



**EMBEDDED SYSTEM FINAL PROJECT REPORT
DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
UNIVERSITAS INDONESIA**

LockSmart - RFID based storage for incredible protection

GROUP 12

Alexander Christian	2306267025
Maharaka Fadhilah	2306225520
Naufal Hadi Rashikin	2306231366
Teufik Ali Hadzalic	2306267012

PREFACE

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala anugerah-Nya, yang membantu kami dapat menyelesaikan laporan proyek akhir ini dengan judul "LockSmart - RFID based storage for incredible protection".

Kami juga mengucapkan terima kasih kepada para asisten laboratorium dan rekan-rekan yang telah memberikan dukungan dan kontribusi berharga dalam penyelesaian laporan ini.

Laporan ini disusun sebagai bagian dari pemenuhan modul 10 dalam Proyek Akhir Praktikum Perancangan Sistem Embedded Tahun Ajaran 2025/2026. Fokus utama dari proyek ini adalah perancangan dan implementasi sistem pengunci otomatis berbasis RFID untuk pintu locker dengan bahasa Assembly. Proyek ini bertujuan untuk membuat sistem keamanan berbasis RFID yang dapat digunakan untuk mengakses pintu locker secara otomatis dan efisien. Sistem ini dirancang untuk mengenali kartu RFID yang telah didaftarkan, dan memberikan akses hanya kepada pengguna yang sah.

Laporan ini mencakup penjelasan mengenai latar belakang permasalahan, perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan lunak, serta hasil analisis dari sistem yang telah dibuat. Kami menyadari masih adanya keterbatasan dalam pengetahuan dan pengalaman kami, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Kami juga menyampaikan permohonan maaf atas segala kekurangan yang terdapat dalam laporan ini.

Depok, May 16, 2025

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER 1: INTRODUCTION

- 1.1 Background
- 1.2 Project Description
- 1.3 Objectives
- 1.4 Roles and Responsibilities

CHAPTER 2: IMPLEMENTATION

- 2.1 Equipment
- 2.2 Implementation

CHAPTER 3: TESTING AND ANALYSIS

- 3.1 Testing
- 3.2 Result
- 3.3 Analysis

CHAPTER 4: CONCLUSION

REFERENCES

APPENDICES

- Appendix A: Project Schematic
- Appendix B: Documentation

CHAPTER 1

INTRODUCTION

1.1 BACKGROUND

Keamanan selalu menjadi kebutuhan penting dalam kehidupan sehari-hari terutama pada era digital ini. Salah satu teknologi yang umum digunakan untuk sistem keamanan adalah Radio Frequency Identification (RFID). Teknologi ini memungkinkan proses identifikasi dengan menggunakan kartu atau tag RFID yang menyimpan data unik.

Pada proyek ini, kami merancang sebuah sistem pengunci pintu locker otomatis menggunakan RFID sebagai media autentikasi. Ketika kartu RFID yang valid ditempatkan pada sensor, sistem akan memverifikasi dan memberikan respon visual melalui LED serta suara dari buzzer.

Apabila kartu dikenali sebagai valid, maka servo motor akan menggerakkan kunci untuk membuka pintu, LED hijau akan menyala, dan buzzer akan berbunyi sebagai indikator keberhasilan. Namun apabila kartu tidak dikenali, LED merah akan menyala dan buzzer akan memberi indikator kesalahan dengan suara. Sistem ini juga dilengkapi dengan tampilan pada serial monitor untuk memberikan output “Access granted” atau “Access denied”.

1.2 PROJECT DESCRIPTION

Proyek ini berfokus pada desain dan implementasi sistem locker otomatis berbasis RFID yang diberi nama LockSmart. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan keamanan penyimpanan barang pribadi pada locker dengan menggunakan teknologi identifikasi frekuensi radio (RFID) sebagai metode autentikasi utama. Dengan sistem ini, hanya kartu RFID yang telah terdaftar dan dikenali oleh sistem yang dapat membuka pintu locker secara otomatis.

