

# Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3

Putu Eka Sumara Dita<sup>1</sup>, Ahmad Al Fahrezi<sup>2</sup>, Purwono Prasetyawan<sup>3</sup>, Amarudin<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>Teknik Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia

<sup>3,4</sup>Teknik Elektro, Universitas Teknokrat Indonesia

Jl. ZA. Pagar Alam No.9 -11, Labuhan Ratu, Bandar Lampung, Lampung  
putu.eka.sumara@teknokrat.ac.id<sup>1</sup>, ahmad.alfahrezi@teknokrat.ac.id<sup>2</sup>,  
purwono.prasetyawan@teknokrat.ac.id<sup>3</sup>, amarudin@teknokrat.ac.id<sup>4</sup>

## Abstract

*This study aims to design and implement a circuit that functions for security and follows the technology installed on door security and controls what is on the door, such as an Arduino-based fingerprint sensor opening and closing doors. And discusses the Fingerprint Module, which is used to detect a frequency that will be the output and input for the Arduino Microcontroller. To control the Arduino Microcontroller, the C programming language and Arduino are used using the Arduino software. The Fingerprint module receives a frequency signal and is inputted to the Solenoid door lock, processed by the Arduino Microcontroller, and then outputted via a relay as a line current liaison on the Solenoid Door Lock and Servo Motor.*

**Keywords:** *Arduino UNO R3, security, sensor, fingerprint*

## Abstrak

*Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sebuah rangkaian yang berfungsi untuk keamanan dan mengikuti teknologi yang dipasang pada keamanan pintu dan mengendalikan yang ada pada pintu seperti sensor sidik jari berbasis Arduino yang untuk membuka dan menutup pintu. Dan membahas mengenai Module Fingerprint yang digunakan untuk mendeteksi sebuah frekuensi yang akan menjadi output dan input bagi Mikrokontroler Arduino. Untuk mengontrol Mikrokontroler Arduino digunakan bahasa pemrograman C dan arduino dengan menggunakan software Arduino. Module Fingerprint menerima sinyal frekuensi dan diinputkan pada Solenoid door lock, dan diolah oleh Mikrokontroler Arduino lalu dioutputkan melalui relay sebagai penghubung arus jalur pada Solenoid Door Lock dan Motor Servo.*

**Kata kunci:** *Arduino UNO R3, keamanan, sensor, sidik jari*

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi akan sistem berbasis intelligence maupun Embedded yang semakin maju, membantu dan memudahkan manusia [1]–[3] dalam mengendalikan sistem dan alat manual [4]–[8]. Terutama yang berkaitan dengan sensor yang menyerupai intelegensi manusia [9]–[12]. Hal serupa juga terjadi pada sistem berbasis mikrokontroler, sensor gerak maupun sensor sidik jari. Dengan berkembangnya teknologi sensor dan mikrokontroler yang murah dan mudah, pengembangan alat menjadi lebih

mudah dan lebih efisien dalam membuat alat yang pada beberapa abad lalu masih sangat sulit untuk membuat sistem berbasis intelegensi dan sistem turunan dikarenakan tidak adanya alat dan susahnya memprogram alat tersebut.

Teknologi akses ke dalam sebuah ruangan pun mengalami perkembangan yang sebelumnya menggunakan kunci manual berubah menjadi dengan password atau sidik jari [11], [13]. Akses pada suatu ruangan yang sangat rahasia atau ruangan khusus dan tidak sembarang orang bisa akses pada ruangan tersebut seharusnya sudah menggunakan metode akses kontrol, sehingga hanya orang-orang tertentu saja yang mempunyai hak akses ruangan tersebut. Dengan menggunakan metode ini akan mengatasi sering terjadinya kehilangan kunci dan kesulitan untuk menentukan kunci yang akan digunakan untuk membuka suatu ruangan, dikarenakan semakin banyak ruangan maka akan semakin banyak pula kunci yang harus disediakan sehingga dibutuhkan waktu untuk pencarian kunci yang tepat.

