

Rancang Bangun Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Fingerprint Berbasis Internet Of Things (IoT)

Habli Fauziman^{1*}, Riki Mukhaiyar²

^{1,2}Teknik Elektro Industri/ Departement Teknik Elektro/ Universitas Negeri Padang

*Corresponding author, email: hablifauziman14@gmail.com

Abstrak

Pada saat sekarang ini, tindak kejahatan tidak dapat dipisahkan dari lingkungan masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Tindak kejahatan dapat terjadi kapan saja dan dimana saja, ketika pelaku memiliki kesempatan untuk melakukan aksinya tersebut. Adapun kasus tindak kejahatan yang banyak terjadi dilingkungan masyarakat, yakni kasus pencurian. Biasanya kasus pencurian ini melakukan aksinya dengan cara merusak atau membobol kunci pada pintu. Oleh karena itu dibuatkan sebuah sistem keamanan pada pintu menggunakan sensor fingerprint berbasis internet of things. Metode sistem keamanan pada pintu menggunakan sensor fingerprint berbasis internet of things diaktifkan dengan menggunakan inputan sidik jari yang diletakkan pada sensor fingerprint dan juga menu keypad yang ada pada LCD TFT. Ketika sistem keamanan ini diinputkan benar maka akan mengaktifkan buzzer dan relay sehingga solenoid doorlock akan membuka kunci pintu dan data pengguna akan dikirimkan menuju website agar dapat dimonitoring siapa yang mengakses pintu. Setelah melakukan pengujian dan analisa terhadap sistem keamanan menggunakan sensor fingerprint berbasis internet of things, maka dapat diambil kesimpulan bahwa sistem keamanan pada pintu telah dapat bekerja dengan baik sesuai dengan rancangan prinsip kerja dan hasil yang dicapai sesuai fungsi serta kerja alat.

INFO.

Info. Artikel:

No. 438

Received. July, 12, 2023

Revised. July, 19, 2023

Accepted. August, 02, 2023

Page. 529 – 537

Kata kunci:

- ✓ Fingerprint
- ✓ Buzzer
- ✓ LCD TFT
- ✓ Relay
- ✓ Solenoid Doorlock
- ✓ website

Abstract

At this time, crime can not be separated from the community in everyday life. Crime can occur anytime and anywhere, when the perpetrator has the opportunity to carry out the action. There are many cases of crime that occur in the community, namely cases of theft. Usually cases of this theft act by damaging or breaking the lock on the door. Therefore, a security system was created at the door using a fingerprint sensor based on the internet of things. The security system method at the door using a fingerprint sensor based on the internet of things is activated by using fingerprint input placed on the fingerprint sensor and also the keypad menu on the TFT LCD. When this security system is input correctly, it will activate the buzzer and relay so that the doorlock solenoid will unlock the door and user data will be sent to the website so that it can be monitored who accesses the door. After testing and analyzing the security system using a fingerprint sensor based on the internet of things, it can be concluded that the security system at the door has been able to work properly in accordance with the working principle design and the results achieved according to the function and work of the tool.

PENDAHULUAN

Pada saat sekarang ini, tindak kejahatan tidak dapat dipisahkan dari lingkungan masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Tindak kejahatan dapat terjadi kapan saja dan dimana saja, ketika pelaku memiliki kesempatan untuk melakukan aksinya tersebut. Adapun kasus tindak kejahatan yang banyak terjadi dilingkungan masyarakat, yakni kasus pencurian. Kasus pencurian ini dapat terjadi di berbagai tempat seperti di rumah, di kantor maupun tempat dimana hanya orang-orang tertentu yang bisa memasuki ruangan tersebut[1].

Pada umumnya sistem keamanan pada kunci rumah saat ini kebanyakan merupakan sistem keamanan manual berupa gembok atau kunci konvensional[2]. Penggunaan kunci konvensional ini kurang praktis dikarenakan pemilik rumah harus membawa kunci ketika akan bepergian dari rumah[3]-[4]. Kunci konvensional juga sangat mudah dirusak oleh pelaku pencurian dengan hanya bermodalkan obeng, kawat dan sebagainya[5]. Oleh karena itu perlunya untuk dapat meningkatkan sistem keamanan pada pintu rumah.

