

RANCANG BANGUN PENGAMAN PINTU PERSONAL ROOM MENGGUNAKAN SENSOR SIDIK JARI BERBASIS ARDUINO

Hengky Yalandra¹, Putra Jaya²

¹Prodi Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

²Dosen Prodi Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Jl.Prof.Hamka Kampus UNP-Air Tawar Padang

e-mail: ¹hengkyalandra@gmail.com, ²putrajaya5316@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan untuk sebuah sistem keamanan pintu personal room perlu ditingkatkan, dikarenakan tingginya tindak kriminal kasus pencurian. Personal room merupakan ruangan yang bersifat pribadi dan dirasa memiliki hal-hal penting didalamnya. Perancangan dan pembuatan alat ini bertujuan untuk menciptakan sistem pengaman pintu personal room yang menggunakan sensor sidik jari dan sensor sentuh sebagai fungsi input. Sistem ini menggunakan Arduino sebagai pengendali utama sistem. Komponen output menggunakan solenoid door lock, LCD 16x2 dan buzzer. Solenoid door lock berfungsi sebagai kunci pintu personal room dan LCD 16x2 sebagai pemantau proses kerja sistem, serta buzzer sebagai indikator bunyi. Berdasarkan pengujian dan analisis yang dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa sistem pengaman pintu personal room dapat bekerja dengan baik. Sistem dapat membuka pintu menggunakan sensor sidik jari atau sensor sentuh, sehingga dapat meningkatkan sistem pengaman pintu personal room.

Kata kunci : Sensor Sidik Jari, Sensor Sentuh, Arduino, Solenoid Door lock, LCD 16x2.

ABSTRACT

The development of a personal room door security system needs to be improved, due to the high crime rate of theft. Personal room is a room that is private and feels to have important things in it. The design and manufacture of this tool aims to create a personal room door security system that uses fingerprint sensors and touch sensors as input functions. This system uses Arduino as the system's main controller. The output component uses a doorlock solenoid, 16x2 LCD and buzzer. The doorlock solenoid functions as a personal room door lock, 16x2 LCD monitors the work process of the system, and buzzer as a sound indicator. Based on the testing and analysis conducted, it was concluded that the personal room door security system could work well. The system can open the door using a fingerprint sensor or touch sensor, so it can improve the personal room door security system.

Keywords: Fingerprint sensor, Touch sensor, Arduino, Doorlock Solenoid, 16x2 LCD.

PENDAHULUAN

Inovasi berjalan seiring dengan perkembangan teknologi. Teknologi dan Ilmu pengetahuan yang terus diriset terbukti telah memicu berbagai penemuan inovatif. Setiap inovasi diciptakan untuk memberikan manfaat positif bagi kehidupan manusia. Memberikan banyak kemudahan, serta sebagai cara baru dalam melakukan aktifitas manusia.

Semakin pesatnya perkembangan teknologi di era industri modern, menghasilkan berbagai macam teknologi, mulai dari teknologi yang baru ditemukan, hingga teknologi yang merupakan perkembangan dari teknologi sebelumnya. Perkembangan teknologi untuk sebuah sistem keamanan juga diperlukan, khususnya sistem keamanan pada pintu yang bersifat personal. Personal room yaitu ruangan yang bersifat pribadi

dan dirasa berisi hal-hal penting bagi pemiliknya, artinya ruangan tersebut hanya dihuni sedikit orang, contohnya, ruang penyimpanan dan kamar hotel.

