

Rancang Bangun Sistem Pengaman Pintu Menggunakan RFID dan *Fingerprint*

¹Faridatul Husniyah, ²Miftachul Ulum, ³Kunto Aji Wibisono, ⁴Riza Alfita

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura, Kamal Bangkalan Madura

¹faridatulhusniyah@gmail.com, ²miftachul.ulum@trunojoyo.ac.id, ³kunto.ajiw@trunojoyo.ac.id, ⁴riza.alfita@trunojoyo.ac.id

Article Info

Article history:

Received November 27th, 2020

Revised December 22th, 2021

Accepted January 7th, 2021

Keyword:

Security system,
RFID,
fingerprint,
door lock,
arduino.

ABSTRACT

In storing valuables such as electronics, money, jewelry, data and so on, it must be in a safe place. Because the safe factor is a social need of every human being. One of the triggers for crime such as theft, burglary or others is a lack of security, especially in the home environment. Another cause of security is that the door locking system still uses manual locks, making it less effective. Because the door is an important thing in a room, where we can always go in and out to store or put things. From these problems, a door guard using RFID (Radio Frequency Identification) or a fingerprint is needed to make the door safe from crime. This security system is designed using Arduino uno r3 ATmega 328 as a microcontroller equipped with an component of RFID reader and fingerprint sensor as well as a door lock solenoid to access the door. By scanning a fingerprint or scanning an RFID card, the data will then be processed and matched with data that has been registered or stored in the database to be able to access the door. Based on the results of the research that has been done, the value of fingerprint accuracy from 3 tests is 80,6%. The safety system can work quite well according to the design...

Copyright © 2021 Jurnal FORTECH.
All rights reserved.

Abstrak—Dalam menyimpan barang berharga seperti barang elektronik, uang, perhiasan, data dan lain sebagainya haruslah ditempatkan yang aman. Karena faktor aman merupakan kebutuhan sosial setiap manusia. Salah satu pemicu timbulnya tindak kejahatan seperti pencurian, pembobolan atau yang lainnya adalah karena kurangnya tingkat keamanan, terutama di lingkungan rumah. Penyebab lain dari keamanan yakni dikarenakan sistem pengunci pintu yang masih menggunakan kunci manual sehingga kurang efektif. Karena pintu merupakan hal penting dalam suatu ruangan, dimana kita bisa selalu keluar masuk menyimpan atau meletakkan barang. Dari permasalahan tersebut, maka diperlukan sebuah pengaman pintu dengan menggunakan RFID (Radio Frequency Identification) ataupun dengan fingerprint untuk menjadikan pintu tersebut aman dari tindak kejahatan. Sistem keamanan ini dirancang menggunakan arduino uno r3 ATmega 328 sebagai mikrokontroler yang dilengkapi dengan komponen RFID reader dan sensor fingerprint serta solenoid door lock untuk dapat mengakses kedalam pintu. Dengan cara melakukan scan sidik jari atau scan RFID card, kemudian data tersebut akan diolah dan dicocokkan dengan data yang telah terdaftar atau telah tersimpan di dalam database untuk

dapat mengakses kedalam pintu. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan nilai akurasi fingerprint dari 3 kali pengujian sebesar 80,6%. Sistem pengaman dapat bekerja cukup baik sesuai dengan rancangan.

I. Pendahuluan

Tempat yang memerlukan keamanan ini umumnya adalah pintu, baik itu brankas, rumah, kamar, lemari ataupun yang lainnya yang memiliki pintu dan ruang didalamnya. Pada umumnya sejak dulu setiap pintu masih menggunakan sistem pengunci dengan jenis pengunci konvensional atau manual [1]. Sehingga sering dijumpai tindak kejahatan yang kian hari makin meningkat dan cukup meresahkan banyak orang [2].

Di zaman modern saat ini, teknologi berada dalam perkembangan yang sangat pesat. Hampir semua aspek telah merambah dunia digital. Teknologi yang dulunya bekerja secara konvensional atau manual, kini sedikit demi sedikit telah mulai berubah menjadi serba otomatis [1]. Salah satu

teknologi yang berkembang untuk keamanan pengunci pintu yakni dengan menggunakan *fingerpint* dan RFID. *Fingerpint* dan RFID ini merupakan satu dari banyak jenis pengamanan terintegrasi yang digunakan untuk mengakses, dimana didalamnya membutuhkan data sidik jari orang yang telah terdaftar dan data RFID berupa susunan data unik di dalam *chip* yang hanya dimiliki orang tersebut [3].