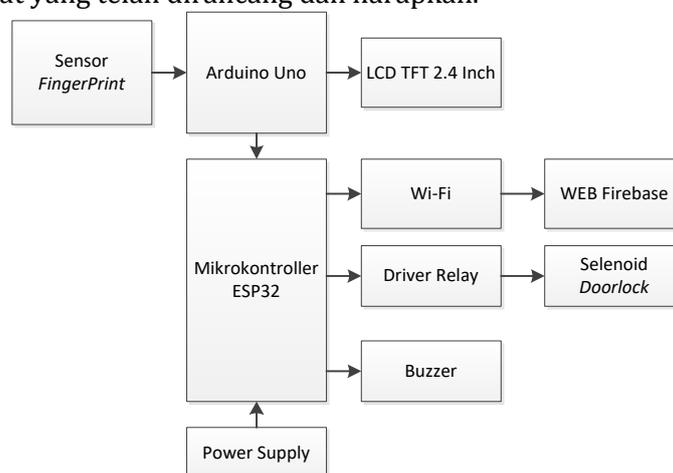
Perancangan pada sistem keamanan pintu menggunakan Fingerprint untuk membuka pintu rumah ini dilakukan dengan cara menempelkan salah satu jari kepada sensor fingerprint[6]-[7]. Sidik jari ini memiliki keamanan yang cukup tinggi, di mana setiap manusia memiliki sidik jari yang berbeda-beda, sehingga dapat dengan mudah mengidentifikasi dan mengurangi pemalsuan terhadap sidik jari yang ada[8]. Pada perancangan sistem ini juga dibuatkan sistem keamanan dengan menggunakan sistem password pada keypad, dimana keypad tersebut terdapat pada menu di dalam LCD TFT.

Sistem keamanan pintu menggunakan fingerprint dan menu keypad pada LCD TFT bertujuan untuk menambahkan keamanan terhadap pintu rumah yang masih menggunakan kunci konvensional sehingga dapat mengurangi kesempatan aksi pencurian ketika rumah dalam kondisi kosong atau tidak berada seorang pun yang ada dirumah[9].

Berdasarkan permasalahan diatas, maka penulis membuat sebuah alat sistem keamanan pada pintu rumah untuk mengatasi masalah yang dibahas didalam naskah ini dengan judul "Rancang Bangun Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Sensor Fingerprint Berbasis Internet Of Things (IoT)". Alat ini menggunakan sensor Fingerprint dan menu keypad pada LCD TFT sebagai sistem keamanannya. Alat ini menggunakan 2 buah mikrokontroller yaitu arduino dan ESP32[10]-[11]. Arduino berfungsi sebagai alat untuk mengontrol kerja dari LCD TFT beserta sensor fingerprint. Sedangkan ESP32 berfungsi sebagai alat untuk mengontrol kerja dari buzzer, relay serta alat untuk mengkoneksikan kepada internet of things. Ketika sistem keamanan ini di inputkan benar maka buzzer akan berbunyi [12] dan relay akan aktif sehingga solenoid doorlock akan terbuka serta data dari orang yang mengakses pintu tersebut akan disimpan pada website yang digunakan.