Komponen utama dalam proyek ini meliputi modul RFID, buzzer, dua buah LED sebagai indikator status, servo motor untuk mekanisme buka dan tutup kunci, serta Serial Monitor sebagai bentuk output teks untuk pengguna. Ketika kartu RFID yang valid ditempelkan, sistem akan memberikan akses dengan menyalakan LED hijau, membunyikan buzzer sebagai sinyal keberhasilan, serta mengaktifkan servo motor untuk membuka pintu locker. Sebaliknya, jika kartu tidak dikenali, sistem akan menyalakan LED merah dan memberikan bunyi warning melalui buzzer.

Seluruh sistem ini diimplementasikan dengan bahasa Assembly untuk platform mikrokontroler berbasis Arduino uno. Penggunaan assembly memungkinkan implementasi terhadap perangkat keras dan efisiensi tinggi serta waktu respon sistem. Selain itu, informasi status sistem seperti "Akses granted" atau "Akses denied" ditampilkan secara real-time melalui Serial Monitor untuk memberikan umpan balik visual kepada pengguna beserta dengan ID dari RFID yang di scan.

Melalui proyek ini, kami bertujuan untuk mengembangkan solusi keamanan yang efisien, sederhana, dan efektif, yang dapat diterapkan dalam lingkungan seperti sekolah, gym, atau kantor, di mana kebutuhan akan sistem akses yang cepat dan aman sangat penting. Proyek ini juga menjadi wadah untuk mendalami pemrograman tingkat rendah dan integrasi komponen embedded secara praktis.

1.3 OBJECTIVES

The objectives of this project are as follows:

1. Sebagai pemenuhan nilai dalam Praktikum Sistem Embedded.
2. Merancang dan mengimplementasikan sistem pengunci otomatis berbasis RFID untuk pintu locker.
3. Mengintegrasikan komponen elektronik seperti RFID reader, LED, buzzer, dan servo motor dalam satu sistem yang bekerja secara sinkron.
4. Mengimplementasikan modul-modul yang telah dipelajari pada praktikum Sistem Embedded.

1.4 ROLES AND RESPONSIBILITIES

The roles and responsibilities assigned to the group members are as follows:

Roles	Responsibilities	Person
Role 1	Code Fisik RFID, Rangkaian Fisik, README	Alexander Christhian
Role 2	Code Proteus RFID, Rangkaian Proteus, Laporan	Maharaka Fadhilah
Role 3	Code Servo Fisik dan Proteus, Rangkaian Fisik, Laporan	Naufal Hadi Rasikhin
Role 4	Code LED dan buzzer fisik dan Proteus, Rangkaian Fisik, PPT	Teufik Ali Hadzalic

Table 1. Roles and Responsibilities

CHAPTER 2

IMPLEMENTATION

2.1 EQUIPMENT

The tools that are going to be used in this project are as follows:

- RFID
- Arduino IDE
- Proteus
- Bread Board
- Buzzer
- 2 Led
- Servo Motor
- Arduino Uno R3 (ATMega328p)

2.2 IMPLEMENTATION

Secara keseluruhan, proyek ini bertujuan untuk memanfaatkan RFID untuk membuka pintu dan menutupnya kembali dengan sebuah button. Modul RFID akan membaca kartu atau barang yang memiliki RFID dan didapatkan ID dari barang tersebut. ID tersebut akan dibandingkan dengan ID yang tersimpan pada program. Jika ID sama maka access akan diberikan dan pintu akan terbuka, juga secara bersamaan terdapat lampu hijau yang akan menyala dan buzzer yang akan bersuara sekali untuk memberi penanda bahwa akses diberikan. Jika ID tidak sama maka akan dinyalakan lampu merah dengan buzzer yang terus bersuara selama ID scan masih salah.

