



**CYBER-PHYSICAL SYSTEM FINAL PROJECT REPORT
DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
UNIVERSITAS INDONESIA**

Smart Home Intruder Detection System

GROUP 13

Darren Nathanael Boentara	2206059490
Emir Fateen Haqqi	2206059465
Fabsesya Muhammad P. I	2206829433
Stefanus Simon Rilando	2206830422

PREFACE

Dengan kemajuan teknologi yang pesat, konsep rumah pintar telah berkembang dari visi futuristik menjadi kenyataan yang nyata. Integrasi Sistem Siber Fisik dalam kehidupan sehari-hari telah secara signifikan meningkatkan kenyamanan, efisiensi, dan keamanan bagi pemilik rumah. Dalam konteks ini, proyek akhir kami yang berjudul *Smart Home Intruder Detection System*.

Smart Home Intruder Detection System ini dirancang untuk membantu pengguna dalam mendeteksi gerakan atau objek yang mendekati rumah mereka. Menggunakan perpaduan teknologi sensor dan pemrosesan data waktu nyata, sistem ini secara teliti memantau area kritis seperti pintu dan jendela. Saat mendeteksi objek dalam jarak tertentu, sistem ini mengaktifkan serangkaian peringatan seperti sinyal suara untuk memberi tahu pemilik rumah tentang potensi penyusupan. Selain itu, sistem ini memberikan pengukuran jarak yang tepat dari objek yang terdeteksi, meningkatkan kesadaran situasional.

Motivasi kami untuk mengembangkan *Smart Home Intruder Detection System* berasal dari kebutuhan mendesak untuk meningkatkan keamanan rumah di dunia yang semakin tidak pasti. Dengan memberikan notifikasi dini dan tindakan preventif, sistem ini bertujuan untuk memberikan ketenangan pikiran dan rasa aman yang lebih tinggi bagi pemilik rumah.

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kak Eldisja Hadasa, teman-teman, dan semua pihak yang telah mendukung kami sepanjang perjalanan ini. Kami berharap *Smart Home Intruder Detection System* ini akan menginspirasi inovasi lebih lanjut di bidang keamanan rumah dan membuka jalan bagi lingkungan hidup yang lebih aman dan cerdas.

Dengan menyelesaikan proyek ini, kami tidak hanya meningkatkan keterampilan teknis kami tetapi juga memperkuat komitmen kami untuk memanfaatkan teknologi demi kebaikan masyarakat.

Depok, May 28, 2024

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER 1.....	4
INTRODUCTION.....	4
1.1 PROBLEM STATEMENT.....	4
1.2 PROPOSED SOLUTION	4
1.3 ACCEPTANCE CRITERIA.....	5
1.4 ROLES AND RESPONSIBILITIES.....	5
1.5 TIMELINE AND MILESTONES.....	5
CHAPTER 2.....	6
IMPLEMENTATION.....	6
2.1 HARDWARE DESIGN AND SCHEMATIC.....	6
2.2 SOFTWARE DEVELOPMENT.....	7
2.3 HARDWARE AND SOFTWARE INTEGRATION.....	10
CHAPTER 3.....	12
TESTING AND EVALUATION.....	12
3.1 TESTING.....	12
3.2 RESULT.....	15
3.3 EVALUATION.....	16
CHAPTER 4.....	18
CONCLUSION.....	18

CHAPTER 1

INTRODUCTION

1.1 PROBLEM STATEMENT

Banyak rumah mengalami kerentanan terhadap intrusi atau pencurian, terutama ketika pemilik rumah tidak berada di tempat, menjadikan keamanan rumah sebagai perhatian utama bagi pemilik yang ingin melindungi properti dan keluarganya dari ancaman eksternal. Sistem keamanan tradisional sering kali tidak memadai karena beberapa alasan, seperti kurangnya peringatan dini sebelum intrusi terjadi. Sistem-sistem ini sering kali mengandalkan deteksi setelah intrusi sudah dimulai, yang membuat respons menjadi terlambat. Selain itu, peringatan palsu merupakan masalah umum, di mana sistem keamanan dapat memberikan alarm akibat pergerakan hewan kecil atau gangguan lingkungan, yang tidak hanya mengganggu tetapi juga menimbulkan ketidaknyamanan bagi pemilik rumah.

Keterbatasan lain dari sistem keamanan tradisional adalah kurangnya visualisasi dan monitoring yang efektif, yang berarti banyak sistem tidak menyediakan informasi yang jelas mengenai jarak atau lokasi intruder. Hal ini membuat sulit bagi pemilik rumah untuk menilai ancaman dengan cepat dan mengambil tindakan yang tepat.

1.2 PROPOSED SOLUTION

Untuk mengatasi masalah tersebut, kami mengembangkan sistem bernama *Smart Home Intruder Detection System*. *Smart Home Intruder Detection System* adalah perangkat yang dirancang untuk membantu pengguna mendeteksi gerakan atau objek yang mendekati rumah mereka. Sistem ini akan memberi tahu pemilik rumah jika ada sesuatu yang mendekati area kritis seperti pintu atau jendela. Ketika objek sudah cukup dekat, perangkat akan memberikan peringatan berupa suara dan cahaya, serta menampilkan jarak objek dengan area yang terdeteksi. Jika objek mencapai jarak yang sangat dekat, perangkat akan mengambil tindakan lebih lanjut dengan memberikan peringatan yang lebih intens dan mengambil langkah untuk mengamankan rumah. Sistem ini bertujuan untuk meningkatkan keamanan rumah dengan memberikan notifikasi dini dan tindakan preventif terhadap potensi intrusi.

1.3 ACCEPTANCE CRITERIA

The acceptance criteria of this project are as follows:

1. Deteksi jarak objek menggunakan sensor jarak (HC-SR04)
2. Peringatan auditori dan visual menggunakan LED dan buzzer
3. Penguncian pintu otomatis pada kondisi kritis (Jarak objek < 40 cm)
4. Menampilkan jarak objek dengan sensor menggunakan MAX7219
5. Memastikan objek berada dekat sensor selama 5 detik sebelum peringatan

1.4 ROLES AND RESPONSIBILITIES

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

Roles	Responsibilities	Person
Role 1	Kode, Rangkaian Simulasi Proteus, Laporan, Rangkaian asli	Darren Nathanael Boentara
Role 2	Laporan, Rangkaian asli, Hardware	Emir Fateen Haqqi
Role 3	PPT, Dokumentasi	Stefanus Simon Rilando
Role 4	PPT, Rangkaian asli, Dokumentasi	Fabsesya Muhammad

Table 1. Roles and Responsibilities

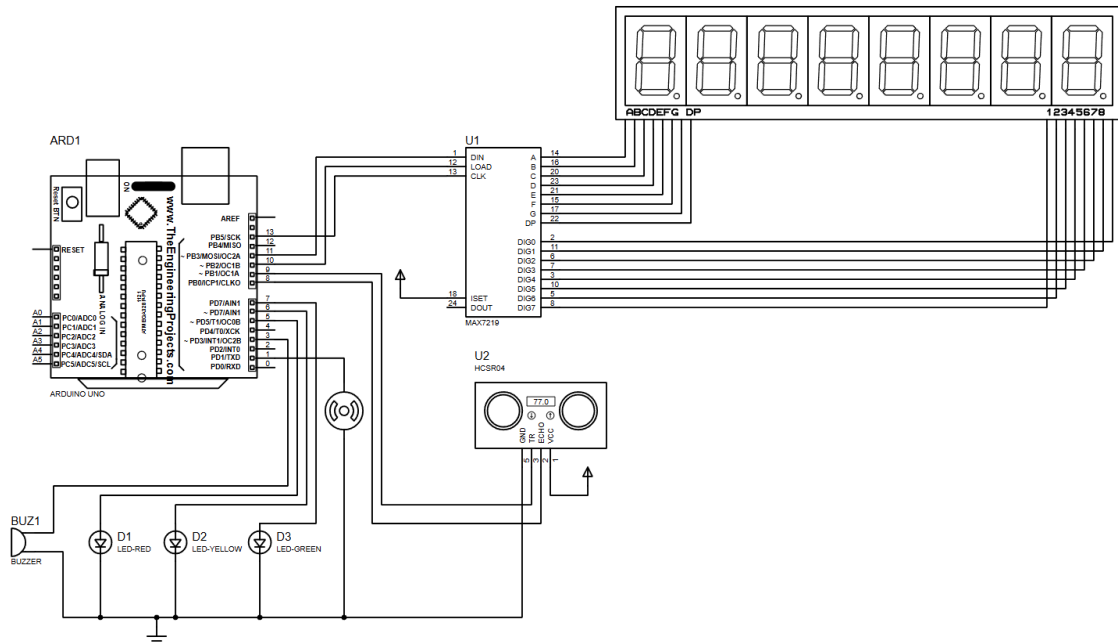
1.5 TIMELINE AND MILESTONES

[illegible]