METODE PENELITIAN

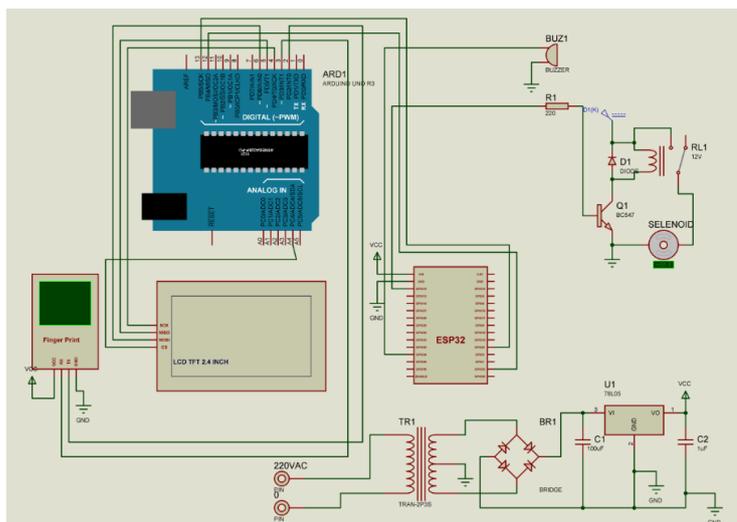
Metode penelitian tentang sistem keamanan pada pintu rumah ini menggunakan metode percobaan atau eksperimen. Metode percobaan dilakukan untuk mengetahui apakah suatu alat yang dibuat sesuai dengan perancangan yang telah dibuat. Perancangan sistem alat merupakan suatu tahapan dari proses perencanaan sebelum melakukan pembuatan alat. Dalam perancangan sistem alat dapat digunakan untuk menentukan komponen-komponen apa saja yang akan digunakan dan Bagaimana gambaran dari alat yang akan dibuat. Perancangan dan pembuatan sistem alat ini menjelaskan mengenai blok diagram, prinsip kerja rangkaian, perancangan hardware dan software sebagai langkah pertama atau pedoman dalam perancangan maupun pembuatan dimana agar nantinya sesuai dengan sistem alat yang telah dirancang dan diharapkan.



Gambar 1. Blok diagram

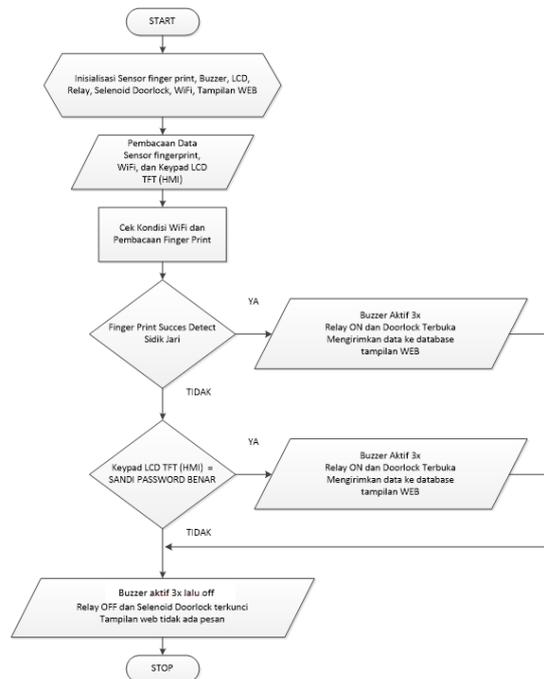
Berdasarkan blok diagram diatas dari keseluruhan sistem, fungsi dari masing-masing diagram blok adalah sebagai berikut:

1. Sensor fingerprint berfungsi sebagai sensor yang dapat membaca sidik jari.
2. Arduino uno berfungsi sebagai mikrokontroller untuk mengontrol LCD TFT dan sensor fingerprint serta akan dikomunikasikan menuju ESP32 untuk mengirimkan kondisi pada output.
3. ESP32 berfungsi sebagai mikrokontroller untuk menerima data dari Arduino serta mengirimkan data tersebut ke website server.
4. Tampilan WEB berfungsi sebagai media internet of things dengan menampilkan data sidik jari berupa pesan dan tambahan button perintah pembuka pintu serta menu keypad untuk sandi.
5. Relay berfungsi sebagai modul yang akan bekerja sebagai saklar otomatis lewat sebuah kondisi.
6. Selenoid doorlock berfungsi sebagai modul motor yang dapat membuka dan menutup secara otomatis dari relay.
7. LCD TFT berfungsi sebagai media penampilan kondisi dari data keseluruhan pada alat.
8. Buzzer berfungsi sebagai media notifikasi berupa bunyi dari kondisi alat.
9. Power supply berfungsi sebagai bagian penting yang membagikan tegangan dan arus pada seluruh blok sistem dan mengaktifkannya.



