms dari 60 card/tag yang diuji. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem RFID *smart door lock* yang dibangun berjalan dengan baik.

Kata kunci: *RFID, IoT, Smart Door Lock, Raspberry Pi*

Design of internet of things-based radio frequency identification (rfid) smart door lock system for fitness center membership management

Abstract

The Fitness Center is a sports facility that provides a variety of sports equipment. Typically, fitness centers offer membership packages to their visitors and manually check the membership status of visitors each time they come to the fitness center. This is the basic motivation for this research, to build a system where membership packages are automatically checked. The Internet of Things (IoT) facilitates fitness center owners in managing member data and controlling who is allowed to enter the fitness area. This research utilizes RFID technology with the MFRC522 module as an access control for the fitness room, and Raspberry Pi as a microprocessor to process RFID data using Python. Member data can be managed in a web-based application using the MERN stack, as it is a popular combination for modern web application development. The research method used is Research and Development, where extensive research is initially conducted on the requirements and design of this system. Then, the implementation process is carried out both from the application side and the devices used. The research resulted in an IoT-based smart door lock system that can automatically check the membership status of visitors using RFID technology as access control. This system is IoT-based, allowing member data to be managed anywhere through the application as long as the Raspberry Pi

and the device running the application are connected to the internet. The response time of this device in processing data on RFID cards/tags is an average of 177,44ms from the 60 cards/tags tested. Based on these results, it can be concluded that the built RFID smart door lock system is functioning well.

Keywords: RFID, IoT, Smart Door Lock, Raspberry Pi

1. PENDAHULUAN

Berolahraga adalah kegiatan yang penting dengan tujuan untuk menjaga dan meningkatkan kesehatan fisik. Olahraga yang bisa dilakukan dan dapat dilakukan di luar atau di dalam ruangan. Fitness center adalah salah satu pilihan bagi yang ingin berolahraga dalam ruangan. Fitness center biasanya menyediakan berbagai jenis peralatan olahraga, seperti berbagai macam mesin kardio, dan peralatan *resistance training*. Menggunakan beban dalam latihan atau *resistance training* adalah salah satu opsi yang efektif untuk meningkatkan kebugaran otot. latihan *total-body resistance exercise* dapat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kekuatan otot [1].

Fitness center pada umumnya menyediakan paket membership dalam rentan waktu bulanan supaya pengunjung tidak perlu membayar berkali kali setiap datang ke fitness center. Sayangnya sistem paket membership biasanya masih dilakukan dengan cara manual, dengan memberi kartu yang sudah diberi cap dan waktu berlakunya kartu tersebut, lalu setiap member akan diperiksa secara manual tiap kali mendatangi fitness center tersebut. *Internet of Things* (IoT) dapat dijelaskan sebagai beragam objek dengan perangkat pendeteksi dan penggerak yang dapat mengumpulkan, menganalisis, dan berbagi data dengan objek, program, dan platform lainnya [2]. IoT dapat digunakan dalam berbagai bidang, seperti pada sistem keamanan [3], industri [4], agrikultur [5], kesehatan [6], dan memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan kenyamanan. IoT dapat digunakan dalam sistem monitoring yang dapat memonitor sesuatu dari aplikasi contohnya adalah dapat memonitor curah hujan dalam aplikasi berbasis *website* [7]. Bukan hanya memonitor curah hujan, dengan IoT, pengguna bisa melakukan monitoring pada perkebunan sawit, dengan demikian pemilik kebun dapat mengevaluasi produktivitas lahannya [8].

IoT dapat membuat sistem membership jadi lebih praktis dengan menggunakan teknologi RFID. Teknologi ini memiliki potensi untuk mengolah dan menghasilkan data secara *real-time* dalam jumlah banyak [9]. RFID dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan mengakses pintu pintar secara otomatis, yang dikenal sebagai *smart door lock* [10]. Dalam implementasi smart door lock dengan RFID, tag RFID ditempatkan pada tag atau kartu dan dipindai oleh pembaca RFID yang terpasang pada pintu. Jika tag RFID diidentifikasi, pintu akan membuka secara otomatis. Hal ini membuat kualitas pelayanan menjadi meningkat. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Meryawan menunjukkan bahwa kualitas pelayanan dapat meningkatkan loyalitas member [11].