CHAPTER 2

IMPLEMENTATION

2.1 HARDWARE DESIGN AND SCHEMATIC



Hardware design pada proyek ini menggunakan bantuan Proteus, dimana proteus schematic bisa dilihat pada gambar diatas. Proyek ini menggunakan 8-digit 7-Segment display dengan konfigurasi common cathode, Arduino uno, ultrasonic sensor HC-SR04, IC MAX7219 untuk menerjemahkan output dari data melalui komunikasi SPI dari arduino dan 7-Segment display, DC motor, rangkaian LED (LED berwarna merah, kuning, dan hijau) untuk peringatan tertentu, dan buzzer. PIN D akan dijadikan sebagai output untuk proyek ini, dimana PD1 dihubungkan dengan motor untuk menggambarkan penguncian pintu, PD3 dihubungkan dengan buzzer sebagai peringatan auditori, serta PD5, PD6, dan PD7 secara berturut-turut dihubungkan dengan LED berwarna merah, kuning, dan hijau sebagai peringatan visual. Yang dimana masing-masing warna ini menggambarkan suatu peringatan tertentu.

Desain dan implementasi dari Smart Home Intruder Detection System menggunakan beberapa komponen dan modul untuk meningkatkan fitur dalam menjaga keamanan rumah pengguna. Dimana proyek ini menggunakan HC-SR04 untuk mengukur jarak dari objek dengan pintu atau jendela rumah pengguna. Ditambah dengan peringatan auditori dan visual

ketika objek mendekat. Terdapat beberapa mode dimana, jika jarak objek dengan sensor berada pada 75 cm ke atas, maka akan memberikan peringatan visual dengan LED berwarna hijau untuk menandakan dengan status aman. Selanjutnya, jika jarak objek dengan sensor berada diantara 40 cm sampai 75 cm, maka akan memberikan peringatan visual dengan LED berwarna kuning dan peringatan auditori dengan buzzer untuk menandakan status *warning*. Terakhir, jika jarak objek dengan sensor berada diantara 40 cm kebawah, maka akan memberikan peringatan visual dengan LED berwarna merah, peringatan auditori dengan buzzer, dan melakukan penguncian pintu atau jendela secara otomatis untuk menandakan status *emergency*. Mode-mode ini diterapkan untuk meningkatkan keamanan dari rumah pengguna dan meningkatkan perasaan kenyamanan bagi pengguna.

Proyek ini juga menggunakan 8-digit 7-segment display (MAX7219) untuk membantu menampilkan jarak objek dengan sensor. Selanjutnya terdapat timer yang memberikan delay yang diperlukan untuk memastikan kelancaran jalannya proyek ini. Terdapat juga delay selama 5 detik untuk memastikan objek berada dekat sensor selama 5 detik sebelum peringatan. Modul I2C/SPI juga digunakan untuk memfasilitasi komunikasi dari perangkat master dan slave menggunakan protokol SPI. Terakhir, terdapat modul sensor untuk membantu ultrasonic sensor dalam mengukur dan menghitung jarak dari objek dengan sensor.

Tujuan dari Smart Home Intruder Detection System untuk meningkatkan keamanan rumah pengguna dan meningkatkan rasa kenyamanan dan rasa keamanan bagi orang-orang yang berada dirumah.

2.2 SOFTWARE DEVELOPMENT

Kode assembly ini ditulis untuk mikrokontroler AVR dan digunakan untuk mengimplementasikan Smart Home Intruder Detection System yang menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi objek yang berada dekat rumah dan memberikan peringatan bagi pengguna didalam rumah.

1. Pengaturan Awal dan Inisialisasi

Kode ini ditulis dalam bahasa assembly AVR dan dieksekusi pada mikrokontroler AVR. Kode mendefinisikan beberapa konfigurasi pin I/O dan menginisialisasi komponen-komponen yang diperlukan untuk proyek ini.

2. Fungsi main

Fungsi main dimulai dengan mengatur beberapa pin sebagai output untuk mengontrol berbagai perangkat seperti motor, LED, buzzer, dan komunikasi dengan komponen eksternal.

3. Inisialisasi SPI dan tampilan di MAX7219

Selanjutnya, kode ini akan memanggil `SPI_MAX7219_init`, untuk melakukan inisialisasi dari SPI (Serial Peripheral Interface) dan inisialisasi komunikasi dengan MAX7219 display. Lalu, kode akan memanggil `MAX7219_display`, dimana akan dilakukan panggilan ke `send_bytes` untuk mengirim data ke MAX7219. Hal ini dilakukan untuk menampilkan data pada LED display.

4. Main loop

Kemudian, program akan masuk ke loop utama dari kode ini, dimana akan dipanggil subroutine `HC_SR04_sensor` secara terus menerus selama proyek ini dijalankan. Subroutine ini dimulai dengan mengirimkan pulsa tinggi selama $10\mu\text{s}$ ke sensor HC-SR04 dengan mengatur dan menghapus pin trigger (PB1). Dilanjutkan dengan menunggu untuk echo pulse width nya dengan pemanggilan subroutine `echo_PW`.

5. Fungsi Compare

Setelah itu, program akan memanggil subroutine `compare` untuk menentukan mode apa yang harus dilakukan pada program tersebut berdasarkan nilai yang didapatkan dari `echo_PW`.

6. Konversi byte menjadi desimal

Lalu, program tersebut akan memanggil subroutine `byte_to_decimal` untuk melakukan konversi dari data echo pulse width yang didapatkan menjadi desimal. Setelah melakukan konversi tersebut, maka data akan dikirimkan dan di display pada MAX7219 LED display.

Berdasarkan data yang didapatkan, akan dilakukan komparasi pada subroutine `compare`. Dimana berdasarkan hasil dari komparasi tersebut, program akan memanggil subroutine tertentu dari mode yang dapat diterapkan untuk skenario tertentu.

- *Normal Mode*

Jika nilai yang diukur oleh sensor ultrasonik lebih besar dari atau sama dengan 75 cm, maka program akan memasuki mode normal. Dimana, LED hijau diaktifkan (SBI PORTD, 7), dan buzzer dimatikan (CBI PORTD, 3).

- *Emergency Lock*

Untuk mode ini, akan dilakukan pengecekan terlebih dahulu, apakah objek berada pada jarak lebih kecil dari 40 cm selama waktu lebih dari 5 detik. Hal ini dilakukan dengan bantuan subroutine delay_5s. Jika nilai yang diukur oleh sensor ultrasonik tetap kurang dari 40 setelah pengecekan, maka akan masuk kedalam mode *Emergency lock*. Dimana, motor diaktifkan untuk mengunci pintu darurat (SBI PORTD, 1), buzzer diaktifkan (SBI PORTD, 3), dan LED merah diaktifkan (SBI PORTD, 5).