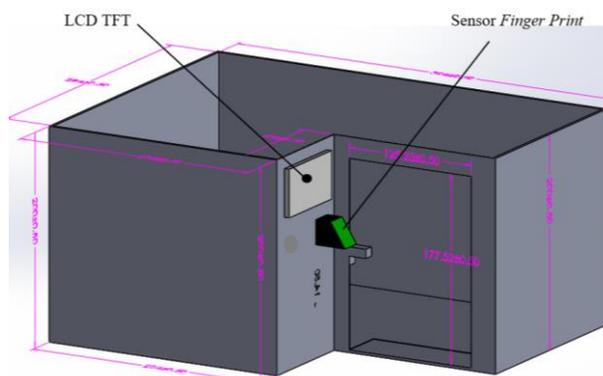
Gambar 2. Rangkaian keseluruhan alat

Pembuatan rangkaian keseluruhan alat ini dibuat dengan menggunakan aplikasi proteus. Pada gambar diatas terdapat 2 buah rangkaian yang terpisah diantaranya rangkaian power supply, rangkaian pengontrolan. Power supply adalah suatu komponen elektronika yang mempunyai fungsi sebagai supplier arus listrik dengan terlebih dahulu merubah tegangan dari AC menjadi DC[13]. Tegangan inputan pada power supply adalah tegangan AC yang bersumber dari tegangan PLN sebesar 220VAC sehingga keluarannya menjadi 12VDC. Tegangan 12VDC ini digunakan untuk menggerakkan solenoid doorlock[14]. setelah itu tegangan tersebut diturunkan sebesar 5VDC menggunakan alat bantu step down. Tegangan 5VDC ini digunakan untuk mensupply tegangan pada komponen seperti Arduino uno, ESP32. Pada rangkaian pengontrolan digunakan 2 alat kontrol yakni mikrokontroller arduino uno dan ESP32. Alat pengontrolan ini digunakan sebagai pusat pemrosesan kendali ataupun pengontrol dari inputan yang digunakan. Semua data input akan disimpan dan akan diproses dalam mikrokontroller arduino uno serta akan dikomunikasikan menuju ESP32 sesuai dengan program yang telah digunakan.



Gambar 3. Flowchart sistem alat

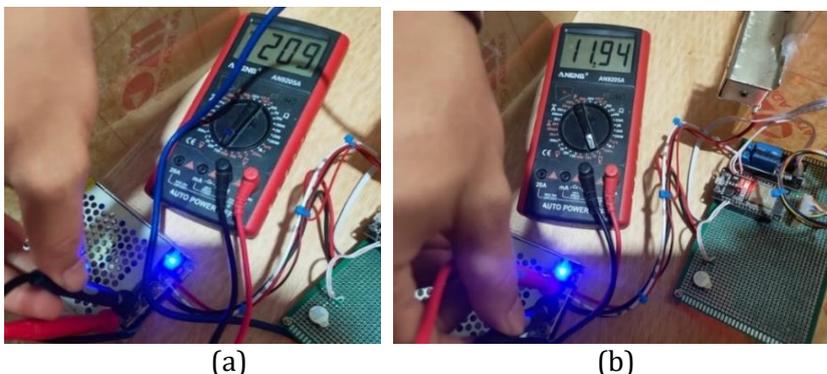
Flowchart atau sering disebut dengan diagram alir merupakan suatu jenis diagram yang merepresentasikan algoritma atau langkah-langkah instruksi yang berurutan dalam sistem[15]. Pada gambar flowchart ini dapat dilihat terdapatnya 2 buah media inputan pada gambar yakni inputan menggunakan sensor fingerprint dan menu keypad yang terdapat pada layar LCD TFT. Sensor fingerprint sebagai inputan keamanan pertama yang outputnya dapat menampilkan data ID sidik jari pemilik rumah lalu dilanjutkan melalui serial komunikasi dengan ESP32 dimana outputnya berupa kode pada sidik jari untuk mengaktifkan buzzer sebanyak 3x dan diakhiri dengan output berupa aktifnya relay untuk menggerakkan solenoid doorlock agar dapat membuka kunci pada pintu rumah serta mengirimkan data sidik jari pemilik rumah menuju database web. Inputan keamanan kedua terdapat pada LCD TFT yang mana terdapat didalamnya menu keypad untuk memasukkan password untuk dapat mengakses pintu rumah. Ketika password yang dimasukan benar maka proses keamanan akan diproses oleh ESP32 melalui komunikasi arduino uno dengan output aktifnya buzzer sebanyak 3x dan mengaktifkan relay untuk menyalakan solenoid doorlock agar dapat membuka pintu rumah pemilik hingga diakhiri dengan pengiriman data menuju database web. Website yang digunakan yakni website firebase. Firebase merupakan platform untuk aplikasi realtime-database, dimana ketika data berubah, maka aplikasi dengan firebase akan mengupdate secara langsung melalui setiap device (perangkat) baik web atau mobile[16]. Berikut gambaran bentuk alat terdapat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. Gambaran bentuk alat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dan pengukuran tegangan pada *power supply* bertujuan untuk mengukur tegangan masuk dan keluaran dengan merubah tegangan AC (*Alternatif Current*) menjadi tegangan DC (*Direct Current*). Tegangan yang didapatkan melalui pengukuran alat ukur yakni sebesar 209VAC dan tegangan yang dihasilkan dari pengukuran tegangan DC sebesar 11,94VDC.



