

Rancang Bangun Pengaman Pintu Otomatis Menggunakan Sidik Jari (*Fingerprint*) dan Password Berbasis Arduino

Fadila Elsa Safitri^{1*}, Ta'ali²

^{1,2}Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*Corresponding author, e-mail: safitridilaelsa@gmail.com

Abstrak

Keamanan sebuah ruangan menjadi factor penting dalam mengamankan barang-barang berharga dan dokumen-dokumen penting tersebut. Lemahnya system keamanan pada ruangan tempat menyimpan barang tersebut memberikan peluang dan kesempatan kepada orang lain yang tidak berhak mengambil barang-barang tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun pengaman pintu secara otomatis menggunakan Sensor Fingerprint dan password berbasis Arduino. Dalam pembuatan pintu otomatis tersebut akan menggunakan alat diantaranya Arduino Mega 2560 R3 CH340, Fingerprint A603, Keypad 4x4 Rubber Matrix, Push Button, Relay, Solenoid Doorlock, LCD, Motor Servo, Buzzer, Sensor Ultrasonic, Prinsip kerja alat ini dimulai ketika sensor ultrasonic mendeteksi adanya pengguna dan LCD menampilkan entri pass maka dilakukan pengentrian password sebanyak lima digit angka. Setelah password yang dientrikan benar maka dilanjutkan dengan pengentrian sidik jari. Apabila fingerprint mendeteksi ID sidik jari yang cocok dengan ID sidik jari yang terdaftar pada system maka solenoid yang berperan sebagai pengunci magnetic akan berubah posisi dari posisi mengunci ke posisi membuka. Selanjutnya motor servo akan aktif untuk membuka pintu selama 5 detik lalu menutup pintu kembali dan solenoid kembali dalam posisi mengunci. Alat yang telah dibuat dapat berjalan dengan baik sesuai dengan program. Dimana pintu akan terbuka apabila password dan sidik jari yang dientrikan sesuai dengan yang ada diprogram. Fingerprint hanya bisa digunakan ketika password yang dientrikan benar. Solenoid akan membuka kunci ketika sidik jari yang dientrikan benar atau dengan push button yang ditekan dari dalam ruangan. Motor servo akan membuka pintu secara otomatis ketika solenoid telah membuka kunci pintu.

INFO.

Info. Artikel:

No. 269

Received. August, 12, 2022

Revised. August, 18, 2022

Accepted. August, 20, 2022

Page. 425 - 436

Kata kunci:

- ✓ Pintu
- ✓ Sensor Fingerprint
- ✓ Arduinio Mega
- ✓ Sensor Ultrasonic
- ✓ LCD

Abstract

The security of a room is an important factor in securing these valuables and important documents. The weak security system in the room where the goods are stored provides opportunities and opportunities to others who are not entitled to take these items. This study aims to design a door security build automatically using a Fingerprint Sensor and an Arduino-based password. In making the automatic door will use tools including Arduino Mega 2560 R3 CH340, Fingerprint A603, Keypad 4x4 Rubber Matrix, Push Button, Relay, Solenoid Doorlock, LCD, Servo Motor, Buzzer, Ultrasonic Sensor, The working principle of this tool begins when the ultrasonic sensor detects the presence of a user and the LCD displays the pass entry, then a five-digit number password is specified. After the password is set correctly, it is continued with fingerprinting. If the fingerprint detects a fingerprint ID that matches the fingerprint ID registered in the system, the solenoid that acts as a magnetic lock will change position from the locking position to the opening position. Next, the servo motor will be active to open the door for 5 seconds then close the door again and the solenoid returns in the locking position. The tools that have been created can run well according to the program. Where the door will open if the password and fingerprints are given according to what is programmed. Fingerprint can only be used when the specified password is correct. The solenoid will unlock when the fingerprints are correctly rendered or with a push button pressed from inside the room. The servo motor will open the door automatically when the solenoid has unlocked the door.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini sangat pesat khususnya dibidang komputerisasi dan elektronika [1]. Teknologi yang dikembangkan bertujuan untuk membantu memberikan keamanan, baik keamanan diri maupun keamanan terhadap barang-barang berharga dan dokumen-dokumen penting agar terhindar dari tindak kriminal khususnya tindakan pencurian. Keamanan sebuah ruangan menjadi faktor penting dalam mengamankan barang-barang berharga dan dokumen-dokumen penting. Lemahnya system keamanan pada ruangan tempat menyimpan barang tersebut memberikan peluang dan kesempatan kepada orang lain yang tidak berhak mengambil barang-barang tersebut. Salah satu tindakan pencurian yang sering kita dengar adalah dengan merusak pintu yang masih menggunakan kunci tunggal [2]. Dibutuhkan suatu teknologi yang lebih aman untuk meningkatkan keamanan sebuah ruangan agar tidak mudah dimasuki oleh pelaku kejahatan. Sistem pengaman yang dilengkapi dengan *autentifikasi biomedik* atau biasa disebut sebagai sidik jari merupakan salah satu solusi yang dapat diterapkan untuk mengatasi masalah ini. Dalam kasus ini, penulis akan memadukan teknologi fingerprint dengan pin password untuk membuat system keamanan berlapis yang tentunya akan sulit untuk dibobol dan lebih efisien dari pada kunci tunggal.