RFID reader yang umum digunakan dalam membuat smart door lock adalah MFRC522. MFRC522 sendiri bekerja pada frekuensi 13,56 Mhz, gelombang radio yang dipancarkan bertujuan untuk mencari antena pada chip transponder yang ada pada tag, setelah adanya koneksi antara RFID reader dan chip transponder maka data yang terdapat pada chip akan dikirimkan ke MFRC522 dan diteruskan ke microprocessor. Microprocessor yang digunakan pada penelitian ini adalah raspberry pi. Setelah raspberry pi menerima data dari tag, selanjutnya Raspberry Pi akan memproses data dan memutuskan untuk membuka kunci pintu atau tidak. Dalam penelitian ini, jika kartu atau tag membership tidak terdaftar pada database atau habis masa aktifnya maka pintu untuk masuk ke ruang fitness akan tetap terkunci.

Raspberry Pi adalah sebuah perangkat komputer berukuran kecil dengan konsumsi energi rendah dan biasa digunakan dalam aplikasi IoT yang dirancang untuk menjalankan banyak tugas yang sama seperti komputer desktop biasa [12]. Raspberry pi dapat terhubung dengan database melalui API [13]. Database tersebut dikelola menggunakan aplikasi berbasis website. Dalam aplikasi ini user dapat mendaftarkan rfid tag milik pelanggan dengan masa aktif yang ditentukan atau dipesan oleh pelanggan. User juga dapat mengupdate apabila pelanggan ingin menambah masa aktif membershipnya.

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang akan digunakan ialah *Research and Development* (R&D), yaitu penelitian dengan menerapkan langkah-langkah yang ada untuk menghasilkan sebuah produk perangkat lunak.

2.1. Identifikasi Masalah

Identifikasi Masalah merupakan tahap awal dalam melakukan penelitian dimana pada tahap ini dapat menghasilkan topik penelitian yang dapat diteliti lebih lanjut. Pada tahap ini dimulai dengan melihat berbagai fenomena dan kejadian yang terjadi. Dalam hal ini penulis melihat banyak pro duk teknologi berbasis IoT bermunculan dan melihat fitness center dapat menggunakan teknologi ini untuk akses masuk secara otomatis seperti yang sudah dilakukan pada jalan tol [14].

2.2. Studi Literatur

Pada tahap ini penulis mencari referensi dan informasi dari buku, jurnal, maupun artikel yang mendukung penelitian. Referensi yang dicari berkaitan dengan perangkat keras apa saja yang digunakan dan bagaimana perangkat itu digunakan, lalu dari sisi

softwaranya adalah mencari referensi dan informasi mengenai environment, modul, dan library untuk mengembangkan software yang akan dibuat.

2.3. Analisis kebutuhan

Pada tahap ini penulis melakukan analisis terhadap kebutuhan apa saja yang diperlukan dalam pembuatan sistem, baik dari segi hardware apa saja yang digunakan, maupun software dan environment pengembangan yang dibutuhkan.

2.4. Pengembangan dan pengujian sistem

Pada tahap ini penulis melakukan pengembangan sistem baik dari aplikasi yang akan digunakan maupun perangkat yang akan dirakit dan melakukan serangkaian pengujian.

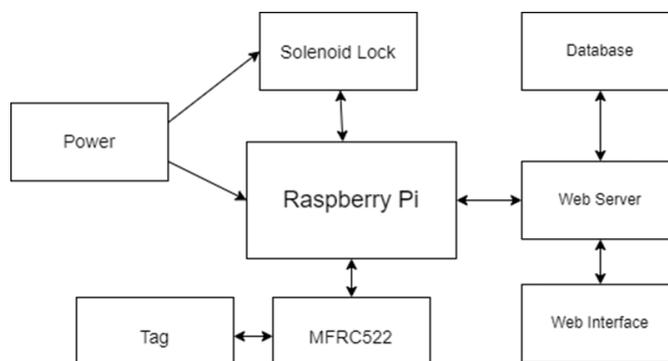
2.5. Penulisan laporan

Pada tahap ini penulis menuliskan hasil penelitian ke dalam laporan pada tahap ini juga penulis dapat menarik kesimpulan bagaimana sistem ini bekerja.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan tentang desain dan implementasi lebih lanjut, mulai dari diagram blok sistem, desain dan implementasi rangkaian, implementasi web aplikasi, dan pengujian.