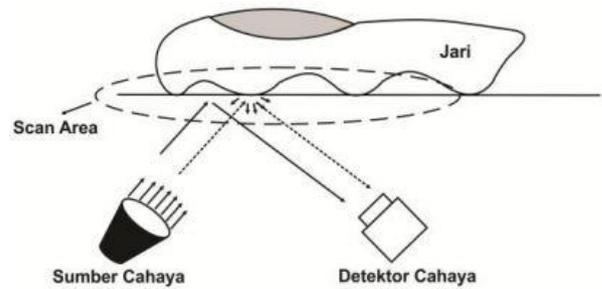
Tak ayal dengan berkembangnya teknologi, sudah banyak opsi untuk sistem pengaman pintu personal *room* (ruangan pribadi). Mulai dari sistem konvensional, hingga yang lebih modern seperti menggunakan sistem RFID. Dalam pengaplikasiannya, kedua sistem tersebut masih memiliki kelemahan. Kelemahan dari sistem tersebut adalah kasus *human error* dan membutuhkan dana yang besar untuk membeli setiap *tag* yang digunakan. Untuk itu, sistem keamanan personal *room* perlu ditingkatkan, agar tingkat keamanannya semakin tinggi.

Salah satu pengembangan dari sistem pengaman pintu ini adalah memanfaatkan metode biometrik. Sistem biometri sidik jari merupakan salah satu sistem pengaman yang banyak digunakan saat ini. Sistem biometri memiliki karakteristik tidak dapat hilang, tidak dapat lupa, dan tidak mudah dipalsukan. Keberadaannya melekat pada manusia, sehingga satu sama lain tidak akan sama dan keunikannya lebih terjamin [1].

Banyak opsi dari metode biometrik yang dapat digunakan sebagai sistem pengaman, diantaranya yaitu sistem retina *scan* dan *fingerpint scan* (pemindai sidik jari). Dari kedua metode biometrik tersebut, retina *scan* memiliki kelemahan dibanding sistem *fingerpint scan* terutama dalam hal harga. Teknologi retina *scan* membutuhkan modal yang besar dalam pengaplikasiannya, ditambah biaya perawatan yang juga tinggi. Selain itu, jika mata mengalami gangguan atau kerusakan, alat pendeteksi akan susah membaca atau pembacaannya salah.

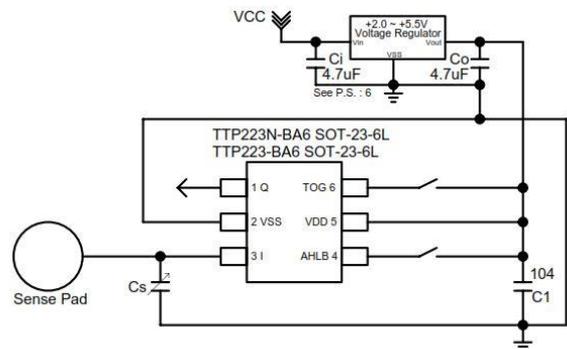
Fingerprint sensor atau sensor sidik jari merupakan salah satu perkembangan teknologi yang memiliki keamanan yang cukup tinggi. Secara sederhana sistem pengaman ini akan bekerja dengan "merekam" sidik jari seseorang melalui modul sensor sidik jari, lalu menyimpan pola khasnya. Identifikasi dilakukan dengan mencocokkan data yang telah tersimpan menggunakan Arduino. Jika dinyatakan sama, maka solenoid *door lock* akan aktif untuk membuka pintu, dan dapat dipantau melalui LCD 16x2 dan buzzer sebagai indikator.

Sensor sidik jari merupakan perangkat elektronika yang berfungsi menangkap gambar digital dari sidik jari manusia. Terdapat dua proses dalam sistem sensor sidik jari, proses pengambilan gambar dan proses pencocokan gambar. Metode yang paling sering digunakan oleh sensor sidik jari adalah metode *optical Scanning* [2].



Gambar 1. Metode *Optical Scanning*

Selain menggunakan sensor sidik jari sebagai input, sistem ini juga memanfaatkan sensor sentuh untuk menggantikan *switch* konvensional. Sensor sentuh yang digunakan adalah jenis TTP223B dengan komponen utama IC TP223. Sensor sentuh digunakan sebagai *switch* jika pintu ingin dibuka dari dalam ruangan.



