

# Sistem Pengaman Lift dengan RFID Berbasis Mikrokontroler

Zalfadli Prihantoni<sup>1</sup>, Fivia Eliza<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri  
PadangJl. Prof Dr. Hamka Air Tawar, Padang, Indonesia  
e-mail: zalfadlioni69@gmail.com

## Abstrak

Bangunan yang memiliki lebih dari satu lantai diperlukan tangga yang dapat menghubungkan satu lantai ke lantai lain. Namun, dengan menggunakan tangga masih belum efisien. Oleh karena itu, diperlukan sebuah *lift* yang dapat digunakan untuk menghubungkan seluruh lantai di gedung. Untuk mengontrol sebuah elevator butuh motor dan sistem kontrol. Tujuan dari tugas akhir ini adalah merancang sebuah sistem pengaman *lift* dengan RFID dengan arduino sebagai mikrokontolernya pada sebuah bangunan berkonsep mix building (pada rancangan ini pada campuran bangunan Hotel dan Mall), agar mencegah adanya penyusup atau pengunjung yang seenaknya memakai *lift* pada lantai yang telah ditentukan, jadi hanya orang yang memiliki kartu Hak akses yang dapat menuju lantai tersebut. Dalam perancangan ini, motor yang digunakan adalah Motor Stepper. Motor Stepper digunakan untuk mengangkat ke atas dan ke bawah *lift*. Sementara Microcontroller digunakan untuk memberi sinyal data ke Stepper Motor sehingga dapat bergerak searah dengan jarum jam atau sebaliknya (mengangkat ke atas dan ke bawah *lift*). Akses *lift* menggunakan kartu RFID berbasis mikrokontroler. mikrokontroler sebagai pengendali utama, Tag RFID + Reader RFID sebagai akses *lift* menuju lantai tujuan, sensor potodiode sebagai sensor pada pintu, Motor Stepper 5v untuk membuka dan menutup pintu *lift* dan Motor Stepper 12v sebagai naik turun pada *lift*.

## INFO.

No. 232

Received April 2, 2022

Revised. April 14, 2022

Accepted. April 16, 2022

Page. 223-232

## Kata kunci:

- ✓ Mikrokontroler Arduino
- ✓ Lift
- ✓ RFID
- ✓ Motor Stepper
- ✓ Sensor Photodiode

## Abstract

*Buildings that have more than one floor require stairs that can connect one floor to another. However, using stairs is still not efficient. Therefore, we need an elevator that can be used to connect all floors in the building. To control an elevator requires a motor and a control system. The purpose of this final project is to design an elevator security system with RFID with Arduino as the microcontroller in a building with a mix building concept (in this design a mixture of Hotel and Mall buildings), in order to prevent intruders or visitors from using the elevator on a predetermined floor. , so only people who have the Right of access card can go to that floor. In this design, the motor used is a Stepper Motor. Stepper motor is used to lift up and down the elevator. While the Microcontroller is used to signal data to the Stepper Motor so that it can move clockwise or vice versa (lifting up and down the elevator). Elevator access uses a microcontroller-based RFID card. microcontroller as the main controller, RFID Tag + RFID Reader as elevator access to the destination floor, photodiode sensor as a sensor on the door, 5v Stepper Motor to open and close the elevator door and 12v Stepper Motor as up and down in the elevator.*

## PENDAHULUAN

Pada Bangunan yang memiliki lebih dari satu lantai diperlukan tangga yang dapat menghubungkan satu lantai ke lantai lain. Namun, dengan menggunakan tangga masih belum efisien. Oleh karena itu, diperlukan sebuah *lift* yang dapat digunakan untuk menghubungkan seluruh lantai di gedung. Untuk mengontrol sebuah elevator butuh motor dan sistem kontrol. Motor digunakan untuk mengangkat ke atas dan ke bawah *lift*. Sementara Mikrokontroler digunakan untuk memberi sinyal data ke Motor sehingga dapat bergerak searah dengan jarum jam atau sebaliknya (mengangkat ke atas dan ke bawah *lift*)[1]. Untuk tahu bahwa harus ke bawah atau ke atas menggunakan tombol manual. Tombol ini ditempatkan pada setiap lantai sehingga dapat mendeteksi Mikrokontroler menekan tombol untuk memutuskan *lift* yang dapat bergerak ke atas dan ke bawah. Survey lapangan pada bangunan *mixed use building* yang tergabung antara hotel dan mall, *lift* dan escalator nya didalam mall ada yang dimatikan dan ditutup, untuk menghindari pengunjung mall yang naik menuju lantai atas dimana hotel berada tanpa sepengetahuan pihak hotel[2].