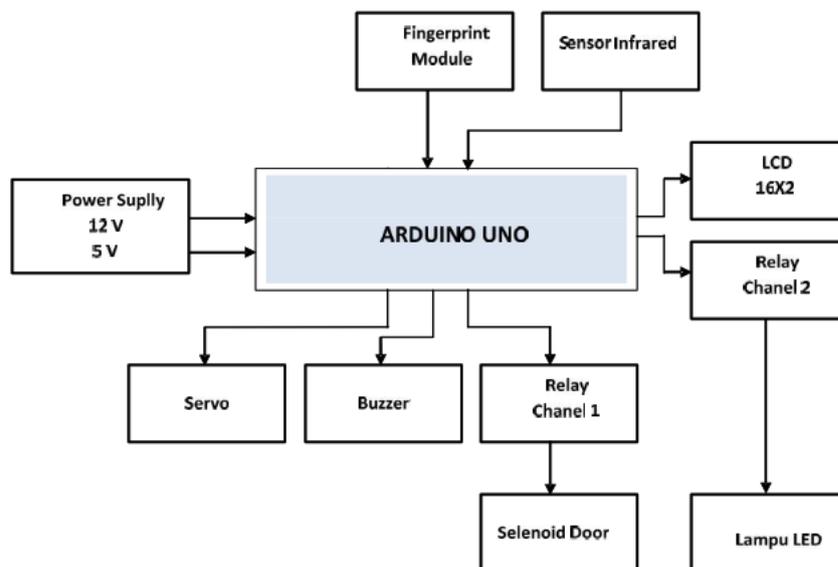
Adapun keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan teknologi sensor sidik jari. Kelebihan dari alat ini yang tidak bisa dilakukan oleh metode konvensional adalah dapat menentukan hak akses pada suatu ruangan, dan tetap berjalan walaupun sumber catu daya dari PLN mati dikarenakan menggunakan baterai cadangan, serta adanya display untuk mengetahui status maupun tampilan interaktif sehingga kita akan merasakan seolah-olah pintu tersebut sedang berbicara pada si pengguna melalui tampilan display. Berdasarkan uraian sebelumnya, penelitian ini mengembangkan sistem keamanan pintu menggunakan sensor sidik jari berbasis mikrokontroler arduino UNO R3.

## **2. METODOLOGI PENELITIAN**

Perancangan alat adalah suatu metode awal dalam pembuatan sebuah alat yang sangat penting [14] karena tanpa sebuah perancangan alat yang dibuat tidak dapat berjalan dengan maksimal. Untuk memperoleh hasil yang maksimal diperlukan rancangan yang baik dengan memperhatikan sifat dan karakteristik dari tiap-tiap komponen yang digunakan, agar kerusakan komponen dapat dihindari [15]–[18]. Dalam tahap perancangan terdiri dari beberapa tahapan yaitu perancangan blok diagram hingga pada perancangan keseluruhan alat.

### **2.1. Diagram Blok**

Pada gambar diagram blok menjelaskan tentang cara kerja alat secara keseluruhan mulai dari input, proses, hingga output [19]–[22]. Dalam diagram blok ini hanya terdapat hubungan jalur antara blok-blok saja, tetapi tiap masing-masing blok terdapat komponen utama dan komponen pendukung. Pada Gambar 1 adalah diagram blok dari mikrokontroler alat ini.



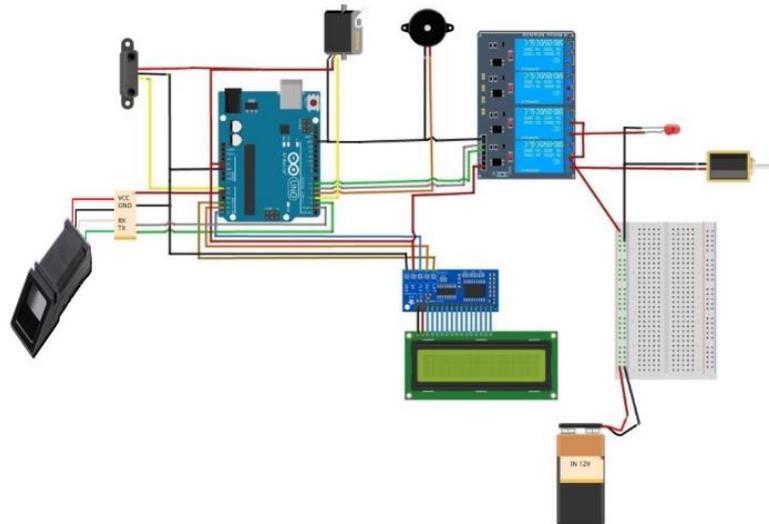
Gambar 1. Diagram blok kerja alat

Dari blok diagram pada Gambar 1 dapat dijelaskan fungsi masing-masing blok sebagai berikut :

1. Power Supply bersumber dengan tegangan 12V digunakan untuk mensupply daya untuk solenoid door dan lampu led, dan daya 5V yang distabilkan dengan IC 7805 digunakan untuk mensupply daya untuk mikrokontroller dan kebutuhan module komponen lainnya yang terhubung dengan mikrokontroller.
2. Mikrokontroller Arduino Uno R3 digunakan untuk mengontrol semua komponen baik itu komponen input dan komponen output.
3. Lcd 16x2 Karakter digunakan sebagai untuk monitor aktivitas apa yang sedang dilakuakn oleh sistem.
4. Servo digunakan sebagai motor penggerak pintu agar pintu dapat digerakan otomatis oleh sistem.
5. Buzzer digunakan untuk membunyikan suara alarm ketika akses sidik jari tidak diterima.
6. Relay 4 Channel digunakan sebagai saklar otomatis untuk menghidupkan dan mematikan solenoid dan led.

