



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

AUTOMATIC PARK LAMP

GROUP A5

Bintang Marsyuma Rakhasunu	2106731415
Brian Yudha Sandi	2106637082
Michael Gunawan	2106731195
Muhammad Salman Sadad	2106731371

PREFACE

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya, kami dapat menyelesaikan proyek akhir untuk mata kuliah Sistem Siber Fisik. Adapun judul dari proyek kami adalah “Lampu Taman Otomatis”

Pada kesempatan kali ini, kamu juga ingin mengucapkan terima kasih kepada dosen mata kuliah Sistem Siber Fisik, Bapak Fransiskus Astha Ekadiyanto, yang telah melimpahkan ilmunya kepada kami, sehingga kami bisa membuat proyek kali ini dengan baik. Tidak lupa, kami juga mengucapkan terima kasih kepada segenap asisten laboratorium Digital Laboratory, yang telah mendampingi dan membantu kami dalam penyusunan proyek ini.

Proyek yang kami susun masih kurang dari kata sempurna, karena kami masih dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu, kami terbuka untuk kritik dan saran yang membangun dari pembaca sekalian. Kami berharap, proyek yang kami susun bisa berguna untuk khalayak ramai, dan bisa menjadi pertimbangan untuk kelancaran mata kuliah Sistem Siber Fisik

Depok, 16 Mei 2023

Group 5

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER 1.....	4
INTRODUCTION.....	4
1.1 PROBLEM STATEMENT.....	4
1.3 ACCEPTANCE CRITERIA.....	5
1.4 ROLES AND RESPONSIBILITIES.....	5
1.5 TIMELINE AND MILESTONES.....	5
CHAPTER 2.....	7
IMPLEMENTATION.....	7
2.1 HARDWARE DESIGN AND SCHEMATIC.....	7
2.2 SOFTWARE DEVELOPMENT.....	7
2.3 HARDWARE AND SOFTWARE INTEGRATION.....	8
CHAPTER 3.....	9
TESTING AND EVALUATION.....	9
3.1 TESTING.....	9
3.2 RESULT.....	9
3.3 EVALUATION.....	10
CHAPTER 4.....	11
CONCLUSION.....	11

CHAPTER 1

INTRODUCTION

1.1 PROBLEM STATEMENT

Taman adalah salah satu tempat yang paling menenangkan dan menyegarkan bagi banyak orang. Taman biasanya dianggap sebagai tempat untuk relaksasi, rekreasi, dan menghilangkan stres. Namun, taman sebenarnya lebih dari itu. Taman dapat menjadi wadah untuk menghubungkan manusia dengan alam, mengajarkan nilai-nilai tentang keberlanjutan dan konservasi, serta menjadi tempat untuk menjalin hubungan sosial.

Taman, sebagai tempat terbuka, tentunya memerlukan penerangan ketika hari sudah memasuki waktu malam, untuk meningkatkan estetika dan juga agar pengunjung yang mengunjungi taman pada waktu malam, bisa mendapatkan sumber penerangan. Namun, yang menjadi masalah disini adalah, kurang efisiennya penggunaan daya pada lampu yang digunakan di taman, dan kurangnya otomatisasi ketika terjadi perubahan dari siang ke malam

1.2 PROPOSED SOLUTION

Berangkat dari permasalahan yang sudah kami identifikasi, kami merancang sistem otomatisasi yang dapat mengatur penggunaan lampu taman secara efisien dan hemat energi. Solusi yang kami bawa, secara garis besar, kami ingin agar lampu taman bisa menyala secara otomatis mengikuti kondisi terang-gelap yang sedang ada di sekitar lampu taman tersebut. Lebih daripada itu, lampu taman ini memiliki intensitas terang yang dapat menyesuaikan dengan tingkat kegelapannya, semisal saat kondisi masih menjelang maghrib, maka nyala lampu tidak akan seterang seperti pada saat sudah larut malam. Hal ini bertujuan untuk menghemat daya sekaligus menjaga tingkat estetika dan keperluan intensitas cahaya di sekitar taman. Adapun kami juga memasukkan serial monitor yang dapat menampilkan string “siang” dan “malam” dengan menyesuaikan pada sensor cahaya yang kami pasang. Jika intensitas cahaya sedang tinggi maka hal ini akan menampilkan tulisan siang sedangkan jika intensitas cahaya sedang rendah maka yang akan ditampilkan adalah tulisan malam

1.3 ACCEPTANCE CRITERIA

Berikut ini parameter kesuksesan dari proyek yang sedang kami kerjakan:

1. Bisa melakukan konversi analog to digital
2. Bisa melakukan komunikasi SPI
3. Bisa menerapkan interrupt
4. Bisa menentukan terang redupnya lampu (opsional)