Scan pada RFID ini akan memanfaatkan SPI communication sebagai alat komunikasi dengan modul RFID tersebut. Pada awal code akan dilakukan inisialisasi register - register yang dibutuhkan Modul RFID untuk berfungsi dan mengirimkan hasil scan. SPI communication juga akan menjadi jembatan untuk mendapatkan hasil scan ID dari Modul RFID tersebut. Scan ini akan terus dilakukan dengan loop state dengan delay 20ms untuk memastikan Arduino dapat mendeteksi ketika RFID terbaca. State akan berubah ketika access telah diberikan.

Setelah pergantian ke state kedua, SPI communication tidak akan bekerja pada loop state ini. Pada state ini akan terus diberikan sinyal PWM ke servo dengan nilai yang sesuai untuk memastikan pintu terbuka secara 90 derajat. Sinyal PWM ini akan terus dikirimkan tanpa delay untuk memastikan Servo dapat secara aktif mempertahankan posisi 90 derajat tersebut. Selain itu state ini juga akan mendeteksi sebuah button apakah sudah ditekan atau tidak. Jika sudah maka state akan kembali ke pengecekan RFID dan pintu akan tertutup kembali (Sinyal PWM tidak diberikan lagi). Jika masih belum ditekan maka state ini akan terus berlanjut sampai button ditekan.

Implementasi dari Modul

- a. Introduction to Assembly & I/O Programming
 - I/O programming akan digunakan untuk menentukan pin - pin yang akan dipakai dan juga untuk menentukan alur input dan output dalam pin - pin tertentu sesuai dengan fungsinya.
- b. Serial Port
 - Serial Port akan digunakan untuk memonitoring ID dari RFID juga memonitoring hasil akses apakah di deny atau di accept oleh alat kami.
- c. Arithmetic
 - Arithmetic akan digunakan dalam pemuatan delay dengan loop (DEC) dan juga menampilkan hasil print output ke serial monitor dalam bentuk hex dengan menggunakan ADD untuk menambah dengan jumlah Hex tertentu.
- d. Timer
 - Timer1 akan digunakan untuk memberikan sinyal PWM yang akan digunakan pada Servo dan mengatur gerak dari Servo.
- e. I2C, SPI
 - SPI digunakan untuk komunikasi dengan RFID untuk melakukan inisialisasi pada register - register yang akan digunakan pada RFID dan pengambilan data dari RFID (ID dari RFID yang di scan)