Berdasarkan permasalahan diatas, dilakukan "SISTEM PENGAMAN *LIFT* DENGAN RFID BERBASIS MIKROKONTROLER". Rancangan ini bertujuan untuk membuat sebuah perancangan sistem keamanan *lift* berbasis arduino pada bangunan dengan konsep *Mixed Use Building* (tergabung antara hotel dan Mall) dengan menggunakan kartu RFID untuk mengakses lantai 3 (Hotel). Pada perancangan ini Arduino MEGA2560 digunakan sebagai mikrontroler untuk pemrosesan data, Karena bahasa pemrogramannya lebih mudah[3].

Hasil dari penelitian yang didapatkan adalah sebuah *lift* dengan sistem pengaman Rfid pada bangunan konsep mix building. Setiap penghuni yang memesan hotel akan diberikan kartu RFID yang berisikan data hak akses lantai 3. dengan menggunakan sistem identifikasi kartu RFID, penghuni hotel dapat mengakses lantai yang telah ditentukan. Penggunaan LCD sebagai tampilan informasi tentang keberadaan *lift*, status *lift*, penampil data pengguna ketika teridentifikasi oleh RFID reader. Penggunaan Motor Stepper merupakan motor penggerak yang digunakan untuk menggerakkan sangkar *lift* naik dan turun menuju lantai yang sesuai dengan RFID serta penggerak pintu. Motor stepper tidak dapat dikendalikan langsung oleh mikrokontroler, sehingga dibutuhkan rangkaian driver sebagai sarana untuk mengendalikannya. Digunakan motor stepper pada alat ini karena pergerakan motor stepper dapat diatur presisi. Dengan adanya alat ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan dan kenyamanan bagi pengguna hotel dan pihak hotel[4].

## DASAR TEORI

### Sistem kontrol

Sistem kontrol atau sistem kendali adalah kumpulan dari beberapa komponen yang terhubung satu sama lainnya, sehingga membentuk satu tujuan tertentu yaitu mengendalikan atau mengatur suatu sistem. Sistem kontrol dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu sistem kontrol *loop* terbuka dan sistem kontrol *loop* tertutup [5].

### Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan *chip* mikrokomputer secara fisik berupa sebuah IC (*Integrated Circuit*). Mikrokontroler biasanya digunakan dalam sistem yang kecil, murah, dan tidak membutuhkan perhitungan yang sangat kompleks seperti dalam aplikasi di PC [6]. Penggunaan utama mikrokontroler adalah untuk mengontrol operasi sebuah mesin yang menggunakan program tetap yang disimpan dalam ROM dan tidak berubah sepanjang sistem tersebut [7].

### Arduino

Arduino adalah sebuah board mikrokontroler yang bersifat open source, dimana desain skematik dan PCB bersifat open source, sehingga kita dapat menggunakannya maupun melakukan modifikasi. Software untuk membuat, mengkompilasi dan meng-upload program yaitu Arduino IDE atau disebut juga Arduino Software yang juga bersifat *open source*. *Arduino IDE (Integrated Development Environment)* dibuat dari bahasa pemrograman Java [8].

**LCD( Liquid Crystal Display )**

Serial LCD 16X2 digunakan untuk menghemat penggunaan pin pada LCD, jika tidak menggunakan serial harus menggunakan lima pin digital. Saat menggunakan LCD serial, hanya gunakan pin sda dan scl[6]. Liquid Crystal Display (LCD) 16x2, merupakan jenis tampilan elektronik yang dibuat dengan menggunakan teknologi logika CMOS [7].