## 2.2. Perancangan Keseluruhan Alat

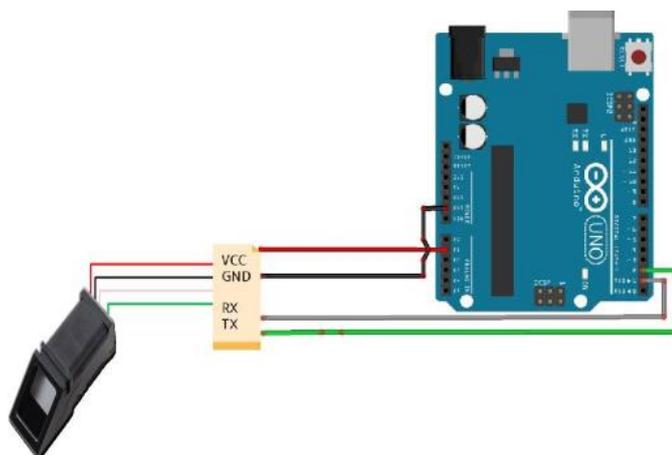
Perancangan rangkaian keseluruhan alat terdiri dari empat elemen penting yang saling terintegrasi. Elemen-elemen penting tersebut yaitu rangkaian input, rangkaian pengendali, rangkaian output dan juga software program yang saling terintegrasikan. Rangkaian yang terdiri dari komponen-komponen elektronika baik berupa input atau output yang dibutuhkan oleh mikrokontroller agar dapat berfungsi dengan baik. Rangkaian keseluruhan alat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Perancangan keseluruhan alat

### 2.3. Perancangan Module Fingerprint DY-50

Fingerprint DY-50 Module sensor ini bekerja dengan otak utama berupa chip DSP yang melakukan image rendering [23], kemudian mengkalkulasi, feature-finding dan terakhir searching pada data yang sudah ada. Data dari Fingerprint akan tersambung pada sistem mikrokontroller untuk dieksekusi sehingga dapat diproses, yang sebelumnya database pengguna sudah terinput dan terdata siapa saja yang memiliki aksesmemasuki suatu ruangan tersebut. Berikut adalah perancangan skematik Fingerprint DY-50 Module yang ditunjukkan pada Gambar 3.

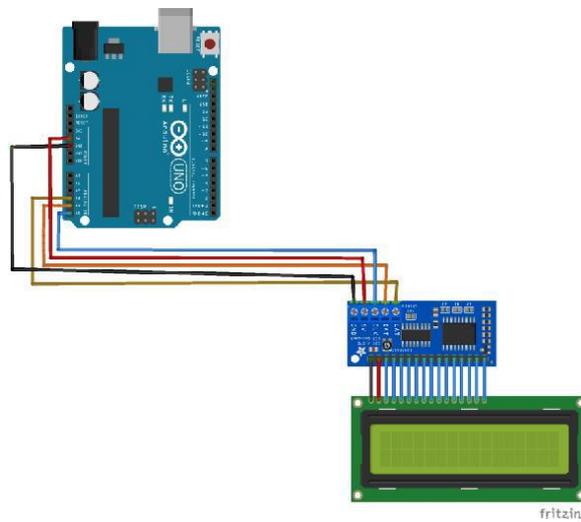


Gambar 3. Skematik perancangan Module Fingerprint DY-50

### 2.4. Perancangan LCD

Liquid Crystal Display adalah suatu perangkat elektronik yang digunakan untuk menampilkan bilangan atau teks [18]. Rangkaian LCD pada alat ini di sambungkan dengan module Inter Integrated Circuit atau sering disebut I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua

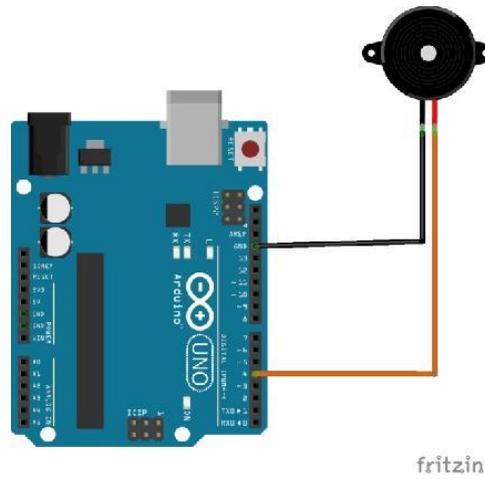
saluran yang didisain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Mikrokontroler I2C terdiri dari saluran SCL (Serial Clock) dan SDA (Serial Data) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan mikrokontroler I2C Bus dapat dioperasikan sebagai Master dan Slave. Master adalah piranti yang memulai transfer data pada I2C Bus dengan membentuk sinyal Start, mengakhiri transfer data dengan membentuk sinyal Stop, dan membangkitkan sinyal clock. Berikut adalah rangkaian LCD 16x2 dengan Modul I2C pada rangkaian mikrokontroler arduino. Berikut adalah perancangan skematik LCD yang ditunjukkan oleh Gambar 4.