Dari permasalahan diatas, pada penelitian ini dibuatlah sebuah rancangan sistem pengaman pintu menggunakan RFID dan *fingerpint* dengan tujuan agar pintu tidak memerlukan kunci manual lagi. Sehingga, dapat menghapus penggunaannya secara manual [4]. Ketika bepergian jauh pun tidak perlu membawanya kemanapun agar tidak khawatir hilang atau tidak perlu menyimpannya di tempat lain yang dapat sewaktu-waktu lupa. Selain itu keamanan menggunakan RFID dan *fingerpint* sebagai pengaman dapat membuat pengguna ataupun orang yang akan mengakses kedalam ruangan tersebut akan menjadi lebih terseleksi dan dibatasi [5]. Karena orang-orang yang memiliki akses atau orang-orang yang memiliki *Id* dan atau sidik jari saja yang dapat mengaksesnya [6]. Adapun dengan orang yang sidik jarinya tidak terdaftar dan tidak memiliki *Id card* maka pintu tidak akan memberikan izin terbuka untuknya. Dengan akses yang diterima oleh RFID dan *fingerpint* yang telah tersambung pada mikrokontroler arduino, akan memberikan isyarat kepada *relay* sehingga mengaktifkan solenoid *door lock* karena teraliri arus listrik, sehingga pintu dapat terbuka alias tidak terkunci.

II. Tinjauan Pustaka

A. Arduino

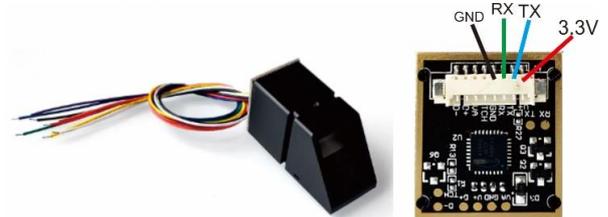


Gambar 1. Arduino Uno

Mikrokontroler Arduino Uno R3 adalah *board* mikrokontroler berbasis ATmega 328, dimana arduino uno r3 ini memiliki 14 pin digital *input / output* digital, dimana 6 analog *input* dan 6 *output* PWM, sebuah resonator keramik 16 MHz, koneksi USB, sambungan *power input* dan ICSP *header* dan tombol *reset* [7]. Untuk dapat menggunakan Arduino cukup dengan menghubungkannya dengan kabel USB atau dengan listrik dari AC yang telah diubah ke DC.

Dalam sistem pengaman sendiri, sebagai mikrokontroler, Arduino memiliki peran sebagai pusat yang mengendalikan kerja dari sensor *fingerpint* dan RFID dan juga untuk memberikan perintah kepada *relay* untuk mengaktifkan solenoid *door lock*.

B. Sensor Fingerpint



Gambar 2. Sensor Fingerpint

Sensor *fingerpint* mendeteksi sidik jari dengan sistem optik, yang mana dilakukan dengan deteksi pembacaan kontur permukaan jari dan listrik statis tubuh. Sistem kerja dari sensor *fingerpint* ini mirip dengan mesin *fotocopy*, memerlukan sidik jari sebagai masukan data, yakni dengan meletakkan jari diatas sensor yang berbahan kaca. Kemudian kontur permukaan sidik jari akan di scan melalui pemancar cahaya yang menerangi permukaan ujung jari tersebut. Dari pantulan cahaya itu akan ditangkap oleh alat penerima didalam sensor *fingerpint* sehingga sidik jari dapat diperoleh [8].

C. RFID



Gambar 3. RFID

Radio Frequency Identification atau biasa dikenal dengan sebutan RFID merupakan teknologi sensor yang dapat mengidentifikasi suatu objek dengan menggunakan gelombang radio [9]. Pada dasarnya hampir sama dengan pengaman pintu yang lain dimana terdapat sensor, unit prosesor dan relay magnetik, hanya saja yang membedakan ada di input-nya yang berupa identifikasi gelombang radio [10]. Teknologi ini mampu mengidentifikasi suatu objek secara simultan tidak memerlukan kontak langsung.