**Motor Stepper**

Motor stepper adalah motor listrik yang dikendalikan oleh pulsa digital, bukan dengan memberikan tegangan kontinu. Serangkaian pulsa digunakan untuk menerjemahkan poros, dimana setiap putaran membutuhkan jumlah pulsa yang ditentukan [8].Motor stepper dikendalikan dengan menentukan arah dan kecepatannya. Arah putaran motor stepper adalah searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam (Counter Clock Wise/CCW). Kecepatan putaran motor DC diatur oleh besarnya arus yang diberikan [9].

**RFID( Radio Frequency Identification )**

RFID adalah teknologi berbasis gelombang radio. Teknologi ini mampu mengidentifikasi beberapa objek secara bersamaan tanpa perlu kontak langsung atau jarak dekat. Sensor RFID adalah sensor yang mengidentifikasi item menggunakan frekuensi radio. Sensor ini terdiri dari dua bagian penting yaitu transceiver (pembaca) dan transponder (tag). Setiap tag menyimpan data yang berbeda. Data tersebut merupakan data identitas tag. Pembaca akan membaca data dari tag melalui gelombang radio. Pembaca biasanya terhubung ke mikrokontroler. Mikrokontroler ini berfungsi untuk mengolah data yang diperoleh dari reader [10].RFID atau Radio Frequency Identification merupakan teknologi yang menggunakan gelombang radio yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi suatu objek[11].

**Bahasa Pemrograman C**

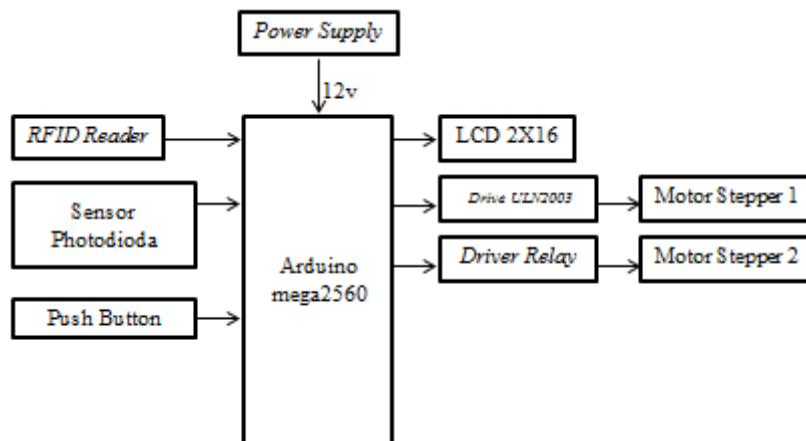
Bahasa C disebut sebagai bahasa pemrograman terstruktur, fungsional karena strukturnya menggunakan fungsi fungsi sebagai program bagian (*subroutine/ module*). Fungsi selain fungsi utama disebut *subroutine/ module* dan ditulis setelah fungsi utama (main) atau diletakkan pada file pustaka (*library*). Jika fungsi-fungsi diletakkan pada file pustaka dan akan dipakai di suatu program, maka nama file headernya harus dilibatkan dalam program menggunakan *preprocessor directive #include* [12].

**METODE PENELITIAN**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah membuat perangkat *hardware* berupa miniature lift serta pelaksanaan percobaan pada perangkat *software*.

**A. Blok Diagram**

Adapun blok diagram dari alat adalah seperti dibawah ini.