Berdasarkan penelitian sebelumnya penulis ingin mengembangkan alat yang telah dirancang dengan mengkombinasikan fingerprint dengan keypad [3]. Kekurangan pada perancangan sebelumnya adalah tidak adanya alarm untuk mendeteksi jika ada pembobolan atau pemaksaan pada pembukaan pintu maka penulis menambahkan buzzer sebagai penanda apabila fingerprint dan pin pada keypad yang diinputkan salah lebih dari 3x, maka buzzer akan berbunyi. Dan tidak adanya alat untuk membuka pintu secara otomatis maka disini penulis menambahkan motor servo sebagai alat untuk membuka dan menutup pintu secara otomatis.

DASAR TEORI

Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis arduino menggunakan chip ATmega2560. Board ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 pin digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (serial port hardware). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah oscillator 16 Mhz, sebuah port USB, power jack DC, ICSP header, dan tombol reset [4][5]. Board ini sudah sangat lengkap, sudah memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroler. Gambar fisik dari Arduino Mega 2560 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bentuk fisik Arduino Mega 2560

Sensor Sidik Jari (Fingerprint)

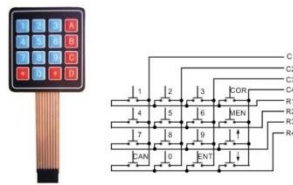
Fingerprint merupakan sebuah sensor yang berguna untuk membaca sidik jari seseorang atau untuk memverifikasi identitas seseorang. System biometrika sidik jari merupakan system yang memiliki tingkat akurasi yang tinggi sehingga sering diaplikasikan dalam berbagai alat, terutama yang membutuhkan keamanan tinggi [6][7].



Gambar 2. Bentuk Fisik Fingerprint

Keypad

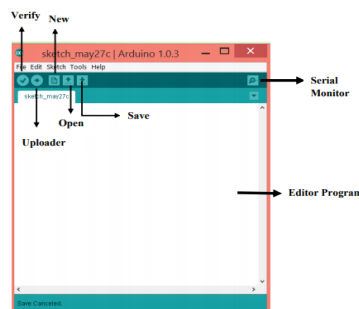
Keypad merupakan saklar-saklar push button yang disusun secara matriks yang berfungsi untuk menginput data. Keypad 4x4 berfungsi untuk menentukan data teks yang akan dipilih oleh pengguna. Selanjutnya, data masukan tersebut akan diolah oleh mikrokontroler [8]. Rangkaian keypad ditunjukkan pada gambar.



Gambar 3. Keypad

Software Arduino

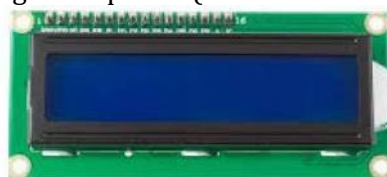
Software arduino yang digunakan adalah driver dan IDE, walaupun masih ada beberapa software lain yang sangat berguna selama pengembangan arduino. IDE atau Integrated Development Environment merupakan suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau sketsa program untuk papan Arduino. IDE arduino merupakan software yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan java [9]. Untuk tampilan jendela software arduino dapat dilihat pada gambar.



Gambar 4. Tampilan Toolbar Arduino

LCD (Liquid Crystal Display)

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf, atau grafik. Pada LCD yang bisa menampilkan karakter (LCD karakter) dan LCD yang bisa menampilkan gambar (LCD grafik), diperlukan memori untuk membangkitkan gambar CGROM (*Character Generator ROM*) dan juga RAM untuk menyimpan data (teks atau gambar) yang sedang ditampilkan (DDRAM atau Display Data RAM) [10].



Gambar 5. Bentuk Fisik LCD

Solenoid Doorlock

Cara kerja solenoid doorlock yaitu solenoid memiliki kumparan yang terdapat pada inti besi. Ketika arus listrik melalui kumparan ini, maka terjadi medan magnet yang akan menghasilkan

energy sehingga dapat menarik inti besi. Poros dalam solenoid adalah inti besi berbentuk silinder yang disebut *plunger* [9]. Medan magnet dapat membuat *plunger* untuk menarik atau *repelling*. Ketika medan magnet dimatikan, pegas kembali pada keadaan semula.



Gambar 6. Solenoid Doorlock

Relay

Modul relai adalah sakelar yang dioperasikan secara elektrik untuk menghidupkan atau mematikan sirkuit menggunakan tegangan dan/atau arus yang jauh lebih tinggi daripada yang bisa ditangani mikrokontroler. Tidak ada koneksi antara rangkaian tegangan rendah yang dioperasikan oleh mikrokontroler dan sirkuit daya tinggi. Relay melindungi setiap sirkuit dari satu sama lain.



