

# RANCANG BANGUN KUNCI LOKER OTOMATIS BERBASIS RASPBERRY PI DAN RFID UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI WAKTU

Ricky Harbu Orbia<sup>1</sup>, Raden Deiny Mardian<sup>2</sup>, Lydia Sari<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Universitas Trisakti, Jakarta  
e-mail: deiny\_wp@trisakti.ac.id

## Abstrak

Pada saat ini pertumbuhan teknologi sangat berkembang pesat dalam berbagai bidang, salah satunya adalah *smart locker*. Sistem penitipan barang konvensional pada umumnya dilakukan membutuhkan proses yang memakan waktu seperti mencari loker yang kosong, memasukkan kunci, dan membuka kunci loker. Penggunaan *Radio Frequency Identification* (RFID) merupakan salah satu solusi di mana RFID bekerja dengan mendekatkan antara *tag* dan *reader* sehingga sistem dapat bekerja secara otomatis. Pada penelitian ini dikembangkan suatu sistem kunci loker otomatis yang dibuat dengan *output* berupa *solenoid lock door* yang berfungsi untuk membuka dan menutup loker otomatis dengan mikrokontroler Raspberry Pi dan pengiriman data berbasis RFID. Melalui pengujian dengan beberapa kondisi diperoleh catatan waktu di bawah 1 detik yang berarti sistem ini memberikan efisiensi dari segi waktu untuk membuka dan menutup kunci loker secara otomatis.

**Kata kunci:** Loker, RFID, Raspberry Pi, Waktu

## Abstract

*Currently, technology is developing rapidly in various fields, one of which is a smart locker. Conventional locker systems generally require "takes time" processes such as finding an empty locker, inserting a key, and unlocking the locker. The use of Radio Frequency Identification (RFID) is a solution where RFID works by bringing tags and readers closer together so that the system can work automatically. This research developed an automatic locker locking system with an output in the form of a solenoid locking door that functions to open and close automated lockers with a Raspberry Pi microcontroller and RFID-based data transmission. Through testing with several conditions, it was obtained a record time of less than 1 second, which means that this system provides efficiency in terms of the locker lock opening and closing time automatically.*

**Keywords:** Locker, RFID, Raspberry Pi, Time

## 1. Pendahuluan

Pada saat ini pertumbuhan teknologi sangat berkembang pesat dalam berbagai bidang, salah satunya adalah *smart locker*. Peminjaman loker pada suatu tempat seperti pusat perbelanjaan, sekolah, atau pun perpustakaan sangatlah diperlukan agar pengunjung yang datang tidak perlu membawa masuk seluruh barang bawanya. Sistem penitipan barang konvensional pada umumnya dilakukan dengan cara memperlihatkan kartu identitas untuk mendapatkan atau meminjam kunci loker yang akan digunakan dan bentuk kunci loker yang masih seperti kunci pintu atau lemari biasa pada umumnya. Cara seperti ini terkadang membutuhkan proses seperti mencari loker yang kosong, memasukkan kunci, dan membuka kunci loker. Dalam kondisi lancar pun proses ini akan membutuhkan waktu yang tidak sedikit, belum lagi bila ada masalah pada kunci atau loker itu sendiri.

Pada penelitian (G.Sowjanya M.Tech 2016) dan (Hutahaeen 2019) dikembangkan sistem penguncian dan keamanannya menggunakan *password* dengan media *keypad* berbasis tombol-tombol. Sistem ini masih mengakibatkan *delay* waktu untuk memasukkan *password* serta kemungkinan bagi pengguna untuk lupa akan *password* tersebut. Selanjutnya pada penelitian (Kamelia, Zaki Hamidi, and Jazuli Baskara 2018), (Baba Lawan, Alhaji Samaila, and Tijjani 2018), (Zeyad, Ghosh, and Masum Ahmed 2019), (Pinjala and Gupta