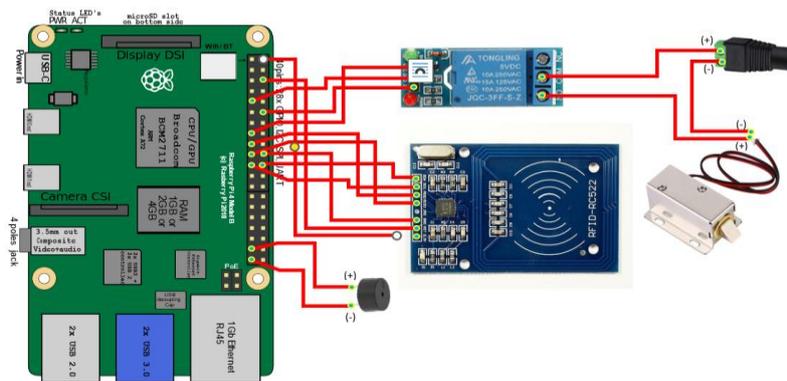
3.1. Diagram Blok Sistem



Gambar 1. Diagram Blok

RFID *smart door lock* yang dirancang secara umum diilustrasikan seperti pada Gambar 1. Pada diagram tersebut menunjukkan dimana sistem *smart door lock* pada raspberry pi terhubung pada tiga blok yaitu MFRC522, *solenoid lock*, dan web server. Pada diagram tersebut ada dua perangkat yang membutuhkan power atau daya listrik yaitu Raspberry Pi dan *solenoid lock*. Sistem *smart door lock* yang dibangun dimulai ketika *tag/card* didekatkan pada modul MFRC522, raspberry pi yang didalamnya sudah dipasang Script, menerima data dari modul MFRC522 tersebut kemudian berkomunikasi dengan web server dengan menggunakan API (*Application Programming Interface*). Web Server tersebut terhubung dengan database. Dari komunikasi antara raspberry pi dan web server, selanjutnya raspberry pi akan menentukan apakah *solenoid lock* akan terbuka atau tidak dan mengirimkan log ke database lewat web server. Data log yang ada pada database bisa diakses oleh user lewat web interface. Web interface berfungsi untuk melihat log yang ada pada database dan mengelola data member.

3.2. Desain dan Implementasi Rangkaian



Gambar 2. Desain Rangkaian

Pada Gambar 2 mengilustrasikan bagaimana module MFRC522 terhubung dengan pin GPIO yang ada pada Raspberry Pi. Pada Gambar 2 juga diperlihatkan bahwa Raspberry pi tidak terhubung langsung dengan *solenoid lock*, melainkan melalui modul relay terlebih dahulu karena *solenoid lock* yang digunakan perlu tambahan daya listrik tambahan. Hal tersebut dikarenakan solenoid lock yang digunakan membutuhkan daya listrik tambahan.

Tabel 1. Wiring Raspberry Pi Dengan MFRC522

| Raspberry Pi | MFRC522 |
|--------------|---------|
| PIN2 | 3,3 |
| PIN22 | RST |
| PIN6 | GND |
| PIN21 | MISO |
| PIN19 | MOSI |
| PIN23 | SCK |
| PIN24 | SDA |

Tabel 2. Wiring Raspberry Pi Dengan Relay

| Raspberry Pi | Relay |
|--------------|-------|
| PIN17 | VCC |
| PIN9 | GND |
| PIN12 | IN |