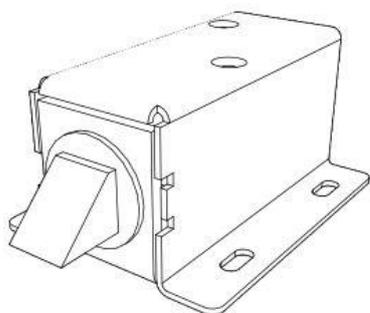
Gambar 2. Rangkaian sensor sentuh (IC TTP223)

Arduino akan menjadi pusat pengolahan data input dan output dari sistem pengaman pintu personal *room*. Seluruh komponen akan terhubung langsung dengan Arduino. Arduino UNO merupakan *board circuit* berbasis mikrokontroler Atmega328. *Board* ini memiliki memiliki 14 digital input/output, 6 pin analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack* listrik dan tombol reset.



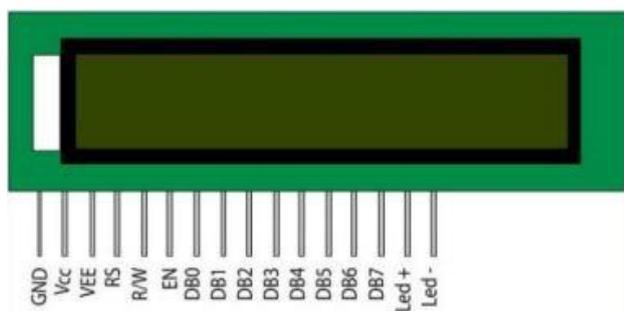
Gambar 3. Bentuk fisik Arduino UNO

Solenoid *doorlock* merupakan aktuator yang mampu menggerakkan tuas secara linier. Solenoid jenis ini menggunakan tegangan 12 VDC agar dapat bekerja dengan baik. Sebelum terhubung ke Arduino UNO, solenoid akan melewati modul IRF520 yang berfungsi sebagai switch dan akan dikontrol oleh Arduino UNO.



Gambar 4. Solenoid *Doorlock*

Sebagai indikator sistem kerja alat, maka sistem akan ditambahkan media tampilan LCD jenis 1602. LCD (Liquid Crystal Display) merupakan suatu jenis media penampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD 1602 mempunyai 16 karakter dan 2 baris yang bisa digunakan [3].



Gambar 5. LCD 16x2

Selain menggunakan LCD sebagai indikator, sistem juga menggunakan buzzer untuk indikator suara. Buzzer merupakan komponen elektronika yang bermanfaat untuk mengolah getaran listrik menjadi getaran suara [4]. Buzzer digunakan sebagai indikator jika proses sistem telah selesai

Tujuan pembuatan sistem ini adalah mengganti sistem kunci konvensional menjadi sistem yang lebih modern, serta meningkatkan sistem keamanan dari personal room. Sistem hanya akan bekerja jika pada saat proses *scanning* sidik jari sesuai dengan sidik jari yang telah didaftarkan. Selain itu, sistem juga akan dapat bekerja dengan input sensor sentuh.

PEMBAHASAN

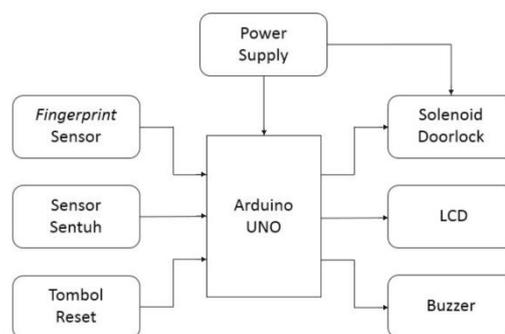
A. Konsep Penciptaan

Konsep desain penciptaan sistem pengaman pintu personal *room* ini menggunakan sistem kontrol loop terbuka. Sistem ini mempunyai karakteristik, dimana nilai keluaran tidak memberikan pengaruh pada aksi kontrol [5]. Dalam hal ini artinya, sistem loop terbuka, output tidak dapat digunakan sebagai umpan balik dalam input.