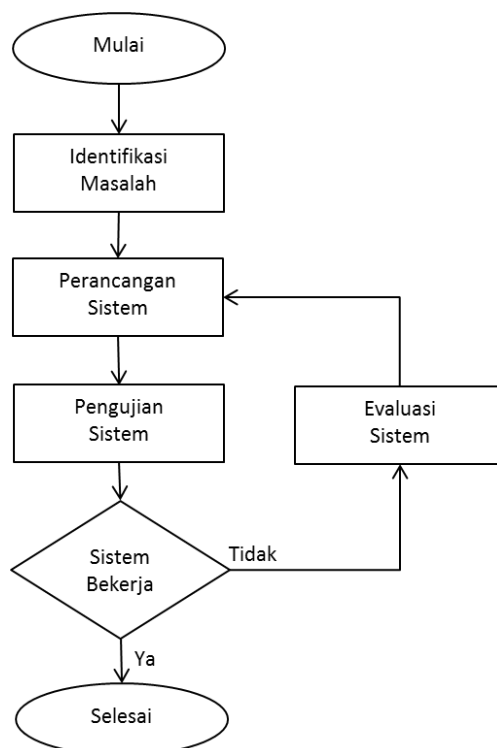
2019) dan (Vongchumyen et al. 2017) dikembangkan sistem yang menggunakan *SMS Gateway*. Kekurangan pada sistem ini adalah apabila terjadi masalah pada jaringan telekomunikasi, maka sistem tidak bisa bekerja dengan otomatis untuk mengirim ulang pesan yang sudah dikirimkan. *Response time* dari sistem yang dihasilkan melalui akses dengan kode kombinasi adalah sekitar 2,2 – 2,3 detik dan pada penelitian yang menggunakan pesan singkat singkat (SMS) adalah sekitar 2,1 – 2,2 detik.

Berdasarkan dari permasalahan terkait keamanan dan rentang waktu untuk membuka atau menutup loker tersebut maka digunakanlah sistem *Radio Frequency Identification* (RFID). RFID merupakan sebuah teknologi *compact wireless* yang dapat melakukan kontrol otomatis untuk banyak hal, salah satunya yaitu pada aplikasi sistem pengamanan loker (Myint and Tun 2020). RFID akan bekerja sebagai media untuk membuka atau menutup kunci loker di mana saat RFID didekatkan dengan alat pembaca RFID yang sudah diprogram maka pintu loker akan otomatis terbuka ataupun terkunci. Dengan cara ini *delay* dalam masalah buka dan tutup kunci loker bisa diatasi.

Pada penelitian ini dikembangkan suatu sistem kunci loker otomatis yang akan dibuat dengan *output* berupa *solenoid lock door* yang berfungsi sebagai untuk membuka dan menutup loker otomatis dengan mikrokontroler Raspberry Pi dan pengiriman data berbasis RFID. Diharapkan sistem ini memiliki *response time* yang lebih singkat dibandingkan sistem lainnya untuk ketercapaian efisiensi waktu.

## 2. Metode

Dalam melakukan perancangan sistem kunci loker otomatis dengan menggunakan Raspberry Pi dan RFID, dilakukan beberapa tahapan untuk menunjang pembuatan sistem *smart locker* (Lopez et al. 2019). Gambar 1 menunjukkan garis besar tahapan perancangan. berikut pengujian rancangan tersebut.



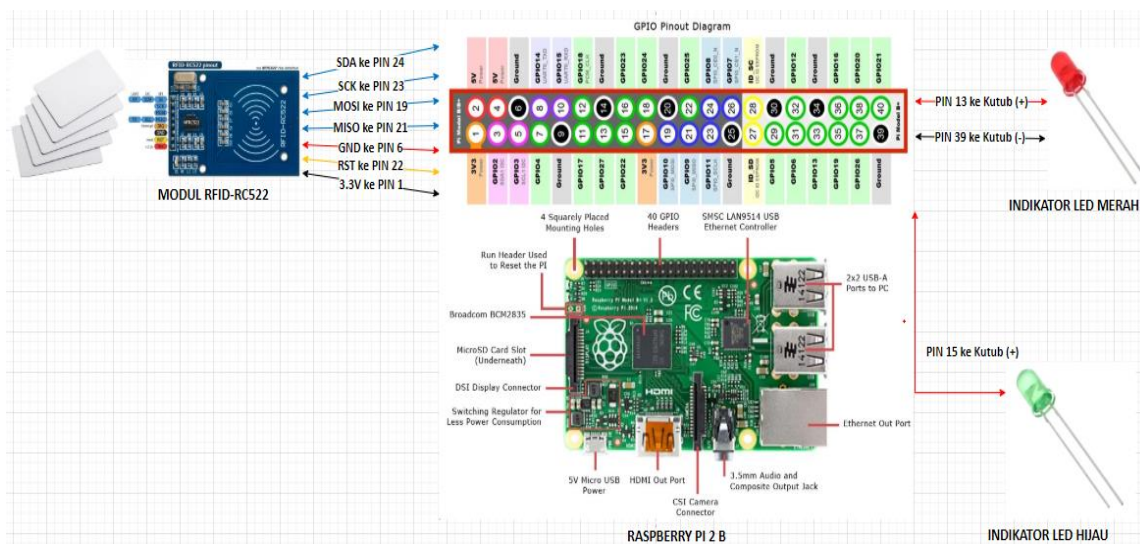
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Gambar 1 menjelaskan bahwa langkah pertama adalah identifikasi masalah yaitu adanya *delay* pada sistem kunci loker. Selanjutnya dirancang suatu sistem kunci loker