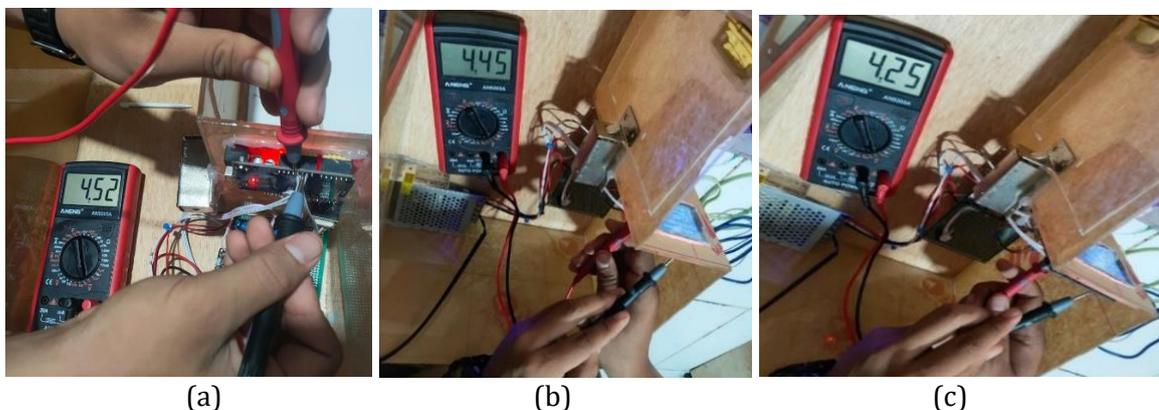
Gambar 5. Hasil pengukuran tegangan *power supply* (a) tegangan masukan *power supply* (b) tegangan keluaran *power supply*

Dari gambar diatas dapat dianalisa, bahwasanya hasil nilai dari pengukuran tegangan masukan ke *power supply* bersumber dari tegangan PLN yang mana tegangan PLN ini sebesar 220VAC dan dirubah menjadi tegangan VDC. Walaupun terdapat perbedaan namun tegangan yang didapatkan tersebut termasuk nilai normal untuk pemakaian sumber tegangan ke *power supply*. Berikut tabel pengukuran tegangan pada *power supply*

Tabel 1. Hasil pengukuran tegangan *power supply*

Titik pengukuran	Hasil pengukuran
Tegangna input (L)	209VAC
Netral (N)	0VAC
Tegangan output (V+)	11,94VDC
Ground (V-)	0VDC

Pengujian dan pengukuran tegangan pada sensor *fingerprint* bertujuan untuk mendapatkan tegangan yang digunakan oleh sensor untuk membaca kode sidik jari yang ada pada jari manusia. Pada sensor ini terdapat beberapa titik pengukuran tegangan seperti tegangan input, pin RX, maupun pin TX. Berikut hasil pengukuran tegangan pada sensor *fingerprint* terdapat pada gambar dibawah ini.



Gambar 6. Hasil pengukuran tegangan sensor *fingerprint* (a) tegangan masukan sensor *fingerprint* (b) tegangan pada pin RX (c) tegangan pada pin TX

Dari gambar di atas dapat dianalisa, bahwasanya tegangan tegangan ini didapatkan dari mikrokontroller ESP 32 yang mana didapatkan dari masing-masing titik pengukurannya dapat dilihat dari tabel dibawah ini.