Gambar 7. Modul Relay 2CH

Buzzer

Buzzer ialah perangkat elektronika yang dapat menghasilkan bunyi atau suara. Komponen buzzer akan dirangkai hingga menghasilkan suatu alat yang nantinya difungsikan untuk menangkap gerakan orang atau gerakan cahaya [11]. Rangkaian ini berfungsi sebagai penanda jika terjadi tindak kejahatan seperti pencurian.



Gambar 8. Buzzer

Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor [12]. Motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo [13].

Sensor Ultrasonic

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu [14]. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik).



Gambar 9. Sensor Ultrasonik

Push Button

Push button adalah suatu komponen elektronika yang dapat memutuskan dan mengalirkan arus listrik dalam suatu rangkaian project Arduino. Dimana pemutusan dan pengaliran ini terjadi karena prinsip pengalihan dari satu konduktor ke konduktor lain. Caranya dengan pengoperasian langsung secara manual oleh pengguna.

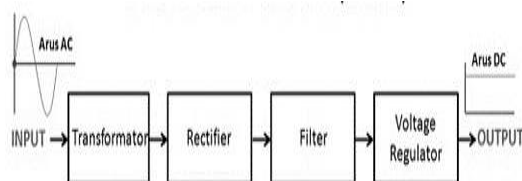


Gambar 10. Push Button

Catu Daya

Catu daya atau sering disebut dengan *Power Supply* adalah perangkat elektronika yang berguna sebagai sumber daya untuk perangkat lain. Sebuah *DC Power Supply* atau Adaptor pada dasarnya memiliki 4 bagian utama agar dapat menghasilkan arus DC yang stabil. Keempat bagian utama tersebut diantaranya adalah Transformator, Rectifier, Filter dan Voltage Regulator [15]. Dibawah ini adalah Diagram Blok DC Power Supply (Adaptor) pada umumnya.

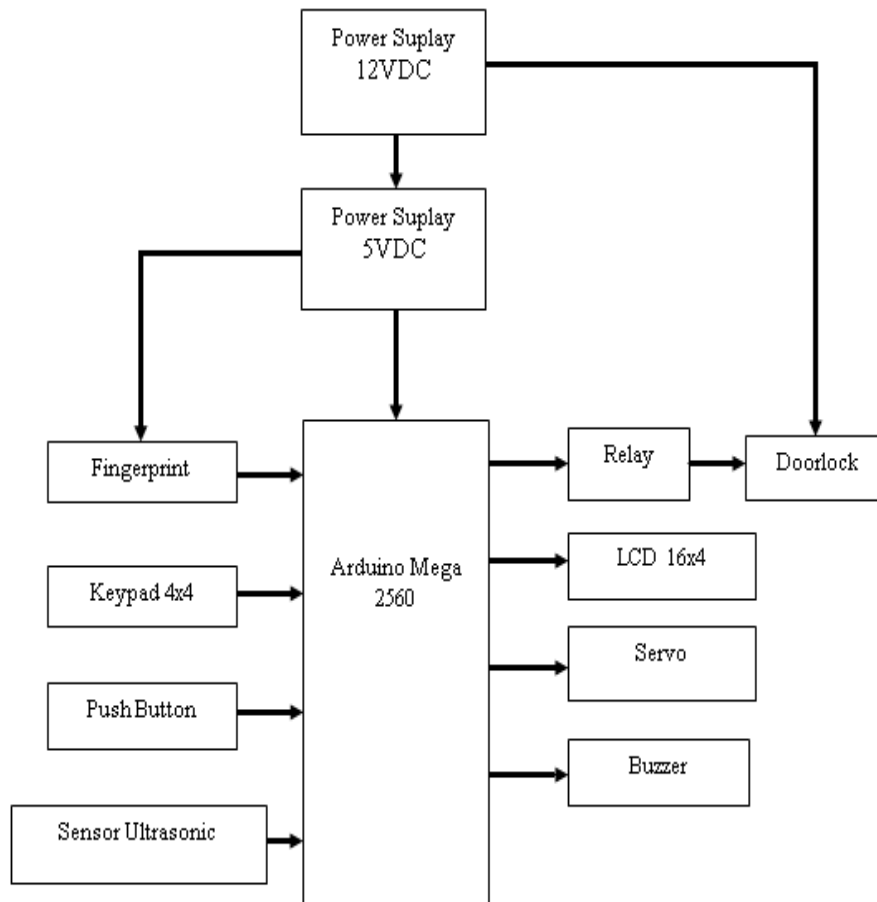
Gambar 11. Blok Diagram DC Power Supply



METODE PENELITIAN

Blok Diagram

Blok diagram merupakan rancangan yang menggambarkan secara keseluruhan mengenai system yang akan dirancang. Agar mempermudah dalam menjelaskan perancangan perangkat keras, maka digambarkan alur dan cara kerja perangkat keras pada rangkaian blok diagram pada gambar di bawah:



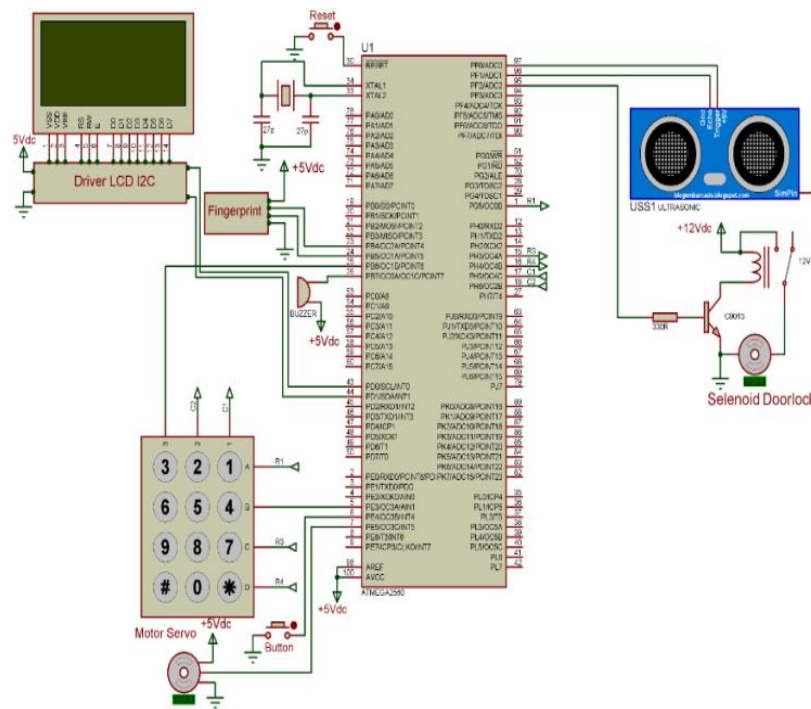
Gambar 12. Blok Diagram Rangkaian

Prinsip Kerja Alat

Prinsip kerja alat ini dimulai ketika sensor ultrasonic mendeteksi adanya pengguna dan LCD menampilkan entri pass maka dilakukan pengentrian password sebanyak lima digit angka. Setelah password yang dientrikan benar maka dilanjutkan dengan pengentrian sidik jari. Apabila fingerprint mendeteksi ID sidik jari yang cocok dengan ID sidik jari yang terdaftar pada system maka solenoid yang berperan sebagai pengunci magnetic akan berubah posisi dari posisi mengunci ke posisi membuka. Selanjutnya motor servo akan aktif untuk membuka pintu selama 5 detik lalu menutup pintu kembali dan solenoid kembali dalam posisi mengunci. Apabila password yang dientrikan salah dan fingerprint mendeteksi ID sidik jari tidak sesuai dengan ID sidik jari yang ada pada system maka buzzer akan aktif dan solenoid tetap dalam posisi mengunci. Jika posisi pintu dalam keadaan tertutup untuk mengaktifkan solenoid dari dalam ruangan dapat menggunakan tombol push button.

Rangkaian Keseluruhan Alat

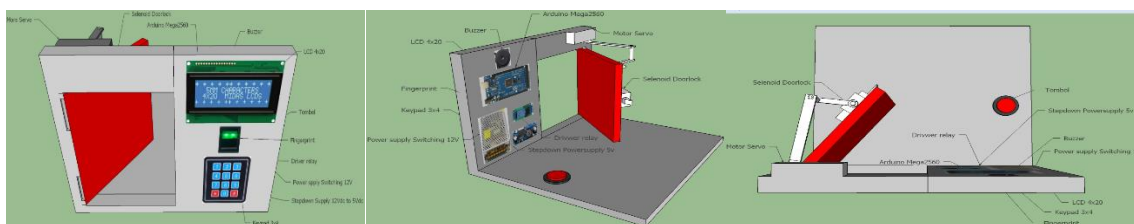
Berikut merupakan bentuk rangkaian sistem secara keseluruhan dari perancangan tugas akhir ini dapat dilihat pada gambar.