otomatis di mana mikrokontroler akan menerima data berupa masukan kode kombinasi dari RFID tag, kemudian mikrokontroler akan mengkonfirmasi kode tersebut apakah sesuai atau tidak. Jika kode kombinasi sesuai maka mikrokontroler akan memberikan perintah untuk membuka kunci loker, jika kombinasi salah maka kunci loker akan tetap tertutup. Rancangan ini pun akan melalui proses pengujian dengan beberapa kondisi secara acak untuk melihat kinerja dari sistem kunci loker otomatis ini dapat bekerja dengan baik.

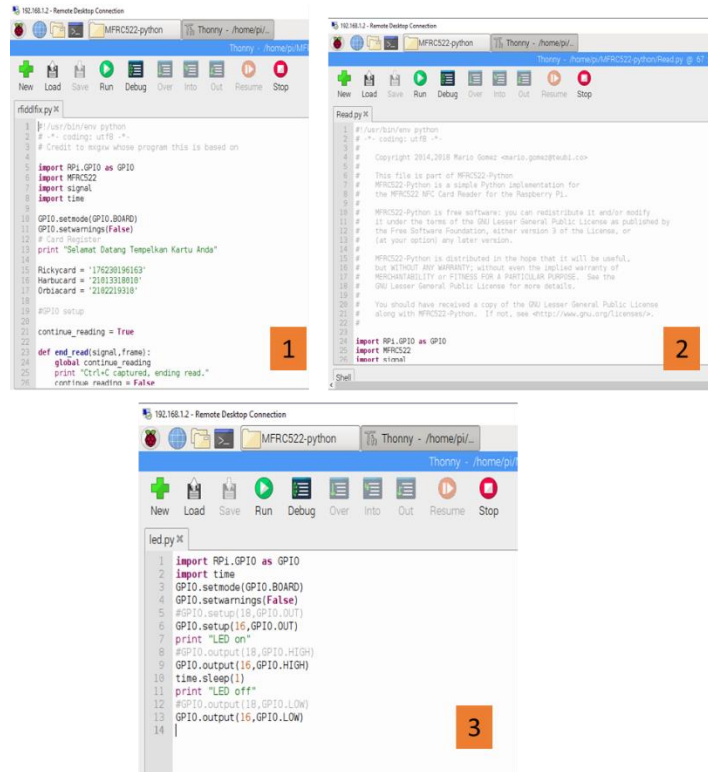
Sistem kunci loker otomatis ini dibangun dari *board* Raspberry Pi dan RFID reader yang kemudian digabungkan dengan RFID tag aktif untuk membuka atau menutup sistem kunci loker ini (Sunehra 2018). *Board* Raspberry Pi akan terhubung dengan *database* yang bisa digunakan untuk menambah pengguna pada kartu tertentu dengan menggunakan program Python. Pada penelitian ini dirancang satu loker dengan tiga pengguna untuk proses pengujiannya.

Secara umum terutama dari sisi perangkat keras, perancangan sistem keamanan kunci loker otomatis dapat dilihat pada Gambar 2. Sistem akan secara otomatis dengan proses sebagai berikut: (1) sistem akan bekerja ketika mendapatkan *input* dari RFID tag card yang merupakan media autentifikasi, (2) ketika ada RFID tag yang didekatkan pada reader, maka RFID reader (Modul RFID) akan mencoba untuk membaca RFID tag tersebut, (3) setelah melakukan *tapping* dengan RFID tag yang merupakan media penyimpanan informasi, data kemudian diteruskan ke Raspberry Pi, (4) Raspberry Pi sebagai mikrokontroler meneruskan data tersebut dan mencocokkannya dengan data yang berada pada *database server*, (5) Jika RFID tag cocok maka *solenoid door lock* akan aktif sehingga loker tersebut dapat terbuka.