Gambar 4. Skematik perancangan LCD

## 2.5. Perancangan Buzzer

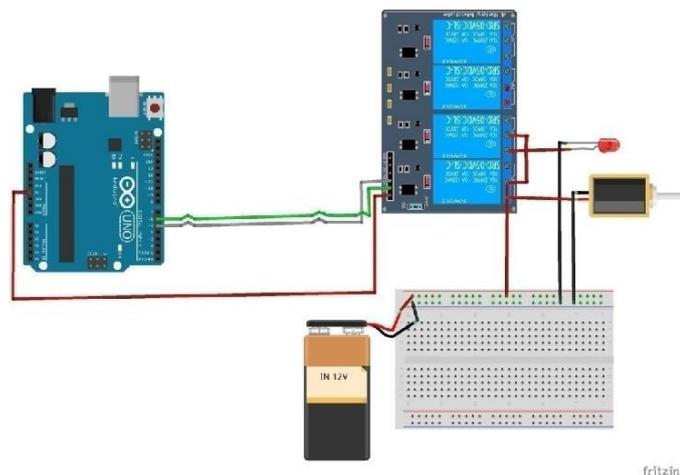
Untuk memonitor atau tanda beep alarm ketika ada perintah dari mikrokontroler diperlukan komponen buzzer yaitu sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara [20]. Pada umumnya, Buzzer yang merupakan sebuah perangkat audio ini sering digunakan pada rangkaian anti-maling, Alarm pada Jam Tangan, Bel Rumah, peringatan mundur pada Truk dan perangkat peringatan bahaya lainnya. Jenis Buzzer yang sering ditemukan dan digunakan adalah Buzzer yang berjenis Piezoelectric, hal ini dikarenakan Buzzer Piezoelectric memiliki berbagai kelebihan seperti lebih murah, relatif lebih ringan dan lebih mudah dalam menggabungkannya ke Rangkaian Elektronika lainnya. Buzzer yang termasuk dalam keluarga Transduser ini juga sering disebut dengan Beeper. Berikut adalah Rangkaian Buzzer pada mikrokontroler arduino. Berikut adalah perancangan dari skematik buzzer yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Skematik perancangan Buzzer

## 2.6. Perancangan Relay

Relay merupakan suatu alat yang berfungsi sebagai switch elektronik dimana penggeraknya terbuat dari lilitan kawat tembaga [15]. Pada dasarnya sebuah lilitan tembaga pada sebuah inti besi yang mana bila kedua ujungnya dihubungkan dengan sumber tegangan, maka akan timbul medan magnet pada inti besi tersebut. Sehingga Dari tiap Relay digunakan sebagai saklar untuk menghidupkan komponen elektronik lainnya yang ada di dalam perancangan alat ini. Berikut adalah sebuah gambar rangkaian relay pada mikrokontroller arduino. Berikut adalah perancangan dari Relay pada alat ini yang dapat dilihat pada Gambar 6.

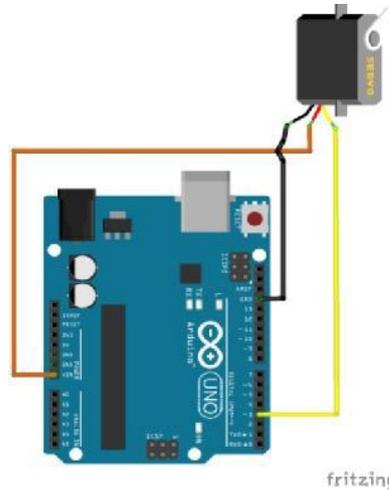


Gambar 6. Skematik perancangan Relay

## 2.7. Perancangan Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo) [24], sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. Dalam pembuatan alat ini

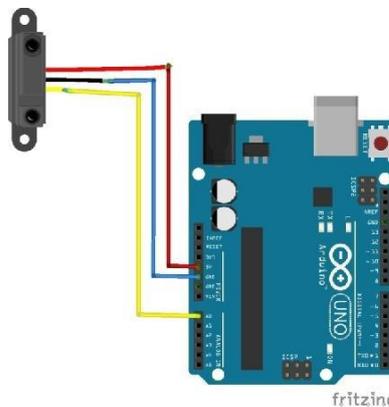
servo digunakan sebagai penggerak pintu pada alat. Berikut adalah skematik perancangan rangkaian servo yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Skematik perancangan Servo