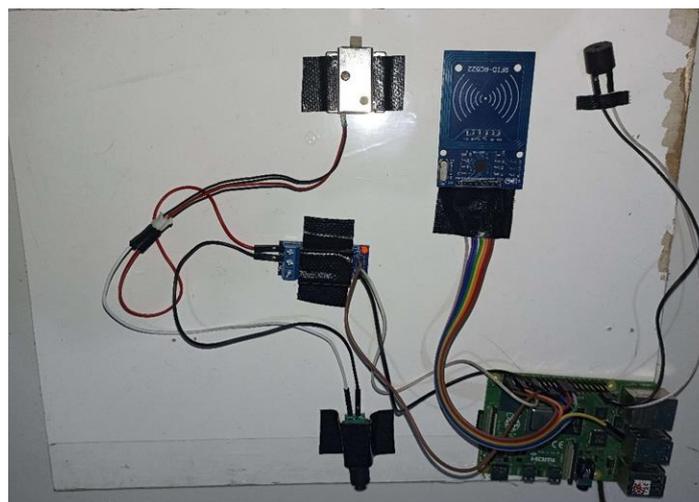
Tabel 3. Wiring Antara Relay, Solenoid Lock, dan External Power

| External Power | Relay | Solenoid |
|----------------|---------------|----------|
| GND | | GND |
| Positive | Common | |
| | Normally Open | Positive |

Tabel 4. Wiring Raspberry Pi Dengan Buzzer

| Raspberry Pi | Buzzer |
|--------------|----------|
| PIN37 | Positive |
| PIN39 | GND |

Pada Tabel 1 disana menjabarkan wiring antara Raspberry Pi dengan modul MFRC522. Pada Tabel 2 menjabarkan *wiring* antara Raspberry Pi dengan modul relay. Pada Tabel 3 menjabarkan *wiring* antara relay, *solenoid lock*, dan *external power*. Pada Tabel 4 menjabarkan *wiring* antara Raspberry Pi dengan Buzzer. Pada bagian Raspberry Pi, penamaan pin yang digunakan pada tabel tersebut adalah berdasarkan *physical* pin. Beberapa pin pada Raspberry Pi dapat disesuaikan seperti pin yang terhubung. Rangkaian antar perangkat yang dibuat pada rancangan ini dihubungkan langsung menggunakan kabel jumper dengan panjang 10 cm. Bisa dilihat pada Gambar 3 bagaimana setiap perangkat dihubungkan.