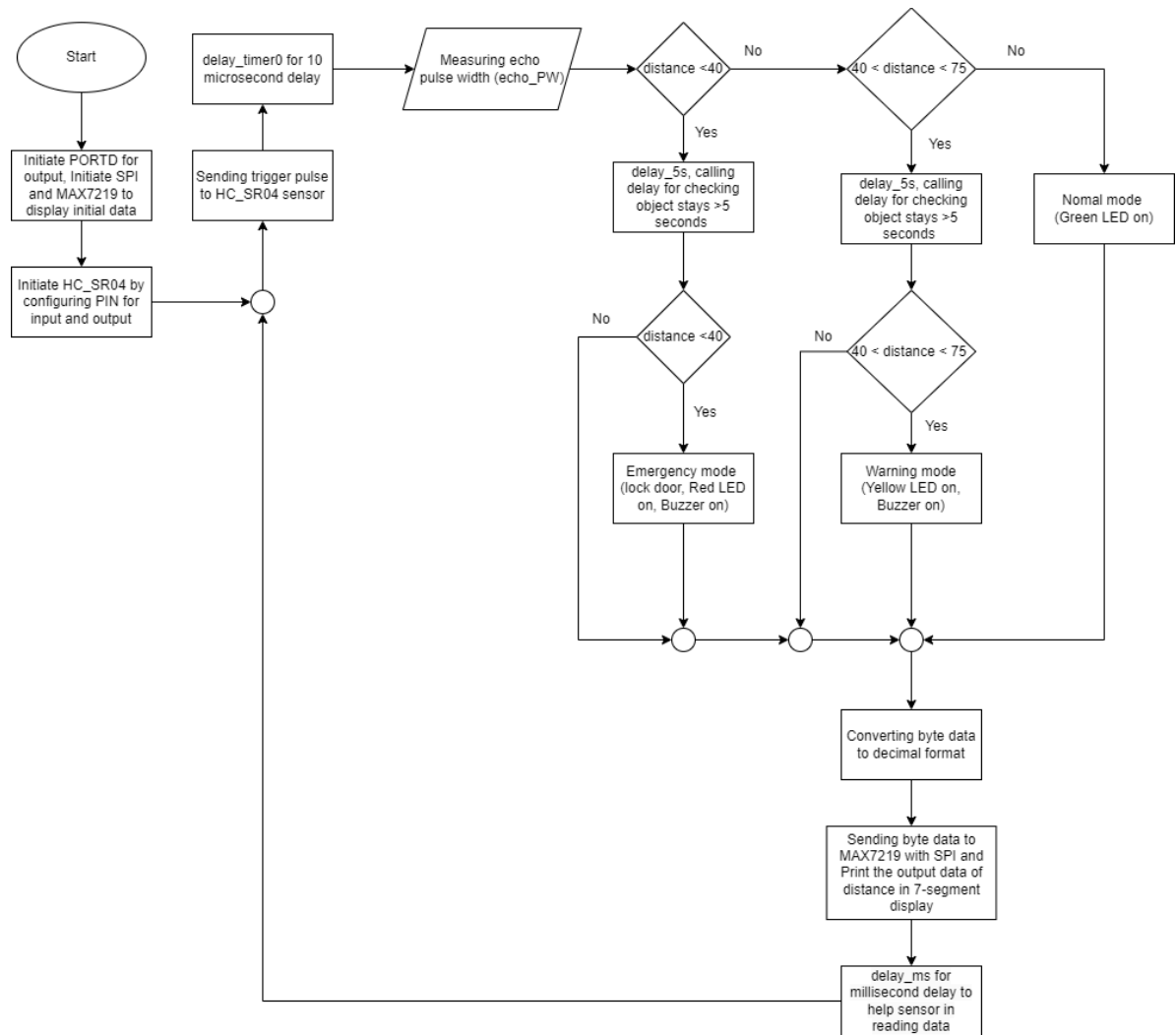
- *Warning*

Untuk mode ini, akan dilakukan pengecekan terlebih dahulu juga. Apakah objek berada pada jarak diantara 40 dan 75 cm selama waktu lebih dari 5 detik. Hal ini dilakukan dengan bantuan subroutine delay_5s. Jika nilai yang diukur oleh sensor ultrasonik tetap berada di rentang 40 dan 75 cm setelah pengecekan, maka akan masuk kedalam mode *Warning*. Dimana buzzer diaktifkan (SBI PORTD, 3) dan LED kuning diaktifkan (SBI PORTD, 6)

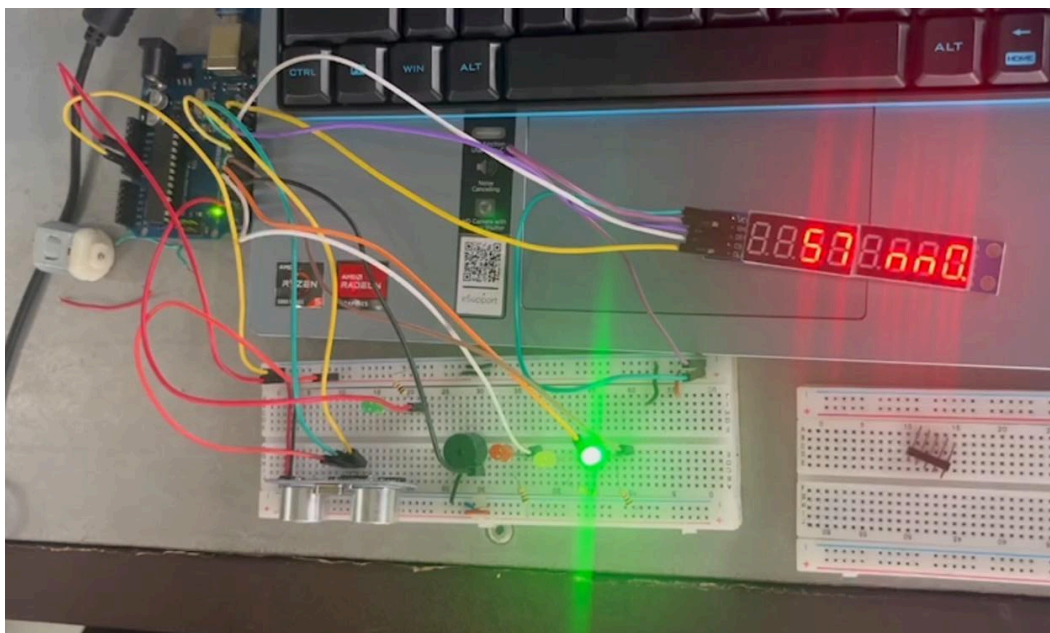
Terdapat juga subroutine delay yang dapat dipanggil ketika membutuhkan delay tertentu. Terdapat beberapa subroutine delay seperti delay_timer0 untuk delay selama 10 mikrodetik menggunakan Timer0, delay_ms untuk delay dalam milidetik, dan terakhir terdapat delay selama 5 detik yang digunakan untuk melakukan pengecekan sebelum memulai peringatan.

Kode ini berjalan sesuai dengan semestinya, dimana akan menjalankan implementasi dari Smart Home Intruder Detection System dengan menggunakan ultrasonic sensor HC-SR04 dan melakukan peringatan serta aksi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keamanan dan kenyamanan bagi pengguna yang ada di dalam rumah.

Langkah-langkah yang dijalankan dan diimplementasikan pada program adalah sebagai berikut.



2.3 HARDWARE AND SOFTWARE INTEGRATION



Smart Home Intruder Detection System mengintegrasikan beberapa komponen hardware seperti 8-digit 7-Segment display, Arduino uno, ultrasonic sensor, DC motor, rangkaian LED, dan buzzer. Penggunaan software pada proyek ini membantu dalam menginisialisasi pin, inisialisasi SPI dan MAX7219, melakukan komunikasi dengan MAX7219 LED display, mengatur HC-SR04 serta perhitungan jaraknya. Ditambah dengan memberikan peringatan, baik secara auditori dan juga visual, berdasarkan mode-mode yang ada. Dimana, mode-mode yang terdapat pada proyek ini yaitu *emergency mode* (dengan bantuan penguncian pintu atau jendela), *warning mode*, dan *normal mode*.

Baik, hardware dan software akan diintegrasikan dengan baik untuk menjalankan fitur-fitur pada *acceptance criteria* yaitu deteksi jarak objek menggunakan sensor jarak (HC-SR04), peringatan auditori dan visual menggunakan LED dan buzzer, penguncian pintu otomatis pada kondisi kritis (Jarak objek < 40 cm), menampilkan jarak objek dengan sensor menggunakan MAX7219, dan memastikan objek berada dekat sensor selama 5 detik sebelum peringatan. Dengan demikian, Smart Home Intruder Detection System dapat berjalan sesuai dengan tujuannya yaitu untuk meningkatkan keamanan rumah pengguna dan meningkatkan rasa kenyamanan dan rasa keamanan bagi orang-orang yang berada di rumah berdasarkan dari integrasi antara *Hardware* dan *Software*.