CHAPTER 3

TESTING AND ANALYSIS

3.1 TESTING

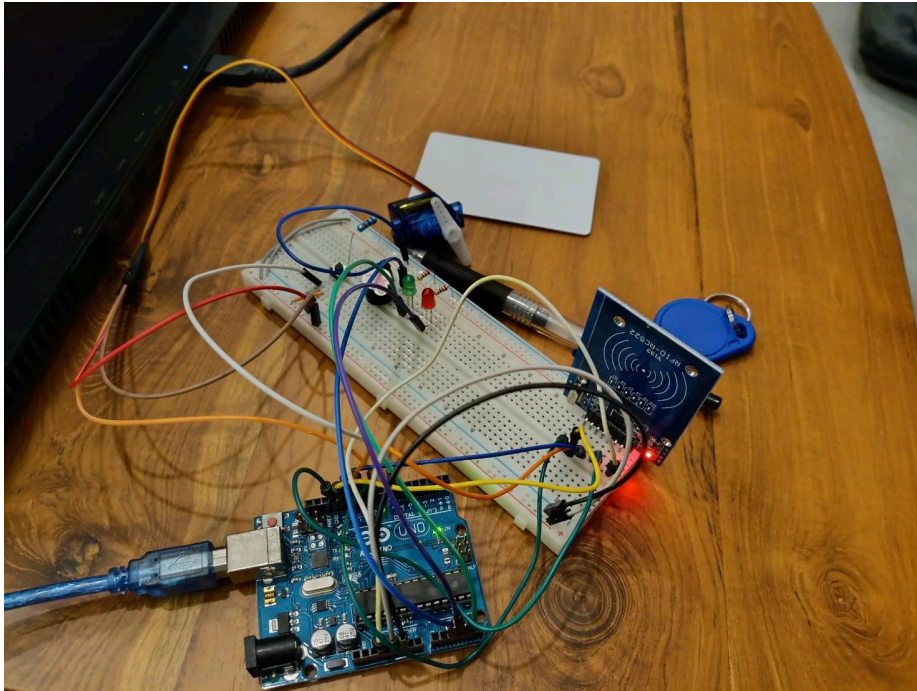


Fig.1 Foto Rangkaian Asli

Proses testing dilakukan pada rangkaian asli dengan RFID reader dan 2 kartu berbeda yang mendukung RFID. Salah satu kartu akan berisi ID yang benar dan kartu lainnya berisi ID yang salah. Kartu-kartu tersebut digunakan untuk menguji program dengan 2 kondisi input yang berbeda, yaitu kondisi “ID sesuai” dan kondisi “ID tidak sesuai”.

Program dimulai dengan state pertama yaitu state menunggu input RFID. Rangkaian fisik akan menunggu RFID reader membaca kartu RFID yang benar, sedangkan rangkaian proteus akan menunggu input ID yang benar dari serial monitor. Jika RFID membaca ID yang benar, maka program akan masuk ke state 2, yaitu state membuka pintu ditandai dengan lampu hijau yang menyala dan buzzer yang berbunyi sekali. Pada state tersebut, RFID tidak akan bekerja dan sinyal PWM akan terus-menerus dikirim kepada servo untuk menjaga posisi servo “terbuka” hingga button ditekan. Apabila button ditekan, program akan berhenti memberikan sinyal PWM ke servo dan kembali ke state 1, yaitu state membaca input RFID. Kebalikannya, apabila input RFID yang diberikan merupakan input ID yang salah, LED

merah akan menyala dan buzzer akan mengeluarkan bunyi sebanyak tiga kali sebagai tanda ID tidak sesuai. State tidak akan berubah apabila kartu RFID yang digunakan merupakan kartu yang salah.

3.2 RESULT

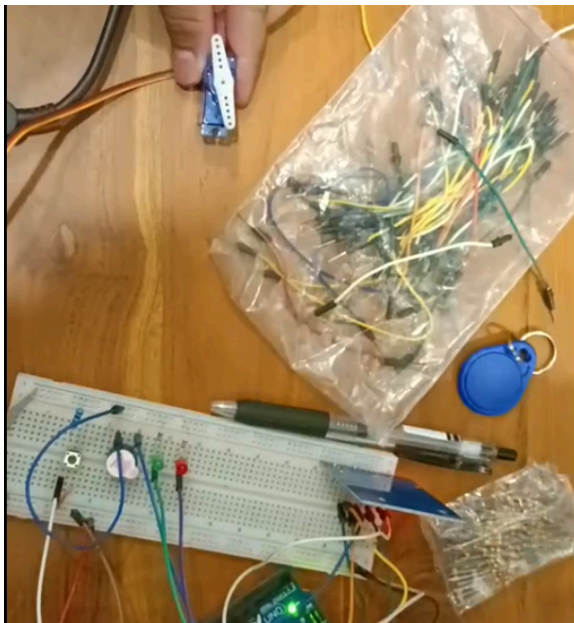
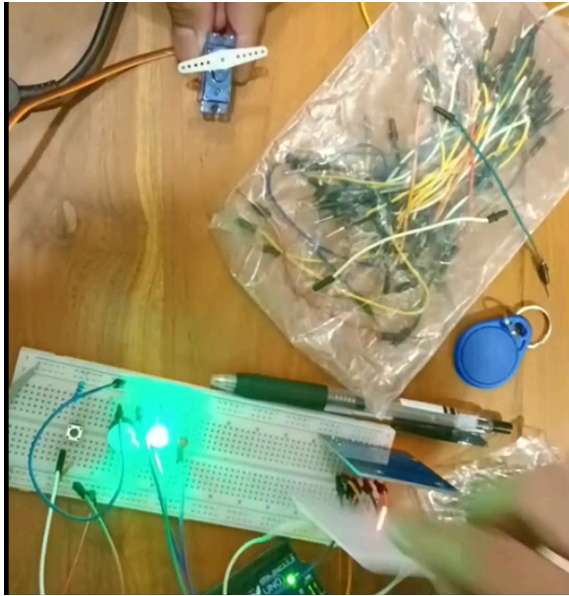