Gambar 6. Sistem kontrol loop terbuka

Perancangan sistem secara umum rancang bangun pengaman pintu personal *room* menggunakan sensor sidik jari berbasis Arduino dapat dilihat pada blok diagram berikut:



Gambar 6. Diagram Blok Sistem

Blok diagram memperlihatkan komponen input, kontrol dan output dari sistem. Hal ini menjelaskan bagian-bagian dari rangkaian yang tersusun menjadi suatu sistem kendali alat dengan Arduino sebagai pusat pengendali utamanya. Sehingga untuk proses pembuatan, akan lebih mudah dilaksanakan dengan mengacu pada blok diagram tersebut.

Dari diagram blok pada gambar 6 terlihat bahwa alat yang dirancang terdiri dari beberapa bagian, yaitu:

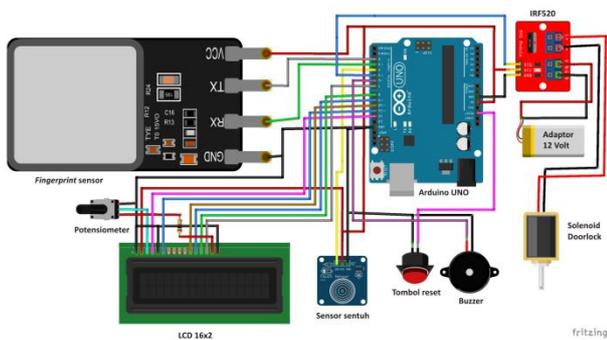
- a. Sensor Sidik Jari
Sensor sidik jari sebagai input utama dari sistem, sensor ini berfungsi untuk membaca sidik jari dari user yang sebelumnya sudah didaftarkan.
- b. Sensor Sentuh
Sensor sentuh berfungsi pengganti sensor sidik jari sebagai input dari sistem jika ingin membuka

- pintu dari dalam.
- c. Tombol reset
Tombol reset berfungsi untuk membuka pintu jika dalam keadaan darurat.
- d. Arduino
Arduino berfungsi sebagai pengendali sistem utama dari sistem.
- e. Power Supply
Power sebagai sumber tegangan yang akan digunakan untuk Arduino dan solenoid.
- f. Solenoid Doorlock
Solenoid Door lock berfungsi sebagai output aktuator untuk kunci pintu.
- g. LCD 1602
LCD (*Liquid Crystal Display*) 16X2 merupakan komponen yang berfungsi sebagai indikator proses kerja alat yang menampilkan tulisan.
- h. Buzzer
Buzzer berfungsi sebagai indikator dengan suara.

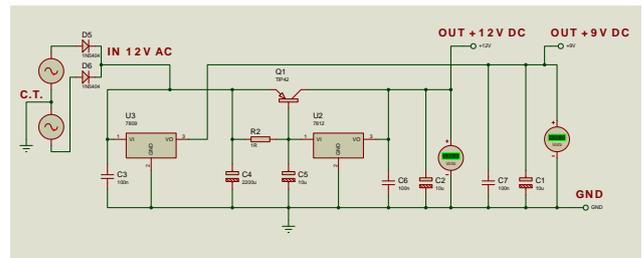
B. Proses Penciptaan

Dalam proses penciptaan dibutuhkan *hardware* dan *software*, sehingga mempermudah dalam perakitan dan pemrograman serta pengujian alat:

1. Kebutuhan hardware
 - a. Arduino UNO
 - b. Sensor sidik jari tipe AS608
 - c. Sensor sentuh tipe TTP223b
 - d. Buzzer
 - e. LCD 1602
 - f. Solenoid doorlock
 - g. Switch
 - h. Adaptor
2. Kebutuhan software
 - a. Arduino IDE
 - b. SFGDemo versi 2.0
 - c. Proteus
 - d. Fritzing
 - e. Corel Draw X7