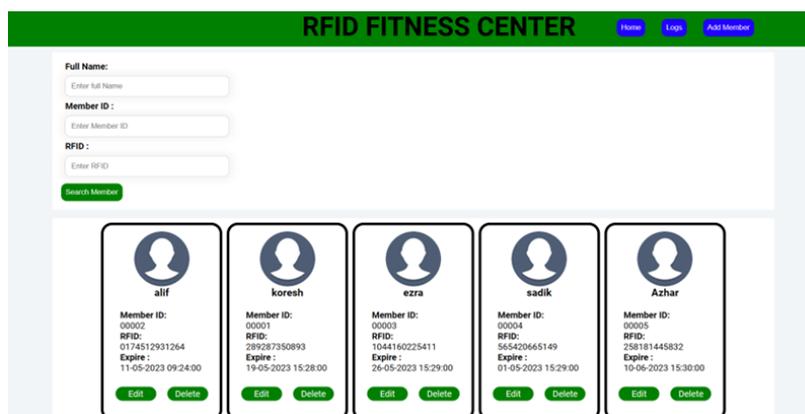


Gambar 3. Implementasi Rangkaian

3.3. Implementasi Web Aplikasi

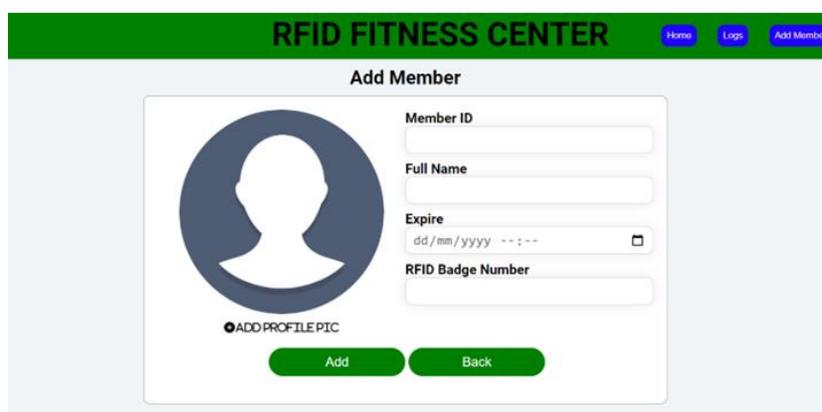
Terdapat lima halaman yang ada pada aplikasi ini. Pertama adalah halaman home yang merupakan halaman tempat melihat list member RFID card/tag yang sudah Halaman Home merupakan halaman tempat melihat list member RFID card/tag yang sudah

terdaftar dalam *database*. Pada halaman ini juga terdapat fitur search berdasarkan nama lengkap, member id, dan rfid untuk mempermudah user dalam jika ingin mencari member yang ingin diperbaharui datanya seperti terlihat pada Gambar 4 di bawah.



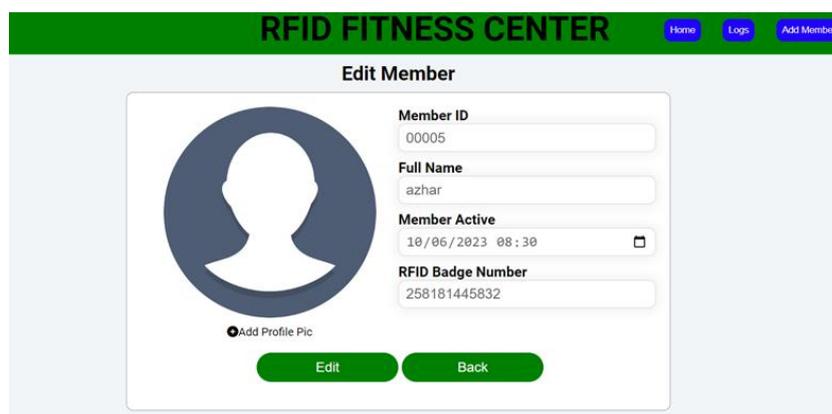
Gambar 4. Halaman Home

Kedua ada halaman add member yang merupakan tempat pengguna menambah data member yang ada pada *database*. Pada halaman ini seperti terlihat pada Gambar 5 disediakan form untuk mengisi member id, *full name*, *expire*, RFID badge number, dan dapat menambahkan foto.



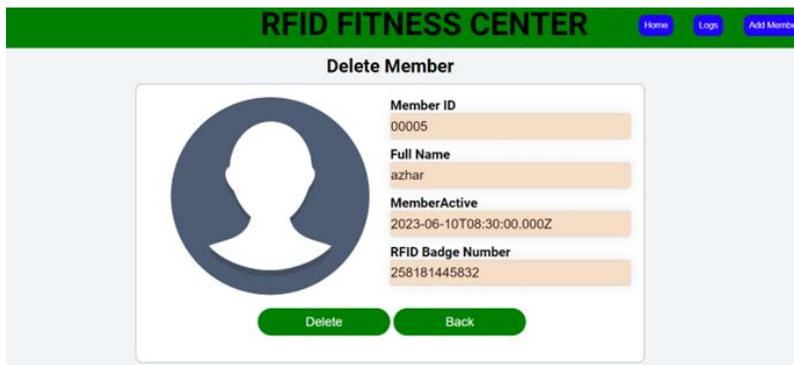
Gambar 5. Halaman Home

Ketiga ada halaman edit Member, mirip seperti Halaman add member dari segi tampilan maupun kode. Pada Gambar 6 di bawah bisa dilihat tampilannya sama seperti halaman add member. Perbedaannya adalah halaman ini digunakan untuk memperbaharui data yang dipilih pada halaman home, jadi user tinggal memperbaharui data yang sudah diisi sebelumnya.