Gambar 13. Rangkaian Keseluruhan Alat

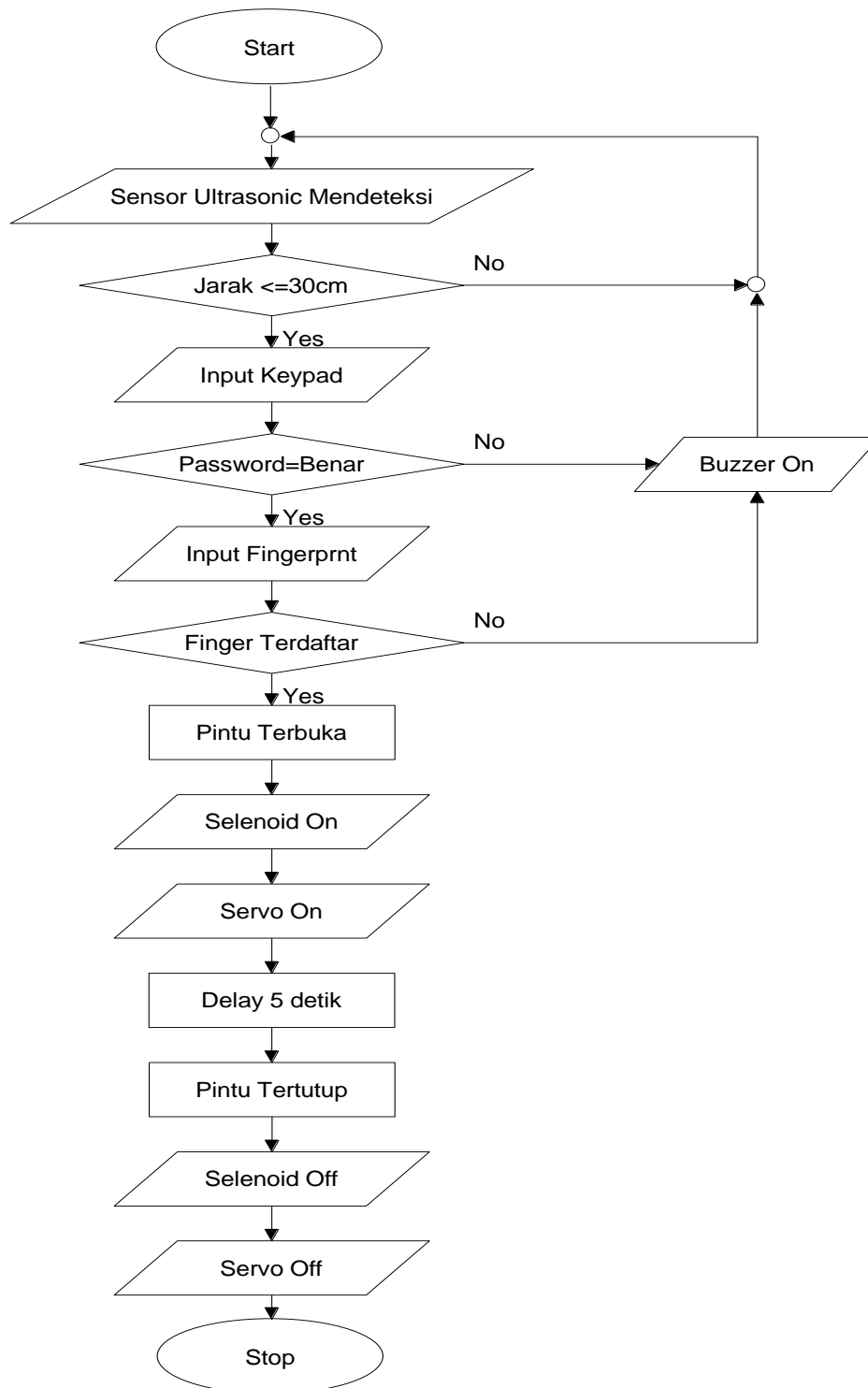
Rancangan Mekanik

Perancangan hardware merupakan suatu tahapan atau proses dalam pembuatan suatu perangkat keras. Perancangan hardware bertujuan untuk memudahkan serta mengurangi tingkat kesalahan dalam membuat perangkat keras sehingga mendapatkan hasil optimal. Perancangan hardware merupakan hal yang sangat penting dalam pembuatan tugas akhir ini. Karena dengan adanya hardware dan software barulah system dapat diuji secara nyata apakah alat ini dapat bekerja dengan baik atau tidak.