D. Solenoid Door Lock



Gambar 4. Solenoid Door Lock

Solenoid door lock menggunakan tegangan listrik sebesar 12 volt DC sebagai pengendalinya. Dalam keadaan normal atau tanpa tegangan, tuas solenoid akan memanjang. Sebaliknya jika diberikan tegangan tuas solenoid ini akan memendek karena tegangan tersebut akan membuat medan magnet [2]. Solenoid door lock ini didesain dengan lubang mounting untuk memudahkan pemasangan sekrup atau baut ke pintu.

Di dalam solenoid terdapat kawat yang melingkari inti besi, saat terdapat arus listrik yang melaluinya sebesar 12 volt akan menghasilkan energi yang akan mendorong inti besi karena terjadi proses medan magnet. Poros di dalam solenoid door lock terbuat dari baja ataupun besi. Medan magnet tersebut akan memberikan kekuatan pada poros solenoid kemudian dapat menggerakkan poros menarik kedalam. Jika medan magnet mati maka poros solenoid akan kembali ke posisi semula.

III. Metode Penelitian

A. Implementasi

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menguji sistem pengaman pintu menggunakan RFID dan fingerprint dengan 3 kali pengujian. Dimana pada pengujian RFID dilakukan dengan jarak dan penghalang. Sedangkan fingerprint dengan posisi.

B. Alat dan Bahan Penelitian

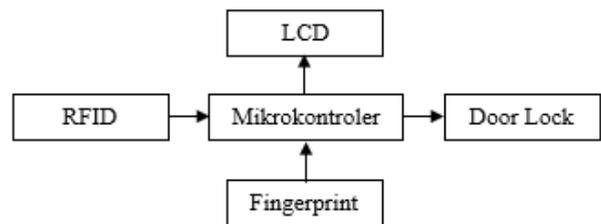
Terdapat dua bagian yang harus disiapkan pada sistem pengaman pintu yakni perangkat keras dan perangkat lunak. Rangkaian perangkat keras pengaman pintu menggunakan RFID dan fingerprint terdiri dari:

1. Power supply 12 volt
2. Rechargeable battery lithium ion 3,7 volt 18650
3. BMS 3 cell 20 ampere 12 volt
4. Mikrokontroler arduino uno r3 ATmega 328
5. Sensor fingerprint AS608

6. Modul RFID reader dan RFID card MFRC522 frekuensi 13,56 MHz
7. LCD 16 x 2
8. Relay SRD-05 volt DC
9. Solenoid door lock DC 12 volt
10. Pintu atau lemari
11. Box pelindung rangkaian

Sedangkan untuk perangkat lunak yang harus disiapkan untuk proses pengerjaan sistem pengaman pintu adalah arduino IDE yang digunakan sebagai pengontrol seluruh sistem pada mikrokontroler arduino uno r3. Selain itu, yang harus ada setelah arduino IDE yakni library fingerprint dan library MFRC522 untuk menjalankan fungsi dari sensor fingerprint dan modul RFID [11].

C. Blok Diagram



Gambar 5. Blok Diagram Sistem

Terbagi menjadi 3 bagian diagram penting yakni, input, proses dan output. Dimana pada masing-masing bagian memiliki kinerja yang berbeda-beda.

1. Diagram input

Pada diagram input, ada dua bagian yang berfungsi sebagai inputan yakni, bagian fingerprint dan bagian RFID. Dimana keduanya memiliki fungsi mengambil data dan kemudian menyimpannya kedalam mikrokontroler untuk di proses. Hanya saja data yang diambil oleh keduanya berbeda, dimana fingerprint mengambil data berupa sidik jari. Sedangkan RFID mengambil data berupa nomor Id atau chip secara nirkabel.

2. Diagram proses

Pada diagram proses ini, mikrokontroler menerima data dari inputan, kemudian mikrokontroler akan mengolah data yang didapat tersebut dan melakukan pencocokan dengan data yang telah tersimpan di masing-masing memori internal sensor.