Gambar 6. Halaman Home

Keempat ada Halaman delete member yang merupakan halaman untuk menghapus data member. Tampilan pada halaman ini seperti pada Gambar 7, sama seperti halaman add member dan halaman edit member. Halaman ini fungsinya untuk mengkonfirmasi mengenai data member yang dipilih pada halaman home, setelah yakin bahwa data yang dipilih yang akan dihapus, user hanya perlu menekan tombol delete.



Gambar 7. Halaman Home

Kelima ada halaman log yang merupakan tempat user dapat melihat keterangan RFID tag/card yang discan pada modul. Seperti terlihat pada Gambar 8 halaman ini berisi data log dalam bentuk card yang tersusun.



Gambar 8. Halaman Home

3.4 Pengujian

Pada fase ini merupakan tahap paling akhir dalam pembuatan sistem ini, ada beberapa hal yang diuji. yang pertama diuji adalah pengujian sistem, dimana pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah data yang ada pada aplikasi sesuai dengan tindakan yang dilakukan oleh rancangan perangkat keras yang dibangun. pada pengujian ini sistem berjalan sesuai dengan yang diinginkan.

Pengujian kedua adalah pengujian jarak, dimana beberapa transponder diuji seberapa jauh jarak yang bisa dijangkau oleh modul RFID untuk membaca data yang ada di dalam transponder. hasil dari pengujian jarak melibatkan beberapa jenis transponder. Hasil pengujian jarak bisa dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Jarak

| Transponder | Jarak |
|-------------|--------|
| Blank Tag | 2,5 cm |
| Blank Card | 3 cm |
| E-money | 1,5 cm |
| KTM UNPAD | 1,5 cm |
| KTP | 1,5 cm |

Pengujian ketiga adalah pengujian durasi respon, dimana perangkat yang dibangun diuji oleh beberapa transponder dengan beberapa kondisi dengan tujuan untuk mengetahui seberapa cepat perangkat melakukan tindakan. Pengujian ini dilakukan menggunakan 60 transponder. Hasil dari pengujian ini menghasilkan rata rata durasi respon 177,44 ms

Pengujian terakhir adalah pengujian web aplikasi, dimana beberapa fitur utama yang ada pada aplikasi diuji fungsionalitasnya. Setelah melakukan pengujian terhadap beberapa fitur utama yang ada pada aplikasi ini, hasilnya adalah seluruh fitur utama berjalan dengan normal.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan berbagai hal yang telah disampaikan sebelumnya serta perancangan dan implementasi sistem yang sudah dilakukan penulis, maka dapat diambil kesimpulan bahwa IoT dapat diimplementasikan pada Smart door lock menggunakan modul MFRC522 sebagai akses kontrolnya. Modul tersebut membaca RFID card/tag sebagai akses kunci. Lalu sistem akan menentukan apakah pemilik RFID card/tag yang digunakan boleh memasuki ruangan atau tidak. Raspberry Pi digunakan sebagai microprocessor yang memproses data dari RFID card/tag yang discan pada modul RFID. Data tersebut diproses pada Raspberry