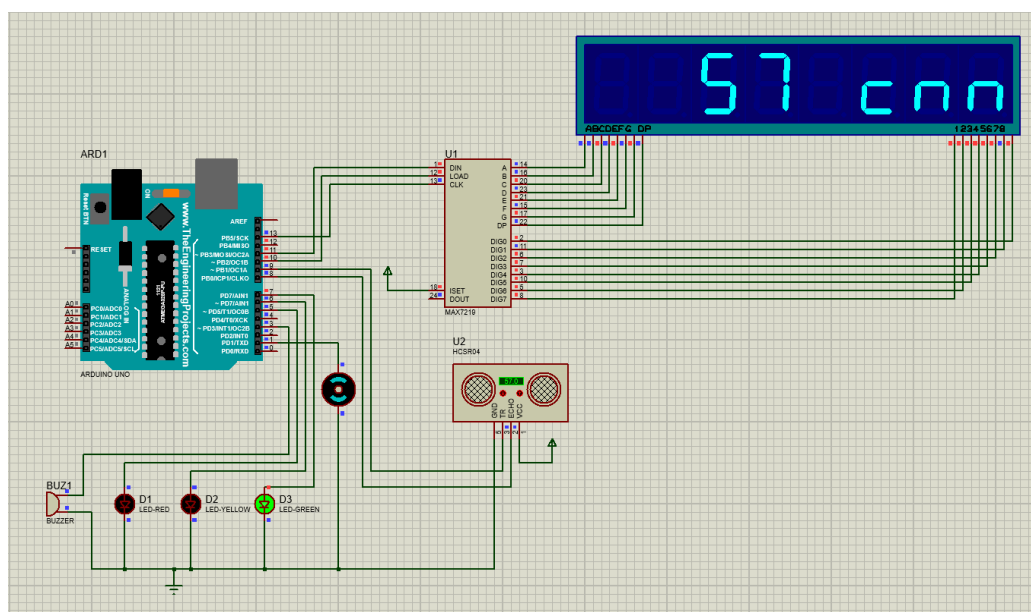
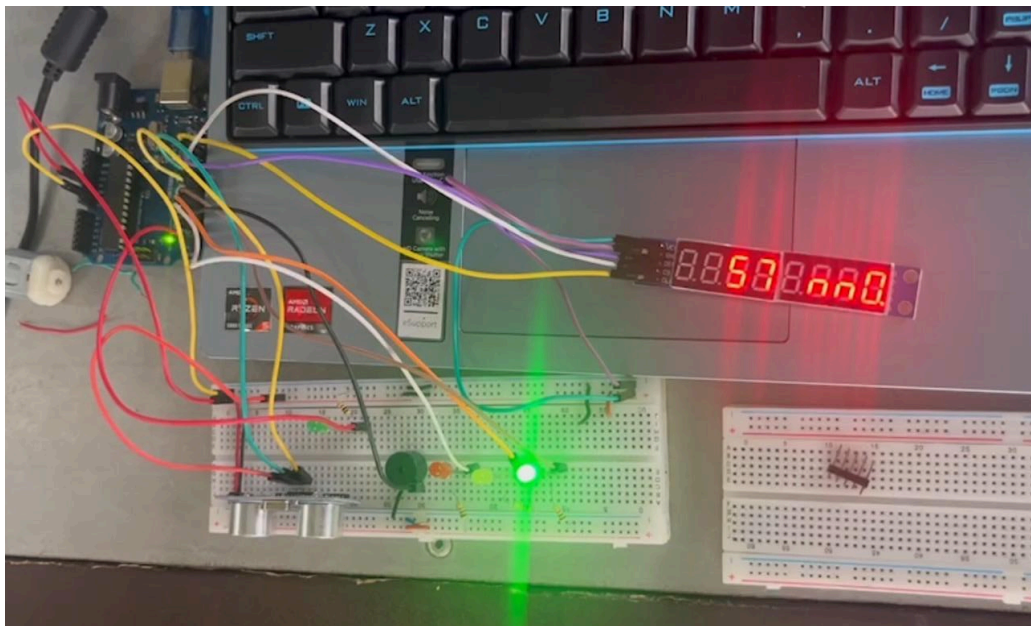
CHAPTER 3

TESTING AND EVALUATION

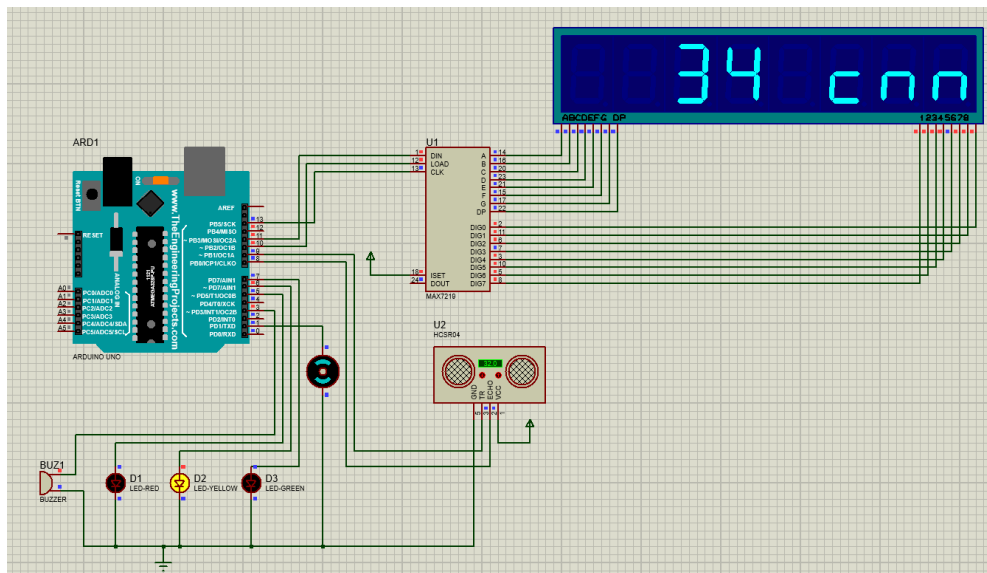
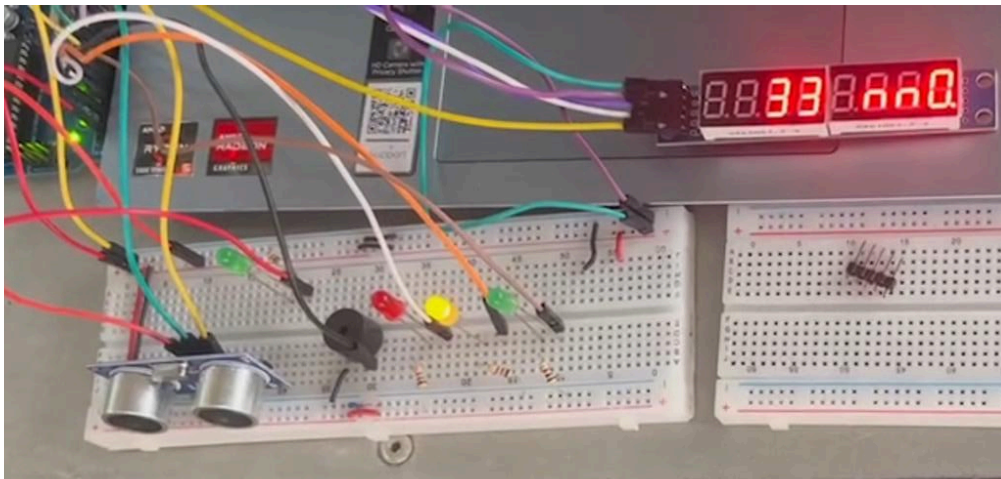
3.1 TESTING