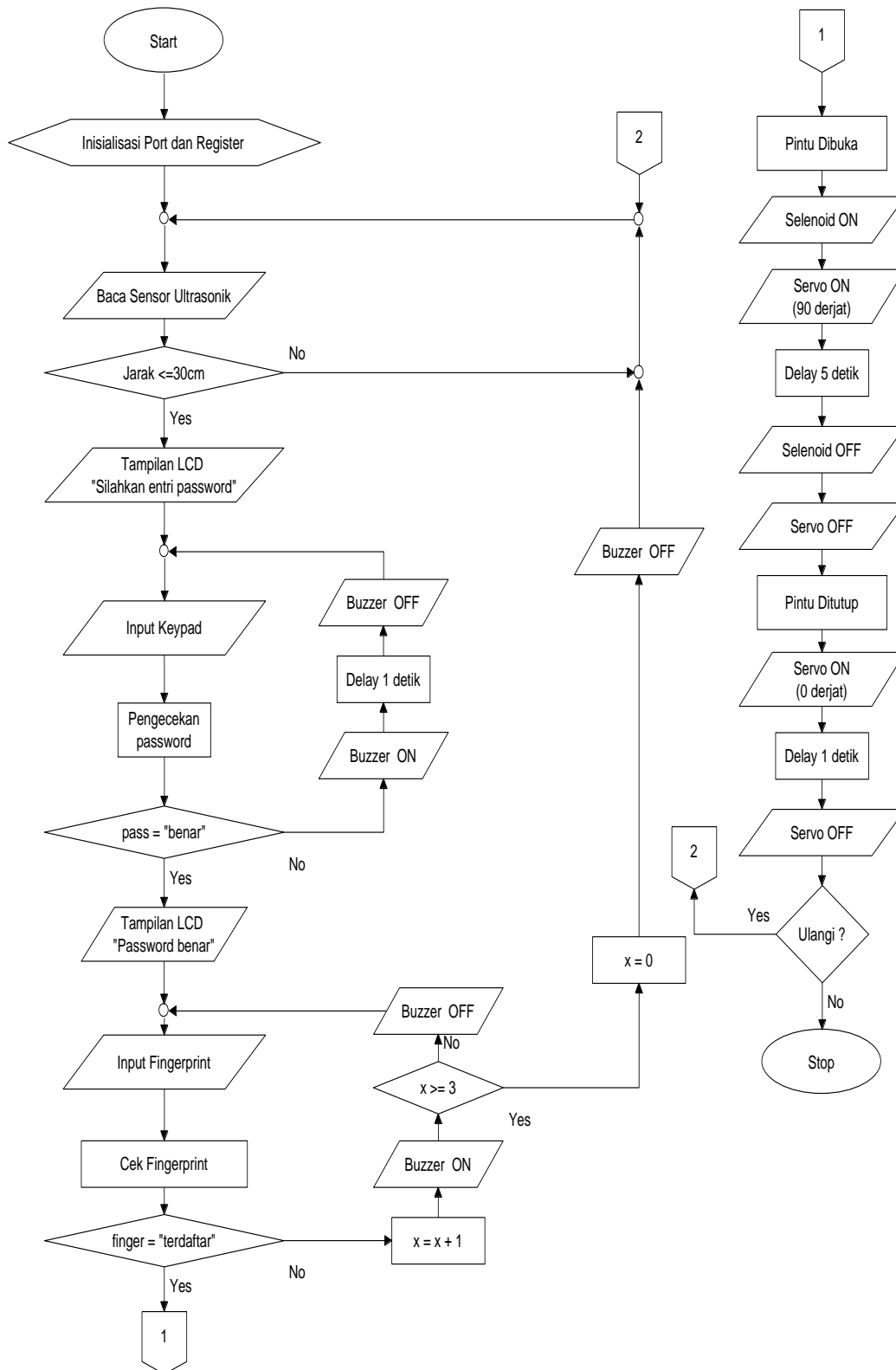


Gambar 14. Rancangan Alat

Flowchart



Gambar 15. Flowchart Sistem Alat



Gambar 16. Flowchart Program

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suatu peralatan atau program dapat dikatakan bekerja dengan baik apabila telah disertai dengan pembuktian terhadap fungsi kerja dari peralatan tersebut. Dari pengujian ini akan didapatkan data-data maupun bukti-bukti hasil akhir dari kenyataan bahwa perangkat keras yang telah dibuat bisa bekerja dengan baik dan dapat digabungkan dengan perangkat lunak (*software*). Berdasarkan data-data dan bukti-bukti tersebut dapat dilakukan analisa terhadap proses kerja yang nantinya dapat digunakan.

Pengujian Rangkaian Catu Daya

Pengujian rangkaian catu daya dilakukan pada komponen-komponen utama seperti *transformator* dan terminal *output* regulator tegangan. Pengujian rangkaian dilakukan dengan menggunakan alat ukur multimeter. Pengukuran yang dilakukan pada rangkaian catu daya adalah pada keluaran 12 VDC dan 5 VDC. Berdasarkan hasil pengujian rangkaian catu daya, besar tegangan keluaran IC LM2596 untuk tegangan 12V adalah 11,8V. Idealnya besar tegangan keluaran IC LM2596 adalah 12V. Penyimpangan tegangan keluaran untuk sumber 12V adalah sebesar:

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{V_s - V_T}{V_s} \times 100\% = \frac{12 - 11,8}{12} \times 100\% = 1,6\% \quad (1)$$

Penyimpangan yang terjadi cukup kecil yaitu sebesar 1,6%. Penyimpangan tersebut masih dalam toleransi, karena *range output* pada IC LM2596 adalah 1,2 – 37V. Sedangkan besar tegangan keluaran IC LM2596 untuk tegangan 5 V adalah 5,1V. Penyimpangan tegangan keluaran untuk sumber 5V adalah sebesar :

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{V_s - V_T}{V_s} \times 100\% = \frac{5 - 5,1}{5} \times 100\% = 2\% \quad (2)$$

Penyimpangan yang terjadi cukup kecil yaitu sebesar 2%. Penyimpangan tersebut masih dalam toleransi. Berdasarkan dari kondisi pengukuran dan pengujian diatas, maka rangkaian *power supply* untuk keluaran 5V dan 12V telah dapat bekerja dengan baik.

Pengujian Rangkaian Modul Sensor Ultrasonik

Cara pengujian terhadap sensor Ultrasonik SRF-04 ini dengan melihat keluaran dari sensor Ultrasonik SRF-04 dengan serial monitor Arduino, dari tampilan pada serial monitor berupa jarak antara sensor dengan penggunaan. Pada pengujian jarak yang terdeteksi antara kedudukan sensor terhadap user yang akan melakukan pengentrian password maka dapat disimpulkan jika jarak terdeteksi $\leq 30\text{cm}$ maka sistem akan menampilkan tampilan silahkan pengentrian password, dan jika jarak $> 30\text{cm}$ tidak terdeteksi maka tampilan pada LCD tidak akan berubah dan pengentrian password tidak dapat dilakukan.