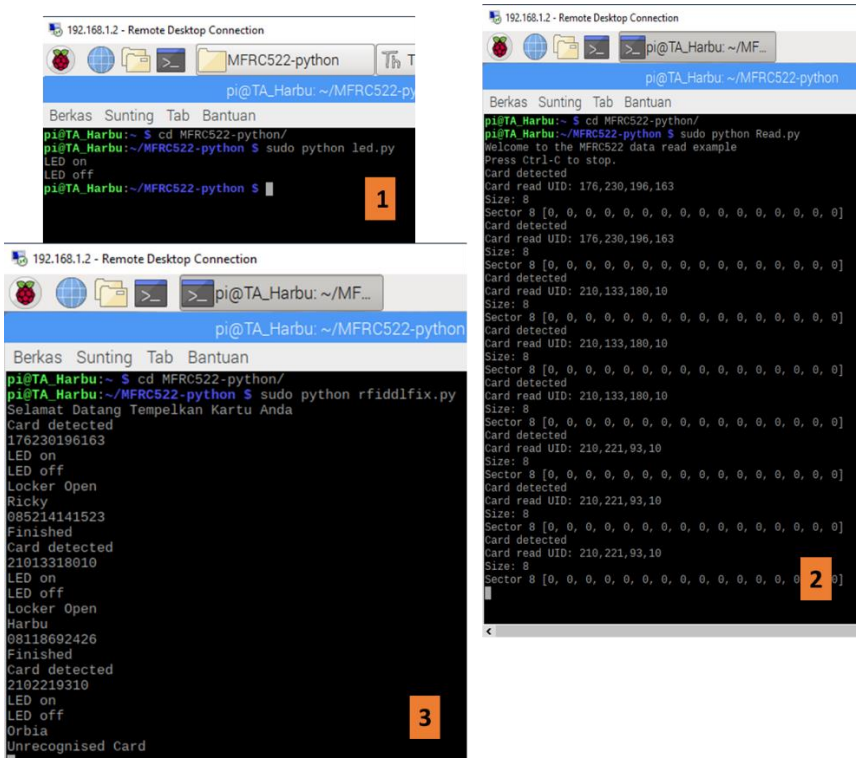
Gambar 2. Rangkaian Modul RFID dengan Raspberry Pi

Selanjutnya pada perancangan perangkat lunak, secara garis besar adalah: (1) Pembacaan RFID tag oleh RFID reader menggunakan Raspberry Pi, (2) Program memasukkan data dari RFID reader ke Raspberry Pi, (3) Data dikirimkan ke *database* MySQL dengan bahasa pemrograman Python dan program pengolahan *database*, (4) Data disimpan ke dalam *data log* pada server, (5) Ketika data serial cocok dengan *database* maka *solenoid* akan aktif untuk kemudian sensor magnetik melakukan insialisasi, (6) Pada saat loker terbuka program akan memberikan indikasi LED berupa warna hijau berarti kunci loker terbuka, (7) Sebaliknya indikasi LED berwarna merah maka loker akan terkunci.



Gambar 3. Tampilan Konfigurasi Pada Raspberry Pi

Gambar 3 adalah tampilan rancangan perangkat lunak Raspberry Pi dengan bahasa pemrograman Python saat dilakukan uji coba.



Gambar 4. Tampilan Hasil Uji Coba Pada Raspberry Pi

Pada Gambar 4 berikut ini merupakan tampilan hasil uji coba kunci loker yang telah diprogram dalam Bahasa Python. Pada Gambar 3 dan Gambar 4 terdapat angka 1, 2, dan 3 yang menunjukkan: (1) program dan hasil uji lampu LED, (2) program dan hasil uji baca kartu, dan (3) program dan hasil uji fungsi alat.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Setelah rancangan system kunci loker otomatis tersebut dibuat seperti ditunjukkan pada Gambar 5, maka selanjutnya dilakukan pengujian terhadap rancangan tersebut. Pengujian dilakukan terhadap perangkat keras dan perangkat lunak dengan tujuan untuk mengetahui sejauh mana kinerja atau kemampuan sistem ini dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan yang diharapkan.