Testing Different Mode

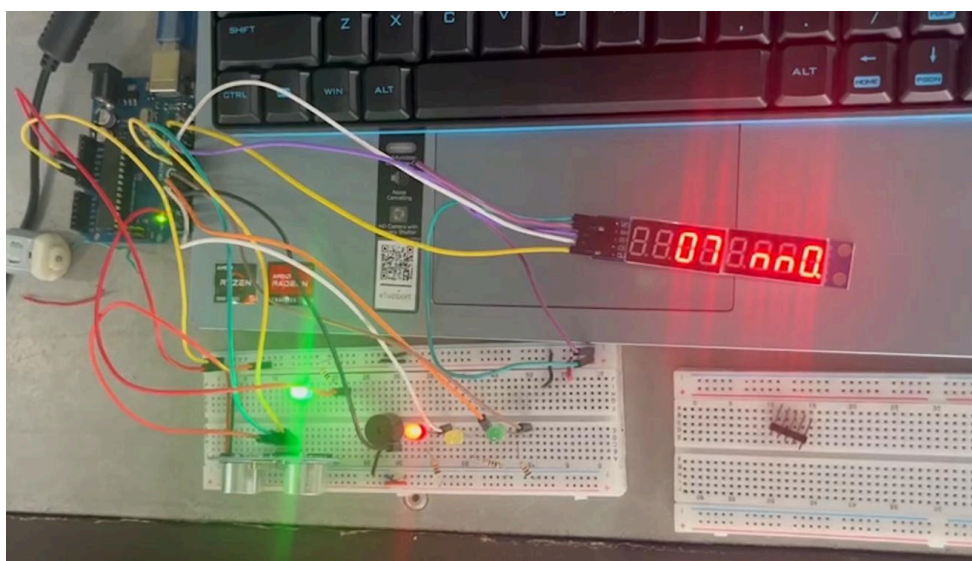
- *Normal Mode*

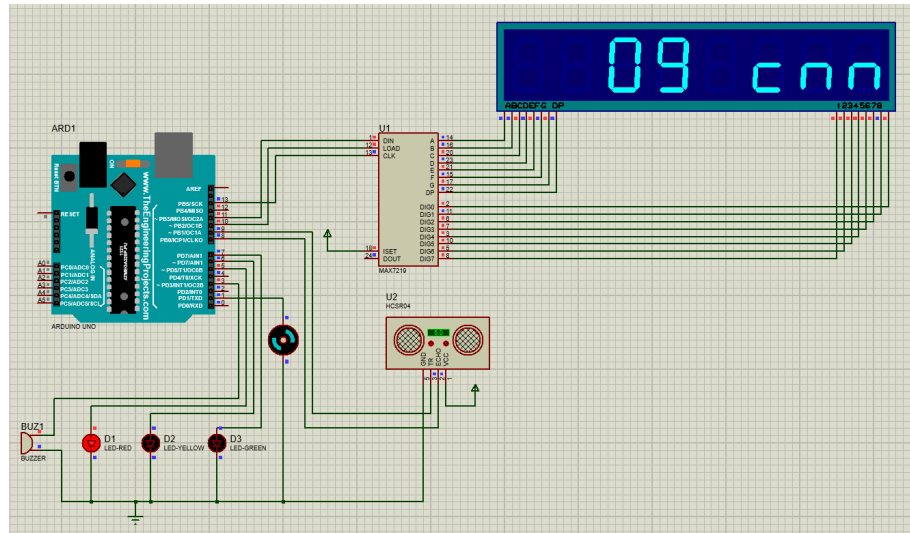


- *Warning Mode*



- *Emergency Mode*





Berdasarkan hasil testing yang telah dilakukan, seluruh dapat berjalan dengan benar sesuai dengan mode peringatan yang ada. Pada bagian testing ini, terdapat sedikit perbedaan pada bagian kode untuk mempermudah testing. Dimana, untuk peringatan pada mode *normal* akan berjalan ketika jarak berada diatas 35 cm. Selanjutnya, untuk peringatan pada mode *warning* akan berjalan ketika jarak berada diantara 20 cm sampai 35 cm. Terakhir, untuk peringatan pada mode *emergency* akan berjalan ketika jarak berada dibawah 20 cm. Hal ini dilakukan untuk mempermudah testing rangkaian agar jarak yang di uji coba kan tidak terlalu jauh. Walaupun demikian, keseluruhan kode program masih sama, hanya dibedakan untuk perbandingan jarak saja.

Dalam proses uji coba ini, didapatkan bahwa antara sensor dan jarak yang ditampilkan memang tidak sepenuhnya akurat. Terdapat toleransi jarak sekitar ± 2 cm. Walaupun demikian, Smart Home Intruder Detection System tetap berjalan sesuai dengan semestinya dan seluruh fitur dapat berjalan dengan baik. Yang dimana, memiliki konsistensi dalam memberikan peringatan auditori dan juga peringatan visual berdasarkan jarak antara objek dengan sensor. Dalam hasil testing, DC motor diganti dengan lampu LED. Hal Ini dilakukan hanya sebagai alat pengecekan apakah proyek ini sudah jalan dengan semestinya atau tidak. Dengan menyalanya lampu LED sementara ini, menandakan bahwa terdapat tegangan yang masuk untuk menyalakan LED atau nantinya DC motor. Penggunaan LED ini digunakan karena rangkaian tidak memberikan tegangan yang mencukupi untuk menjalankan DC motor, sehingga penggunaan LED digunakan untuk membantu dalam testing sementara proyek ini. Komunikasi dan kontrol yang baik terhadap perangkat master dan slave yang di

test menggunakan modul I2C/SPI. Sehingga, memberikan kestabilan dan keakuratan data exchange yang cukup baik dan interaksi antara komponen yang berjalan dengan benar. Dengan demikian, dapat memberikan peringatan yang dapat dilihat dan dimengerti oleh pengguna dengan mudah.

Secara kesimpulan, Smart Home Intruder Detection System dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Dimana dapat menjalankan semua fitur yang ada, serta menjalankan semua *Acceptance Criteria* yang ada. Sehingga, meningkatkan keamanan rumah pengguna dan meningkatkan rasa kenyamanan dan rasa keamanan bagi orang-orang yang berada dirumah.

3.2 RESULT

Hasil dari Smart Home Intruder Detection System mengindikasikan tingkat kesuksesan yang tinggi dan cukup baik untuk semua fungsionalitas yang ada. Dimana, seluruh mode peringatan dapat berjalan dengan baik berdasarkan jarak antara sensor dan objek. Ditambah, fitur pengecekan untuk jarak dilakukan selama 5 detik juga berjalan dengan baik. Hal ini dilakukan, untuk memastikan apakah objek tersebut berada dekat sensor selama 5 detik atau lebih. Yang dimana, digunakan untuk membedakan antara objek yang hanya sekedar lewat saja atau objek yang berada dengan waktu lama untuk melakukan sesuatu.

Peringatan auditori dan visual dilakukan dengan baik. Dimana, LED dan buzzer berjalan dengan baik untuk memberikan peringatan kepada pengguna yang berada didalam rumah tersebut. Ditambah, fitur *auto-lock* ketika objek berada pada jarak yang sangat dekat untuk meningkatkan keamanan yang ada. Selanjutnya, terdapat juga MAX7219 LED display yang memberikan kisaran jarak antara objek dengan sensor. Hal ini juga dapat menjadi indikator yang jelas terhadap objek yang berada di dekat sensor.

Komunikasi dan kontrol yang baik terhadap perangkat master dan slave yang di test menggunakan modul I2C/SPI. Sehingga, memberikan kestabilan dan keakuratan *data exchange* yang cukup baik dan interaksi antara komponen yang berjalan dengan benar. Keberhasilan dalam mengimplementasikan seluruh fitur yang ada dengan menunjukkan stabilitas, akurasi dan keandalan yang baik untuk proyek ini. Sehingga, dapat menyediakan solusi untuk meningkatkan keamanan dan kenyamanan bagi pengguna yang berada didalam rumah.