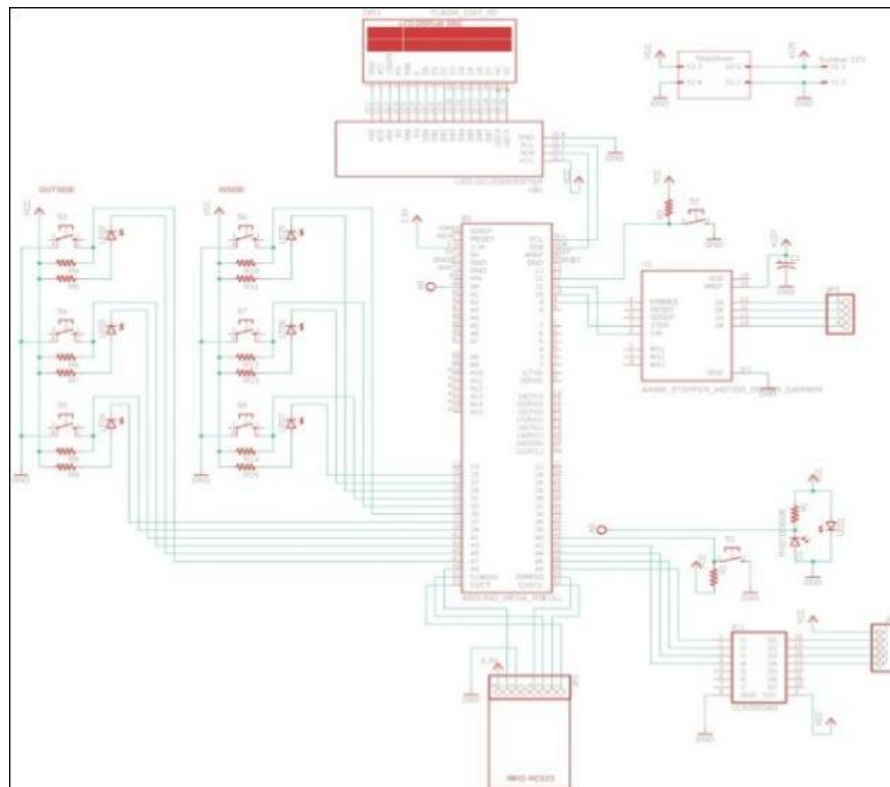


Gambar 1. Blok Diagram

RFID Reader berfungsi untuk mengidentifikasi ID card user agar dapat mengakses atau menuju lantai 3. Sensor laser berfungsi untuk mendeteksi *user* masuk kedalam list pada ruangan lantai 1 untuk menutup pintu *lift*. Arduino Mega2560 berfungsi sebagai otak atau pusat pengolahan data dari input berupa *RFID reader* MRC522, rangkaian sensor *laser* dan motor Stepper LCD 2x16 (*liquid crystal display*) berfungsi sebagai *interface* yang ditampilkan pada alat agar dapat mengetahui informasi dari pengentrian tag ID user terdaftar atau tidaknya dalam mengakses *lift*. Motor Stepper sebagai penggerak dalam mekanikal menaikkan dan menurunkan ruangan pada *lift* dan sebagai penggerak mekanikal pintu pada ruangan *lift*.

### B. Rangkaian Keseluruhan

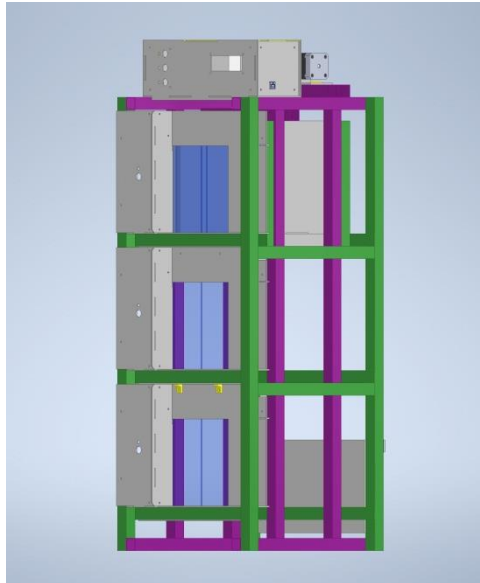
Rangkaian keseluruhan meliputi sumber tegangan, penginput data pemilik kartu RFID, Menampilkan data pemilik kartu, menggerakkan *lift* ke titik yang telah ditentukan. Rangkaian keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Keseluruhan

### C. Perancangan Hardware

Secara garis besar perancangan *hardware* terdiri dari rancangan mekanik dan elektronik, perancangan ini sendiri bertujuan untuk memudahkan dalam pembuatan alat serta mengurangi kesalahan dalam pembuatan alat.



**Gambar 2. Rancangan Alat**

Pada gambar 3. Merupakan perancangan mekanik Alat yang dibuat dengan miniature yang digunakan berupa akrilik dan rangka alumunium profile.

