



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

TANNING BED

GROUP 16

RIZQI ZAIDAN	2206059742
LAVLY RANTISSA ZUNNURAINA RUSDI	2206830624
KEVIN RAIHAN	2206059704
MUHAMMAD NADHIF FASICHUL ILMI	2206813416

PREFACE

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh,

Kami dari Kelompok 16, jurusan Teknik Komputer UI angkatan 2022, ingin mengucapkan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, kami dapat menikmati hidup dengan penuh kenikmatan dan kebahagiaan. Kami juga ingin mengucapkan terima kasih serta menyampaikan apresiasi kepada orang tua, dosen, teman-teman, dan asisten pendamping yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama proses pembuatan proyek akhir ini.

Dalam era digital saat ini, tantangan hidup menjadi semakin kompleks, memerlukan respon yang cepat dan efisien untuk mencapai tujuan. Untuk menghadapi tantangan tersebut, kami dari Kelompok 16 berkomitmen untuk memberikan kontribusi positif melalui penciptaan alat yang dapat meningkatkan efisiensi hidup setiap individu. Produk yang kami hasilkan adalah **Tanning Bed**, sebuah perangkat yang dirancang untuk memudahkan proses tanning untuk mendapatkan kulit yang sehat dan terawat. Selain itu, tanning bed juga memiliki potensi untuk meningkatkan produksi vitamin D dan memberikan estetika pada kulit, yang merupakan faktor penting dalam pertumbuhan pasar tanning bed secara global.

Kami berharap bahwa produk ini tidak hanya akan memberikan manfaat praktis bagi kehidupan sehari-hari tetapi juga akan menjadi solusi yang efektif dan aman bagi mereka yang mencari alternatif untuk mendapatkan kulit yang sehat dan cantik.

Depok, May 21, 2024

Group 16

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

Dalam era digital dan globalisasi saat ini, kehidupan manusia telah berkembang menjadi semakin dinamis dan kompleks. Tekanan sosial, ekonomi, dan budaya telah menjadi bagian integral dari kehidupan sehari-hari, yang mempengaruhi cara kita berinteraksi, bekerja, dan bahkan beristirahat. Di tengah-tengah kesibukan dan tekanan ini, masyarakat modern sering kali merasa tertekan untuk memprioritaskan pekerjaan dan tanggung jawab lainnya, mengabaikan kesehatan fisik dan mental mereka. Akibatnya, banyak individu yang mengalami gangguan kesehatan mental dan fisik, termasuk stres, depresi, dan kurangnya energi, yang berdampak negatif pada kualitas hidup mereka.

Selain itu, kehilangan waktu luang yang produktif dan sehat menjadi tantangan besar bagi banyak orang. Waktu luang yang seharusnya digunakan untuk rekreasi, olahraga, atau hobi sering kali diisi dengan aktivitas yang tidak sehat atau tidak membangun, seperti menghabiskan waktu di depan layar komputer atau televisi. Hal ini tidak hanya mengurangi kualitas hidup individu, tetapi juga berpotensi menurunkan produktivitas dan kinerja kerja mereka.

Kondisi ini menunjukkan adanya kebutuhan akan solusi yang dapat memenuhi kebutuhan akan waktu luang yang produktif dan sekaligus mempromosikan kesehatan dan kesejahteraan individu. Solusi tersebut harus mampu memberikan manfaat dual, yaitu memanfaatkan waktu luang dengan melakukan aktivitas yang sehat dan membangun, serta mempromosikan kesehatan fisik dan mental yang optimal.

1.2 PROPOSED SOLUTION

Untuk mengatasi tantangan yang dihadapi oleh masyarakat modern dalam menjaga kesehatan fisik dan mental, serta memaksimalkan penggunaan waktu luang mereka secara produktif, kami mengusulkan penggunaan Tanning Bed sebagai salah satu solusi yang efektif. Tanning Bed adalah perangkat yang dirancang untuk memanfaatkan sinar ultraviolet (UV) untuk memperoleh warna kulit tanpa harus menghabiskan waktu di bawah sinar matahari langsung. Keuntungan utama dari penggunaan Tanning Bed adalah kemudahan dan

kecepatannya dalam memberikan hasil yang diinginkan, sementara itu memanfaatkan waktu luang yang tersedia dengan efisien.