## 2.8. Perancangan Rangkaian Sensor Infrared

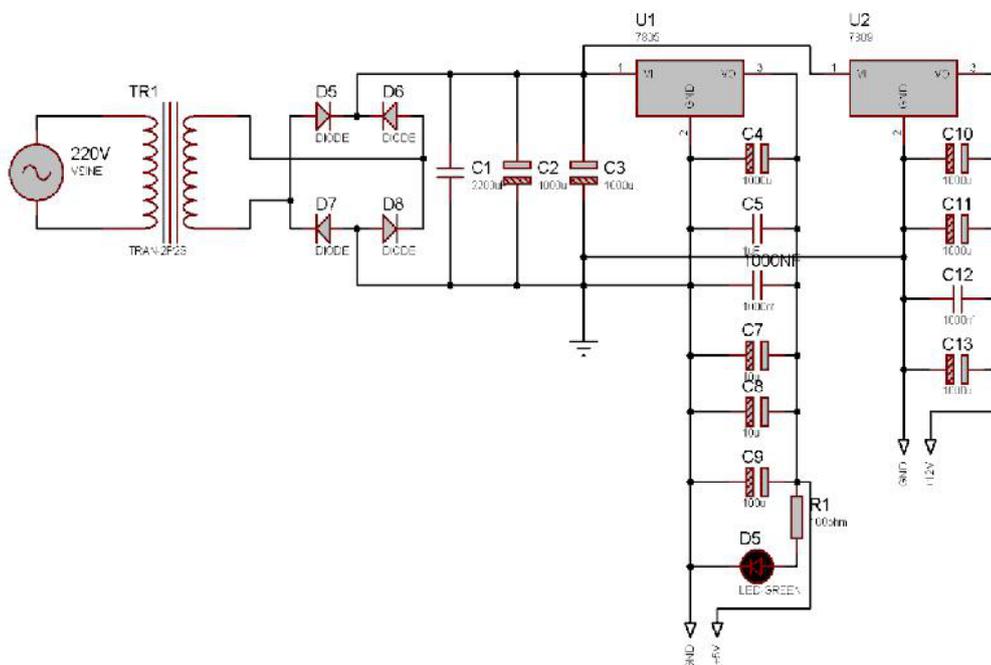
Sistem sensor infra merah pada dasarnya menggunakan infra merah sebagai media untuk komunikasi data antara receiver dan transmitter [11]. Sistem akan bekerja jika sinar infra merah yang dipancarkan terhalang oleh suatu benda yang mengakibatkan sinar inframerah tersebut tidak dapat terdeteksi oleh penerima. Keuntungan atau manfaat dari sistem ini dalam penerapannya antara lain sebagai pengendali jarak jauh, alarm keamanan, otomatisasi pada sistem. Pemancar pada sistem ini terdiri atas sebuah LED inframerah yang dilengkapi dengan rangkaian yang mampu membangkitkan data untuk dikirimkan melalui sinar infra merah, sedangkan pada bagian penerima biasanya terdapat foto transistor, fotodiode, atau inframerah modul yang berfungsi untuk menerima sinar inframerah yang dikirimkan oleh pemancar. Rancangan skematik sensor infrared ditunjukkan oleh Gambar 8.



Gambar 8. Skematik perancangan sensor infrared

## 2.9. Perancangan Rangkaian Power Supply

Dalam penggunaan sebuah alat elektronika sangat dibutuhkanlah sebuah power supply yang diperuntukan untuk mensuplai semua daya untuk keseluruhan komponen agar sebuah rangkaian elektronik dapat bekerja [22]. Lalu untuk dapat memaksimalkan kinerja sistem dibutuhkanlah sebuah perancangan power supply yang seabil agar mikrokontroller dapat bekerja dengan stabil. Berikut adalah sekematik dari perancangan power supply. Berikut adalah perancangan dari power supply pada alat ini, ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Skematik rangkaian power supply

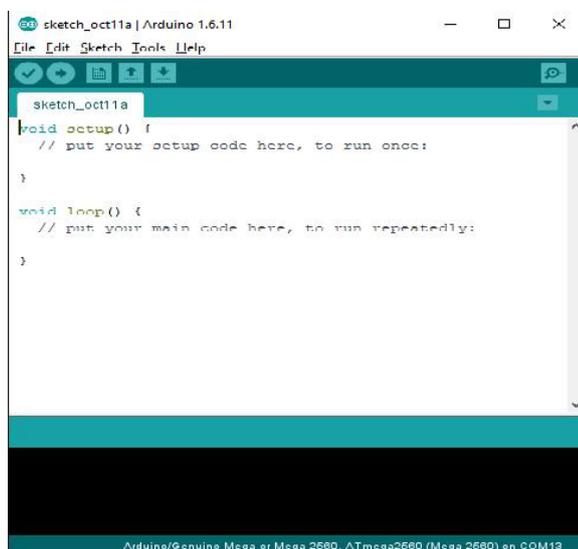
## 2.10. Penggunaan Software IDE Arduino

Perancangan sistem pada software Arduino sangat penting sebab dari sinilah program dibuat dan di upload menggunakan software Arduino [25], [26], hal ini bertujuan untuk menyisipkan kode program kedalam Arduino. Pada perancangan alat ini menggunakan Arduino UNO R3. Selain langkah di atas kita juga perlu menginisialisalkan Port Serial tujuannya agar Arduino dapat terhubung ke komputer biasanya menggunakan sebuah kabel USB agar Arduino dapat terhubung dengan komputer.