Pengujian Rangkaian Keypad

Cara pengujian yang dilakukan terhadap keypad yaitu dengan mengukur keluaran dari keypad saat tombol ditekan dengan multimeter. Dari pengukuran dilakukan terhadap tegangan keluaran sensor jika kondisi tombol ditekan, maka secara otomatis terjadi perubahan tegangan saat tombol ditekan dengan tidak ditekannya tombol pada keypad. Dari hasil pengukuran Pengujian Rangkaian Keypad, dapat dikatakan bahwa rangkaian keypad telah bekerja dengan baik.

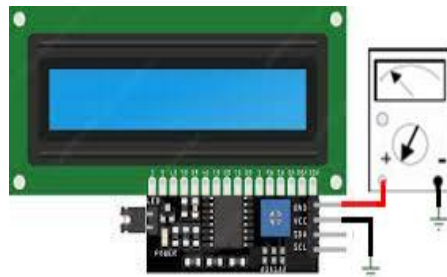
Pengujian modul Fingerprint

Pengujian pada sistem *Finger Print* dilakukan dengan *input Finger* (sidik jari) ke *Finger Print Reader*. Tujuan pengujian untuk mengetahui apakah sidik jari yang telah didaftarkan sesuai dengan sidik jari input user. Dari hasil pengujian *Fingerprint* didapatkan hasil bahwa sidik jari yang telah terdaftar dimemori mikrokontroler akan diterima sementara sidik jari yang tidak terdaftar maka sistem akan mengaktifkan buzzer. Hasil pengujian didapatkan bahwa apabila sidik jari yang terdaftar dapat terdeteksi maka system akan lanjut ke proses selanjutnya.

Pengujian Rangkaian Modul LCD I2C 4x16

Cara pengujian dilakukan terhadap Modul LCD I2C ini dengan mengukur tegangan masuk pada Modul LCD I2C dengan multimeter. Dari pengukuran tegangan pada Modul LCD I2C untuk mengetahui

bahwa tegangan maksimal yang akan diterima oleh modul adalah 5Vdc, jika melebihi akan mengakibatkan kerusakan terhadap Modul LCD I2C dan LCD 4x16.



Gambar 17. Rangkaian Modul LCD I2C

Pengujian Rangkaian Motor Servo

Pengujian terhadap Motor Servo dengan mengukur tegangan masukan ke motor servo dengan multimeter. Dari pengukuran terhadap tegangan keluaran motor servo, dimaksudkan agar tegangan yang masuk ke motor servo tidak melebihi 5Vdc jika lebih maka akan berakibat kerusakan pada motor servo tersebut.

Pengujian Rangkaian Selenoid doorlock

Rangkaian *Selenoid doorlock* pada alat ini berfungsi sebagai sistem penguncian pada pintu. Jika tegangan input pada driver ini yang terkoneksi pada arduino pada pin A2 diberikan logika 1 (*high*) maka akan mengaktifkan relay yang ditrigger pada transistor C9013, dan menghasilkan selenoid aktif sehingga pintu dapat dibuka. Dan sebaliknya jika tegangan input pada driver diberikan logika 0 (*low*), maka relay dalam kondisi standby dan selenoid dalam posisi terkunci. Berikut table pengukuran rangkaian *Selenoid doorlock*.

Tabel 1. Hasil Pengukuran pada Rangkaian *Selenoid doorlock*

| Kondisi | Tegangan Selenoid |
|----------------|-------------------|
| Pintu terbuka | 11,8 Vdc |
| Pintu terkunci | 0V |

Pengujian Rangkaian Buzzer

Rangkaian *Buzzer* pada alat ini berfungsi sebagai *alarm* yang mana akan berbunyi ketika password atau *fingerprint* yang dientrikan salah. Berikut tabel pengukuran rangkaian *buzzer*.

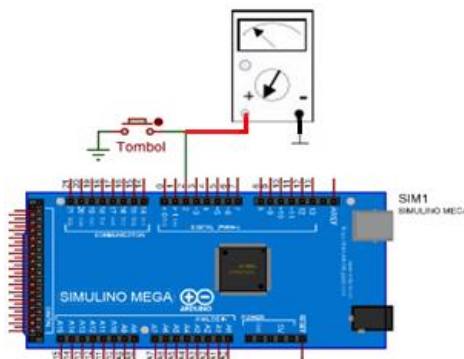
Tabel 2. Hasil Pengukuran pada Rangkaian *Buzzer*

| Kondisi | Tegangan |
|---------|----------|
| OFF | 4,9V |
| ON | 0V |

Dari hasil pengujian pada Tabel didapatkan hasil bahwa rangkaian *buzzer* dapat bekerja dengan baik.