Parameter	Status
Deteksi jarak objek menggunakan sensor jarak (HC-SR04)	SUCCESS
Peringatan auditori dan visual menggunakan LED dan buzzer	SUCCESS
Penguncian pintu otomatis pada kondisi kritis (Jarak objek < 40 cm)	SUCCESS
Menampilkan jarak objek dengan sensor menggunakan MAX7219	SUCCESS
Memastikan objek berada dekat sensor selama 5 detik sebelum peringatan	SUCCESS

3.3 EVALUATION

Berdasarkan hasil dari Smart Home Intruder Detection System, didapatkan beberapa evaluasi yang bisa diambil untuk meningkatkan kualitas dan kinerja dari proyek ini. Dimana, berdasarkan hasil testing, didapatkan kurang akuratnya pengukuran jarak ketika menampilkannya. Dari hasil simulasi, didapatkan kurang akuratnya pembacaan jarak sekitar ± 2 cm. Sehingga, peningkatan akurasi sensor dapat ditingkatkan dengan pengaturan algoritma yang lebih baik atau kalibrasi tambahan untuk meningkatkan akurasinya.

Selanjutnya, testing dapat dilanjutkan dalam kondisi yang berbeda-beda seperti perbedaan cuaca, waktu, dan lain sebagainya. Hal ini dilakukan, untuk meningkatkan kembali keefektifan dan keandalan proyek ini untuk berbagai situasi yang ada. Tidak hanya itu, Smart Home Intruder Detection System harus terintegrasi dengan lancar dengan sistem keamanan rumah yang ada untuk memastikan kompatibilitas dan operasi yang efisien. Integrasi ini akan memungkinkan sistem bekerja harmonis dengan fitur keamanan rumah lainnya.

Lalu, pengembangan *Hardware* dan *Software* dapat dikembangkan lebih dalam lagi untuk meningkatkan kinerja dengan menambahkan fitur tambahan yang bisa berguna lagi untuk proyek ini. Peningkatan rangkaian dapat dilakukan lagi untuk menjalankan DC motor,

karena untuk saat ini, dengan rangkaian yang ada masih belum bisa memberikan tegangan yang cukup untuk menjalankan DC motor.

Terakhir, Smart Home Intruder Detection System harus mematuhi semua regulasi keamanan dan standar industri yang relevan untuk memastikan legalitas dan keandalannya. Pemeriksaan kepatuhan dan penyesuaian terhadap pedoman secara berkala diperlukan untuk memenuhi persyaratan keamanan dan memberikan jaminan kepada pengguna.

CHAPTER 4

CONCLUSION

Pengembangan dan pengujian Smart Home Intruder Detection System telah menghasilkan hasil yang sangat menjanjikan. Implementasi sistem ini berhasil mengatasi masalah umum yang dihadapi oleh banyak pemilik rumah terkait dengan kerentanan terhadap intrusi atau pencurian. Dengan mengintegrasikan teknologi canggih dan melalui pengujian yang komprehensif, sistem ini menyediakan solusi yang andal dan efektif untuk meningkatkan keamanan rumah.

Sistem ini mampu mendeteksi objek yang mendekati rumah dengan akurasi tinggi menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Peringatan auditori dan visual yang diberikan oleh LED dan buzzer efektif dalam memberi tahu pemilik rumah tentang potensi ancaman, meningkatkan kesadaran situasional mereka. Sistem penguncian pintu otomatis yang diaktifkan ketika jarak objek kurang dari 40 cm memastikan respons cepat dan tindakan pencegahan yang efektif.

Penggunaan display MAX7219 untuk menampilkan jarak objek dengan sensor memberikan informasi yang jelas dan mudah dipahami bagi pengguna. Selain itu, fitur penundaan selama 5 detik sebelum memberikan peringatan membantu membedakan antara objek yang hanya lewat dengan objek yang berpotensi menjadi ancaman, sehingga mengurangi peringatan palsu.

Integrasi antara *Hardware* dan *Software* yang baik memastikan sistem berjalan dengan lancar dan efisien. Seluruh fitur yang ada telah diuji dan terbukti berhasil, memenuhi kriteria penerimaan yang ditetapkan. Dengan demikian, Smart Home Intruder Detection System dapat diandalkan untuk meningkatkan keamanan rumah dan memberikan rasa nyaman serta aman bagi penghuninya.

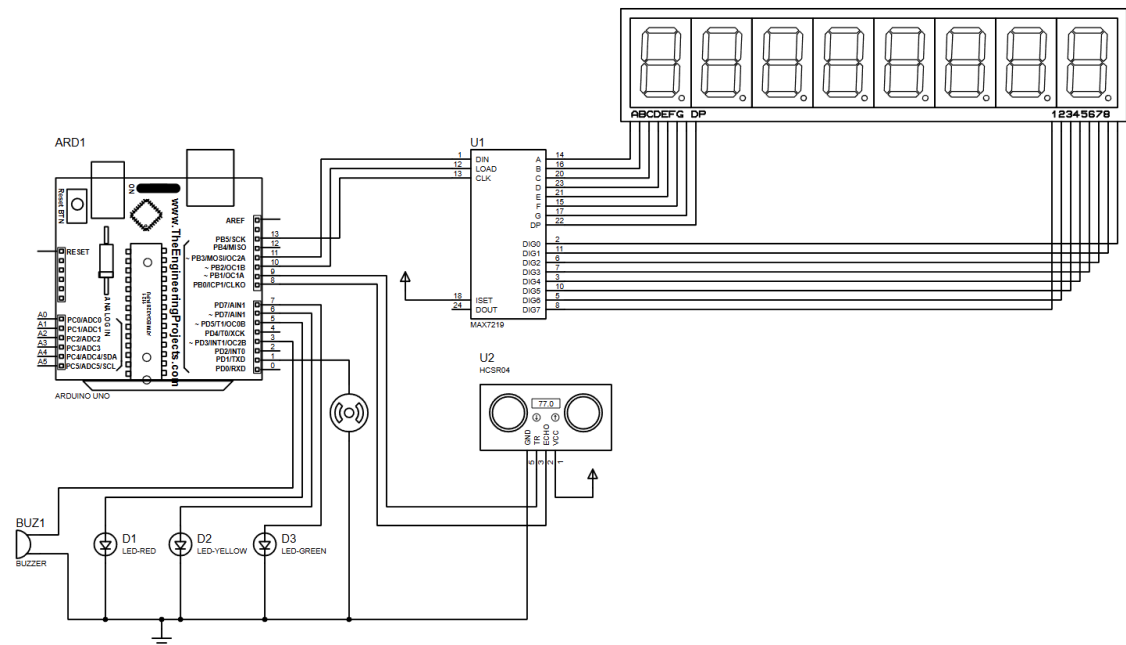
Stabilitas, akurasi, dan keandalan sistem yang baik menunjukkan kemampuannya untuk beroperasi secara konsisten dalam berbagai skenario dunia nyata. Melalui pengujian dan implementasi yang berhasil, Smart Home Intruder Detection System memiliki potensi besar untuk melindungi properti dan penghuni rumah dari ancaman eksternal, sehingga menjadikan rumah lebih aman bagi semua orang.