Tabel 2. Hasil pengukuran tegangan sensor *Fingerprint*

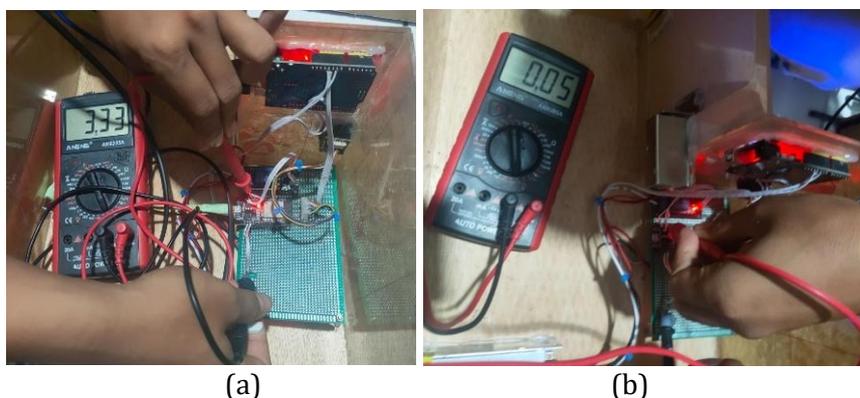
Titik pengukuran	Hasil pengukuran
TP1	4,52VDC
TP2	4,45VDC
TP3	4,25VDC

Pengujian dan analisa pada LCD TFT bertujuan untuk melihat program yang telah dibuat sama hasilnya dengan tampilan yang diinginkan. Pada LCD TFT ini terdapat menu pilihan seperti penggunaan menu keypad dengan fingerprint. Pada layar LCD TFT terdapat nilai sentuhan. Nilai sentuhannya dapat dilihat dari tampilan serial monitor pada aplikasi arduino. Berikut gambar pada tampilan LCD TFT.



Gambar 7. Tampilan layar LCD TFT (a) tampilan layar menu keypad (b) tampilan layar nilai pada layar LCD TFT

Pengujian dan pengukuran tegangan pada relay yang bertujuan untuk mengetahui kondisi tegangan pada Relay dan melihat keberhasilan dari sistem keamanan yang ada pada alat. Tegangan yang didapatkan ketika relay di program mati sebesar 3,33 dan tegangan yang didapatkan ketika relay di program hidup sebesar 0,05VDC. Berikut dapat dilihat dari gambar dibawah ini.



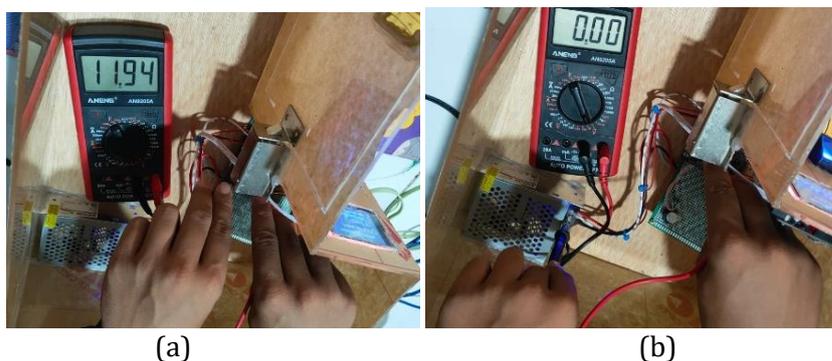
Gambar 8. Pengukuran tegangan untuk mengaktifkan relay (a) tegangan signal input relay ketika pada program mati (b) tegangan signal input relay ketika pada program hidup

Pada gambar diatas merupakan pengukuran tegangan untuk mengaktifkan relay dimana terdapat 2 kondisi pada saat pengukuran signal input pada relay. Berikut dapat diliahat hasil pengukuran tegangan pada inputan relay

Tabel 3. Hasil pengukuran tegangan pada inputan relay

Titik pengukuran	Hasil pengukuran
TP1	3,33VDC
TP2	0,05VDC

Pengujian dan pengukuran tegangan pada solenoid doorlock yang bertujuan untuk mengetahui berapa tegangan yang digunakan oleh solenoid doorlock ketika aktif dan mati berikut gambar hasil dari pengukuran tegangan pada solenoid doorlock.



