

## Implementasi Ganda Modul ESP32 untuk Kontrol Pintu Otomatis dengan Monitoring *Realtime* dan *Autolock* Terjadwal melalui Web dan *Chatbot*

### Dual Implementation of ESP32 Modules for Automated Door Control with Real-Time Monitoring and Scheduled Autolock through Web and Chatbot Interfaces

Waryanto<sup>1</sup>, Mursalim<sup>2</sup>, Tresi Aprilia<sup>3</sup>, Muhammad Khozin<sup>4</sup>

<sup>1,3,4</sup>Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Komputer dan Desain, Universitas Selamat Sri  
<sup>1,3,4</sup>Jalan Ir. Soekarno Hatta No. Km. 03, Patebon, Kendal, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Teknologi, Hukum dan Bisnis, Universitas Sugeng Hartono  
<sup>2</sup>Jalan Ir. Soekarno No.69, Dusun I, Madegondo, Grogol, Sukoharjo, 57552, Indonesia

email: <sup>1</sup>waryantorastafara@gmail.com, <sup>2</sup>mursalim.dsc@gmail.com, <sup>3</sup>tresiapriila98@gmail.com,

<sup>4</sup>khozin.dsn@gmail.com

---

#### Informasi Artikel

Diajukan, 21 Oktober 2024

Diterima, 25 Maret 2025

Diterbitkan, 10 Juni 2025

---

#### Kata Kunci :

IoT, ESP32, NTP Pool, RFID, Chatbot Telegram

---

#### Keyword :

IoT, ESP32, NTP Pool, RFID, Chatbot Telegram

---

#### ABSTRAK

Perkembangan peralatan *Smart home* menggunakan teknologi web terus mengalami perkembangan pesat dengan ditandai banyak inovasi peralatan IoT (*Internet of Things*) baik rumah maupun industri. Peralatan tersebut dapat dimonitoring dari jarak jauh melalui jaringan internet. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan modul ESP32 sebagai perangkat IoT untuk buka pintu otomatis yang dimonitoring melalui web dan telegram yang menggantikan kunci konvensional yang lebih efisien memudahkan untuk pengguna untuk membuka maupun mengunci pintu yang dilengkapi *Autolock system* pada waktu tertentu dengan memanfaatkan *time server NTP Pool*. Penelitian tersebut menggunakan metode pengembangan sistem *waterfall*. Metode *waterfall* terdiri dari analisis, desain, implementasi, pengujian dan perbaikan sistem. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan metode *blackbox*, sistem tersebut dapat dijalankan dengan baik sesuai yang diharapkan. Ada 7 sub pengujian dimana 6 sub pengujian berhasil dilakukan dengan persentase sebesar 86%. Sistem tersebut mampu menjalankan sensor RFID untuk mengidentifikasi tag RFID yang telah didaftarkan pada sistem untuk proses buka maupun mengunci pintu data informasi dari proses buka maupun mengunci pintu mampu terekam di dalam *database web*. Hasil pengujian pada *Autolock System* berhasil mengunci pintu pada waktu yang telah ditentukan. Selain itu, user menerima notifikasi dari *bot telegram* yang memberikan informasi *Autolock System*. Selain itu, penggunaan baterai pada perangkat tersebut dapat bertahan hingga 32,5 jam dan rata-rata latensi saat buka dan tutup pintu otomatis sebesar 16,3 detik tidak ada *delay* pada proses tersebut. Namun, pada pengiriman bot telegram masih diperlukan penelitian lebih lanjut.

---

#### ABSTRACT

The development of smart home devices using web technology is advancing rapidly, driven by numerous innovations in IoT (Internet of Things) devices for residential and industrial applications. The internet enables remote monitoring and control of such devices. This study aims to implement the ESP32 module as an IoT-based device for automatic door operation, monitored via a web application and Telegram, to replace conventional locks. The proposed system enhances efficiency and simplifies door access by incorporating an Autolock feature, which automatically locks the door at specified times using the NTP Pool time server. The research employs the waterfall system development methodology, encompassing analysis, design, implementation, testing, and system improvement. System functionality was tested using the black-box method, achieving a success rate of 86% across

---

seven sub-tests, with six sub-tests completed successfully. The system effectively operates RFID sensors to identify registered RFID tags, enabling secure door opening and locking. All door activity logs are recorded in a web-based database. Testing of the Autolock feature confirmed that the door was successfully locked at the designated times. Additionally, the device demonstrated a battery life of up to 32.5 hours, with an average latency of 16.3 seconds for the automatic door opening and closing processes, and no operational delays were observed. Notifications via the Telegram bot were successfully delivered, providing real-time updates on the Autolock system. However, further research is recommended to optimize the Telegram bot notification system.