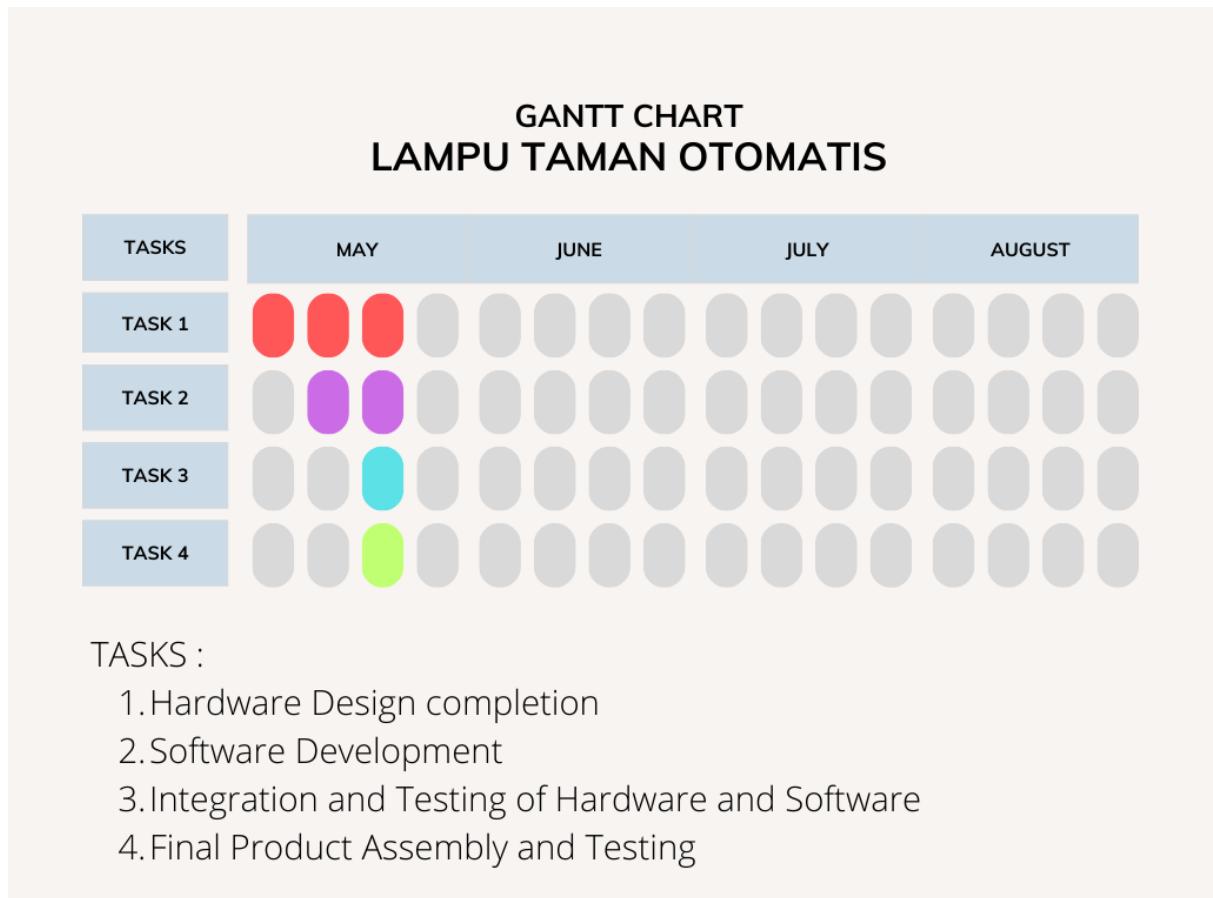
1.4 ROLES AND RESPONSIBILITIES

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

Roles	Responsibilities	Person
Merancang dan menyusun rangkaian, program.	Merancang <i>hardware</i> dan <i>software</i> sesuai dengan ide yang kami ajukan. Setelah itu menjelaskannya dalam laporan pada bagian <i>software</i> .	Bintang Marsyuma Rakhasunu
Menyusun laporan, dan Readme.md	Menyusun sebagian besar laporan selain implementation, dan menyusun Readme.md	Brian Yudha Sandi
Menyusun laporan dan PPT	Menyusun sebagian besar laporan selain implementation dan menyusun PPT	Michael Gunawan
Menyusun laporan dan Proteus	Mengaplikasikan rangkaian pada Proteus dan memberikan penjelasan tersebut pada poin hardware.	Muhammad Salman Sadad