Tanning Bed tidak hanya berfungsi sebagai alat untuk meningkatkan penampilan melalui perubahan warna kulit, tetapi juga memiliki potensi signifikan dalam meningkatkan kesehatan fisik secara umum. Salah satu manfaat utama dari sinar UV adalah kemampuannya untuk membantu tubuh memproduksi vitamin D, sebuah nutrisi yang sangat penting untuk fungsi normal sistem imun dan metabolisme. Selain itu, beberapa studi ilmiah telah menunjukkan bahwa sinar UV dapat berkontribusi dalam mengurangi gejala depresi dan meningkatkan mood. Hal ini disebabkan oleh efek positif sinar UV terhadap produksi serotonin, hormon yang berperan dalam mengatur suasana hati dan emosi.

1.3 ACCEPTANCE CRITERIA

The acceptance criteria of this project are as follows:

1. Menerapkan berbagai materi dari modul-modul yang telah dipelajari selama sesi praktikum dan kelas.
2. Memperkenalkan solusi yang mengurangi kebutuhan akan perawatan kulit yang memakan waktu dan tenaga, dengan menyediakan alternatif yang cepat dan mudah diakses.
3. Mengimplementasikan *interrupt* pada rangkaian dengan *button* START dan STOP.

1.4 ROLES AND RESPONSIBILITIES

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

Roles	Responsibilities	Person
<i>Code Writer</i>	Membuat kode, Merancang Hardware, Membuat rangkaian Proteus	Rizqi Zaidan
<i>Paper Writer</i>	Membuat laporan, Membuat Flowchart, Membuat PPT.	Lavly Rantissa Zunnuraina Rusdi

<i>Code Writer</i>	Membuat kode, Merancang Hardware, Membuat rangkaian Proteus	Kevin Raihan
<i>Paper Writer</i>	Membuat laporan, Membuat README.md	Muhammad Nadhif Fashichul Ilmi

Table 1. Roles and Responsibilities

1.5 TIMELINE AND MILESTONES

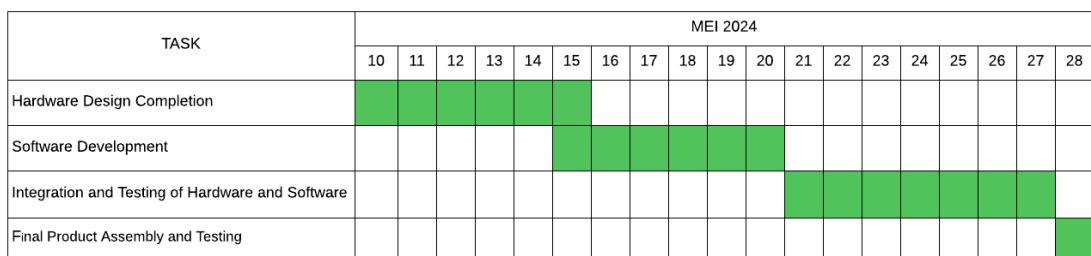


Fig.1 Gantt Chart

- A. Hardware Design completion: A milestone indicating the date when the hardware design for the embedded system is finalized, including schematic.
- B. Software Development: The date when the development of the user-created assembly code (software) begins, focusing on specific tasks and functionalities.
- C. Integration and Testing of Hardware and Software: A milestone indicating when the hardware and software components are integrated and tested together to ensure proper functionality.
- D. Final Product Assembly and Testing: A milestone marking when the final system product is assembled, tested, and verified to meet the acceptance criteria.

CHAPTER 2

IMPLEMENTATION

2.1 HARDWARE DESIGN AND SCHEMATIC

Hardware dirancang dengan tujuan untuk menunjang ide proyek *Tanning Bed* serta memenuhi kriteria proyek akhir dari Praktikum Sistem Siber Fisik. Maka bahasa Assembly merupakan bahasa utama yang digunakan dalam pemrograman software dari *Tanning Bed*. Untuk dapat menjalankan kode diperlukan implementasi hardware, maka kami pertama membuat rangkaian *Tanning Bed* secara virtual menggunakan software Proteus.