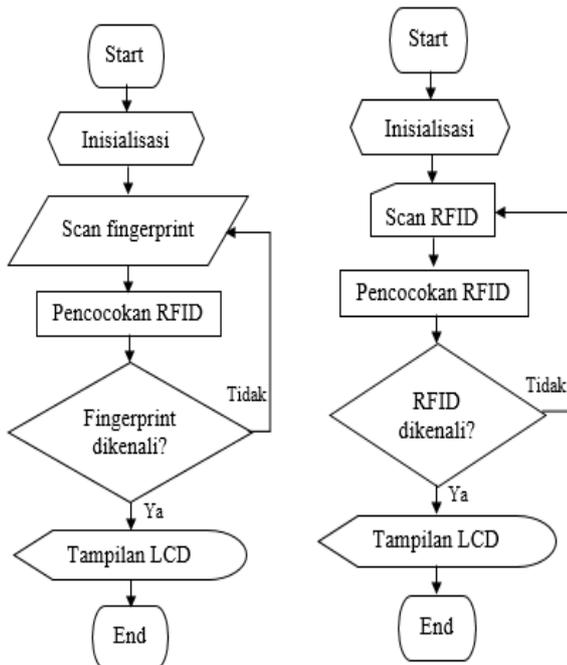
3. Diagram output

Pada diagram output ini, hasil dari proses yang telah dilakukan oleh mikrokontroler selanjutnya akan dikirimkan kepada relay berupa isyarat perintah untuk

aktif. Dimana isyarat perintah tersebut akan memberikan kondisi aktif pada LCD dengan menampilkan perintah berhasil dan solenoid *door lock* dengan memberikan kondisi terbuka.

D. Flowchart

Mula-mula sebelum sistem digunakan, dilakukan penginisialisasian *input output* yang akan digunakan. Setelah itu, dilakukan penambahan atau memasukkan nomor Id (sebagai *username*) yang kemudian dilanjutkan dengan pendaftaran atau *scan* sidik jari dengan cara meletakkan sidik jari telunjuk diatas sensor *fingerprint*. Setelah dilakukan pendaftaran sidik jari, maka data sidik jari akan tersimpan didalam *database* sensor. Adapun untuk RFID hampir sama dengan proses pada *fingerprint* yakni, sebelum RFID digunakan, dilakukan penginisialisasian *input output*. Setelah itu, dilakukan pendaftaran atau *scan* data kartu RFID. *Scan* data kartu RFID dilakukan diatas modul RFID MFRC522 secara komunikasi nirkabel melalui pancaran gelombang radio. Setelah itu data berupa nomor unik atau nomor *chip* yang telah diketahui di *inputkan* kedalam sistem dan disimpan yang nantinya dapat digunakan. Selanjutnya jika data *fingerprint* dan RFID telah diketahui maka sistem sudah dapat digunakan.

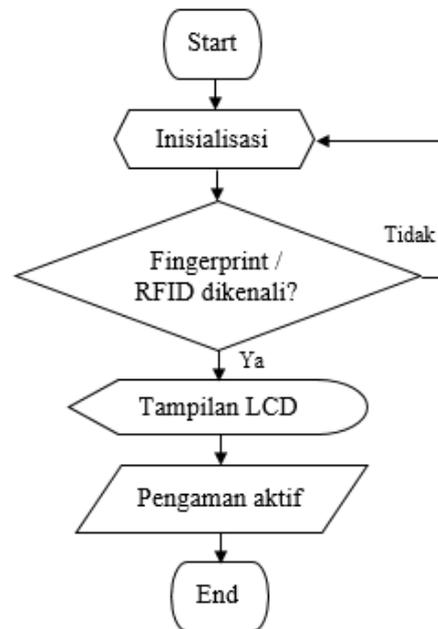


Gambar 6. Flowchart verifikasi data *fingerprint* dan RFID

Setelah tahap *penginputan* data telah selesai, maka data tersebut sudah dapat digunakan. Sistem kerja pada tahap ini yang pertama menginisialisasi *input output*. Kemudian pada

fingerprint dilakukan *scan* sidik jari pada sensor *fingerprint*, lalu dilakukan proses pencocokan oleh mikrokontroler. Pada proses pencocokan sidik jari oleh mikrokontroler ini terdapat dua kondisi yang mana jika sidik jari tersebut sesuai atau cocok dengan data yang terdapat pada *database* sensor maka akan ditampilkan pada LCD. Sedangkan jika kondisi tersebut tidak sesuai dengan data yang terdapat pada *database* sensor maka akan dilakukan proses pengulangan dari awal.