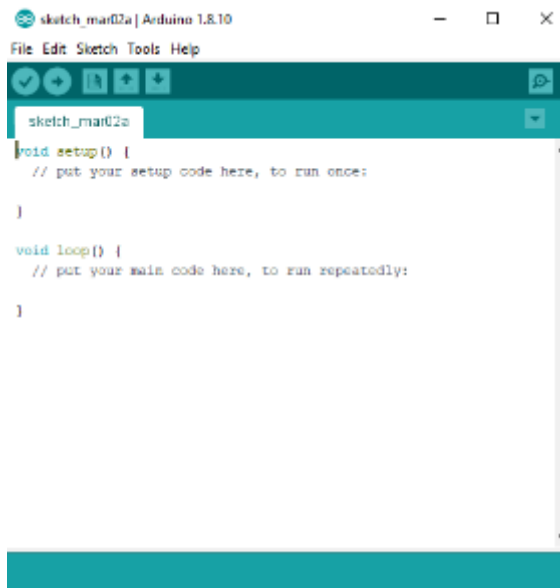
#### **D. Prinsip Kerja**

Prinsip kerja dari Alat ini adalah menggunakan rfid sebagai sistem identifikasi lantai. Pada prinsipnya sistem kontrol bekerja saat user mengentrikan tag ID ke RFID reader, jika RFID reader mendeteksi adanya Tag ID maka nomor ID tersebut akan dikirimkan ke Arduino untuk diproses, jika tidak maka sistem akan menampilkan pada tampilan LCD bahwasanya Tag ID tidak terdaftar pada sistem ini.

Selanjutnya jika terdaftar maka sistem akan menganalisa ID tersebut dan memberikan hak akses lantai 3, dan jika user pada lantai 2 dan 3 ingin turun ke lantai 1, maka user hanya perlu menekan tombol yang ada pada *lift*, tidak perlu lagi mengentrikan Tag ID user ke RFID reader, jika tidak lagi ada penggunaan *lift* maka sistem akan menutup pintu ruangan *lift*.

#### **E. Perancangan Software**

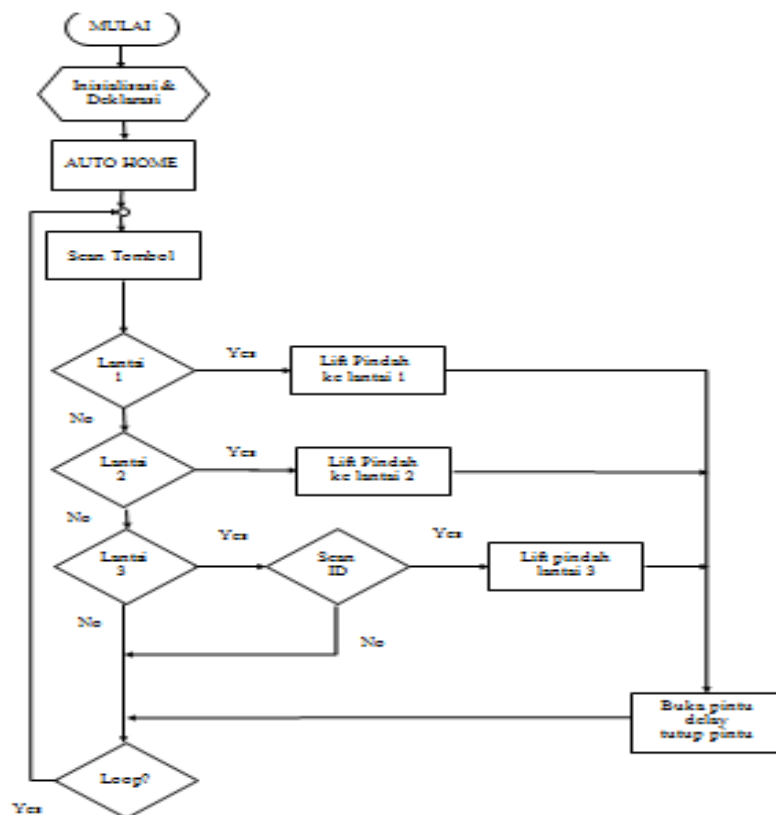
Perancangan software untuk tugas akhir ini menggunakan Arduino IDE (Integrated Development Environment) yang merupakan lingkungan bahasa terintegrasi yang digunakan untuk pengembangan. Lingkungan ini karena melalui perangkat lunak Arduino ini diprogram untuk melakukan fungsi yang ditulis melalui sintaks pemrograman. Arduino IDE merupakan software yang memudahkan untuk membuat program dan mengupload program tersebut ke board Arduino. Arduino IDE dilengkapi dengan library C/C++ yang disebut wiring sehingga dapat mempermudah pengoperasian input dan output. Arduino IDE dikembangkan dari perangkat lunak pengolah yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino. Sebuah mikrokontroler tidak akan bekerja jika tidak diberikan program untuk di-load ke mikrokontroler. Oleh karena itu, dalam pembuatan pemrograman tugas akhir ini, akan digunakan software sebagai media penghubung antar program yang akan dimuat ke dalam mikrokontroler Arduino menggunakan perangkat lunak Arduino (IDE).