Gambar 9. Tegangan pada solenoid doorlock (a) tegangan ketika diprogram hidup (b) tegangan ketika diprogram mati

Pada gambar diatas dapat dianalisa bahwasanya tegangan untuk mengaktifkan solenoid doorlock ini dipengaruhi oleh relay. ketika relay diprogram hidup maka tegangan akan masuk ke solenoid doorlock. Berikut tabel pengukuran tegangan pada solenoid doorlock.

Tabel 4. Hasil pengukuran Tegangan pada solenoid doorlock

Titik pengukuran	Hasil pengukuran
TP1	11,94VDC
TP2	0,00VDC

Pengujian dan pengukuran tegangan pada buzzer bertujuan untuk mengetahui kondisi tegangan pada buzzer dan melihat keberhasilan dari sistem keamanan yang ada pada alat. Pengukuran tegangan yang dilakukan pada buzzer yakni ketika buzzer hidup dan ketika buzzer mati. Berikut gambar pengukuran tegangan pada buzzer.



Gambar 10. Pengukuran tegangan pada buzzer (a) Tegangan Pada Saat Buzzer Tidak Aktif (b) Tegangan Pada Saat Buzzer Aktif

Pada gambar diatas dapat dianalisa bahwasanya ketika kondisi buzzer diprogram mati maka tegangan tidak akan masuk ke buzzer dan buzzer tidak akan berbunyi, sedangkan ketika buzzer diprogram hidup maka tegangan akan masuk ke buzzer dan buzzer akan menyala. Berikut tabel pengukuran tegangan pada relay.

Tabel 5. Hasil pengukuran tegangan pada buzzer

Titik pengukuran	Hasil pengukuran
TP1	0VDC
TP2	2,99VDC

Hasil dan kerja alat keseluruhan

Pada alat yang dibuat ini menggunakan 2 sistem pengaman pintu yaitu sensor fingerprint dan password pada menu keypad. Ketika salah satu sistem keamanan pada pintu diinputkan maka buzzer akan berbunyi dan relay akan aktif sehingga solenoid doorlock akan terbuka serta data tersebut akan dikirimkan kepada realtime-database pada website firebase. Berikut tabel hasil dan kerja alat keseluruhan.

Tabel 5. Hasil pengukuran tegangan pada buzzer

INPUTAN	KONDISI				
	Kondisi Input	Buzzer	Relay	Solenoid Doorlock	Website
fingerprint	Sidik Jari terbaca	Aktif 3x	Hidup 5 detik	Terbuka	Data terkirim ke <i>realtime-database</i> pada <i>firebase</i>
	Sidik Jari tidak terdaftar	Tidak aktif	Mati	Terkunci	Data tidak terkirim ke <i>realtime-database</i> pada <i>firebase</i>
Menu Keypad pada LCD TFT	Password benar	Aktif 3x	Hidup 5 detik	Terbuka	Data terkirim ke <i>realtime-database</i> pada <i>firebase</i>
	Password salah	Tidak aktif	Mati	Terkunci	Data tidak terkirim ke <i>realtime-database</i> pada <i>firebase</i>

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian alat secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwasanya sensor *fingerprint* dapat menginputkan sidik jari dengan sistem pengambilan gambar sidik jari secara langsung serta gambar tersebut disimpan pada memori sensor agar sidik jari pengguna dapat dibaca ketika diinputkan Kembali. LCD TFT berisikan menu keypad yang berfungsi sebagai keamanan kedua setelah sensor *fingerprint*. Buzzer dijadikan sebagai alat pengingat setiap kondisi salah maupun benar dan relay sebagai alat untuk mengontrol solenoid doorlock untuk membuka atau mengunci pintu, serta terdapatnya website firestore untuk dijadikan sebagai alat monitoring orang yang mengakses pintu tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Chamdun, A. F. Rochim, and E. D. Widiyanto, "Sistem Keamanan Berlapis pada Ruang Menggunakan RFID (Radio Frequency Identification) dan Keypad untuk Membuka Pintu Secara Otomatis," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 2, no. 3, pp. 187–194, 2014, doi: 10.14710/jtsiskom.2.3.2014.187-194.
- [2] A. R. Gifari Alim Prakasa, "Prototype Sistem Kunci Pintu Berbasis QR CODE DAN ARDUINO," pp. i–14, 2017.