Table 1. Roles and Responsibilities

1.5 TIMELINE AND MILESTONES



CHAPTER 2

IMPLEMENTATION

2.1 HARDWARE DESIGN AND SCHEMATIC

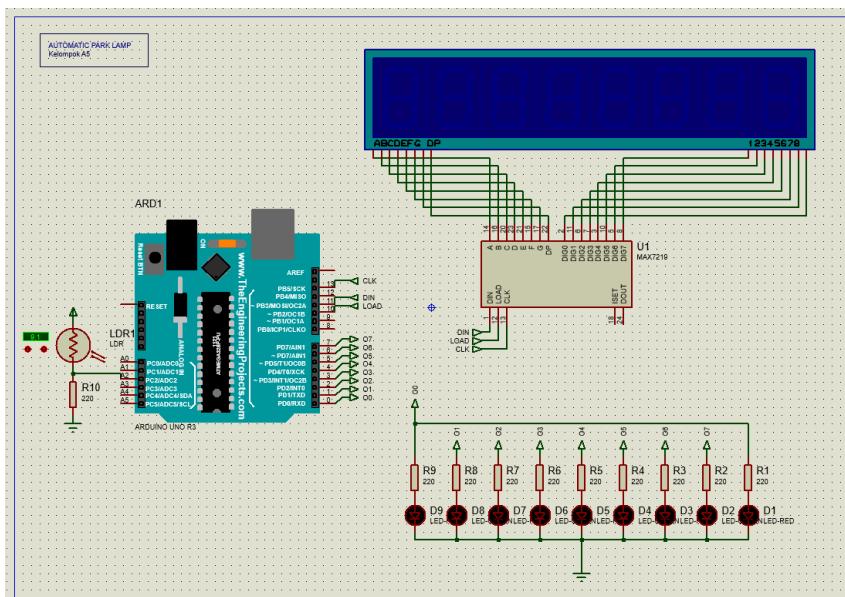
Komponen yang dibutuhkan:

- Arduino Uno - 1 buah
- Breadboard - 1 buah
- Light Dependent Resistor - 1 buah
- LED - 9 buah
- MAX7219 - 1 buah
- Kabel jumper
- Baterai 9V - 1 buah

Rangkaian fisik yang kami gunakan ini secara garis besar menggunakan breadboard untuk menyambungkan para komponen dan arduino uno sebagai otaknya. Adapun yang membedakan dari perangkat lainnya adalah kami memakai satu buah LDR / Light Dependant Resistor untuk mengukur intensitas cahaya yang ada. Kemudian data tersebut akan diproses untuk diteruskan ke total sembilan buah led, jika intensitas cahaya yang terbaca tinggi maka itu menandakan situasi sedang siang sehingga led tidak akan menyala namun jika intensitas yang terbaca rendah maka hal itu menandakan kondisi sedang malam sehingga led akan perlahan menyala dengan menyesuaikan kondisi data yang dia terima.

Kami juga memakai satu buah button yang akan bertindak sebagai force shutdown alias lampu akan mati saat tombol ditekan dengan menggunakan prinsip interrupt. Sebagai tambahan, terdapat juga max7219 yang akan mengolah sinyal analog untuk menampilkan string “SIANG” dan “MALAM” dengan memanfaatkan modul *seven-segment*. Terakhir karena proyek akhir mewajibkan rangkaian berjalan secara mandiri tanpa menyambung ke PC,