Gambar 4. Aplikasi Arduino IDE

#### F. Diagram Alir(Flowchart)

Flowchart berfungsi sebagai keinginan dalam membuat listing program. Flowchart berisi instruksi untuk program yang akan dibuat. Secara garis besar Flowchart dari sistem perancangan ini dapat dengan jelas menunjukkan kontrol dari algoritma yaitu bagaimana rangkaian kegiatan berjalan. Sistem tugas akhir ini ditampilkan pada flowchart seperti gambar di bawah ini.



Gambar 5. Flowchart sistem pengaman lift dengan RFID berbasis mikrokontroler

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pembuatan Tugas Akhir ini dibangun menggunakan komponen-komponen yang sudah dihubungkan satu sama lain dan dipusatkan pada Arduino Uno.

### 1. Pengujian Jarak Sensor RFID

Pengujian dilakukan dengan mendekatkan *RFID Tag Card* ke *RFID*. Reader dengan jarak tertentu dan kemudian diukur oleh mistar ukur. Apabila *RFID Tag Card* terdeteksi oleh *RFID* maka *lift* akan bergerak menuju lantai 3. Apabila kartu RFID tidak sesuai maka akan muncul tampilan pada lcd tidak terdeteksi dan *lift* tidak bisa bergerak. Pengujian kemampuan jarak dari sensor dan ID dari kartu *RFID* dapat dilihat dari tabel 1.

Tabel 1. Pengujian *RFID*

UJI COBA	JARAK SENSOR PADA RFID		
	1 Cm	2 Cm	3 Cm
1	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
2	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
3	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
4	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
5	Terdeteksi	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi

Pada uji coba pertama sampai dengan yang kelima, sensor RFID dapat bekerja dengan baik dikarenakan pada saat penempelan *card* dari jarak 1cm sampai dengan 3cm dapat membaca *tag card* dengan baik, Pengujian sensor RFID ini bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh jarak transmisi antara *tag card* RFID dengan *RFID reader*. Pengujian dilakukan dengan mendekatkan *tag card* RFID ke *RFID reader* dengan jarak tertentu kemudian diukur oleh Penggaris. Berikut ini adalah hasil dari pengujian sensor RFID Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa jarak maksimal pendeteksian *tag card* RFID ke *RFID reader* adalah 3 cm, lebih dari itu maka *RFID reader* tidak bisa mendeteksi *tag card*.

### 2. Pengujian ID pada Kartu

Proses Pengujian ID Card pada perangkat ini adalah dengan cara menempalkan kartu yang sudah berhasil di registrasi pada RFID reader. Jika kartu telah teregistrasi pada perangkat, maka perangkat *lift* akan berkerja sesuai program yang telah dibuat dan jika kartu tersebut belum di registrasi pada perangkat, maka kartu tersebut tidak dapat dipakai maupun digunakan pada perangkat ini. Untuk hal tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Pengujian ID Card

ID Card Pada RFID				
Kartu	Kode Card	Status	Tampilan LCD	Stepper 5V
Kartu 1	B0 19 0F 54	Berhasil	Terdaftar	Lift Naik
Kartu 2	43 96 A6 15	Tidak Berhasil	Tidak Terdaftar	Tidak Naik
Kartu 3	CC F7 EE 38	Tidak Berhasil	Tidak Terdaftar	Tidak Naik

Pada keterangan tabel diatas, pengujian ID card dilakukan dengan beberapa kartu yang berbeda, Kartu pertama dengan ID sesuai maka sensor terdeteksi, LCD akan menampilkan **TERDAFTAR** dan motor bergerak menaikkan *lift* dan apabila kartu tidak sesuai Lcd akan menampilkan **TIDAK TERDAFTAR** dan *lift* tidak naik.