Gambar 5. Hasil Jadi Rancangan Loker dengan Sistem Kunci Otomatis

Secara garis besar pengujian ini adalah untuk melihat apakah system dapat bekerja dengan baik dan berapa waktu yang dibutuhkan untuk proses membuka atau menutup kunci loker. Hal-hal yang diatur untuk mempersiapkan pengujian ini adalah *setting* terhadap RFID *tag* dan jenis penghalang antara RFID *tag* dengan RFID *reader*. Pada Tabel 1 disajikan hasil *setting* pada RFID *tag* untuk pengujian ini yang berjumlah tiga buah.

Tabel 1. Hasil Setting RFID Tag

No	Kode Tag	Nama Tag
1	80333AD5	Ricky
2	71A6CSNA	Harbu
3	CAENCJ687	Orbia

Adapun dalam pengujian ini akan diberikan tiga kondisi penghalang antara RFID *tag* dengan RFID *reader* yaitu (1) penghalang berupa plastik (2) penghalang berupa kulit (dompet) dan (3) tanpa penghalang. Gambar 6 menunjukkan macam penghalang yang digunakan pada pengujian ini.



Gambar 6. Jenis Penghalang dalam Pengujian

Parameter pengujian pertama adalah apakah RFID Reader dapat membaca RFID Tag sesuai yang telah diprogramkan. Pada pengujian ini dilakukan dengan mendekati RFID Tag ke RFID Reader. Ketika RFID Tag terdeteksi oleh RFID Reader, maka RFID Reader mengirimkan data ke database. Selanjutnya database mengirimkan sinyal *input* “benar” dan “led berwarna hijau” sehingga *solenoid door lock* bergerak dan kunci akan terbuka. Jika RFID tag tidak terdaftar maka database mengirimkan sinyal *input* “salah” dan “led berwarna merah”. Sehingga *solenoid door lock* tidak dapat menggerakkan kunci loker. Pada pengujian ini dilakukan pada 3 RFID tag, yaitu 2 RFID tag terdaftar dan 1 RFID tag yang tidak terdaftar

Parameter uji selanjutnya adalah memeriksa sejauh mana RFID reader dapat membaca RFID tag. Pengujian ini dilakukan beberapa kali dengan beberapa varian jarak, mulai dari 0 cm hingga jarak maksimum saat RFID tag tidak dapat terbaca atau terdeteksi lagi oleh RFID reader. Parameter berikutnya adalah menguji bagaimana bila antara RFID tag dan RFID reader diberi penghalang. Penghalang yang digunakan adalah bahan plastik dan kulit. Proses uji ini pun juga dilakukan dengan beberapa varian jarak mulai dari 0 cm hingga maksimum RFID tag tidak terdeteksi lagi.

Dengan menggabungkan parameter-parameter uji tersebut maka diperoleh tujuan utama dari pengujian ini yaitu untuk mengetahui waktu akses ketika RFID reader membaca RFID tag card, proses autentikasi, hingga kunci loket dapat terbuka. Melalui pengujian ini diharapkan dapat diperoleh waktu akses yang lebih singkat atau paling singkat dibandingkan sistem-sistem sebelumnya. Sebagai catatan bahwa pengujian ini dilakukan dalam kondisi ideal di mana hanya terdapat modul sistem kunci otomatis berikut RFID tag dan RFID reader, penghalang berupa plastik dan kulit, alat pengukur jarak, dan alat pengukur kecepatan waktu. Kondisi di luar hal yang disebutkan di atas diabaikan. Proses statistik juga diberlakukan pada pengujian ini melalui acuan *Random Table*. Hal ini diberlakukan untuk menjaga kondisi percobaan dengan beberapa parameter tetap valid meski beberapa kali dilakukan pengujian yang hampir sama kondisinya.