Gambar 7. Skema rangkaian keseluruhan



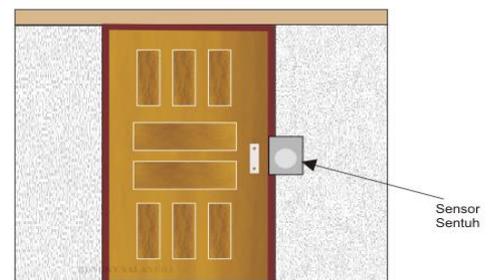
Gambar 8. Skema rangkaian Adaptor

C. Wujud Penciptaan

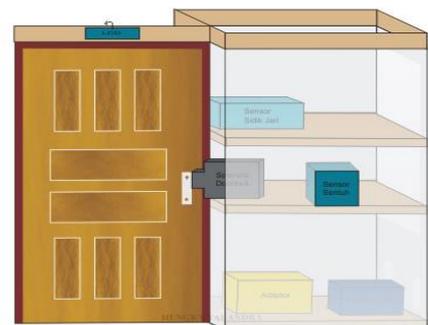
Untuk merealisasikan alat, maka perlu terlebih dahulu mendesain bentuk fisik alat. Dalam tahap desain, proses rancangan menggunakan *software* Corel Draw X7. Adapun rancangan fisik alat terdapat pada gambar berikut :



Gambar 9. Rancang Fisik Alat (Tampak Depan)



Gambar 10. Rancang Fisik Alat (Tampak Belakang)



Gambar 11. Rancang Fisik Alat (Tampak Dalam)

D. Pengujian Fungsional

Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui sejauh mana keberhasilan alat dan membandingkan dengan spesifikasi yang ditentukan. Tahapan pengujian dilakukan secara sistematis, mulai dari input, proses, hingga output.

1. Pengujian Sensor Sidik Jari

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan modul fingerprint dalam scanning sidik jari. Proses pengujian, dilakukan dengan mengambil sampel sebanyak 20 sidik jari yang terdaftar, ditambah dengan 5 sidik jari yang belum terdaftar. Selain itu juga dilakukan pengujian terhadap waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *scanning*, berdasarkan datasheet waktunya adalah kurang dari 1 detik atau 1000 ms. Pengujian dilakukan dengan menggunakan software SFGDemo versi 2.0.

Sebelum mengkoneksikan antara *software* dengan Arduino UNO, sensor sidik jari harus terhubung ke Arduino UNO.

- a. Pin GND sensor dengan port GND Arduino.
- b. Pin VCC sensor dengan port 3,3 V Arduino.
- c. Pin RX sensor dengan port digital “0” Arduino.
- d. Pin TX sensor dengan port digital “1” Arduino.

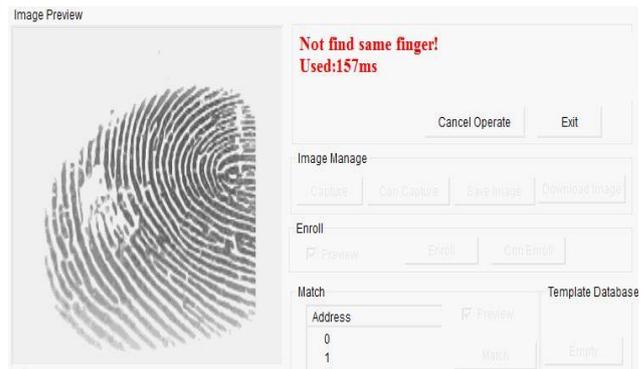
Setelah dilakukan pengujian dengan 25 sampel, maka akan didapat data seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Pengujian Sensor sidik jari