Untuk *Schematic*-nya berikut adalah bentuk rangkaianya dalam simulasi Proteus,



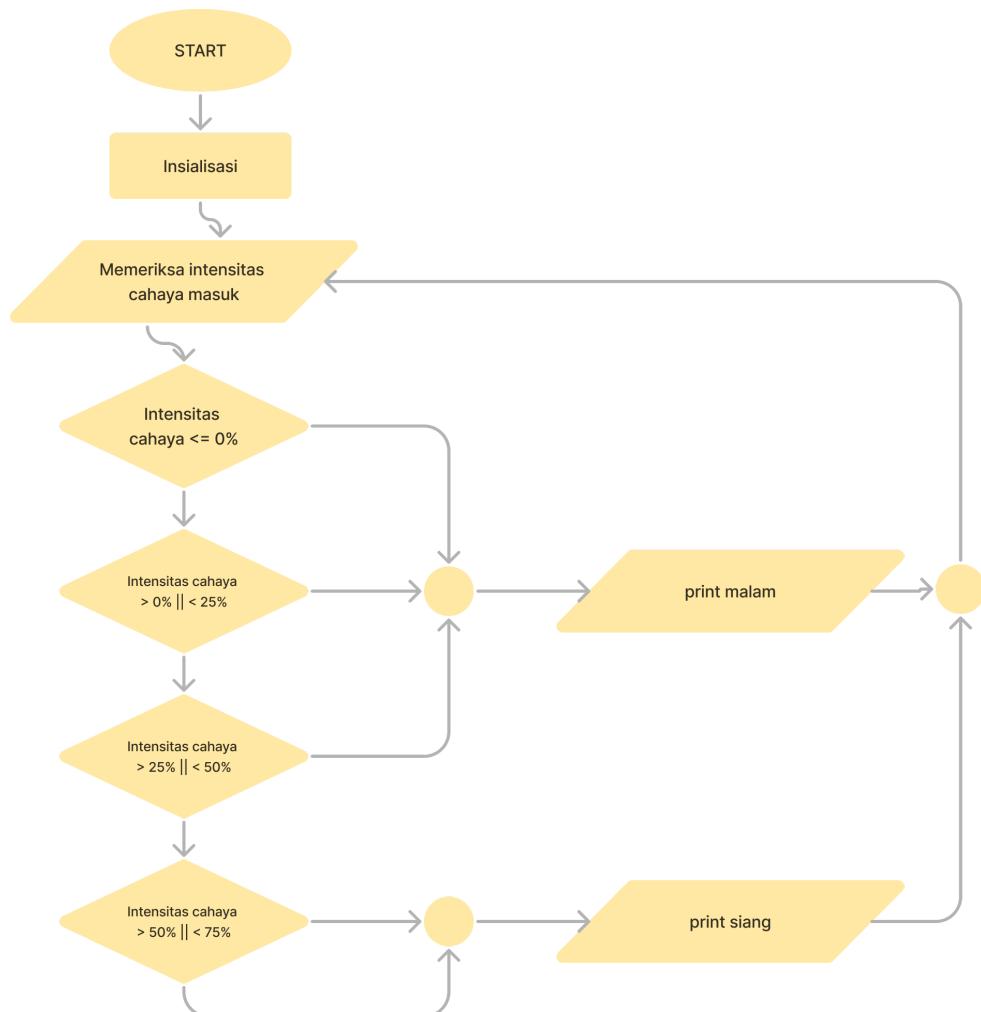
Pada skematik di atas, komponen yang digunakan kurang lebih mirip dengan yang digunakan pada percobaan dunia nyata, namun ada sedikit modifikasi pada beberapa rangkaian, diantaranya ada pada sensor LDR dan MAX7219. Pada produk komponen aslinya, sensor LDR diintegrasikan di dalam PCB dengan sebuah resistor yang dapat divariasikan, sedangkan pada Proteus perlu penambahan resistor terpisah yang nantinya output data yang

dihasilkan akan disambungkan ke arduino secara paralel. Satu lagi, komponen MAX7219 pada dunia nyata juga diintegrasikan dalam PCB dengan dua komponen *seven-segment*.

2.2 SOFTWARE DEVELOPMENT

Pada awal perancangannya, rangkaian ini memiliki fitur-fitur berupa sensor LDR yang digunakan dengan menerapkan Analog to Digital Converter, komunikasi serial menggunakan modul MAX7219 dengan menerapkan SPI, pengaturan terang redup lampu, dan interrupt menggunakan *button*. Namun, pada prosesnya terjadi kesulitan sehingga terang redup lampu digantikan dengan jumlah lampu yang menyala dan tidak menggunakan interrupt.

Alur program ini direncanakan akan mengikuti flowchart berikut:



2.3 HARDWARE AND SOFTWARE INTEGRATION

LDR atau *Light Dependent Resistor* diproses dengan ADR menggunakan penggalan kode di bawah ini:

```
main:  
LDI R20, 0xFF  
OUT DDRB, R20 ;set port D as o/p for low byte result  
OUT DDRD, R20  
LDI R20, 0b00000011 ;  
OUT DDRC, R20 ;A0 A1 sebagai o/p sisanya sebagai input  
;-----  
LDI R20, 0b11000010 ;internal 2.56V, right-justified data, ADC2  
STS ADMUX, R20  
LDI R20, 0x87 ;enable ADC, ADC prescaler CLK/128  
STS ADCSRA, R20  
  
read_ADC:  
LDI R20, 0xC7 ;set ADSC in ADCSRA to start conversion  
STS ADCSRA, R20  
;-----  
wait_ADC:  
LDS R21, ADCSRA ;check ADIF flag in ADCSRA  
SBRS R21, 4 ;skip jump when conversion is done (flag set)  
RJMP wait_ADC ;loop until ADIF flag is set  
;-----  
LDI R17, 0xD7 ;set ADIF flag again  
STS ADCSRA, R17 ;so that controller clears ADIF  
;-----  
LDS R18, ADCL ;get low-byte result from ADCL  
LDS R19, ADCH ;get high-byte result from ADCH  
;RJMP check_LDR  
;-----  
;  
CPI R19, 1 ;compare r19 dengan nilai 1  
BRLO first ;jika >= maka branch ke sub-routine first  
CPI R19, 3 ;compare r19 dengan nilai 3  
BRLO second ;jika < maka branch ke sub-routine second  
  
first:  
CPI R18, 255 ;compare r18 dengan nilai 256  
BRLO two ;jika < branchke sub-routine one  
RJMP one ;jika tidak branch ke sub-routine one  
  
second:  
CPI R18, 240 ;compare r18 dengan nilai 127
```

```
BRLO five ;jika < branchke sub-routine five  
CPI R18, 255 ;compare r18 dengan nilai 127  
BRLO four ;jika < branchke sub-routine four  
RJMP three ; jika > maka branch three
```