Sama halnya dengan sistem verifikasi pada *fingerprint*, pada RFID ini setelah menginisialisasi *input output*, dilakukan *scan* RFID tag atau *card* pada modul. Kemudian terjadi proses pencocokan di mikrokontroler dengan data yang telah terbaca di modul. Proses ini juga terdapat dua kondisi, dimana jika sesuai maka akan ditampilkan pada LCD. Sedangkan jika kondisi tersebut tidak sesuai maka akan dilakukan proses pengulangan dari awal.



Gambar 7. Flowchart Pengaktifan Sistem Pengaman

Jika proses verifikasi telah selesai dan pencocokan dengan data yang tersimpan telah sesuai, maka sistem akan menampilkannya pada LCD dan kemudian mikrokontroler akan mengaktifkan kondisi *door lock* yang mulanya NC menjadi NO.

IV. Hasil dan Pembahasan

Pada hasil pengujian dilakukan dua jenis pengujian yakni pada *fingerprint* dan pada RFID.

Tabel 1. Hasil Uji *Fingerprint*

NAMA	STATUS	UJI COBA		
		KE-1	KE-2	KE-3
Rista	Terdaftar	√	√	X
Fidho	Terdaftar	√	√	√
Erina	Terdaftar	X	X	√
Ima	Terdaftar	√	√	√
Yida	Terdaftar	√	√	√
Husnia	Terdaftar	√	√	X
Barok	Terdaftar	X	√	X
Erlangga	Terdaftar	√	X	√
Gibran	Terdaftar	√	√	√
Salim	Tidak terdaftar	√	√	√
Desi	Terdaftar	√	√	√
Nur	Terdaftar	X	X	√
Rohman	Terdaftar	√	√	√
Dimas	Terdaftar	√	√	√
Jakfar	Terdaftar	√	√	√
Putri	Terdaftar	√	√	√
Syahid	Terdaftar	X	√	X
Ifur	Terdaftar	√	√	√
Syukur	Terdaftar	√	√	√
anugrah	Terdaftar	√	√	X
Faisal	Terdaftar	√	√	√
Yul	Terdaftar	X	√	√
Anam	Terdaftar	√	X	X
Haris	Terdaftar	√	√	√
Puspa	Terdaftar	√	√	√
Hikmah	Terdaftar	√	√	√
Sulis	Terdaftar	X	√	√
Zen	Terdaftar	X	√	√
Nurul	Terdaftar	√	√	√
Mutia	Terdaftar	X	X	√
Pak Fiqhi	Terdaftar	√	√	√
Pak Ubaid	Terdaftar	√	√	√
Bu Diana	Terdaftar	X	√	√
Pak Haryanto	Terdaftar	√	√	X
Pak Koko	Terdaftar	√	√	√
Pak Kunto	Terdaftar	√	√	√
Pak Ulum	Terdaftar	√	X	√
Pak Riza	Terdaftar	√	√	√
Pak Bombom	Terdaftar	√	√	√
Pak Adi	Tidak terdaftar	√	√	√
Tiara	Terdaftar	X	X	√
Zain	Terdaftar	√	√	X
Yusuf	Terdaftar	√	√	√

Ahmad	Terdaftar	√	√	√
Riyadi	Terdaftar	X	√	√
Sarah	Terdaftar	√	√	√
Muhammad	Terdaftar	√	X	X
Hamdi	Terdaftar	√	√	√
Sari	Terdaftar	√	√	√
Saida	Terdaftar	X	√	√

Keterangan: Tanda √ mempunyai arti solenoid *on*.
Tanda X mempunyai arti solenoid *off*.