Tabel 2. Hasil Uji dengan Tanpa Penghalang

No.	Jenis Percobaan		Solenoid Door Lock	Koneksi	Status	Waktu (s)
	Kode ID Card	Jarak (cm)				
1	Ricky	2	Bergerak	Terhubung	Sukses	0,7
2	Ricky	0	Bergerak	Terhubung	Sukses	0,6
3	Ricky	6	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
4	Ricky	8	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
5	Ricky	10	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
6	Ricky	4	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
7	Harbu	6	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
8	Harbu	0	Bergerak	Terhubung	Sukses	0,6
9	Harbu	4	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
10	Harbu	8	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
11	Harbu	2	Bergerak	Terhubung	Sukses	0,8
12	Harbu	10	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
13	Orbia	2	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
14	Orbia	6	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
15	Orbia	0	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
16	Orbia	4	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
17	Orbia	10	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
18	Ordia	8	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-

Pada Tabel 2 di mana dilakukan pengujian tanpa penghalang antara RFID tag dan RFID reader diperoleh hasil bahwa waktu akses tercepat adalah 0,6 detik dengan jarak antara tag dan reader adalah 0 cm. Jarak maksimum yang masih dapat terbaca adalah 2 cm dengan waktu akses antara 0,7 detik hingga 0,8 detik. Apabila jarak yang diberikan lebih jauh dari 2 cm maka reader tidak dapat membaca tag sehingga sistem tidak bekerja. Selanjutnya pada Tabel 3 berikut ini akan ditampilkan hasil pengujian dengan menggunakan penghalang plastik.

Tabel 3. Hasil Uji dengan Penghalang Plastik

No.	Jenis Percobaan		Solenoid Door Lock	Koneksi	Status	Waktu (s)
	Kode ID Card	Jarak (cm)				
1	Ricky	8	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
2	Ricky	4	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
3	Ricky	0	Bergerak	Terhubung	Sukses	0,6
4	Ricky	6	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
5	Ricky	2	Bergerak	Terhubung	Sukses	0,3
6	Ricky	10	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
7	Harbu	6	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
8	Harbu	8	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
9	Harbu	2	Bergerak	Terhubung	Sukses	0,7
10	Harbu	4	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
11	Harbu	0	Bergerak	Terhubung	Sukses	0,7
12	Harbu	10	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
13	Orbia	8	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
14	Orbia	2	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
15	Orbia	6	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
16	Orbia	4	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
17	Orbia	0	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
18	Orbia	10	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-

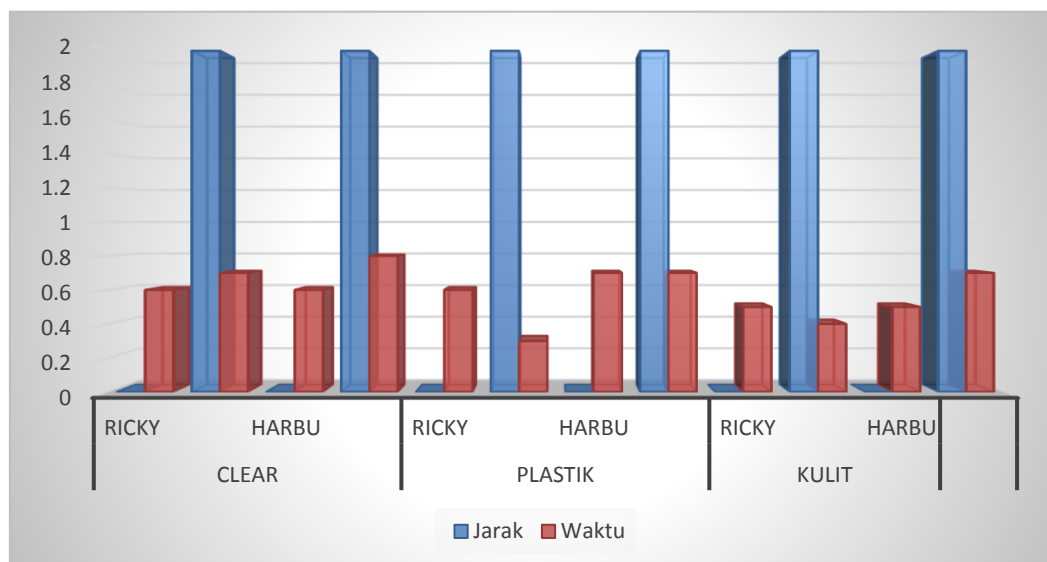
Pada pengujian dengan penghalang plastik yang ditampilkan pada Tabel 3 dapat dilihat terjadi suatu fenomena di mana waktu akses tercepat yaitu 0,3 detik diperoleh pada jarak 2 cm. Sedangkan hasil uji yang berstatus “Sukses” lainnya memiliki jarak 0 – 2 cm dan waktu akses 0,6 – 0,7 detik yang hampir tidak berbeda dengan hasil uji tanpa penghalang.