Fig. 2 Input “ID sesuai”

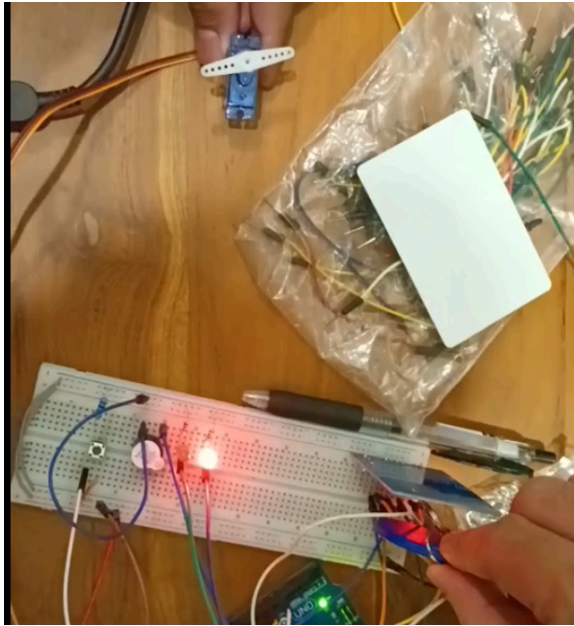


Fig. 3 Input “ID tidak sesuai”

Setelah melakukan testing dengan 2 kondisi input yang berbeda, program menunjukkan perilaku yang sesuai dengan keinginan. Kondisi pertama adalah kondisi kartu RFID yang sesuai. Saat RFID reader membaca kartu yang sesuai, program berpindah ke state 2, dimana RFID berhenti bekerja, dan servo berubah posisi menjadi “terbuka”. Perpindahan status ditandai dengan lampu hijau yang menyala dan buzzer yang berbunyi 1 kali. State baru akan kembali ke state 1 setelah button ditekan, di mana RFID reader akan kembali bekerja dan servo kembali ke posisi “tertutup”.

Kondisi lainnya adalah ketika kartu RFID yang dibaca merupakan kartu yang salah. Pada kondisi tersebut, program akan menyalakan LED merah dan membunyikan buzzer sebanyak 3 kali sebagai tanda kartu tidak sesuai. Selain itu, program akan tetap berada di state 1.

3.3 ANALYSIS

Rangkaian LockSmart telah berhasil memenuhi tujuannya dalam membuat pintu loker yang dapat dibuka menggunakan RFID. Rangkaian juga berhasil mengidentifikasi antara kartu RFID yang sesuai dengan kartu RFID yang tidak sesuai. Rangkaian telah berhasil menerjemahkan input dari RFID reader sehingga dapat membedakan antara kartu RFID yang benar dan kartu RFID yang salah.

Secara keseluruhan, Rangkaian ini telah mengimplementasikan beberapa modul-modul praktikum dengan baik. Modul-modul tersebut juga disatukan sedemikian rupa sehingga dapat bekerja sama tanpa mengganggu fungsionalitas masing-masing.