## 2.11. Penulisan Kode Program

Penulisan kode program dilakukan untuk memberikan instruksi-instruksi menggunakan bahasa pemrograman C yang bertujuan untuk menjalankan sistem agar dapat berkerja sesuai kode program yang telah diisikan kedalam sebuah Arduino, tanpa kode program sistem tidak dapat

berkerja sebab kode program adalah bagian yang paling utama dalam kita membuat sebuah alat. Berikut ini adalah tampilan layer untuk mengisikan kode program pada Software IDE Arduino yang ditunjukkan oleh Gambar 10.



Gambar 10. Layer penulisan sketch program

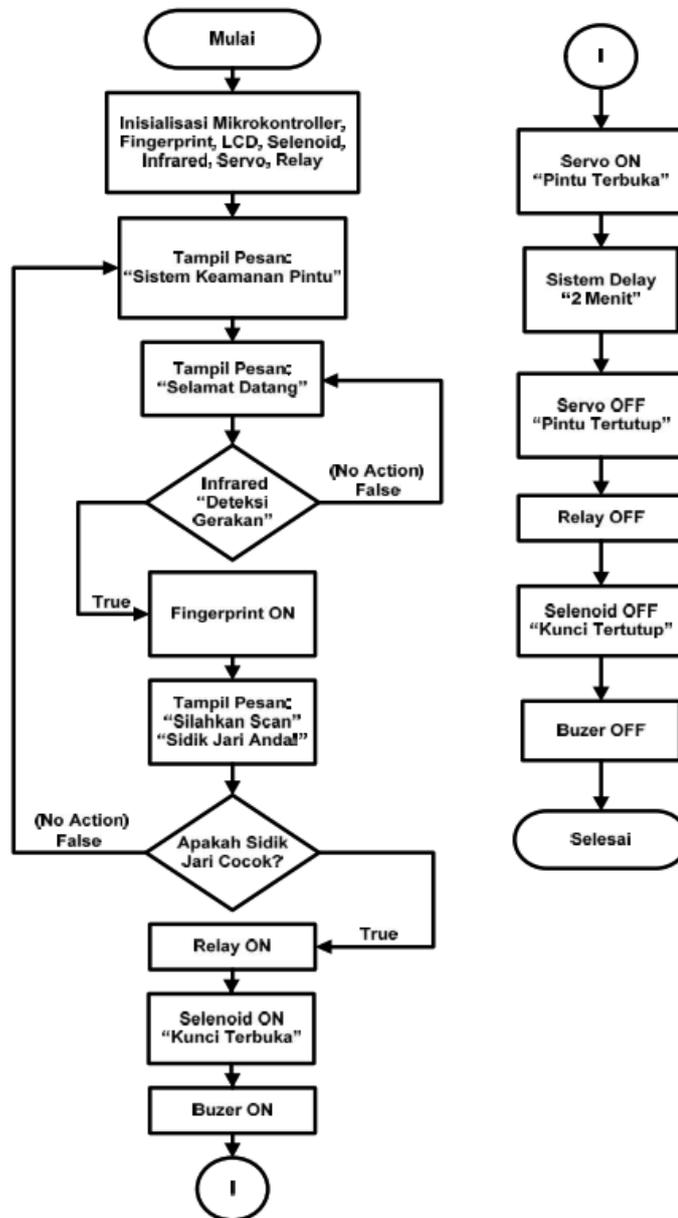
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini berupa sistem keamanan pintu menggunakan sensor sidik jari berbasis mikrokontroler Arduino UNO R3, ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Sistem keamanan pintu

Pada diagram alir di bawah ini menjelaskan tentang bagaimana cara kerja dan proses alat bekerja, ditunjukkan oleh Gambar 12.



Gambar 12. Diagram alir alat

Berikut adalah penjelasan secara lengkap dari Gambar 12:

1. Pada awal sistem mulai akan mempersiapkan semua komponen sistem seperti Module Fingerprint, LCD, Relay, Buzzer, Servo, Sensor infrared Dan komponen pendukung lainnya yang terhubung dalam satu kesatuan komponen.
2. Inputan berasal dari 2 buah komponen yaitu Module Fingerprint dan Sensor Infrared.
3. Jika Sensor Infrared mendapat inputan dari gerak tangan, akan mengaktifkan Module Fingerprint.

4. Jika inputan dari Module Fingerprint benar (True) akan membuka relay Ch1 yang akan menghidupkan solenoid door lock sehingga kunci terbuka dan menampilkan pada LCD kunci terbuka.
5. Kemudian Motor Servo akan bergerak otomatis untuk membuka pintu.
6. Selama proses pintu terbuka Buzzer akan ON untuk memberikan indikator peringatan, kemudian Buzzer akan OFF ketika pintu telah tertutup kembali.
7. Sistem pada Motor Servo akan melakukan proses Delay selama 2 menit, kemudian Sistem akan otomatis menutup pintu.
8. Sensor infrared berfungsi sebagai proses reset sistem yaitu mengembalikan sistem pada pengaturan ulang untuk menginputkan sidik jari, sistem akan membaca ID sidik jari yang telah terdaftar pada sistem.