ID Sidik Jari	Jenis Jari	Respon Sensor <i>Fingerprint</i>	Waktu Respon
ID 0	Ibu Jari (ka)	Diterima	78 ms
ID 1	Telunjuk (ka)	Diterima	21 ms
ID 2	Jari Tengah (ka)	Diterima	29 ms
ID 3	Jari Manis (ka)	Diterima	37 ms
ID 4	Kelingking (ka)	Diterima	37 ms
ID 5	Ibu Jari (ka)	Diterima	82 ms
ID 6	Telunjuk (ka)	Diterima	74 ms
ID 7	Jari Tengah (ka)	Diterima	94 ms
ID 8	Jari Manis (ka)	Diterima	77 ms
ID 9	Kelingking (ka)	Diterima	99 ms
ID 10	Ibu Jari (ki)	Diterima	85 ms
ID 11	Telunjuk (ki)	Diterima	66 ms
ID 12	Jari Tengah (ki)	Diterima	69 ms
ID 13	Jari Manis (ki)	Diterima	73 ms
ID 14	Kelingking (ki)	Diterima	86 ms
ID 15	Ibu Jari (ka)	Diterima	82 ms
ID 16	Telunjuk (ka)	Diterima	78 ms
ID 17	Jari Tengah (ka)	Diterima	107 ms
ID 18	Jari Manis (ka)	Diterima	65 ms
ID 19	Kelingking (ka)	Diterima	61 ms
ID 20	Ibu Jari (ki)	Ditolak	180 ms
ID 21	Telunjuk (ki)	Ditolak	157 ms
ID 22	Jari Tengah (ki)	Ditolak	180 ms
ID 23	Jari Manis (ki)	Ditolak	131 ms
ID 24	Kelingking (ka)	Ditolak	151 ms



Gambar 12. Tampilan software setelah dilakukan pengujian (Jika sidik jari diterima)



Gambar 13. Tampilan software setelah dilakukan pengujian (Jika sidik jari ditolak)

Hasil dari pengujian dapat ditarik kesimpulan bahwa kondisi sensor *fingerprint* dalam keadaan baik dan tidak terjadi error. Waktu untuk pembacaan dari sensor *fingerprint* baik, semuanya kurang dari 1 detik sesuai dengan datasheet sensor sidik jari AS608.

2. Pengujian Sensor Sentuh

Pin sensor sentuh TTP223B terhubung langsung ke port 6 Digital Arduino UNO, serta pin VCC dan GND akan terhubung ke port VCC dan GND Arduino UNO. Saat sensor Sentuh mendeteksi sentuhan yang mendekat, pin SIG sensor akan memberikan tegangan sebesar 5 V, yang berarti dalam kondisi “HIGH” yang bernilai “1”, sedangkan jika sensor sentuh tidak menerima sentuhan maka pin SIG akan bernilai “0” atau “LOW” dengan tegangan 0 Volt. Data hasil pengujian output tegangan sensor Sentuh saat beroperasi tertera pada tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Sensor Sentuh

Kondisi Sentuh	Sensor	Output Pin SIG	Logika Sensor Sentuh
Tidak Aktif		0 V	0 = ‘ LOW ‘
Aktif		5 V	1 = ‘ HIGH ‘

3. Pengujian Rangkaian Minimum Arduino

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah mikrokontroler sudah bekerja dengan baik, atau masih terdapat *error* di port *input* dan *output* Arduino UNO.

Adapun port port yang digunakan sebagai berikut:

- Port Digital 12, 11, 5, 4, 3, 2 digunakan untuk LCD.
- Port Digital 6 digunakan untuk sensor sentuh.
- Port Digital 7 digunakan untuk IRF yang kemudian terhubung ke solenoid *doorlock*.
- Port Digital 8, 9 digunakan untuk sensor sidik jari
- Port Digital 10 digunakan untuk Buzzer

Proses uji dilakukan dengan meng-*upload* program ke Arduino UNO melalui softwar Arduino IDE. Setelah semua pengaturan selesai, proses *download* berhasil ditandai dengan konfirmasi tulisan *Done Uploading*. Proses *upload* berhasil dilihat pada alat ditandai dengan, Tampilan LCD 16x2, kemudian buzzer berbunyi menandakan Sensor sidik jari dan sensor sentuh aktif. LCD juga akan menampilkan proses kerja alat, saat pintu terbuka atau tertutup. IRF520 akan mengaktifkan Solenoid yang sebelumnya dipicu oleh kondisi "HIGH" dari sensor sidik jari atau sentuh. LCD juga akan menampilkan proses kerja alat, saat pintu terbuka atau tertutup. IRF520 akan mengaktifkan Solenoid yang sebelumnya dipicu oleh kondisi "HIGH" dari sensor sidik jari atau sentuh.