Tabel 4 yang menyajikan hasil pengujian dengan penghalang kulit juga terjadi suatu fenomena di mana waktu akses tercepat yaitu 0,4 detik diperoleh pada jarak 2 cm. Hal yang menarik lainnya adalah dibandingkan dengan pengujian tanpa penghalang dan dengan penghalang plastik, hasil uji yang berstatus “Sukses” memiliki waktu akses 0,5 – 0,7 detik yang sedikit lebih cepat dalam jarak 0 – 2 cm

Tabel 4. Hasil Uji dengan Penghalang Kulit

No.	Jenis Percobaan		Solenoid Door Lock	Koneksi	Status	Waktu (s)
	Kode ID Card	Jarak (cm)				
1	Ricky	0	Bergerak	Terhubung	Sukses	0,5
2	Ricky	6	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
3	Ricky	8	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
4	Ricky	2	Bergerak	Terhubung	Sukses	0,4

5	Ricky	4	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
6	Ricky	10	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
7	Harbu	6	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
8	Harbu	0	Bergerak	Terhubung	Sukses	0,5
9	Harbu	2	Bergerak	Terhubung	Sukses	0,7
10	Harbu	8	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
11	Harbu	4	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
12	Harbu	10	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
13	Orbia	6	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
14	Orbia	0	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
15	Orbia	2	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
16	Orbia	4	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
17	Orbia	8	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-
18	Orbia	10	Tidak Bergerak	Terputus	Gagal	-



Gambar 7. Kompilasi Hasil Uji Dengan Status Sukses

Pada Gambar 7 yang merupakan kumpulan hasil pengujian yang berstatus “Sukses” dan dari hasil pada Tabel 2 hingga Tabel 4 diperoleh beberapa hal. Pengujian untuk melihat pembacaan dari RFID *reader* terhadap ketiga RFID *tag* dianggap berhasil karena hanya 2 *tag* yang diprogram untuk teridentifikasi dan 1 *tag* yang tidak diprogram untuk teridentifikasi oleh RFID *reader*. *Tag* dengan kode Ricky dan Orbia yang diprogram untuk teridentifikasi dapat berfungsi dengan baik dan terbaca oleh *reader* pada jarak 0 cm hingga 2 cm. Pada jarak di atas 2 cm maka *reader* sudah tidak dapat membaca *tag*.

Selanjutnya pengujian dengan ataupun tanpa penghalang menghasilkan waktu akses yang cepat di bawah 1 detik yaitu antara 0,3 detik hingga 0,8 detik. Secara umum dengan jarak antara RFID *tag* dan *reader* yang semakin dekat maka waktu akses akan lebih cepat. Sebaliknya bila jarak dijauhkan maka waktu akses akan lebih lama. Terlebih lagi dengan penghalang berupa plastik ataupun kulit secara logika akan memperlama waktu akses. Namun dalam 54 kali pengujian ini diperoleh waktu yang hampir sama terutama pada jarak terjauh yaitu 0,6 detik hingga 0,8 detik. Sehingga penghalang ternyata tidak banyak pengaruhnya pada sistem kunci otomatis ini. Justru terjadi fenomena (tanda bintang) saat



pengujian dengan penghalang dan jarak yang terjauh malah memberikan waktu akses yang tercepat yaitu 0.3 hingga 0,4 detik. Hal ini dapat menjadi penelitian tersendiri lebih lanjut.

Dengan hasil pengujian yang memberikan catatan waktu akses di bawah 1 detik menunjukkan bahwa sistem kunci otomatis ini lebih efisien dalam hal waktu. Hal ini menjawab masalah terkait waktu pada sistem kunci otomatis lainnya yang memiliki perbedaan sekitar 1 hingga 2 detik lebih lama.

#### 4. Simpulan dan Saran

Secara keseluruhan sistem ini dapat melakukan autentifikasi RFID *tag* yang telah diprogram dengan kode unik di *database* internal Raspberry Pi dengan rasio keberhasilan 100%. Pada pengujian yang dilakukan dengan tiga parameter yaitu pembacaan atau identifikasi, jarak, dan tipe penghalang didapatkan hasil jangkauannya minimal adalah 0 cm dan jarak maksimum adalah 2 cm dengan waktu akses rata-rata 0,3 detik hingga 0,8 detik. Penghalang berupa bahan plastik dan kulit tidak mempengaruhi kecepatan waktu akses dibandingkan dengan pengujian tanpa penghalang. Bahkan dengan menggunakan penghalang pada jarak yang maksimal dapat memberikan waktu akses tercepat. Dari hasil catatan waktu akses yang di bawah 1 detik ini menunjukkan bahwa sistem kunci otomatis dengan RFID dan mikrokontroler Raspberry Pi sangat memberikan efisiensi dari segi waktu.