---

## 1. PENDAHULUAN

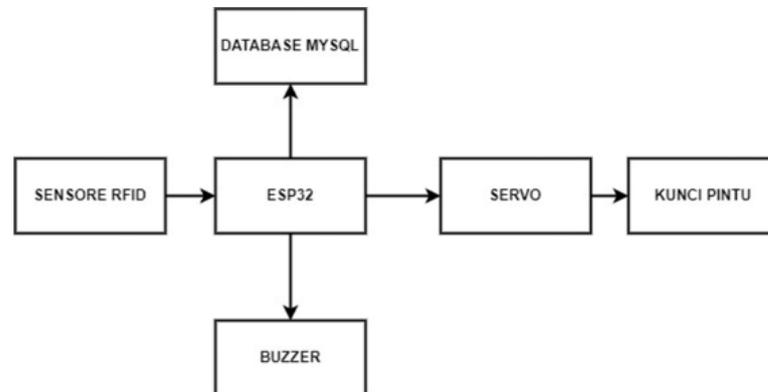
Perkembangan peralatan *smart home* atau rumah pintar yang menggunakan teknologi web terus mengalami perkembangan yang pesat. Hal tersebut ditandai dengan berbagai bentuk inovasi seperti peralatan kantor, industri dan peralatan rumah[1], [2], [3], [4], [5]. Sistem tersebut dapat dikendalikan melalui web dan juga diimplementasikan untuk pintu kamar tidur yang menggunakan perangkat ESP32 berbasis IoT (*Internet of Things*). Perangkat tersebut dijadikan sebagai *smart home security* dengan menggunakan sensor *door magnetic*[6]. Teknologi *Internet of Things* adalah infrastruktur global untuk menyediakan informasi, memungkinkan layanan yang canggih, dengan menghubungkan objek (*things*) baik fisik maupun virtual berdasarkan teknologi pertukaran informasi dan komunikasi [3]. *Smart home* merupakan istilah yang digunakan pada sebuah sistem yang dirancang guna mengendalikan dan memonitoring rumah dengan perangkat sensor, aktuator, serta elemen komputasi di dalamnya. Sistem tersebut berjalan secara independen dan dapat berkomunikasi antara satu perangkat dengan perangkat lainnya[7]. Keamanan kantor menjadi prioritas utama dalam mitigasi risiko kehilangan aset perusahaan. Keamanan akses terhadap pintu masuk perlu dilakukan secara tersistem yang efektif dan efisien. Penelitian ini dilakukan di instansi kerja yang masih menggunakan kunci manual, dimana dalam aktivitas kantor sering kali mengalami hambatan terhadap keterbatasan kunci, selain itu, kondisi tersebut berisiko hilangnya kunci utama karena sering digunakan untuk kepentingan staf. Oleh karena itu, diperlukan adanya sistem kunci yang berbasis elektronik yang dapat merekam riwayat aktifitas buka kunci tersebut. Dengan adanya teknologi RFID yang dikolaborasi dengan ESP32 ini memudahkan staf kantor untuk melakukan akses buka kunci pintu dengan lebih cepat dan efisien. Staf kantor dapat memegang kunci yang menggunakan tag RFID yang mudah dibawa[8]. Dukungan teknologi IoT mampu mewujudkan terciptanya efisiensi dan kemudahan akses buka pintu secara elektrik dalam bentuk penerapan modul ESP32 dengan sensor RFID. Sensor tersebut mampu mengidentifikasi hak akses masuk dan teknologi tersebut mampu dimonitoring melalui web[6], [9]. ESP32 mengirimkan data ke web sebagai penyedia informasi dari aktivitas buka kunci. Penelitian ini bertujuan untuk menggabungkan dua modul ESP32 yang dikolaborasi dengan sensor RFID untuk buka kunci pintu otomatis. Ada beberapa penelitian terkait dengan permasalahan tersebut diantaranya adalah penelitian [6] yang melakukan kajian tentang Mikrokontroler ESP32 sebagai alat monitoring pintu berbasis web, hasil menunjukkan bahwa fungsi sistem tersebut berhasil sesuai yang diharapkan dengan menggunakan konsep *magnetic door switch*. Namun, diperlukan penambahan baterai dan sensor RFID untuk mempermudah pengguna dalam mengakses serta memberikan energi cadangan tambahan. Kemudian, penelitian [10] melakukan studi yang serupa, hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan ESP8266 berhasil digunakan dengan model NodeMCU. Namun, belum tersedia penguncian otomatis pada jam tertentu, hal tersebut dibutuhkan karena seringkali petugas mengalami kelalaian dalam mengunci pintu. Penelitian[11] melakukan penelitian tentang RFID dan *keypad matrix* dengan satu mikrokontroler yakni mikrokontroler Arduino UNO, hasil penelitian tersebut RFID mampu digunakan dengan baik. Akan tetapi, pada penelitian tersebut mengalami beberapa kendala diantaranya manajemen data internet yang tidak stabil dan diperlukan pengembangan lebih lanjut terkait dengan penambahan cadangan baterai serta penambahan mikrokontroler agar alat tersebut mampu dijalankan secara optimal.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan metode air terjun (*waterfall*) yang mempunyai tahap berurutan dimulai dari analisis, desain sistem, perakitan, pemrograman, penerapan dan testing. Metode tersebut sangat populer dan banyak digunakan pada beberapa penelitian [12], [13], [14], [15], [16] berikut tahapannya:

### 2.1. Analisis

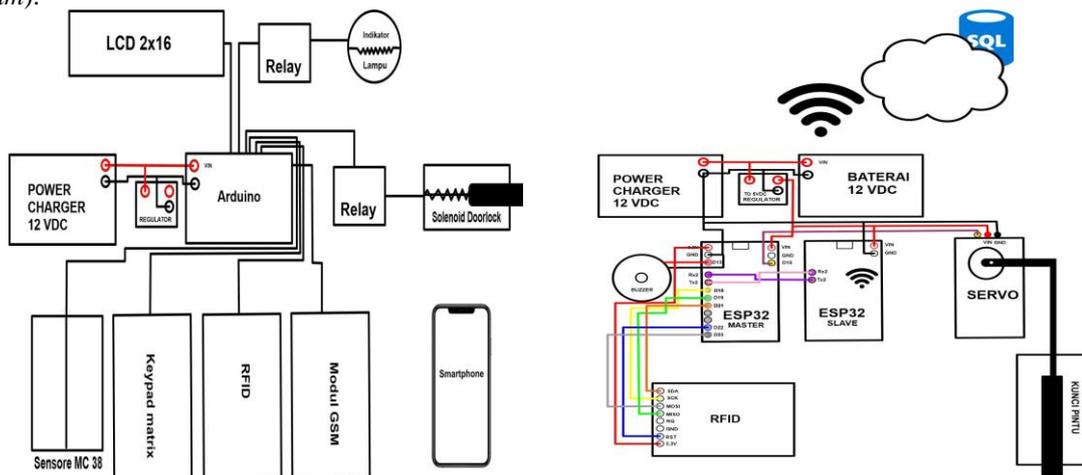
Tahapan tersebut adalah mengevaluasi kebutuhan sistem seperti: pengumpulan data melalui wawancara atau studi literatur. Tahap ini akan menghasilkan dokumen yang dibutuhkan dalam penelitian. Desain sistem dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Sistem Monitoring Pintu Otomatis RFID

### 2.2. Desain Sistem

Tahapan ini dilakukan penyusunan konsep desain dan perancangan sistem terhadap solusi dari permasalahan penelitian dengan menggunakan perangkat pemodelan sistem seperti diagram alir data (*data flow diagram*).



Gambar 2. Penelitian [11]

Gambar 3. Penelitian yang Diusulkan

Pada Gambar 2 merupakan literatur rujukan pada penelitian ini dimana desain penelitian[11] menggunakan satu mikrokontroler dan tidak menggunakan baterai. Hal tersebut menyebabkan beberapa masalah dalam pengaturan akses data internet yang tidak stabil dan mesin akan berhenti ketika aliran listrik terputus. Sehingga, sistem *doorlock* dan sistem pengiriman data ke server tidak berfungsi. dengan demikian, sistem tidak berjalan dengan optimal Sedangkan Gambar 3 merupakan penelitian yang diusulkan menggunakan dua mikrokontroler yang memungkinkan setiap mikrokontroler memiliki tugas masing-masing sehingga kinerja sistemnya tidak terganggu dengan lainnya. Adapun pembagian fungsi antara ESP32 *master* dan ESP32 *slave* seperti Tabel 1.