4. Pengujian Rangkaian Adaptor

Pengujian rangkaian Adaptor ini bertujuan untuk mengetahui tegangan yang dikeluarkan oleh rangkaian Adaptor. Adaptor akan mensuplai tegangan untuk Arduino dan solenoid *doorlock*. Tabel di bawah ini adalah hasil pengukuran tegangan keluaran yang dihasilkan oleh rangkaian catu daya dengan 2 output.

Tabel 3. Pengujian Rangkaian Adaptor

Tegangan yang diharapkan	Tegangan yang dihasilkan	Selisih Tegangan
9 V	9,2 V	+ 0,2 V
12 V	12,1 V	+ 0,1 V

Tidak sesuainya tegangan keluaran seperti yang diharapkan karena terdapat beberapa faktor, yaitu ; kualitas bahan dari tiap-tiap komponen yang digunakan kurang baik atau adanya perbedaan nilai toleransi pada komponen dengan nilai toleransi pada data teori.

5. Pengujian Pengontrolan Solenoid *Doorlock*

Sebelum terhubung ke solenoid *doorlock*, Arduino akan melewati modul IRF520. Modul ini menggunakan power MOSFET IRF520, yang berfungsi sebagai switch untuk solenoid *doorlock*. Pin SIG dari modul ini akan terhubung ke port

digital 7 Arduino ditambah VCC dan GND input Arduino.

Modul IRF520 akan memberikan tegangan 12 Volt dari catu daya ke solenoid *doorlock*, jika modul menerima sinyal "HIGH" dari Arduino. Saat normal solenoid *doorlock* akan berkeadaan awal Normally Open (NO), namun jika diberi logika "1" maka solenoid *doorlock* menjadi Normally Close (NC). Data hasil pengujian output tegangan modul IRF menuju solenoid *doorlock* tertera pada tabel 4.

Tabel 4. Pengujian Solenoid *Doorlock*

Kondisi Solenoid Doorlock	Output Solenoid Doorlock	Logika Solenoid Doorlock
Tidak Aktif	0 V	0 = ' LOW '
Aktif	12 V	1 = ' HIGH '

6. Pengujian LCD 1602 dan Buzzer 5V.

- Liquid Crystal Display* (LCD) 1602 merupakan salah satu media penampilk tulisan sehingga lebih mudah dimengerti. LCD yang digunakan yaitu jenis 16x2 dimana memiliki 16 karakter dan 2 baris. Port-port yang digunakan yaitu:
 - Pin RS dihubungkan dengan pin arduino digital port 12
 - Pin E dihubungkan dengan pin arduino digital port 11
 - Pin D4 dihubungkan dengan pin arduino digital port 5
 - Pin D5 dihubungkan dengan pin arduino digital port 4
 - Pin D6 dihubungkan dengan pin arduino digital port 3
 - Pin D7 dihubungkan dengan pin arduino digital port 2
 - Kaki potensio 10 KOhm terhubung ke +5v dan GND arduino, dan Pin LCD 3
 - Pin R/W dihubungkan ke Ground

Berdasarkan listing program output LCD 1602 tampilan fungsi sensor sidik jari dan sensor sentuh, didapatkan hasil seperti gambar berikut:



Gambar 14. Tampilan LCD 1602 Sebelum Sensor Menerima Sinyal



Gambar 15. Tampilan LCD 1602 jika sensor sidik jari menerima sidik jari yang terdaftar



Gambar 16. Tampilan LCD 1602 jika sensor sentuh menerima sentuhan

Berdasarkan gambar prngujian tampilan LCD 1602, gambar 14 menunjukkan posisi *stand-by*. Gambar 15 menunjukkan tampilan pada saat sensor sidik jari menerima sidik jari *user* yang sudah terdaftar. Untuk gambar 16 akan tampil pada saat sensor sentuh menerima sinyal sentuh dari tangan *user*

- b. Buzzer akan bekerja dengan mengeluarkan suara, jika diberi tegangan 5 V dan diam saat diberi tegangan 0 V. Pin buzzer akan terhubung ke Port 10 Arduino. Hasil pengujian tegangan kerja buzzer saat beroperasi tertera pada tabel 4.