Selanjutnya dilakukan pengujian mikrokontroler pada alat ini yaitu untuk menentukan apakah alat yang telah dibuat telah berfungsi dengan baik dan sudah sesuai dengan perancangan atau belum. Mula-mula pengujian dilakukan dengan terpisah, mulai dari komponen-komponen yang digunakan dalam perancangan alat ini sehingga mendapatkan hasil yang diinginkan. Setelah itu pengujian dilanjutkan dengan pengujian dari keseluruhan rangkaian komponen mikrokontroler yang telah terpasang.

### 3.1. Pengujian Power Supply

Power Supply adalah salah satu komponen paling penting dalam pembuatan alat ini karena power supply adalah sumber tegangan untuk menghidupkan semua komponen yang ada pada alat ini. Pada alat ini power supply yang digunakan sebesar 2 Ampere dengan menggunakan Trafo CT yang diturunkan menjadi dua buah tegangan yaitu 12V dc dan 5V dc. Berikut adalah pengujian dari rangkaian power supply yang dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Pengukuran tegangan dengan multimeter

### 3.2. Pengujian LCD

Pada tahap ini adalah pengujian komunikasi mikrokontroler arduino dengan module LCD 16x2, pada alat ini module lcd 16x2 digunakan sebagai monitor untuk mengetahui kondisi kerja sistem pemantauan lebih mudah. Berikut adalah hasil pengujian lcd yang ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Pengujian LCD

### 3.3. Pengujian Servo

Penggunaan motor dengan gear box atau yang biasa disebut dengan servo pada alat ini digunakan sebagai penutup dan pembuka pintu. Berikut adalah hasil pengujian komponen servo yang ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 15. Pengujian servo

### 3.4. Pengujian Module Fingerprint

Penggunaan Module Fingerprint atau yang biasa dikenal dengan Sensor Sidik Jari digunakan untuk mengontrol sistem dengan ID pengguna, berupa Sidik Jari dari pemilik hak akses, sehingga pengontrolan alat bisa dilakukan tanpa menggunakan media Kunci atau kartu, melainkan hanya menggunakan sebuah ID Pengguna berupa Sidik Jari yang dapat mengontrol sistem. Berikut adalah hasil dari pengujian Module Fingerprint yang dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Pengujian module fingerprint

### 3.5. Pengujian Relay

Pada perancangan alat ini penggunaan Relay ditujukan untuk mengontrol Solenoid Door Lock yang berfungsi sebagai kunci elektrik sehingga kunci bisa dikontrol otomatis oleh sistem dan pengontrol saklar lampu pada alat. Berikut adalah hasil pengujian pada alat ini yang ditunjukkan pada Gambar 17.



Gambar 17. Pengujian relay

### 3.6. Pengujian Sensor Infrared

Fungsi dan kegunaan dari Sensor Infrared yaitu ditujukan sebagai pemicu atau Reset system untuk menghidupkan Module Fingerprint, Sensor Infrared akan mendeteksi gerakan tangan untuk menghidupkan Module Fingerprint, selanjutnya Fingerprint akan mendeteksi sidik jari dari pemilik hak akses. Hasil pengujian Sensor Infrared dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Pemasangan Sensor Infrared

## 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa hasil dari penelitian sudah selesai dan hasil sudah dapat di uji coba dan prototipe sudah bisa digunakan. Tetapi masih banyak sekali kesalahan sistem karena perancangan dan program belum sempurna. Tetapi dalam proses melakukan penelitian sudah bisa dibilang berhasil karena alat yang diharapkan dapat bekerja dengan semestinya walaupun belum sempurna seperti yang diharapkan. Serta diharapkan dapat dikembangkan dalam penelitian berikutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Nurkholis, A. Riyantomo, and M. Tafrikan, "Sistem Pakar Penyakit Lambung Menggunakan Metode Forward Chaining," *Momentum*, vol. 13, no. 1, pp. 32–38, 2017.
- [2] A. Nurkholis and I. S. Sitanggang, "A spatial analysis of soybean land suitability using spatial decision tree algorithm," in *Sixth International*