one:

```
LDI R27, 0xFF ;isi register dengan 1  
OUT PORTD,R27 ;output portd sama dengan r27  
SBI PORTB, 0 ;output portb bit 1 high  
RCALL MAX7219_disp_text_Malam  
RJMP read_ADC ;kembali membaca input
```

two:

```
LDI R27, 0xC7 ;isi register dengan 131  
OUT PORTD,R27 ;output portd sama dengan r27  
SBI PORTB,0 ;output portb bit 1 high  
RCALL MAX7219_disp_text_Malam  
RJMP read_ADC ;kembali membaca input
```

three:

```
LDI R27,0x83 ;isi register dengan 199  
OUT PORTD,R27 ;output portd sama dengan r27  
SBI PORTB,0 ;output portb bit 1 high  
RCALL MAX7219_disp_text_Siang  
RJMP read_ADC ;kembali membaca input
```

four:

```
LDI R27,0x01  
;isi register dengan 239  
OUT PORTD,R27 ;output portd sama dengan r27  
SBI PORTB,0 ;output portb bit 1 high  
RCALL MAX7219_disp_text_Siang  
RJMP read_ADC ;kembali membaca input
```

five:

```
LDI R27, 0x00 ;isi register dengan 255  
OUT PORTD,R27 ;output portd sama dengan r27  
OUT PORTB,R27 ;output portb bit 1 high  
RCALL MAX7219_disp_text_Siang  
RJMP read_ADC ;kembali membaca input
```

Kode di atas akan membuat LDR melakukan deteksi terus menerus dalam *routine readADC*. Kemudian, jika intensitas cahaya yang diterima memiliki nilai tertentu, nilai tersebut akan diproses dalam percabangan instruksi dengan lima kasus. Kasus ke-1 adalah jika cahaya rendah, maka semua lampu menyala. Kemudian kasus ke-2 sampai ke-5 akan mendeteksi intensitas cahaya dan jika semakin banyak cahaya, maka akan semakin sedikit

lampa yang menyala. Penentuan instruksi berdasarkan kasus tersebut dilakukan dengan melakukan compare dari hasil konversi dari data sensor dengan nilai tertentu.

Selain itu, terdapat fitur penunjukan status dari lampu yang akan ditampilkan oleh komponen MAX7219 yang diintegrasikan dengan 2 *seven-segment LED*. Untuk melakukan hal tersebut, kami menerapkan komunikasi serial yang dikonfigurasi dalam arduino.

Komunikasi serial diproses menggunakan komunikasi SPI dengan kode di bawah ini yang berguna untuk menyalakan modul MAX7219 yang menunjukkan tulisan “MALAM” pada kasus ke-1, ke-2 dan menunjukkan tulisan “SIANG” pada kasus ke-3, ke-4, dan ke-5. Hal ini diwujudkan dengan integrasi antara program di bawah dan *hardware* yang dirangkai:

```
SPI_MAX7219_INIT:  
.equ SCK, 5  
.equ MOSI, 3  
.equ SS, 2  
LDI R17, (I<<MOSI)|(I<<SCK)|(I<<SS)  
OUT DDRB, R17      ;set MOSI, SCK, SS as o/p  
;  
LDI R17, (I<<SPE)|(I<<MSTR)|(I<<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, 0b00000000 ;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_disp_text_Malam:  
; Sending the bytes to MAX 7219 Display  
LDI R17, 0x08      ;select digit 6  
LDI R18, 0b01100110    ;data = (paruh kedua karakter 'm')  
RCALL send_bytes    ;send command & data to MAX7219  
;  
LDI R17, 0x07      ;select digit 5
```

```

LDI R18, 0b01110010 ;data = (paruh pertama karakter 'm')
RCALL send_bytes ;send command & data to MAX7219
;-----
LDI R17, 0x06 ;select digit 4
LDI R18, 0b01110111 ;data = A
RCALL send_bytes ;send command & data to MAX7219
;-----
LDI R17, 0x05 ;select digit 3
LDI R18, 0b00000110 ;data = L
RCALL send_bytes ;send command & data to MAX7219
;-----
LDI R17, 0x04 ;select digit 2
LDI R18, 0b01110111 ;data = A
RCALL send_bytes ;send command & data to MAX7219
;-----
LDI R17, 0x03 ;select digit 1
LDI R18, 0b01100110 ;data = (paruh kedua karakter 'm')
RCALL send_bytes ;send command & data to MAX7219
;-----
LDI R17, 0x02 ;select digit 0
LDI R18, 0b01110010 ;data = (paruh kedua karakter 'm')
RCALL send_bytes ;send command & data to MAX7219
;-----
LDI R17, 0x01 ;select digit 0
LDI R18, 0x00 ;data = (paruh kedua karakter 'm')
RCALL send_bytes ;send command & data to MAX7219
;-----
RET