CHAPTER 4

CONCLUSION

Sistem LockSmart berhasil mengunci dan membuka locker secara otomatis dengan pemrosesan Assembly di Arduino Uno, memadukan komunikasi SPI untuk pembacaan tag RFID, PWM Timer1 untuk mengontrol servo, serta LED, buzzer, dan serial monitor sebagai indikator. Pengujian dengan kartu valid menghasilkan LED hijau dan satu bunyi buzzer, sedangkan kartu tidak valid memicu LED merah dan tiga bunyi, lalu sistem kembali ke kondisi awal setelah tombol ditekan, membuktikan keandalan logika polling 20 ms dan kontrol state-based.

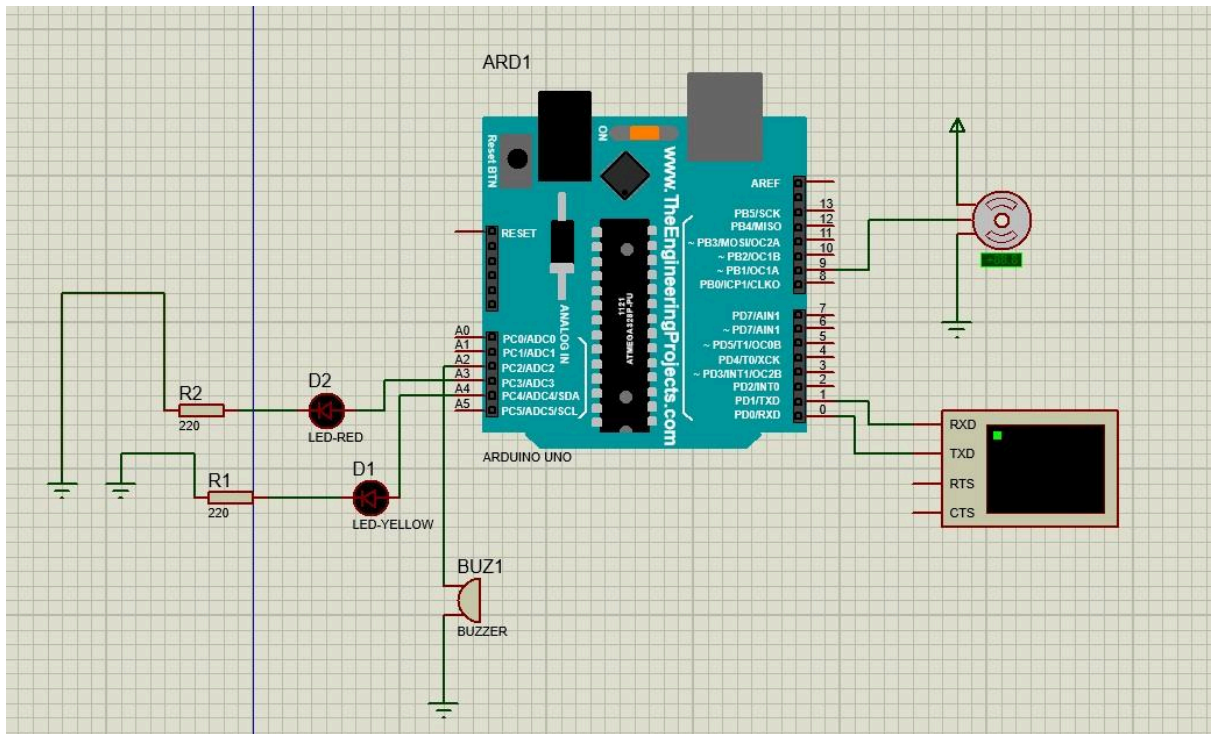
Proyek ini memperkuat pemahaman kami tentang pemrograman low-level dan integrasi modul embedded—mulai dari I/O, aritmetika loop, hingga peripheral SPI dan Timer—dengan respon cepat dan stabil. Ke depan, LockSmart dapat dikembangkan dengan penyimpanan tag di EEPROM eksternal, enkripsi komunikasi, mode hemat daya, dan konektivitas jaringan untuk monitoring jarak jauh.