REFERENCES

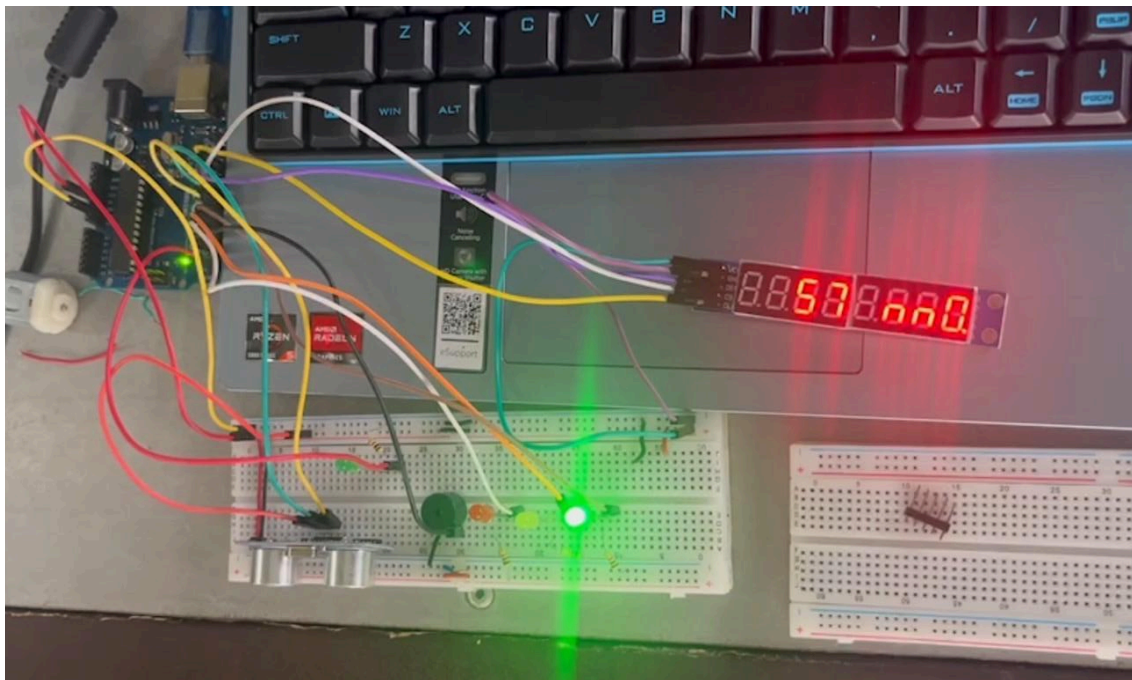
- [1] Published by Mona Siahaan and A. 15, "Indonesia: Crime rate," Statista, <https://www.statista.com/statistics/705464/crime-rate-in-indonesia/> (accessed May 28, 2024).
- [2] E. Paulsen, "Types of security sensors for your home," Wayne Alarm Systems, <https://waynealarm.com/types-of-alarm-sensors/> (accessed May 28, 2024).
- [3] "Assembly via Arduino- Programming HC-SR04 Sensor," Blogspot.com, 2021. [Online]. Available: <https://akuzechie.blogspot.com/2021/12/assembly-via-arduino-programming-hc.html>. [Accessed: May 25, 2024]
- [4] "Assembly via Arduino- Programming MAX7219," Blogspot.com, 2021. [Online]. Available: <https://akuzechie.blogspot.com/2021/11/assembly-via-arduino-programming-max7219.html>. [Accessed: May 25, 2024]

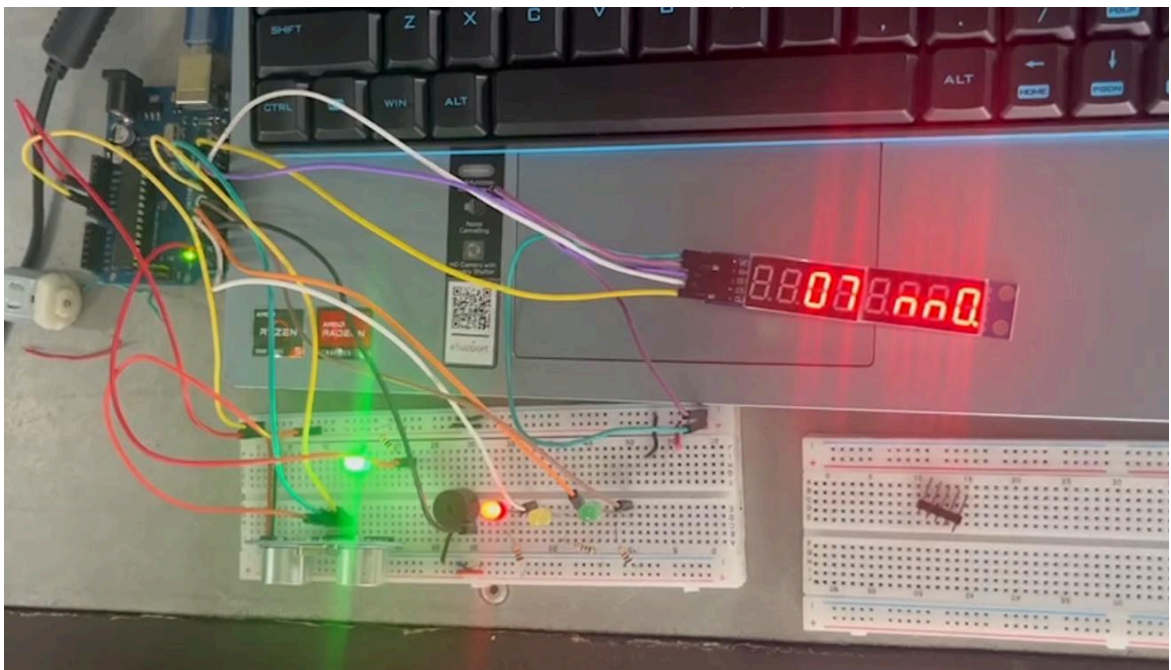
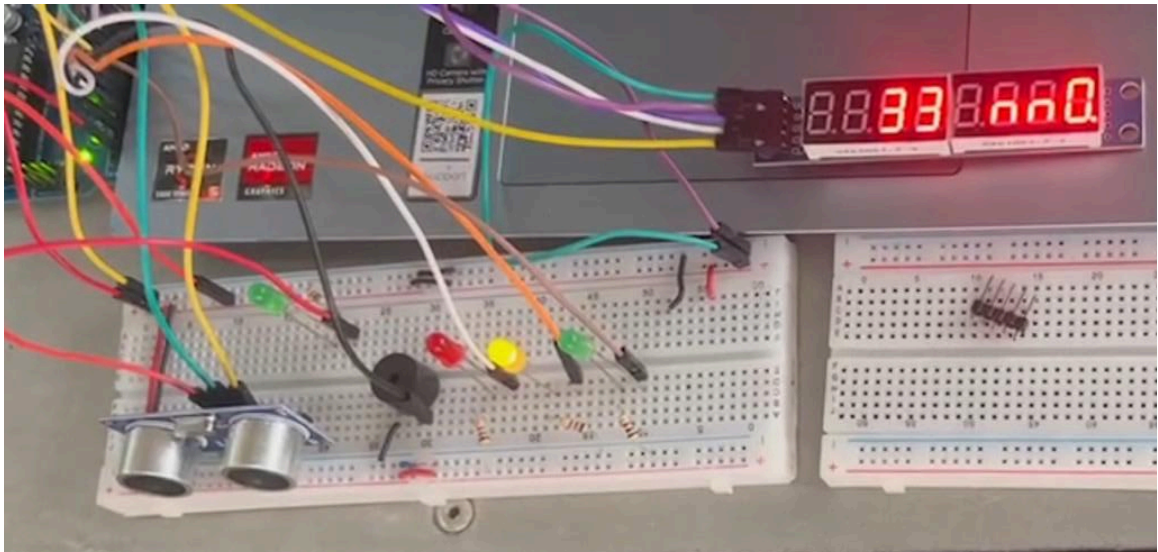
APPENDICES

Appendix A: Project Schematic



Appendix B: Documentation





Appendix C: Source Code

```
-----  
; Assembly Code  
-----  
#define __SFR_OFFSET 0x00  
#include "avr/io.h"  
-----
```

```

.global SPI_MAX7219_init
.global MAX7219_display
.global HC_SR04_sensor
.global main

;=====

main:

    LDI R21, 0xFF

    OUT DDRD, R21                ; Menjadikan pin D sebagai output

    ;-----

    RCALL SPI_MAX7219_init

    RCALL MAX7219_display

    ;-----

main_loop:

    RCALL HC_SR04_sensor

    RJMP main_loop

;=====

HC_SR04_sensor:

    SBI   DDRB, 1                ;pin PB1 as o/p (Trigger)

    CBI   DDRB, 0                ;pin PB0 as i/p (Echo)

    ;-----

trigger_pulse:

    SBI   PORTB, 1

    CBI   PORTD, 1

    RCALL delay_timer0

    CBI   PORTB, 1                ;send 10us high pulse to sensor

    ;-----

    RCALL echo_PW                ;compute Echo pulse width count

    ;-----

    RCALL compare