```

MAX7219_disp_text_Siang:

```

; Sending the bytes to MAX 7219 Display
LDI R17, 0x08 ;select digit 4
LDI R18, 0b01011011 ;data = S
RCALL send_bytes ;send command & data to MAX7219
;-----
LDI R17, 0x07 ;select digit 3
LDI R18, 0b000000110 ;data = I
RCALL send_bytes ;send command & data to MAX7219
;-----
LDI R17, 0x06 ;select digit 2
LDI R18, 0b01110111 ;data = A
RCALL send_bytes ;send command & data to MAX7219
;-----
LDI R17, 0x05 ;select digit 1
LDI R18, 0b01110110 ;data = n
RCALL send_bytes ;send command & data to MAX7219
;-----
LDI R17, 0x04 ;select digit 0
LDI R18, 0b01011111 ;data = G

```

```

RCALL send_bytes ;send command & data to MAX7219
LDI R17, 0x03 ;select digit 0
LDI R18, 0x00 ;data = G
RCALL send_bytes ;send command & data to MAX7219
LDI R17, 0x02 ;select digit 0
LDI R18, 0x00 ;data = G
RCALL send_bytes ;send command & data to MAX7219
LDI R17, 0x01 ;select digit 0
LDI R18, 0x00 ;data = G
RCALL send_bytes ;send command & data to MAX7219
RET
send_bytes:
CBI PORTB, SS ;enable slave device MAX7219
OUT SPDR, R17 ;transmit command
-----
;-----  

ll2:IN R19, SPSR
SBRS R19, SPIF ;wait for byte transmission
RJMP ll2 ;to complete
;-----  

OUT SPDR, R18 ;transmit data
;-----  

;-----  

ll3:IN R19, SPSR
SBRS R19, SPIF ;wait for byte transmission
RJMP ll3 ;to complete
;-----  

SBI PORTB, SS ;disable slave device MAX7219
RET

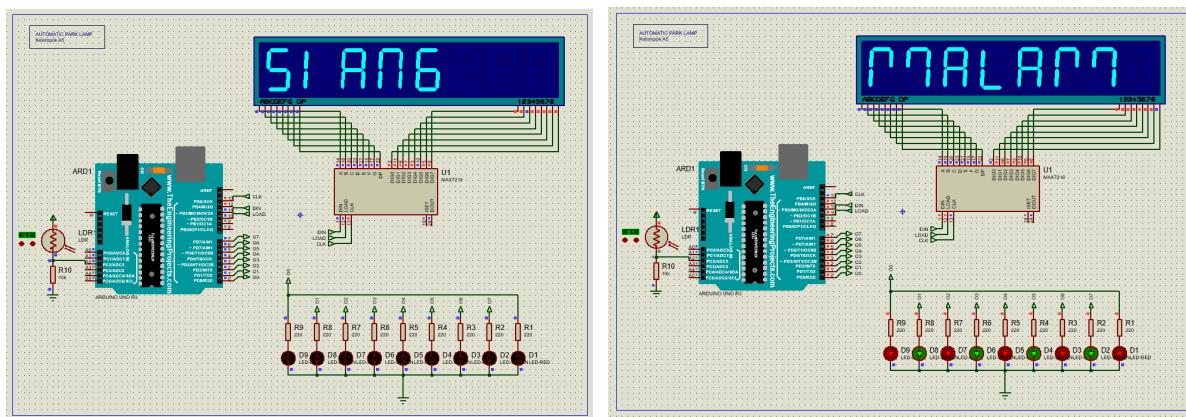
```