Tabel 5. Pengujian Buzzer 5V

Kondisi Buzzer 5V	Tegangan Kerja Buzzer 5V
Tidak aktif	0 V
Aktif	5 V

Kaki positif buzzer akan terhubung ke port 10 Arduino, sehingga jika port digital 10 bernilai "1" HIGH dengan tegangan 5 V maka buzzer akan menghasilkan suara. Jika port digital 10 bernilai "0" LOW dengan tegangan 0 V, maka buzzer akan berhenti berbunyi.

7. Sistem Integrasi Alat

Sistem pengaman pintu ini akan bekerja secara otomatis, dimana sistem bekerja jika terdapat input sidik jari dan sentuhan. Seluruh proses sistem dilakukan atau dikendalikan melalui Arduino UNO. Pada pembuatan alat ini, mikrokontroler digunakan sebagai pengontrol utama. *Input* dari sensor sidik jari yaitu berdasarkan hasil pembacaan sidik jari, jika sidik jari sudah terdaftar maka pintu akan otomatis terbuka. Sensor sentuh merupakan opsi *input* ketika pintu ingin dibuka dari dalam, jika menerima sentuhan maka pintu akan terbuka. Solenoid berfungsi untuk mengunci pintu dan akan terbuka jika mendapatkan perintah "HIGH" dari Arduino melalui IRF520. LCD 16x2 dan buzzer akan berfungsi sebagai indikator jika pintu terbuka atau tertutup.

SIMPULAN

Setelah melakukan tahap perancangan, pembuatan dan proses pengujian serta analisa, ada beberapa hal yang dapat disimpulkan antara lain:

- a. Listing program pengaman pintu personal room menggunakan sensor sidik jari sebagai input utama dan sensor sentuh sebagai input lain.
- b. Listing Program pengendali solenoid *doorlock* berdasarkan kondisi yang diterima IRF520.
- c. Listing program tampilan LCD16x2 untuk mengamati proses kerja alat dengan indikator bunyi buzzer.
- d. Membentuk sistem terintegrasi antara sensor sidik jari, sensor sentuh, Arduino UNO, solenoid *doorlock*, lcd16x2 dan buzzer menjadi sebuah sistem pengaman pintu personal *room*.
- e. Sistem pengaman pintu personal room bekerja dengan baik dari segi input proses ataupun output.

SARAN

Untuk perbaikan dan pengembangan alat dimasa yang akan datang, ada beberapa saran sebagai berikut :

- a. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat mengembangkan inovasi agar tingkat keamanan pintu lebih tinggi, seperti menambahkan retina *scanner*, *face recognition*, atau sensor suara.
- b. Untuk pendaftaran user, perlu dibuat interface yang lebih mudah dipahami, baik di personal computer (PC) atau smartphone.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yudhana, A., Sunardi, S., & Priyatno, P. (2018). PERANCANGAN PENGAMAN PINTU

RUMAH BERBASIS SIDIK JARI MENGGUNAKAN METODE UML. *Jurnal Teknologi*, 10(2), 131-138.

- [2] Triyanto, F., & Sulistiyanto, N. (2015). Aplikasi Sistem Pengenalan Individu Berbasis Sidik Jari pada Pintu Gerbang untuk Pengamanan Kendaraan. *Jurnal Mahasiswa TEUB*, 3(1).
- [3] Sadi, S., & PUTRA, I. S. (2018). Rancang Bangun Monitoring Ketinggian Air dan Sistem Kontrol pada Pintu Air Berbasis Arduino dan SMS Gateway. *J. Tek*, 7(1), 77-91.
- [4] Pratmanto, D., Ardiansyah, A., Widodo, A. E., & Titiani, F. (2019). Pembuatan Alat Pendeteksi Kadar Logam Pada Air Berbasis Aduino UNO. *EVOLUSI-Jurnal Sains dan Manajemen*, 7(1).
- [5] Jaya, Putra. (2012). *Pemodelan dan Analisis*. Padang: Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.