Gambar 8. Uji *Fingerprint*

Dapat dihitung perolehan nilai akurasi dari hasil uji coba pada *fingerprint* tersebut, sebagai berikut.

$$\text{Nilai akurasi} = \frac{\text{jumlah data berhasil}}{\text{jumlah data uji}} \times 100\%$$

$$\text{Uji coba ke-1} = \frac{38}{50} \times 100\% = 76\%$$

$$\text{Uji coba ke-2} = \frac{42}{50} \times 100\% = 84\%$$

$$\text{Uji coba ke-3} = \frac{41}{50} \times 100\% = 82\%$$

Dari hasil pengujian tersebut dapat ditarik nilai rata-rata sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Nilai rata-rata akurasi} &= \frac{\text{jumlah akurasi}}{\text{jumlah pengujian}} \\ &= \frac{76\%+84\%+82\%}{3} \\ &= \frac{242\%}{3} \\ &= 80,6\% \end{aligned}$$

Nilai rata-rata akurasi dari ketiga percobaan pengujian tersebut diperoleh hasil dengan menjumlahkan seluruh hasil nilai akurasi kemudian dibagi dengan jumlah pengujian yang dilakukan. Sehingga diperoleh hasil rata-rata akurasi sebesar 80,6%.

Tabel 2. Hasil Uji RFID Penghalang Kaca

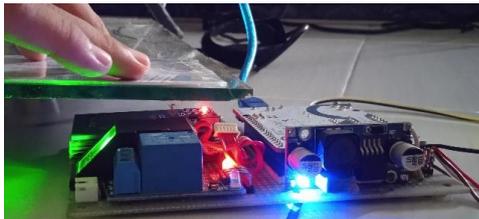
NAMA	STATUS	UJI COBA		
		KE-1	KE-2	KE-3
Pak Fiqhi	Terdaftar	X	X	X
Pak Ubaid	Terdaftar	X	X	X
Bu Diana	Terdaftar	X	X	X
Pak Haryanto	Terdaftar	X	X	X
Pak Koko	Terdaftar	X	X	X
Pak Kunto	Terdaftar	X	X	X
Pak Ulum	Terdaftar	X	X	X
Pak Riza	Terdaftar	X	X	X
Pak Bombom	Terdaftar	X	X	X
Pak Adi	Tidak terdaftar	X	X	X



Gambar 10. RFID Menggunakan Penghalang Kayu dan Akrilik

Pada pembacaan RFID card menggunakan kayu dan menggunakan akrilik ataupun menggunakannya secara bersamaan tidak terhalang karena dilihat dari jenis benda yang dimilikinya mempunyai tingkat kerapatan yang cukup rendah.

Keterangan: Tanda X mempunyai arti solenoid off.



Gambar 9. RFID Menggunakan Penghalang Kaca

Pembacaan tersebut menghasilkan output yakni solenoid dalam kondisi off. Pembacaan RFID card menggunakan cermin dengan ketebalan tersebut terhalang karena dilihat dari jenis benda yang memiliki tingkat kerapatan yang relatif tinggi.

Tabel 3. Hasil Uji RFID Penghalang Kayu dan Akrilik

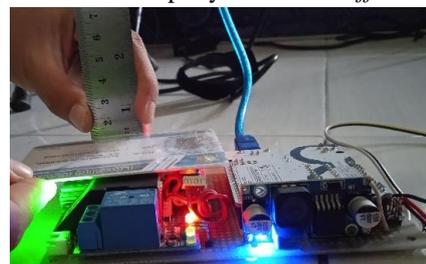
NAMA	STATUS	UJI COBA		
		KE-1	KE-2	KE-3
Pak Fiqhi	Terdaftar	√	X	√
Pak Ubaid	Terdaftar	√	√	√
Bu Diana	Terdaftar	√	√	√
Pak Haryanto	Terdaftar	√	√	√
Pak Koko	Terdaftar	X	√	√
Pak Kunto	Terdaftar	√	√	√
Pak Ulum	Terdaftar	√	√	√
Pak Riza	Terdaftar	X	√	√
Pak Bombom	Terdaftar	√	√	√
Pak Adi	Tidak terdaftar	X	X	X

Keterangan: Tanda √ mempunyai solenoid on.
Tanda X mempunyai solenoid off.