CHAPTER 3

TESTING AND EVALUATION

3.1 TESTING

Ketika rangkaian kami sudah selesai dibuat, kami melakukan ujicoba dengan menggunakan bantuan senter. Tujuannya, adalah kami ingin mensimulasikan keadaan saat siang hari. Sedikit perlu ada perubahan dari segi kode, kami melakukan penyesuaian, dan juga pada sensor LDR juga diperlukan adanya penyesuaian. Penyesuaian tersebut diperlukan agar output yang dihasilkan sesuai dengan rancangan kami, dimana ketika intensitas cahaya berada di kisaran 50% sampai 100%, akan menampilkan “siang”, dan lampu LED yang merepresentasikan lampu taman akan mati. Untuk kondisi malam, rangkaian kami telah bekerja dengan baik, dibuktikan ketika tidak ada lampu senter atau sensor berada dalam kondisi gelap atau redup, serial monitor pada rangkaian kami akan menampilkan “malam”. Kami juga melakukan simulasi di wokwi dengan rangkaian yang sama persis dengan yang kami rangkai secara fisik, dan perbedaan kecil, yang kami duga berasal dari sensor yang dalam pembacaannya kurang akurat.



Sedangkan pada simulasi proteus, untuk fungsinya kurang lebih sudah benar namun perbandingan pembacaan intensitas cahaya dengan output lampu dan serial monitor cenderung terbalik, namun percobaan secara nyatanya normal-normal saja. Kemungkinan terdapat masalah dalam kode assembly pada bagian pembanding value.

3.2 RESULT

Ketika kami memberikan senter yang menyala kepada LDR-nya maka lampu led akan mati dan pada MAX7219 terdapat string yang bertuliskan siang dan begitu pula sebaliknya, ketika tidak ada cahaya dari senter yang didekatkan kepada LDR maka akan dianggap sebagai kondisi malam yang mengindikasikan lampu led mulai menyala dan tampil string yang menuliskan malam

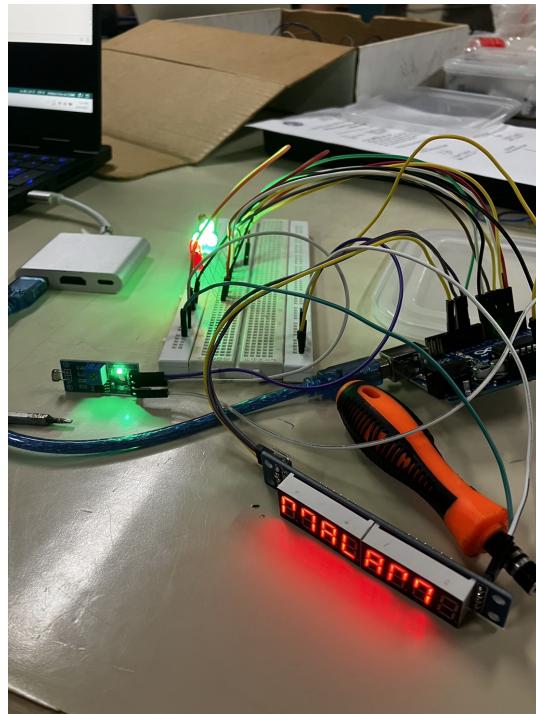


Fig 1. Kondisi malam, led menyala

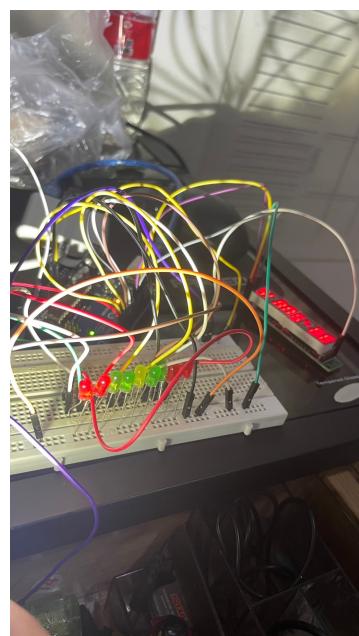


Fig 1. Kondisi siang, led tidak menyala

3.3 EVALUATION

Kelompok kami menyadari penurunan kualitas dari LDR yang seolah-olah semakin kurang sensitif ketika proses testing diulang berkali-kali, hal ini berdampak pada ldr yang sudah diterangi dengan senter namun tidak dapat bereaksi layaknya sedang dalam kondisi siang atau dengan kata lain terdapat permasalahan kestabilan dalam segi sensor