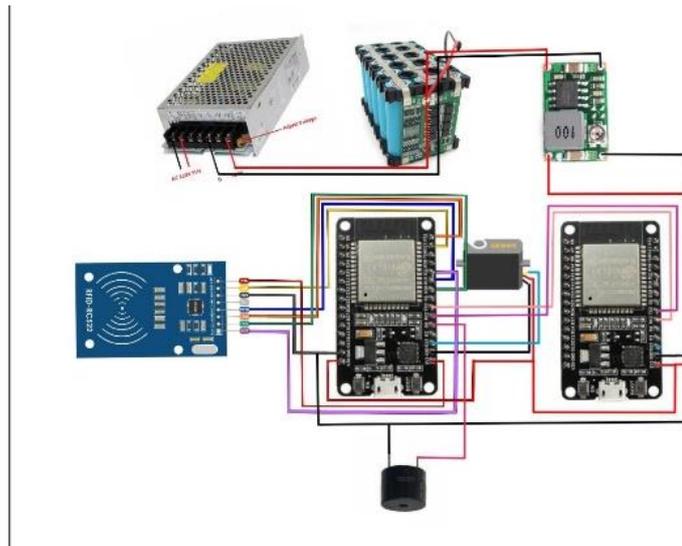
Tabel 1. Fungsi Dual ESP32 (*Master dan Slave*)

Fungsi EPS32 ( <i>Master</i> )	Fungsi ESP32 ( <i>Slave</i> )
Pembacaan sensor RFID	Manajemen jaringan internet wifi/ <i>bluetooth</i>
Mengontrol <i>servo</i>	Menerima data <i>logger</i>
Menghandle <i>buzzer</i> untuk menghasilkan suara	Mengirim data ke database pada server
Mengontrol fungsi serial ke ESP32 ( <i>slave</i> )	Menerima data waktu dari Internet

Kemudian, dalam rancangannya diperlukan penambahan baterai untuk memberikan cadangan energi listrik ketika kondisi listrik padam. Jenis baterai yang digunakan adalah baterai *Lithium* yang memiliki keunggulan dalam ketahanan baterai dan cepat dalam pengisian daya[17], [18]. Sehingga, sistem monitoring pintu otomatis tersebut dapat diakses secara *realtime* dalam kondisi listrik padam dan dilengkapi teknologi *Chatbot Telegram*[19].

### 2.3. Perakitan

Proses perakitan *hardware* sistem yang menyesuaikan kebutuhan dari solusi permasalahan yang ada untuk menjadi sistem satu kesatuan dari kebutuhan *hardware*, proses ini melibatkan pengkabelan pada modul-modul yang dibutuhkan. Seperti pada penelitian [20] mengembangkan aplikasi prototipe berbasis *Internet of Things*.



Gambar 4. Desain Perakitan Sistem Monitoring Pintu Otomatis RFID

Pada Gambar 4 merupakan desain keseluruhan dari konsep sistem monitoring menggunakan RFID dan ESP32 ganda yang dilengkapi dengan baterai 12 VDC. Selanjutnya berikut adalah spesifikasi perangkat IoT yang digunakan pada penelitian ini, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Perangkat IoT yang Digunakan

<i>Hardware</i>	<i>Software</i>
ESP32 <i>microcontroller</i>	Arduino IDE
RFID MFRC522	wokwi
Tag RFID	wokwi
Servo Motor	Blynk
Grendel pintu	-
Power Supply	12 Vol
Baterai Lithium	12 VDC
Piezo Buzzer	

### 2.4. Pemrograman

Penulisan kode program atau *coding* merupakan penerjemahan design dalam bahasa yang bisa dikenali oleh komputer. Dilakukan oleh programmer yang akan menerjemahkan kebutuhan sistem yang ditentukan. Tahapan ini merupakan tahapan secara nyata dalam mengerjakan suatu sistem. Penggunaan komputer akan dimaksimalkan dalam tahapan ini. Penulisan kode program akan dilakukan menggunakan *Arduino IDE* [21], [22].