REFERENCES

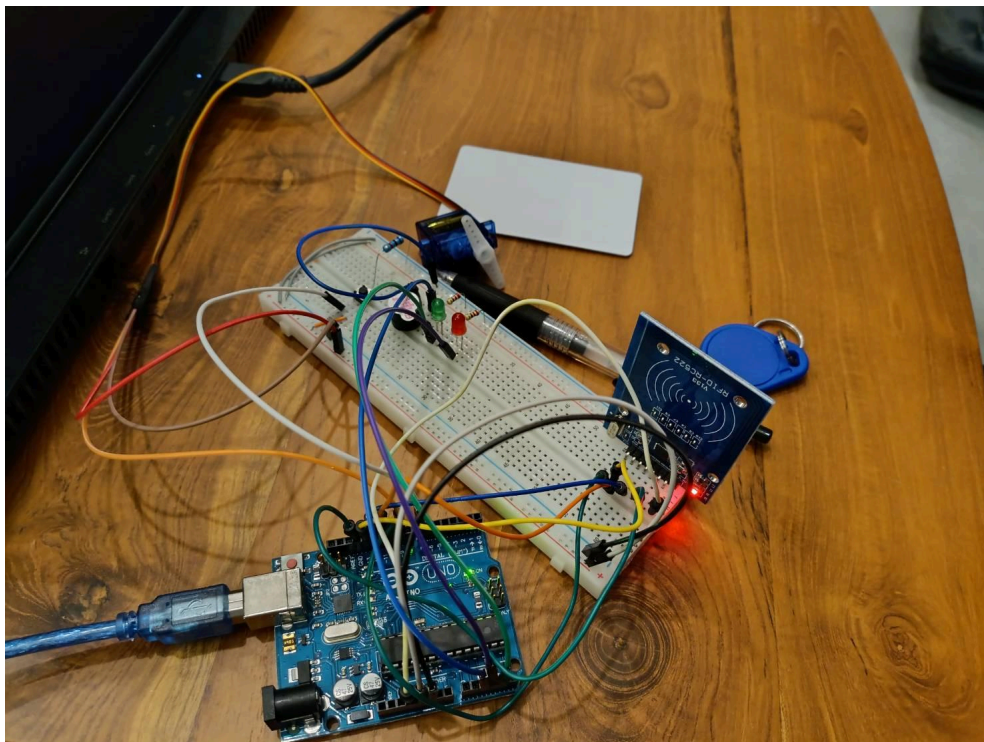
- [1] NXP Semiconductors, “MFRC522 Product Data Sheet,” NXP Semiconductors, 2016.
[Online]. Available: <https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/MFRC522.pdf>.
[Accessed: May 18, 2025].
- [2] NXP Semiconductors, “AN10833: MIFARE®-RFID, Reader IC MFRC522 — Application Note,” NXP Semiconductors, 2023. [Online]. Available: <https://www.nxp.com/docs/en/application-note/AN10833.pdf>. [Accessed: May 18, 2025].
- [3] Microchip Technology Inc., “AVR® Instruction Set Manual,” Microchip Technology, 2016. [Online]. Available: <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/AVR-InstructionSet-Manual-D400002198.pdf>. [Accessed: May 18, 2025].
- [4] Microchip Technology Inc., “AVR Assembler User Guide,” Microchip Technology, 2017. [Online]. Available: <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/40001917A.pdf>. [Accessed: May 18, 2025].

APPENDICES

Appendix A: Rangkaian Proteus



Appendix B: Rangkaian Fisik



Appendix C: Link Video Proteus

https://www.youtube.com/watch?v=Z_YuzZstceQ

Appendix D: Link Video Fisik

<https://www.youtube.com/shorts/x-vl-7Bu4g4>