Inkonsistensi hasil antara skematik di aplikasi proteus dan rangkaian fisik juga menjadi salah satu hambatan kami atau dengan kata lain meskipun komponen dan kode yang digunakan telah sama, hasil keluaran yang didapatkan kadang kali tidak konsisten antara proteus dengan rangkaian fisiknya. Kami menduga kecakapan komponen yang digunakan menjadi penyebab di balik timbulnya ketidakkonsistenan masalah ini

CHAPTER 4

CONCLUSION

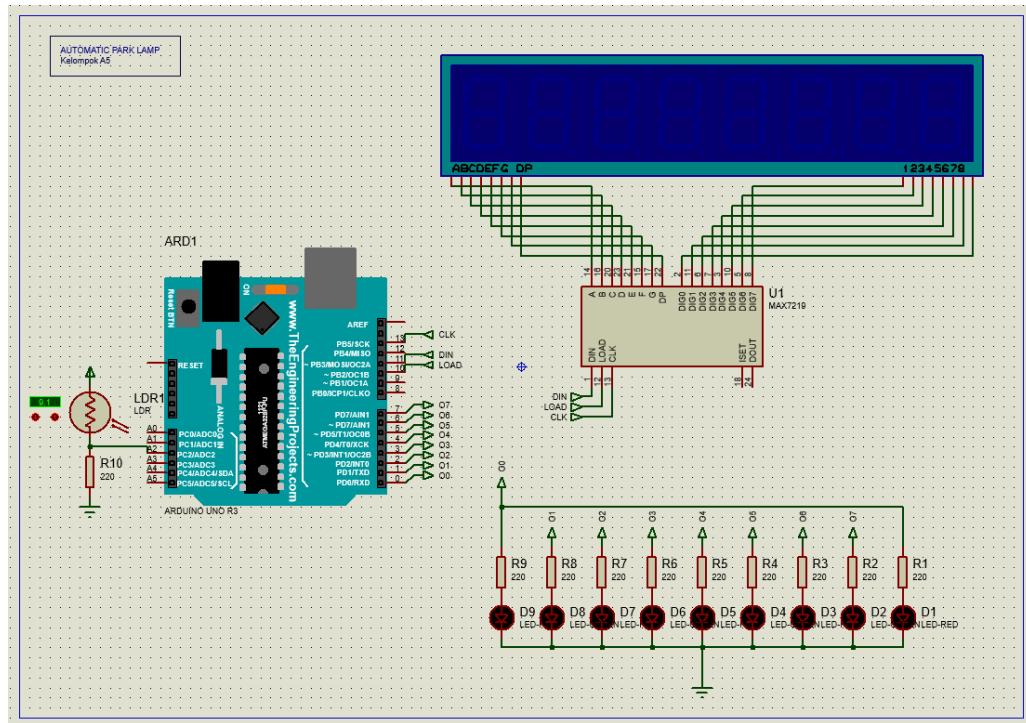
Puji syukur kami haturkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa berkat pertolongannya dan kerjasama tim yang baik di kelompok A5 ini bersamaan dengan bimbingan dari Kak Miranty Anjani selaku Asisten Laboratorium pembimbing proyek akhir kami ini, kami dapat menyelesaikan proyek akhir sistem siber fisik berjudul lampu taman otomatis ini. Pada akhirnya, taman yang kerap kali menjadi tempat hiburan maupun fasilitas umum ini bisa mendapatkan inovasi pembaruan dari segi penggunaan lampu taman yang dapat diaplikasikan dalam setiap jenis taman yang ada. Ketika lingkungan sekitar taman mendapati kondisi sedang terang atau siang maka lampu taman akan otomatis mati serta terdapat tulisan siang yang ditampilkan sedangkan jika kondisi sekitar taman mulai memasuki kondisi redup atau malam maka intensitas cahaya dari led akan menyala sesuai dengan kegelapan yang dirasakan oleh sensor pada saat itu dan menghasilkan tulisan malam. Lampu LED yang mampu menyesuaikan intensitas cahayanya dengan kondisi terang-redupnya lampu sangat cocok untuk upaya penghematan daya maupun kenyamanan psikologis manusia yang ada di taman tersebut.

REFERENCES

- [1] M. Fahad, "Arduino Uno Library for Proteus v2.0.1," The Engineering Projects, Mar. 2021. [Online]. Available: <https://www.theengineeringprojects.com/2021/03/arduino-uno-library-for-proteus-v2.html>. [Accessed: May. 16, 2023].
- [2] "SPI Protocol in Embedded System," JavaTpoint, [Online]. Available: <https://www.javatpoint.com/spi-protocol> [Accessed: May. 16, 2023].

APPENDICES

Appendix A: Project Schematic



Appendix B: Documentation