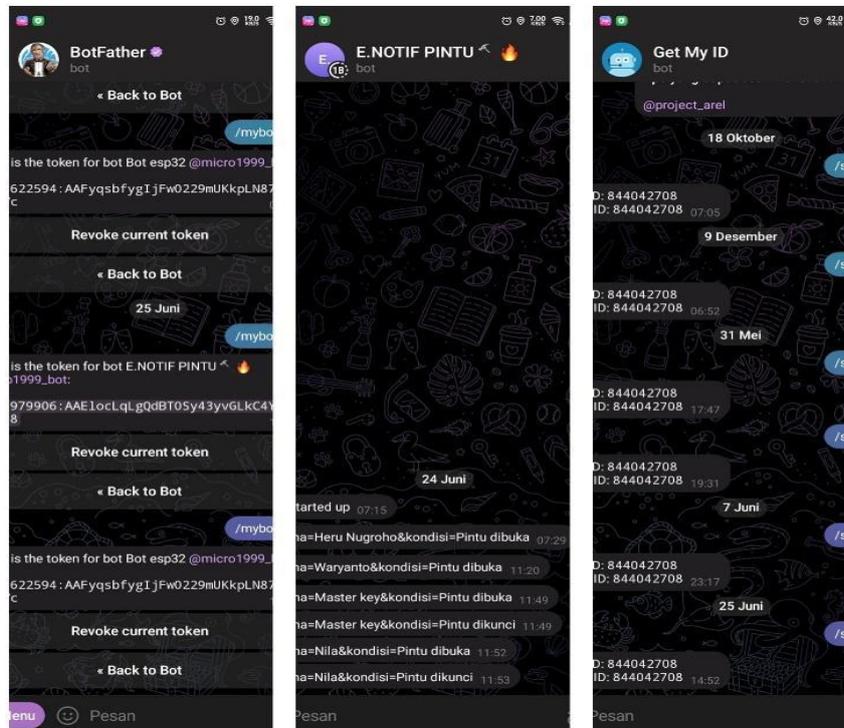
### 2.5. Testing

Tahapan berikutnya adalah tahapan ujicoba atau *testing*. Tahapan ini, dilakukan pengujian sistem, mengkalibarsi perangkat yang sudah dirancang melihat apakah perangkat sudah sesuai atau belum. Kemudian, dengan tahapan ini, akan diketahui kekurangan sistem yang kemudian dilakukan pengkajian ulang dan dilakukan perbaikan terhadap sistem tersebut menjadi lebih baik[23].



### 3.3. Konfigurasi Chatbot Telegram

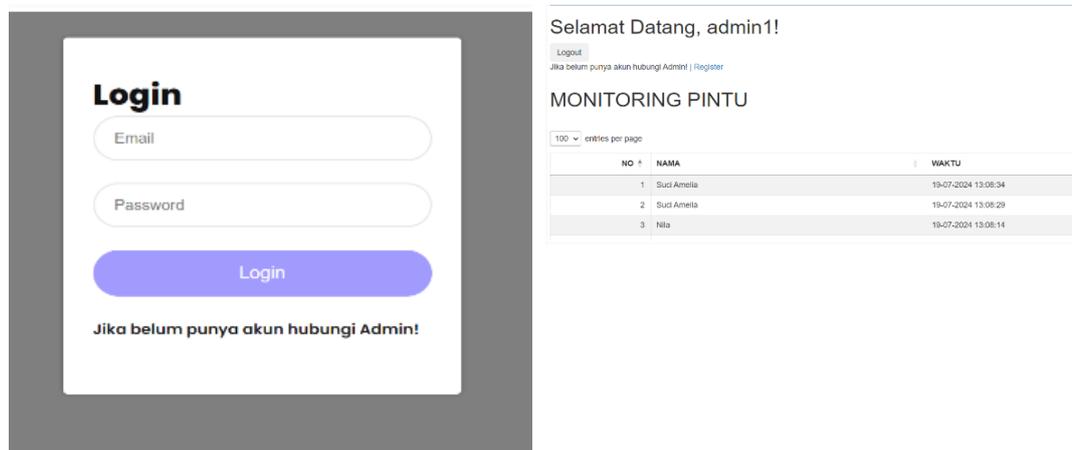
Tahapan ini, sistem web yang telah terhubung dengan ESP32, dapat konfigurasi dengan *Chatbot* dengan membuat *id* dan *username channel* pada telegram. Tujuan konfigurasi tersebut adalah untuk memberikan notifikasi secara *real time* kepada pengguna, jika pintu tertutup atau terbuka akan mengirimkan pesan kepada pengguna. Tampilan notifikasi pada Telegram dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Halaman Notifikasi *Chatbot* Menggunakan Telegram