Tabel 4. Hasil Uji RFID Dengan Jarak

JARAK	UJI COBA		
	KE-1	KE-2	KE-3
0 cm	√	√	√
1 cm	√	√	√
2 cm	√	√	√
3 cm	√	√	√
4 cm	√	√	√
5 cm	√	√	√
6 cm	X	X	X
7 cm	X	X	X
8 cm	X	X	X
9 cm	X	X	X

Keterangan: Tanda √ mempunyai solenoid on.
Tanda X mempunyai solenoid off.



Gambar 11. RFID Menggunakan Jarak

Pengujian jarak dilakukan 3 kali pengujian. Pada ketiga pengujian tersebut menghasilkan nilai yang sama, RFID reader dapat membaca Id dari RFID card mulai dari jarak 0 cm sampai 5 cm. Adapun pada jarak 6 cm keatas RFID reader sudah tidak dapat membaca data Id dari RFID card.

Dari percobaan pada fingerprint yang telah dilakukan, fingerprint dapat menerima data sidik jari dengan berbagai posisi dan diperoleh nilai akurasi pada pengujian pertama

sebesar 76% pengujian kedua dengan nilai 84% dan pengujian ketiga sebesar 82%. Dengan demikian untuk nilai rata-rata akurasi yang diperoleh yakni sebesar 80,6%. Selain itu nilai akurasi kurang baik dikarenakan lubang untuk poros solenoid kurang sesuai dengan solenoid *door lock*.

Adapun untuk percobaan pada RFID dilakukan dengan 2 pengujian yakni, menggunakan penghalang dan menggunakan jarak. Dimana pada pengujian menggunakan penghalang dilakukan dengan penghalang berupa cermin dan penghalang kedua menggunakan kayu. Dari kedua penghalang tersebut diperoleh keluaran yang berbeda jauh. Dimana pada pengujian menggunakan cermin menggunakan cermin dengan ukuran 5 mm dan menghasilkan solenoid dengan kondisi *off*. Sedangkan pada pengujian RFID menggunakan kayu dengan ukuran 1,5 cm masih dapat terbaca oleh RFID *reader*. Selanjutnya pada percobaan RFID dengan beberapa ukuran jarak, jarak maksimal yang dapat dijangkau oleh RFID *reader* untuk membaca Id adalah sejauh 5 cm.

V. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisa dari uraian diatas dapat ditarik kesimpulan mengenai sistem pengaman pintu menggunakan RFID dan *fingerprint*, antara lain sebagai berikut.

1. Sistem pengaman pintu menggunakan RFID dan *fingerprint* dapat dibuat dan dioperasikan dengan menggunakan mikrokontroler arduino uno r3 ATmega 328 sebagai pusat kendali rangkaian dan diprogram dengan menggunakan *software* Arduino IDE.
2. Keakuratan sidik jari tergantung dari kebersihan jari pada saat melakukan *scanning*. Pembacaan data *scanning* pada RFID memiliki waktu yang lebih cepat dibandingkan pembacaan data *scanning* pada *fingerprint*.
3. Dengan hasil nilai rata-rata akurasi sebesar 80,6%, sistem dapat bekerja cukup optimal sehingga memiliki titik keamanan yang baik. Selain itu, lebih efektif karena dapat menggantikan penggunaan kunci konvensional atau manual.
4. Pengambilan sidik jari yakni saat meletakkan jari pada sensor *fingerprint* dapat dilakukan dengan posisi yang berbeda dengan posisi pada saat data sidik jari terdaftar atau tersimpan. Selain itu, RFID *reader* dapat membaca data RFID *card* hingga jarak maksimal 5 cm dengan frekuensi 13,56 MHz dan dapat membaca dengan beberapa jenis penghalang.