Pi yang sudah diprogram. Program ini dapat memeriksa status RFID card/tag yang sedang di scan dengan memeriksa database. Aplikasi dikembangkan berbasis web dimana server pada aplikasi ini dapat berkomunikasi dengan Raspberry Pi yang sudah diprogram, sehingga Raspberry Pi dapat berkomunikasi dengan database. Lalu pengguna dapat mengelola database tersebut lewat web aplikasi. Sistem ini berjalan dengan baik karena waktu respon dari perangkat ini kurang dari satu detik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Nasrulloh and I. S. Wicaksono, "Latihan bodyweight dengan total-body resistance exercise (TRX) dapat meningkatkan kekuatan otot," *JK*, vol. 8, no. 1, pp. 52–62, May 2020, doi: 10.21831/jk.v8i1.31208.
- [2] A. Koochang, C. S. Sargent, J. H. Nord, and J. Paliszkiwicz, "Internet of Things (IoT): From awareness to continued use," *International Journal of Information Management*, vol. 62, p. 102442, Feb. 2022, doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2021.102442.
- [3] Tina, Sonam, Harshit, and M. Singla, "Smart Lightning and Security System," in *2019 4th International Conference on Internet of Things: Smart Innovation and Usages (IoT-SIU)*, Ghaziabad, India: IEEE, Apr. 2019, pp. 1–6. doi: 10.1109/IoT-SIU.2019.8777632.
- [4] S. K. Panda, A. Blome, L. Wisniewski, and A. Meyer, "IoT Retrofitting Approach for the Food Industry," in *2019 24th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA)*, Sep. 2019, pp. 1639–1642. doi: 10.1109/ETFA.2019.8869093.
- [5] M. U. H. Al-Rasyid, S. Sukaridhoto, M. I. Dzulkornain, and A. Rifai, "Integration of IoT and chatbot for aquaculture with natural language processing," *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, vol. 18, no. 2, Art. no. 2, Apr. 2020, doi: 10.12928/telkomnika.v18i2.14788.
- [6] Z. Lu *et al.*, "Application of AI and IoT in Clinical Medicine: Summary and Challenges," *CURR MED SCI*, vol. 41, no. 6, pp. 1134–1150, Dec. 2021, doi: 10.1007/s11596-021-2486-z.
- [7] Muhamad Fajar and Adhitia Erfina, "Rancang bangun sistem monitoring curah hujan berbasis internet of things," *CoSciTech*, vol. 4, no. 1, pp. 42–49, May 2023, doi: 10.37859/coscitech.v4i1.4502.
- [8] R. T. Wahyuni, Muhammad Hafiz, and Elva Susianti, "Sistem pengumpul data parameter kondisi pohon sawit berbasis internet of thing (iot)," *CoSciTech*, vol. 4, no. 1, pp. 56–63, Apr. 2023, doi: 10.37859/coscitech.v4i1.4453.
- [9] B. Unhelkar, S. Joshi, M. Sharma, S. Prakash, A. K. Mani, and M. Prasad, "Enhancing supply chain performance using RFID technology and decision support systems in the industry 4.0—A systematic literature review," *International Journal of Information Management Data Insights*, vol. 2, no. 2, p. 100084, Nov. 2022, doi: 10.1016/j.ijime.2022.100084.
- [10] A. A. Najib, R. Munadi, and N. B. A. Karna, "Security system with RFID control using E-KTP and internet of things," *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, vol. 10, no. 3, Art. no. 3, Jun. 2021, doi: 10.11591/eei.v10i3.2834.
- [11] I. W. Meryawan, "The Important Role of Member Satisfaction in Building Loyalty of Fitness Members during Covid-19 Pandemic," *International Journal of Current Science Research and Review*, vol. 05, no. 01, Jan. 2022, doi: 10.47191/ijcsrr/V5-i1-05.
- [12] K. M. Hosny, A. Magdi, A. Salah, O. El-Komy, and N. A. Lashin, "Internet of things applications using Raspberry-Pi: a survey," *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, vol. 13, no. 1, Art. no. 1, Feb. 2023, doi: 10.11591/ijece.v13i1.pp902-910.
- [13] K. Subramanya Chari, M. Raja, and S. R. Kishore, "Raspberry Pi-Based Smart Mirror," in *Advances in Cognitive Science and Communications*, A. Kumar, S. Mozar, and J. Haase, Eds., in *Cognitive Science and Technology*. Singapore: Springer Nature, 2023, pp. 211–220. doi: 10.1007/978-981-19-8086-2_21.
- [14] K. A. Santoso, "Penggunaan Teknologi Nfc-Rfid Dan Vanets-Dsrc Di Sistem Gerbang Tol Otomatis Untuk Mengurangi Kemacetan Pada Pintu Tol," *Prosiding Seminar Nasional Dies Natalis Utp Surakarta*, vol. 1, no. 01, Art. no. 01, Sep. 2021, doi: 10.36728/semnasutp.v1i01.19.