### 3.4. Pemrograman Web

Bagian ini menyajikan konfigurasi tampilan *web interface* untuk memonitoring data dari aktivitas buka kunci pintu kantor yang dikirim dari ESP32 ke *database*. Sistem monitoring dilengkapi dengan hak akses khusus pengguna yang dilengkapi dengan metode enkripsi *bcrypt* yang disediakan oleh PHP Programming. Metode tersebut menggunakan fungsi khusus untuk mengenkripsi *password* yang terdaftar. Sehingga, pengguna tidak dapat mengetahui *password* orang lain. Tampilan monitoring pada web dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Halaman Monitoring Pintu Otomatis Berbasis Web

### 3.5. Pengujian Sistem

Dengan melakukan *trigger* pada *sensor* RFID dengan *Tag Id* yang telah didaftarkan untuk membuka kunci pintu. Berikut hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian *Blackbox*

No	Skenario pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Menempelkan <i>tag</i> kartu RFID untuk mengunci	Kunci pintu mengunci setelah menempelkan <i>tag</i> kartu pada <i>sensor</i> RFID	Sensor mampu mendeteksi kartu <i>tag</i> RFID untuk mengunci kunci pintu	Sesuai
2	Menempelkan <i>tag</i> kartu RFID untuk membuka	Kunci pintu terbuka setelah menempelkan <i>tag</i> kartu pada <i>sensor</i> RFID	<i>Sensor</i> mampu mendeteksi kartu <i>tag</i> RFID untuk membuka kunci pintu	Sesuai
3	<i>Register</i> untuk <i>login dashboard</i>	Halaman menampilkan <i>form register</i>	Halaman <i>register</i> mampu menampilkan halaman <i>register</i> sesuai dengan fungsinya	Sesuai
4	Halaman <i>dashboard</i> monitoring	Halaman mampu menampilkan <i>dashboard</i>	Halaman mampu masuk ke halaman <i>dashboard</i> monitoring	Sesuai
5	Memadamkan sumber listrik	Sistem mampu bekerja dengan baterai Cadangan	Sistem mampu bekerja dengan baterai cadangan	Sesuai
6	Notifikasi <i>chatbot</i> telegram	Telegram mampu mengirimkan hasil notifikasi kepada <i>user</i>	Beberapa kasus mengalami pending saat pengujian	Belum sesuai
7	Penjadwalan kunci pintu secara otomatis	Pintu terkunci secara otomatis menggunakan <i>time server NTP Pool</i>	Sistem berhasil mengunci pintu secara otomatis	Sesuai

### 3.6. Pengujian Daya Baterai

Dalam sistem kami memakai ESP32 ganda dan aksesoris RFID, buzzer, servo dan menjalankan wifi dan Bluetooth mencatat beban *Idle standby* dengan rata-rata beban arus 61,5mA. Dalam sistem kami memakai baterai cadangan dengan kapasitas 12v 2000mA dengan rumus pemakaian daya sebagai berikut:

$$\text{Daya tahan Baterai} = \frac{\text{Kapasitas baterai (mAh)}}{\text{Arus pemakaian (mA)}} \quad (1)$$

Baterai dengan kapasitas 2000 mAh dan arus pemakaian 61,5 mA dapat bertahan sekitar 32,5 jam

### 3.7. Pengujian Latensi

Berdasarkan dari Tabel 4 pengujian latensi akses kartu RFID sebanyak 10 kali percobaan pada sensor menghasilkan rata-rata latensi sebesar 16,3 detik. Proses tersebut, waktu antara membuka dan menutup pintu tidak ditemukan *delay*. Kemudian, saat proses tersebut berlangsung, sistem secara simultan mengirimkan data kedalam server untuk diproses pada sistem *web logger*. Selanjutnya, pada saat kondisi pintu masih terbuka diwaktu tertentu. Maka, *server* kan mengirimkan respon bahwa pintu harus ditutup, perangkat akan memproses menutup pintu secara otomatis. Hal tersebut diperlukan jika petugas tidak mengunci pintu hingga waktu tertentu.