Adapun saran yang dapat digunakan untuk pengembangan pada penelitian selanjutnya yakni:

1. Dalam pengaman pintu dapat menggunakan sensor *fingerprint* yang lebih sensitif atau lebih peka pada *inputan* sidik jari.
2. Sistem dari RFID dan dari sensor *fingerprint* dapat digabungkan menggunakan sistem AND *gate logic* untuk keamanan yang lebih baik.
3. Sistem pengaman juga dapat menggunakan *keypad*, karena tidak perlu sulit membawa *tag* ataupun *card* yang bisa saja berpotensi hilang.
4. Dapat menggunakan IoT (*Internet of Things*).
5. Sensor *fingerprint* atau RFID juga bisa digantikan ataupun diterapkan dengan jenis pengaman lain seperti, *face recognition*, *voice recognition*, *digital signature* dan masih banyak yang lain.
6. Dapat ditambahkan pula dengan membuka dan menutup secara otomatis dengan menambahkan solenoid *valve*.

VI. Daftar Pustaka

- [1] A. Iskandar, M. Muhajirin, and L. Lisah, "Sistem Keamanan Pintu Berbasis Arduino Mega," *J. Inform. Upgris*, vol. 3, no. 2, pp. 99–104, 2017, doi: 10.26877/jiu.v3i2.1803.
- [2] F. F. Iman, "Purwarupa Smart Door Lock Menggunakan Multi Sensor Berbasis Sistem Arduino," *Fak. Teknol. Inf. dan Elektro Universtas Teknol. Yogyakarta*, pp. 1–7, 2017.
- [3] S. Shukla, P. Shroff, V. Nair, and R. Kuruvilla, "Access Management and Control using NFC," *Int. J. Sci. Res.*, vol. 5, no. 3, pp. 564–566, 2016, doi: 10.21275/v5i3.nov161899.
- [4] A. Iskandar, M. Muhajirin, and L. Lisah, "Sistem Keamanan Pintu Berbasis Arduino Mega," *J. Inform. Upgris*, vol. 3, no. 2, pp. 99–104, 2017, doi: 10.26877/jiu.v3i2.1803.
- [5] J. Rerungan, D. W. Nugraha, and Y. Anshori, "Sistem Pengaman Pintu Otomatis Menggunakan Radio Requency Identification (Rfid) Tag Card Dan Personal Identification Number (Pin) Berbasis Mikrokontroler Avr Atmega 128," *Mektrik*, vol. 1, no. 1, pp. 20–28, 2014.
- [6] N. K. Daulay and M. N. Alamsyah, "Monitoring Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Rfid Dan Fingerprint Berbasis Web Dan Database," *Jusikom J. Sist. Komput. Musirawas*, vol. 4, no. 02, pp. 85–92, 2019, doi: 10.32767/jusikom.v4i2.632.

-
- [7] F. Sudarto, G. Gustasari, and A. Arwan, "Perancangan Sistem Smartcard Sebagai Pengaman Pintu Menggunakan Rfid Berbasis Arduino," *CCIT J.*, vol. 10, no. 2, pp. 239–254, 2017, doi: 10.33050/ccit.v10i2.544.
- [8] S. Lumban Tobing, "Rancang Bangun Pengaman Pintu Menggunakan Sidik Jari (Fingerprint) Dan Smartphone Android Berbasis Mikrokontroler Atmega8," *Tek. Elektro Univ Tanjungpura Pontianak*, vol. 1, no. RANCANG BANGUN PENGAMAN PINTU MENGGUNAKAN, p. 2, 2015.
- [9] A. A. Shankar, P. R. K. Sastry, A. L. V. Ram, and A. Vamsidhar, "Finger Print Based Door Locking System," *Int. J. Eng. Comput. Sci.*, vol. 4, no. 3, pp. 10810–10814, 2015, [Online]. Available: www.ijecs.in.
- [10] T. Novianti, "Rancang Bangun Pintu Otomatis dengan Menggunakan RFID," *J. Tek. Elektro dan Komput. TRIAC*, vol. 6, no. 1, pp. 1–6, 2019, doi: 10.21107/triac.v6i1.4878.
- [11] N. I. Haris, M. Z. Hasan, A. Talip, S. Ahmad, M. N. Ramli, and N. Wahab, "Design and Development Modish Smart Key Box using RFID based on Arduino WEMOS Mega," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, no. September, pp. 5–8, 2019, [Online]. Available: <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.2.4.2014>.