### 3. Pengujian Waktu tempuh pada lift

Pada proses pengujian ini, dilakukan dengan cara perhitungan waktu tempuh *lift* dari lantai 1 ke 2, lantai 1 ke lantai 3 dan juga lantai 2 ke lantai 3. Ketika melakukan pengajuan, penulis akan mencatat waktu tempuh yang diraih perangkat ini dan memasukkannya pada tabel hasil dibawah ini:

**Tabel 3. Hasil Pengukuran Waktu Tempuh**

No	Tujuan Lantai	Waktu Tempuh (ms)		
		Uji 1	Uji 2	Uji 3
1	LT.1 ke LT.2	2556	2556	2556
2	LT.2 ke LT.3	2594	2663	2634
3	LT.1 ke LT.3	5192	5196	5195
4	LT.3 ke LT.2	2556	2556	2555
5	LT.3 ke LT.1	5110	5111	5111
6	LT.2 ke LT.1	2556	2556	2556

Bisa dilihat dari table 3 diatas Selain pengujian kerja dari sistem, dalam penelitian ini juga dilakukan pengukuran terhadap waktu tempuh *lift* untuk menuju setiap lantai. Hasil pengukuran waktu tempuh dapat dilihat pada Tabel 3 uji dilakukan hingga 3 kali.

### 4. Pengujian Sensor IR Photodiode

Pada proses pengujian ini, penulis akan menghalangi pantulan cahaya infrared yang dihasilkan oleh laser photodiode sehingga sensor photodiode terpengaruhi oleh halangan tersebut yang bertujuan untuk mengantisipasi terjadinya kecelakaan penggunaan *lift*. Dengan skala nilai 1024-800 bit, nilai pengujian perangkat dapat dilihat pada hasil tabel dibawah ini:

**Tabel 4. Hasil Pengujian Sensor IR Photodiode**

Nilai ADC	
Terhalang	Tidak Terhalang
995	880
970	881
942	921
976	893
1012	879

Hasil keluaran sensor pada tabel diatas merupakan tampilan keluaran dari sensor penerima yaitu Photodiode, sinyal yang di tampilkan diatas masih berupa besaran analog. Pada pengujian pertama, ketika pantulan sinar infrared terhalang benda, pada program photodiode akan menampilkan besaran bit sebesar 995 bit, dan ketika tidak terhalangi benda maka besaran yang didapat sebesar 880 bit. Pada pengujian kedua, ketika pantulan sinar infrared terhalang benda, pada program photodiode akan menampilkan besaran bit sebesar 970 bit, dan ketika tidak terhalangi benda maka besaran yang didapat sebesar 881 bit. Pada pengujian ketiga, ketika pantulan sinar infrared terhalang benda, pada program photodiode akan menampilkan besaran bit sebesar 941 bit, dan ketika tidak terhalangi benda maka besaran yang didapat sebesar 921 bit. Pada pengujian keempat, ketika pantulan sinar infrared terhalang benda, pada program photodiode akan menampilkan besaran bit sebesar 976 bit, dan ketika tidak terhalangi benda maka besaran yang didapat sebesar 893 bit. Pada pengujian terakhir, ketika pantulan sinar infrared terhalang benda, pada program photodiode akan menampilkan besaran bit sebesar 1012 bit, dan ketika tidak terhalangi benda maka besaran yang didapat sebesar 873 bit.