Tabel 4. Pengujian Latensi Akses Kartu RFID

No.	Waktu Tap Kartu	Data Record Webservice	Latensi
1	22-11-2024 20.21.01	22-11-2024 20:21:18	17 detik
2	22-11-2024 20.23.00	22-11-2024 20:23:16	16 detik
3	22-11-2024 20.24.10	22-11-2024 20:24:26	16 detik
4	22-11-2024 20.26.10	22-11-2024 20:26:27	17 detik
5	22-11-2024 20.27.15	22-11-2024 20:27:31	16 detik

No.	Waktu Tap Kartu	Data Record Webserver	Latensi
6	22-11-2024 20.29.15	22-11-2024 20:29:31	16 detik
7	22-11-2024 20.31.05	22-11-2024 20:31:21	16 detik
8	22-11-2024 20.32.10	22-11-2024 20:32:26	16 detik
9	22-11-2024 20.33.30	22-11-2024 20:33:46	16 detik
10	22-11-2024 20.35.10	22-11-2024 20:35:27	17 detik

Berdasarkan dari Tabel 4 pengujian latensi akses kartu RFID sebanyak 10 kali percobaan pada sensor menghasilkan rata-rata latensi sebesar 16,3 detik. Proses tersebut, waktu antara membuka dan menutup pintu tidak ditemukan *delay*. Kemudian, saat proses tersebut berlangsung, sistem secara simultan mengirimkan data kedalam server untuk diproses pada sistem *web logger*. Selanjutnya, pada saat kondisi pintu masih terbuka diwaktu tertentu. Maka, *server* akan mengirimkan respon bahwa pintu harus ditutup, perangkat akan memproses menutup pintu secara otomatis. Hal tersebut diperlukan jika petugas tidak mengunci pintu hingga waktu tertentu.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem yang dikembangkan dapat digunakan untuk pengamanan pintu kantor bengkel di SMK Negeri 1 Kandeman menggunakan Modul ESP32 *master* dan *slave* serta sensor RFID yang mampu dimonitoring secara *realtime* menggunakan *chatbot* dan aplikasi web. Hasil pengujian sistem *blackbox* dari 7 sub pengujian yang dilakukan 86% berhasil dilakukan dan dinyatakan sesuai dengan kebutuhan. Ada 1 sub pengujian yang dinyatakan belum sesuai yaitu penggunaan *Chatbot* telegram mengalami beberapa kendala pending saat proses pengiriman notifikasi kepada *user*. Selain itu, penggunaan baterai pada perangkat tersebut dapat bertahan hingga 32,5 jam dan rata-rata latensi saat buka dan tutup pintu otomatis sebesar 16,3 detik tidak ada *delay* pada proses tersebut. Adapun saran penelitiannya adalah diperlukan konfigurasi pendaftaran kunci tag RFID secara tersistem melalui aplikasi web dan peningkatan keamanan *login user* agar lebih aman digunakan.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Fakultas Komputer dan Desain Universitas Selamat Sri, Fakultas Teknologi, Hukum dan Bisnis Universitas Sugeng Hartono dan SMK Negeri 1 Kandeman yang memberikan akses untuk melakukan penelitian tersebut. Sehingga, penelitian ini dapat berjalan lancar hingga selesai.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. P. Caniogo *et al.*, *Internet of Things (IoT): Inovasi, Implementasi, dan Masa Depan*, 1st ed., vol. 1. Kab.Agam: YayasanTriEdukasiIlmiah, 2024.
- [2] M. Fauza and M. A. Muthalib, "Sistem Pengaman Pintu Otomatis menggunakan Sensor Radio Frequency Identification (RFID) berbasis Arduino Uno," *JurnalEnergiElektrik*, vol. 11, no. 1, pp. 30–37, 2022.
- [3] F. Di. Silalahi, J. Dian, and N. D. Setiawan, "Implementasi Internet of Things (IoT) dalam Monitoring Suhu dan Kelembaban Ruang Produksi Obat Non Steril Menggunakan Arduino berbasis Web," *JurnalPenelitianIlmudanTeknologiKomputer*, vol. 13, no. 2, pp. 62–68, Oct. 2021.
- [4] D. I. Mulyana, A. Wulandari, F. N. Huda, R. F. Putra, and R. Wanandi, "Implementasi Sistem Keamanan RFID pada Lingkungan Rukun Warga 015 Tegal Alur Jakarta Barat," *JurnalPengabdianIndonesia*, vol. 4, no. 1, pp. 230–237, Jan. 2023.
- [5] O. M. Hassan, A. M. Fatahillah, D. M. Fahrzi, and B. A. Kaswwar, "Rancang bangun sistem Monitoring dan Manajemen bendungan berbasis IoT," *JurnalMediaElektrik*, vol. 17, no. 3, pp. 112–116, 2020.
- [6] N. M. Nizam, H. Yuana, and Z. Wulansari, "Mikrokontroler ESP32 sebagai alat monitoring pintu berbasis Web," *JurnalMahasiswaTeknikInformatika*, vol. 6, no. 2, pp. 767–772, Oct. 2022.
- [7] R. A. Wardana and A. S. Budi, "Pengembangan Sistem Monitoring Smarthome secara Pevasif dengan Nodemcu dan Smartphone," *JurnalPengembanganTeknologiInformasidanIlmuKomputer*, vol. 5, no. 2, pp. 508–513, Jan. 2021.
- [8] K. Wirawibawa, "Pemanfaatan RFID MFRC522 dan Sistem Database untuk Pemantauan Akses Ruang dengan Identifikasi In dan Out," *JournalArticlePowerElektronik*, vol. 11, no. 1, 2022.
- [9] M. R. Thakur, "ESP32 DevKit ESP32 WROOM GPIO Pinout," <https://circuits4you.com>.
- [10] V. Ramdhani, R. Hidayat, and Hendrick Hendrick, "Alat Keamanan Pintu Menggunakan E-KTP, Modul RFID dan AWS EC2 berbasis NODEMCU ESP8266," *JITSI:JurnalIlmiahTeknologiSistemInformasi*, vol. 3, no. 1, Mar. 2022.
- [11] Y. A. Surya, D. Irawan, and A. Rozaq, "Sistem Keamanan Rumah Menggunakan RFID dan Keypad Matrix dengan One Time Pad," *JurnalRisetRekayasaElektro*, vol. 5, no. 1, pp. 47–56, Jun. 2023.
- [12] A. Saravanos and M. X. Curinga, "Simulating the Software Development Lifecycle: The Waterfall Model," *Applied System Innovation*, vol. 6, no. 6, Dec. 2023, doi: 10.3390/asi6060108.
- [13] T. Aprilia and M. Achsin Samas, "Implementasi Software Requirement Specification dan Waterfall Model pada SIPODANG berbasis Android," 2024. [Online]. Available: <http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/ijse>