Aspek-aspek yang dapat diteliti sebagai lanjutan dari penelitian ini di antaranya adalah uji coba jarak dengan RFID *reader* yang lebih sensitif, jumlah identifikasi RFID *tag* yang diperbanyak, serta pengembangan dalam bentuk aplikasi mobile untuk pengaturan, pengawasan, dan *database*.

#### Daftar Pustaka

- Baba Lawan, Musa, Ya'u Alhaji Samaila, and Ibrahim Tijjani. 2018. "Microcontroller Based Electronic Digital Lock with Security Notification." *Journal of Engineering Research and Reports* 2 (3): 1–13. <https://doi.org/10.9734/jerr/2018/v2i310954>.
- G.Sowjanya M.Tech, S.Nagaraju. 2016. "Access Control and Security System Based on Iot." *M.Tech, Embedded Systems Vignan's Lara Institute of Technology and Science, Guntur, A.P, India*, no. Design and Implementation of Door Access Control and Security System Based on IoT.
- Hutahaean, Christovan. 2019. "Perancangan Dan Implementasi Prototipe Sistem Keamanan Rumah Melalui Kombinasi Kunci Pintu Dan Pesan Singkat Berbasis Mikrokontroler." *TEKTRIKA - Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Telekomunikasi, Kendali, Komputer, Elektrik, Dan Elektronika* 1 (2): 167–72. <https://doi.org/10.25124/tektrika.v1i2.1752>.
- Kamelia, Lia, Eki Ahmad Zaki Hamidi, and Akhmad Jazuli Baskara. 2018. "E-Key Prototype Implementation Based on Short Message Service (Sms) Technology." *Proceeding of 2018 12th International Conference on Telecommunication Systems, Services, and Applications, TSSA 2018*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/TSSA.2018.8708768>.
- Lopez, Fabrizio, Felipe J. Torres, Victor A. Ramirez, Diego A. Nunez, Rodrigo Corona, and Adolfo R. Lopez. 2019. "Raspberry Pi for Implementation of Web Technology in an Automation Process." *2019 IEEE International Autumn Meeting on Power, Electronics and Computing, ROPEC 2019*, no. Ropec: 2–7. <https://doi.org/10.1109/ROPEC48299.2019.9057040>.
- Myint, Htay, and May Zaw Tun. 2020. "Secure Door Control System Using RFID Card." *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering* 06 (04): 69–

73. <https://doi.org/10.31695/ijasre.2020.33787>.

Pinjala, Sambasiva Rao, and Shreya Gupta. 2019. "Remotely Accessible Smart Lock Security System with Essential Features." *2019 International Conference on Wireless Communications, Signal Processing and Networking, WiSPNET 2019*, 44–47. <https://doi.org/10.1109/WiSPNET45539.2019.9032715>.

Sunehra, Dhiraj. 2018. "WSN Based Automatic Irrigation and Security System Using Raspberry Pi Board." *International Conference on Current Trends in Computer, Electrical, Electronics and Communication, CTCEEC 2017*, 1097–1103.

Vongchumyen, Charoen, Pakorn Watanachaturaporn, Chompoonuch Jinjakam, Akkradach Watcharapupong, Watjanapong Kasemsiri, Kiatnarong Tongprasert, Aranya Walairacht, Thaweesak Penpokai, Thongchai Jenweerawat, and Aunnisa Hami. 2017. "Door Lock System via Web Application." *2017 International Electrical Engineering Congress, IEECON 2017*, no. March: 8–10. <https://doi.org/10.1109/IEECON.2017.8075909>.

Zeyad, Mohammad, Susmita Ghosh, and S. M. Masum Ahmed. 2019. "Design Prototype of a Smart Household Touch Sensitive Locker Security System Based on GSM Technology." *International Journal of Power Electronics and Drive Systems* 10 (4): 1923–31. <https://doi.org/10.11591/ijpeds.v10.i4.1923-1931>.