```

```

;-----
RCALL byte_to_decimal      ;covert & display on MAX7219
;-----

RCALL delay_ms

RJMP  trigger_pulse

;=====
echo_PW:

    LDI    R20, 0b00000000

    STS    TCCR1A, R20      ;Timer 1 normal mode

    LDI    R20, 0b11000101  ;set for rising edge detection &
    STS    TCCR1B, R20      ;prescaler=1024, noise cancellation
ON

;-----

wait_rising_edge:

    IN      R21, TIFR1

    SBRS    R21, ICF1

    RJMP    wait_rising_edge ;loop until rising edge is detected

;-----

    LDS     R16, ICR1L      ;store count value at rising edge

;-----

    OUT     TIFR1, R21      ;clear flag for falling edge
detection

    LDI     R20, 0b10000101

    STS     TCCR1B, R20     ;set for falling edge detection

;-----

wait_falling_edge:

    IN      R21, TIFR1

    SBRS    R21, ICF1

    RJMP    wait_falling_edge ;loop until falling edge is detected

;-----

```

```

    LDS    R28, ICR1L          ;store count value at falling edge
    ;-----

    SUB    R28, R16            ;count diff R28 = R28 - R16

    ADD    R28, 17

    OUT    TIFR1, R21          ;clear flag for next sensor reading

    RET

;=====
=====

; COMPARE

;=====
=====

compare:

    CPI R28, 40

    BRCS emergency_check

    CPI R28, 75

    BRCS warning_check

    ;-----

    ; Normal Mode

    CBI PORTD, 5 ; RED

    CBI PORTD, 6 ; YELLOW

    SBI PORTD, 7 ; GREEN

    ;-----

    ; Disable buzzer

    CBI PORTD, 3

    ;-----

    RJMP skip

;=====

emergency_check:

    RCALL delay_5s

    CPI R28, 40

```



```

        BRCS emergency_lock

        RJMP skip

;=====

warning_check:

        RCALL delay_5s

        CPI R28, 75

        BRCS warning

        RJMP skip

;=====

emergency_lock:

        SBI PORTD, 1          ; Activate motor to lock door

        ;-----

        ; Enable buzzer

        SBI PORTD, 3

        ;-----

        ; LED RED

        SBI PORTD, 5  ; RED

        CBI PORTD, 6  ; YELLOW

        CBI PORTD, 7  ; GREEN

        ;-----

        RJMP skip

;=====

warning:

        ; Enable buzzer

        SBI PORTD, 3

        ;-----

        ; LED YELLOW

        CBI PORTD, 5  ; RED

        SBI PORTD, 6  ; Yellow

```

```

    CBI PORTD, 7 ; GREEN

    ;-----

    RJMP skip

;=====
skip:

    RET

;=====
SPI_MAX7219_init:

.equ SCK, 5
.equ MOSI, 3
.equ SS, 2

;-----

    LDI R17, (1<<MOSI) | (1<<SCK) | (1<<SS)
    OUT DDRB, R17 ;set MOSI, SCK, SS as o/p

    ;-----

    LDI R17, (1<<SPE) | (1<<MSTR) | (1<<SPR0)
    OUT SPCR, R17 ;enable SPI as master, fsck=fosc/16

    ;-----

    LDI R17, 0x0A ;set segment intensity (0 to 15)
    LDI R18, 8 ;intensity level = 8
    RCALL send_bytes ;send command & data to MAX7219

    ;-----

    LDI R17, 0x09 ;set decoding mode command
    LDI R18, 0b00110000 ;decoding byte
    RCALL send_bytes ;send command & data to MAX7219

    ;-----

    LDI R17, 0x0B ;set scan limit command
    LDI R18, 0x07 ;8 digits connected to MAX7219
    RCALL send_bytes ;send command & data to MAX7219

```

```

;-----
LDI    R17, 0x0C          ;set turn ON/OFF command
LDI    R18, 0x01          ;turn ON MAX7219
RCALL  send_bytes        ;send command & data to MAX7219
;-----

RET

;=====
MAX7219_display:

    LDI    R17, 0x08          ;select digit 7
    LDI    R18, 0x00          ;data = d
    RCALL  send_bytes        ;send command & data to MAX7219
;-----

    LDI    R17, 0x07          ;select digit 6
    LDI    R18, 0x00          ;data = space
    RCALL  send_bytes        ;send command & data to MAX7219
;-----

    LDI    R17, 0x04          ;select digit 3
    LDI    R18, 0x00          ;data = space
    RCALL  send_bytes        ;send command & data to MAX7219
;-----

; Sending the bytes to MAX 7219 Display

    LDI    R17, 0x03          ;select digit 2
    LDI    R18, 0x0D          ;data = c
    RCALL  send_bytes        ;send command & data to MAX7219
;-----

    LDI    R17, 0x02          ;select digit 1
    LDI    R18, 0b00010101    ;data = (paruh pertama karakter 'm')
    RCALL  send_bytes        ;send command & data ke MAX7219
;-----

```

```

    LDI    R17, 0x01          ;select digit 0

    LDI    R18, 0b00010101    ;data = (paruh kedua karakter 'm')

    RCALL  send_bytes         ;send command & data to MAX7219

    ;-----

    RET

;=====

send_bytes:

    CBI    PORTB, SS          ;enable slave device MAX7219

    OUT    SPDR, R17          ;transmit command

    ;-----

wait_tx1:  IN     R19, SPSR

    SBRS   R19, SPIF          ;wait for byte transmission

    RJMP   wait_tx1          ;to complete

    ;-----

    OUT    SPDR, R18          ;transmit data

    ;-----

wait_tx2:  IN     R19, SPSR

    SBRS   R19, SPIF          ;wait for byte transmission

    RJMP   wait_tx2          ;to complete

    ;-----

    SBI    PORTB, SS          ;disable slave device MAX7219

    RET

;=====

byte_to_decimal:

    CLR    R26                ;set counter1, initial value 0

    CLR    R27                ;set counter2, initial value 0

    ;-----

cnvrt_100: CPI    R28, 100    ;compare R28 with 100

Ret:  BRMI  cnvrt_10         ;jump when R28 < 100

```

```

        INC    R26                ;increment counter1 by 1

        SUBI   R28, 100           ;R28 = R28 - 100

        RJMP   cnvrt_100

        ;-----

cnvrt_10: CPI    R28, 10          ;compare R28 with 10

        BRMI   display_digits    ;jump when R28 < 10

        INC    R27                ;increment counter2 by 1

        SUBI   R28, 10           ;R28 = R28 - 10

        RJMP   cnvrt_10

        ;-----

display_digits: MOV    R18, R27

        LDI    R17, 0x06         ;select digit 5 for MSD

        RCALL  send_bytes        ;send command & data to MAX7219

        ;-----

        MOV    R18, R28

        LDI    R17, 0x05         ;select digit 4 for LSD

        RCALL  send_bytes        ;send command & data to MAX7219

        ;-----

        RET

;=====
;delay subroutines
;=====

delay_timer0:                ;10 usec delay via Timer 0

        CLR    R20

        OUT    TCNT0, R20        ;initialize timer0 with count=0

        LDI    R20, 20

        OUT    OCR0A, R20        ;OCR0 = 20

        LDI    R20, 0b00001010

        OUT    TCCR0B, R20       ;timer0: CTC mode, prescaler 8

```

```

;-----
10:  IN    R20, TIFR0          ;get TIFR0 byte & check

    SBRS  R20, OCF0A          ;if OCF0=1, skip next instruction

    RJMP  10                  ;else, loop back & check OCF0 flag

;-----

    CLR   R20

    OUT   TCCR0B, R20         ;stop timer0

;-----

    LDI   R20, (1<<OCF0A)

    OUT   TIFR0, R20          ;clear OCF0 flag

    RET

;=====

delay_ms:

    LDI   R21, 255

16:  LDI   R22, 255

17:  LDI   R23, 50

18:  DEC   R23

    BRNE  18

    DEC   R22

    BRNE  17

    DEC   R21

    BRNE  16

    RET

;=====

delay_5s:

    ldi   r21, 2

    ldi   r22, 150

    ldi   r23, 216

    ldi   r24, 9

```

```
1_5:
    dec    r24
    brne   1_5
    dec    r23
    brne   1_5
    dec    r22
    brne   1_5
    dec    r21
    brne   1_5
    RET
```