- 
- [14] T. K. Rahayu, Susanto, and Suwarjono, "Application Report Process of Islamic School Based on Pesantren Boarding Using Waterfall Model," in *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing Ltd, Jul. 2020. doi: 10.1088/1742-6596/1569/2/022025.
- [15] H. J. Christanto and Y. A. Singgalen, "Analysis and Design of Student Guidance Information System through Software Development Life Cycle (SDLC) dan Waterfall Model," *Journal of Information Systems and Informatics*, vol. 5, no. 1, pp. 259–270, Mar. 2023, doi: 10.51519/journalisi.v5i1.443.
- [16] S. Herawati, Y. D. P. Negara, H. F. Febriansyah, and D. A. Fatah, "Application of the Waterfall Method on a Web-Based Job Training Management Information System at Trunojoyo University Madura," in *E3S Web of Conferences*, EDP Sciences, Dec. 2021. doi: 10.1051/e3sconf/202132804026.
- [17] F. A. Perdana, "Baterai Lithium," *InkuiriJurnalPendidikanIPA*, vol. 9, no. 2, pp. 103–109, Aug. 2020.
- [18] E. E. Group, "Lithium Battery Charging: The Definitive Guide," ELBSpecialized In Providing Custom Lithium Battery Solutions.
- [19] A. D. Mulyanto, "Pemanfaatan Bot Telegram untuk Media Informasi Penelitian," *JurnalIlmuKomputerdanTeknologiInformasi*, vol. 12, no. 1, pp. 49–54, Mar. 2020.
- [20] A. Wag yana, "Prototipe Modul Prakt ik untuk Pengembangan Aplikasi Internet of Things (IoT)," *JurnalIlmiahSetrum:SistemKendaliTenagaElektronikaTelekomunikasiKomputer*, vol. 8, no. 2, pp. 238–427, Dec. 2019.
- [21] I. Academy, "Arduino IDE," ProgrammingDasar.
- [22] Y. Yusman, B. Bakhtiar, and U. Sari, "Rancang Bangun Sistem Smart Home dengan Arduino Uno R3 berbasis Internet of Things (IoT)," *JurnalLitek:JurnalListrikTelekomunikasiElektronika*, vol. 16, no. 1, pp. 25–29, 2019.
- [23] S. M. Mutagbal, F. R. Firdaus, and H. Rahmadi, "Pengujian Aplikasi menggunakan Black Box Testing Boundary Value ANalysis (Studi Kasus: Aplikasi Prediksi Kelulusan SMNPTN)," *JurnalIlmiahTeknologiInformasiTerapan*, vol. 1, no. 3, pp. 31–36, Feb. 2016.