- Symposium on LAPAN-IPB Satellite*, Dec. 2019, no. December, p. 113720I, doi: 10.1117/12.2541555.
- [3] A. Nurkholis and I. S. Sitanggang, "Optimalisasi model prediksi kesesuaian lahan kelapa sawit menggunakan algoritme pohon keputusan spasial," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 8, no. 3, pp. 192–200, 2020, doi: 10.14710/jtsiskom.2020.13657.
- [4] S. Samsugi, Z. Mardiyansyah, and A. Nurkholis, "Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 1, no. 1, pp. 17–22, 2020.
- [5] A. Pangestu, A. Z. Iftikhor, Damayanti, and M. Bakri, "Sistem Rumah Cerdas Berbasis IoT Dengan Mikrokontroler NodeMCU dan Aplikasi Telegram," *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 8–14, 2020.
- [6] A. T. Wahyudi, Y. W. Utama, M. Bakri, M. T. S. Dadi, S. Kom, and M. Eng, "Sistem Otomatis Pemberian Air Minum Pada Ayam Pedaging Menggunakan Mikrokontroler Arduino Dan Rtc Ds1302," *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 22–28, 2020.
- [7] A. P. Zanofa, R. Arrahman, M. Bakri, and A. Budiman, "Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3," *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 22–27, 2020.
- [8] A. Surahman, B. Aditama, M. Bakri, and R. Rasna, "Sistem Pakan Ayam Otomatis Berbasis Internet Of Things," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 2, no. 1, pp. 13–20, 2021.
- [9] A. Anantama, A. Apriyantina, S. Samsugi, and F. Rossi, "Alat Pantau Jumlah Pemakaian Daya Listrik Pada Alat Elektronik Berbasis Arduino UNO," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 1, no. 1, pp. 29–34, 2020.
- [10] D. Setiadi and M. N. Abdul Muhaemin, "Penerapan Internet of Things (IoT) Pada Sistem Monitoring Irigasi (Smart Irigasi)," *Infotronik J. Teknol. Inf. dan Elektron.*, vol. 3, no. 2, p. 95, 2018, doi: 10.32897/infotronik.2018.3.2.108.
- [11] F. Kurniawan and A. Surahman, "Sistem Keamanan Pada Perlintasan Kereta Api Menggunakan Sensor Infrared Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 2, no. 1, pp. 7–12, 2021.
- [12] A. S. Puspaningrum, F. Firdaus, I. Ahmad, and H. Anggono, "Perancangan Alat Deteksi Kebocoran Gas Pada Perangkat Mobile Android Dengan Sensor Mq-2," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2020.
- [13] R. Genaldo, T. Septyawan, A. Surahman, and P. Prasetyawan, "Sistem Keamanan Pada Ruang Pribadi Menggunakan Mikrokontroler Arduino dan SMS Gateway," *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 13–19, 2020.
- [14] T. Susanto, S. D. Riskiono, Rikendry, and A. Nurkholis, "Implementasi Kendali LQR Untuk Pengendalian Sikap Longitudinal Pesawat Flying Wing," *J. Electro Luceat*, vol. 6, no. 2, pp. 245–254, 2020, doi: <https://doi.org/10.32531/jelekn.v6i2.257>.

- [15] T. Widodo, B. Irawan, A. T. Prastowo, and A. Surahman, "Sistem Sirkulasi Air Pada Teknik Budidaya Bioflok Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO R3," *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–6, 2020.
- [16] R. D. Valentin, B. Diwangkara, and S. D. Riskiono, "Alat Uji Kadar Air Pada Buah Kakao Kering Berbasis Mikrokontroler Arduino," *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 28–33, 2020.
- [17] M. O. Prasetyo, A. Setiawan, R. D. Gunawan, and Z. Abidin, "Sistem Pengendali Air Tower Rumah Tangga Berbasis Android," *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 20–25, 2020.
- [18] I. K. Gunawan, A. Nurkholis, and A. Sucipto, "Sistem Monitoring Kelembaban Gabah Padi Berbasis Arduino," *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2020.
- [19] A. I. Yusuf, S. Samsugi, and F. Trisnawati, "Sistem Pengaman Pintu Otomatis Dengan Mikrokontroler Arduino Dan Module RF Remote," *J. Ilm. Mhs. Kendali dan List.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2020.
- [20] Y. Rahmanto, A. Rifaini, S. Samsugi, and S. D. Riskiono, "Sistem Monitoring pH Air Pada Aquaponik Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 1, no. 1, pp. 23–28, 2020.
- [21] H. Hayatunnufus and D. Alita, "Sistem Kendali Otomatis Pada Akuaponik Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 1, no. 1, pp. 11–16, 2020.
- [22] Y. Rahmanto, A. Burlian, and S. Samsugi, "Sistem Kendali Otomatis Pada Akuaponik Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 2, no. 1, pp. 1–6, 2021.
- [23] E. F. Colli, I. N. Paramytha, and N. Fithri, "Otomatisasi Membuka Pintu Dan Menghidupkan Lampu Pada Smart Class Berbasis Mikrokontroler," in *Bina Darma Conference on Engineering Science (BDCES)*, 2019, vol. 1, no. 1, pp. 98–109.
- [24] Y. Rahmanto, A. Rifaini, S. Samsugi, and S. D. Riskiono, "Sistem Monitoring pH Air Pada Aquaponik Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 1, no. 1, pp. 23–28, 2020.
- [25] A. Anantama, A. Apriyantina, S. Samsugi, and F. Rossi, "Alat Pantau Jumlah Pemakaian Daya Listrik Pada Alat Elektronik Berbasis Arduino UNO," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 1, no. 1, pp. 29–34, 2020.
- [26] D. Prihatmoko, "PENERAPAN INTERNET OF THINGS ( IoT ) DALAM PEMBELAJARAN DI UNISNU JEPARA," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 2, p. 567, 2016, doi: 10.24176/simet.v7i2.769.