Rangkaian Push Button

Dalam rangkaian ini push button berfungsi untuk melaksanakan perintah untuk buka pintu jika user ada didalam ruangan.



Gambar 18. Rangkaian Push Button

Tabel 3. Hasil pengukuran Push Button

| Titik Pengukuran | Tegangan |
|------------------|----------|
| Tombol(ditekan) | 0V |
| Tombol (dilepas) | 5,1V |

KESIMPULAN

Alat yang telah dibuat dapat berjalan dengan baik sesuai dengan program. Dimana pintu akan terbuka apabila password dan sidik jari yang dientrikan sesuai dengan yang ada diprogram. Fingerprint hanya bisa digunakan ketika password yang dientrikan benar. Solenoid akan membuka kunci ketika sidik jari yang dientrikan benar atau dengan push button yang ditekan dari dalam ruangan. Motor servo akan membuka pintu secara otomatis ketika solenoid telah membuka kunci pintu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Rahman, M. Myson and F. E. Yandra, "Rancang Bangun Buka Tutup Pintu Otomatis dengan Menggunakan Arduino UNO/MEGA 2560," *Journal of Electrical Power Control and Automation*, vol 2 no. 1, pp. 6-10, Mar, 2020.
- [2] S. L. Tobing, "Rancang Bangun Pengaman Pintu Menggunakan Sidik Jari (Fingerprint) Dan Smartphone Android Berbasis Mikrokontroler Atmega8," *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, vol. 1, no. 1, Sep, 2014.
- [3] M. Nizam, "Rancang Bangun Pengaman Pintu Menggunakan Sidik Jari (Fingerprint) Berbasis Arduino." Padang : Universitas Negeri Padang, 2019.
- [4] Tama, R. M. E., Hermawan, H., & Pratiwi, H. I. Rancang Bangun Sistem Kunci Pintu Digital Berbasis Arduino Mega 2560. *widyakala: journal of pembangunan jaya university*, vol. 5, no 2, pp 137-145, Juni 2019.
- [5] Singgeta, R. L., & Rumondor, R. Rancang bangun dispenser otomatis menggunakan sensor ultrasonik berbasis mikrokontroler atmega2560. *Jurnal Ilmiah Realtech*, vol. 14, no. 1, pp 31-36, Mei, 2019.
- [6] A. W. Santoso, "Sistem Keamanan Pintu Laboratorium Berbasis Sensor Fingerprint dan Magnetic Lock," *Jurnal Teknologi Terapan*, vol. 6, no. 1, pp 84-92, Mar, 2020.
- [7] Oroh, J. R., Kendekallo, E., Sompie, S. R., & Wuwung, J. O, Rancang bangun sistem keamanan motor dengan pengenalan sidik jari. *Jurnal Teknik elektro dan komputer*, vol. 3, no. 1, pp 36-42, 2014.
- [8] A. W. Wijanarko, "Membuat Pemberimakan Ikan Hias Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Atmega32 Untuk Akuarium", 22-Jul-2019 : osf.io/preprints/inarxiv/my9rk.
- [9] Wibowo, Y, & Hermawan, A. *Rancang Bangun Alat Pengaman Pintu Kamar Hotel Berbasis Password Terpusat.*, Doctoral dissertation, University of Technology Yogyakarta, Yogyakarta, 2019.
- [10] Purnama, B. E. Sistem Pengendalian Keamanan Pintu Rumah Berbasis SMS (Short Message Service) Menggunakan Mikrokontroler Atmega 8535. *Indonesian Journal of Networking and Security (IJNS)*, vol. 2, no. 4, pp 7-12, Des, 2013.
- [11] Widya, H., Alam, H., Wiguna, J., & Syafrawali, S. Rancang Bangun Running Text Led Display Jadwal Waktu Sholat Berbasis Arduino Uno Sebagai Media Informasi. *JET (Journal of Electrical Technology)*, vol. 5, no. 2, pp 61-67, Jun, 2020.
- [12] Hilal, A., & Manan, S. Pemanfaatan Motor Servo Sebagai Penggerak Cctv Untuk Melihat Alat-Alat Monitor Dan Kondisi Pasien Di Ruang Icu. *Gema Teknologi*, vol. 17, no. 2, Aug. 2015. <https://doi.org/10.14710/gt.v17i2.8924>
- [13] Pangaribuan, T., Sianturi, L., & Sitinjak, A. I. Sistem Monitoring Jarak Jauh Kondisi Rumah Tinggal Berbasis Arduino. *Jurnal ELPOTECS*, vol. 3, no. 2, pp 43-48, Sep, 2020.
- [14] Yudha, P. S. F., & Sani, R. A. Implementasi Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Sebagai Sensor Parkir Mobil Berbasis Arduino. *e-Journal EINSTEIN*, Vol. 5, no. 3, pp 19-26, Jan, 2017
- [15] Almanda, D., & Yusuf, H. Perancangan Prototype Proteksi Arus Beban Lebih Pada Beban DC Menggunakan Mikrokontroler. *eLEKTUM*, vol. 14, no. 2, pp 25-34, Mei 2017.