## 5. Pengujian alat secara keseluruhan

Hasil pengujian alat secara keseluruhan adalah dengan cara melakukan pengujian kartu RFID apakah terdeteksi atau tidak nya kartu pada RFID reader. Sebagai sampel dapat dilihat dibawah ini :

**Tabel 5. Pengujian Alat Secara keseluruhan**

ID Card Pada RFID			
Kartu	Status	Tampilan LCD	Stepper 5V
Kartu 1	Berhasil	Terdaftar	Lift Naik
Kartu 2	Tidak Berhasil	Tidak Terdaftar	Tidak Naik
Kartu 3	Tidak Berhasil	Tidak Terdaftar	Tidak Naik

Pada keterangan tabel diatas, pengujian keseluruhannya adalah dilakukan dengan beberapa kartu yang berbeda, saat menekan tombol lantai 3 dan ada permintaan untuk tempel kartu, kartu pertama terdeteksi oleh *RFID Reader* dan motor bergerak menaikkan *lift* dan apabila kartu tidak sesuai, Lcd akan menampilkan Tidak Terdaftar dan *lift* tidak naik. Pada percobaan kartu ke 2 status tidak berhasil Karena tidak terdeteksi adanya member pada Kartu RFID maka dari itu *lift* tidak bergerak naik. Selanjutnya pada percobaan kartu 3 juga status tidak berhasil karena tidak terdeteksi adanya Member pada Kartu RFID.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian terhadap pembuatan sistem Pengaman *lift* dengan RFID berbasis mikrokontroler untuk bangunan berkonsep bercampur antara mal dan hotel, maka diperoleh kesimpulan alat ini mampu bekerja dengan baik. Yang meliputi membaca data pemilik kartu dan mengantarkan *lift* pada lantai yang ditentukan. Setiap komponen pada alat ini dapat bekerja dengan baik sesuai fungsinya masing-masing.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ihsanto, Eko. "Rancang bangun *VIP Lift* menggunakan *rfid* berbasis mikrokontroler AT89S51", 2018.
- [2] Administrator. " *Arduino Pulse Width Modulation (PWM)*". Electronic Hub, 2018.
- [3] Andrianto, H., & Darmawan, A. " *Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman*", 2016.
- [4] Andrian, Yudhi. "Perancangan Miniatur Sistem LIFT 4 Lantai dengan menggunakan Mikrokontoller AT89S51", 2009.
- [5] Rildova. " *Seismic Performance of Rail- Counterweight System of Lift in Buildings*". The Virginia Polytechnic Institute and State University, 2004.
- [6] Rehardi, D. R. "Pengukuran Usability Sistem Menggunakan Use Questionnaire Pada Aplikasi". " *Jurnal Sistem Informasi (JSI)*, 6, 663, 2014.
- [7] Saludin, M. "Prinsip kerja LCD dan pembuatannya (Liquid Crystal Display)". Yogyakarta: Graha ilmu, 2013.
- [8] Wahyudi, R. E. "Sistem Alarm Berbasis RFID Untuk Sistem Keamanan Rumah", 2010.
- [9] Kusuma, Y. "Sistem Mekanikal Gedung Pusat Pengembangan Bahan Ajar", 2010.
- [10] Mabruri, H. "Perancangan sistem sensor pendeteksi jarak menggunakan infra merah dan *ultrasonic*", 2007.
- [11] Pratama, Andhika Yodi, and Elfizon Elfizon. "Sistem Pengontrolan *Air Conditioner* Berbasis Arduino." *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, pp. 273-279, 2021.
- [12] Sari, Gusnita Parmita, and Sukardi Sukardi. "Kendali Alat Pelontar Bola Tenis Lapangan Berbasis Mikrokontroler." *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, pp. 187-192, 2020.
- [13] Lourenzaa, Sylvia. "Miniatur Sistem Pemindahan Barang Pada *Konveyor* Dengan Penggerak Motor Stepper." *Jurnal ELPOTECs*, pp. 1-9, 2021.

- [14] RFID, Sensor PIR. "Sistem Keamanan Rumah Menggunakan RFID, Sensor PIR dan Modul GSM Berbasis Mikrokontroler." *Jurnal Informatika*, pp. 137-144, 2018.
- [15] Fernandes, Zona aulia, and Elfizon Elfizon. "Perancangan *lift* mobil Untuk parkir di Apartemen Berbasis Arduino." *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, pp. 198-208, 2022.