-
- [3] E. Saputro and D. H. Wibawanto, "Rancang Bangun Pengaman Pintu Otomatis Menggunakan E-KTP Berbasis Mikrokontroler Atmega328," *J. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 1–4, 2016, [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jte/article/view/8787>
- [4] 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.
- [5] R. A. Putra and E. Fitriani, "Rancang Bangun Pengaman Pintu Otomatis Dengan RFID (Radio Frequency Identification) Dan Sensor Piezoelektrik Menggunakan Arduino Uno," *Bina Darma Conf. Eng. Sci.*, vol. 2, pp. 92–102, 2020.
- [6] E. Febriyanto, P. -, and D. Suprayogi, "Prototype Sistem Smart Lock Door Dengan Timer Dan Fingerprint Sebagai Alat Autentikasi Berbasis Arduino Uno Pada Ruangan," *J. Inform.*, vol. 19, no. 1, pp. 10–19, 2019, doi: 10.30873/ji.v19i1.1555.
- [7] R. Ariana, "Sistem Keamanan Pintu Otomatis Pada Lobi Jurusan Teknik Komputer Menggunakan Sensor Fingerprint Berbasis Mikrokontroler Arduino," pp. 1–23, 2019.
- [8] T. Juwariyah and A. C. Dewi, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Dengan Sensor Sidik Jari," *Bina Tek*, vol. 13, no. 2, p. 223, 2017, doi: 10.54378/bt.v13i2.227.
- [9] M. Masnur, S. Alam, and M. Fikri Nasir, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Motor Dengan Pengenalan Sidik Jari Berbasis Arduino Uno," *J. Sintaks Log.*, vol. 1, no. 1, pp. 2775–412, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.umpar.ac.id/index.php/sylog>
- [10] Y. Efendi, "Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile," *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 1, pp. 19–26, 2018, doi: 10.35329/jiik.v4i1.48.
- [11] A. Sanaris and I. Suharjo, "Prototype Alat Kendali Otomatis Penjemur Pakaian Menggunakan NodeMCU ESP32 Dan Telegram Bot Berbasis Internet of Things (IOT)," *J. Prodi Sist. Inf.*, no. 84, pp. 17–24, 2020.
- [12] M. Ari Ramadhan, Sidik Noertjahjono, and Febriana Santi Wahyuni, "Rancang Bangun Akses Kunci Pintu Gerbang Indekos Menggunakan E-Ktp (Elektronik Kartu Tanda Penduduk) Berbasis Mikrokontroler," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 4, no. 2, pp. 239–246, 2020, doi: 10.36040/jati.v4i2.2659.
- [13] R. A. Fajri, P. Studi, T. Elektro, F. Teknik, U. Muhammadiyah, and S. Utara, "Rancang bangun penyortir barang berdasarkan berat barang menggunakan sensor load cell berbasis plc," 2017.
- [14] S. Achmady, L. Qadriah, and A. Auzan, "Rancang Bangun Magnetic Solenoid Door Lock dengan Speech Recognition Menggunakan Nodemcu Berbasis Android," *JRR J. Real Ris.*, vol. 4, no. 2, pp. 79–91, 2022, doi: 10.47647/jrr.
- [15] R. Rosaly and A. Prasetyo, "Pengertian Flowchart Beserta Fungsi dan Simbol-simbol Flowchart yang Paling Umum Digunakan," *Https://Www.Nesabamedia.Com*, vol. 2, p. 2, 2019, [Online]. Available: <https://www.nesabamedia.com/pengertian-flowchart/https://www.nesabamedia.com/pengertian-flowchart/>
- [16] E. Susanti and J. Triyono, "Pengembangan Sistem Pemantau dan Pengendalian Kendaraan Menggunakan Raspberry Pi dan Firebase," *Konf. Nas. Teknol. Inf. dan Komun.*, no. November, pp. 144–153, 2016.