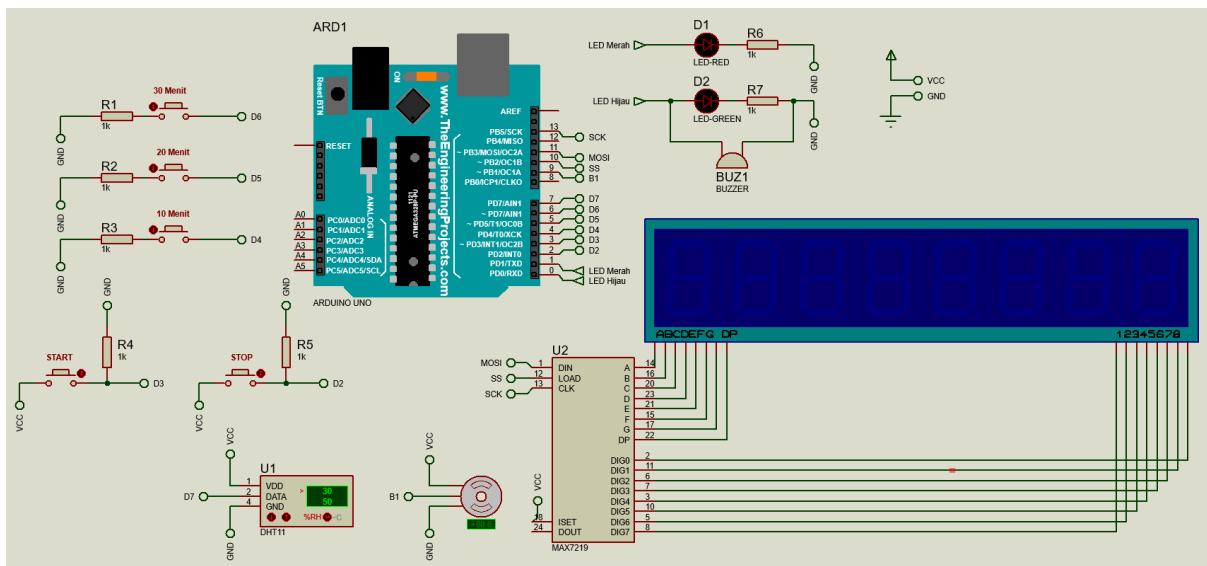


Fig.2 Rangkaian Virtual

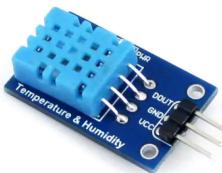
Gambar diatas merupakan bentuk implementasi hardware dari proyek *Tanning Bed*. Rangkaian tersebut memiliki 5 button dengan label masing masing yaitu ‘START’, ‘STOP’, ‘10 Menit’, ‘20 Menit’, dan ‘30 Menit’. Mekanisme Tombol ‘STOP’ menggunakan penerapan Interrupt (Modul 7). DHT11 digunakan untuk mengukur suhu dari dalam *Tanning Bed*, namun pada rangkaian digunakan untuk mengukur suhu ruangan (Sensor Modul 9) karena tidak adanya implementasi pemanas atau *heater*. Rangkaian menggunakan Serial Port pada implementasinya (Modul 4). Rangkaian juga menggunakan 7-Segment Display yang menunjukkan timer dan suhu diukur dari sensor. Timer merupakan count-up (Timer Modul 6) yang menyesuaikan tombol opsi waktu yang ditekan pengguna, perhitungan timer merupakan implementasi operasi aritmatika pada assembly (Modul 5). Seluruh komponen di-program menggunakan bahasa assembly (Modul 2).

Tanning Bed yang dirancang memiliki 5 button, Pengguna pertama akan menekan 1 dari 3 tombol opsi yang disediakan yaitu 10 Menit, 20 Menit, atau 30 Menit, tombol ini menentukan durasi Timer dari *Tanning Bed* menyalah dan melakukan count up jika tidak ada interrupt. Tombol START ditekan setelah memilih opsi untuk memulai timer, tombol STOP dapat ditekan untuk menginisiasi interrupt dan memberhentikan timer yang sedang jalan. DHT11 mengukur suhu *Tanning Bed*. 7-Segment Display akan menunjukkan suhu dari *Tanning Bed* dan timer yang berjalan, jika suhu mencapai 30 derajat celsius maka akan dilakukan interrupt dan timer mati. Jika timer mati, lampu LED hijau akan menyalah, servo menutup kasur dan buzzer berbunyi. Jika timer hidup, lampu LED merah akan menyalah, buzzer berhenti berbunyi, dan servo membuka kasur.

Alat dan bahan:

Hardware			Software
Jumlah	Barang	Gambar	
1	Laptop		Arduino IDE
1	Arduino UNO		Proteus
	Kabel Jumper		wokwi.com

5	Button		Github
7	Resistor		Draw.io
2	LED		Visual Studio code

1	MAX7219 7-Segment Display		
1	DHT11 Sensor		
1	Buzzer		
1	Motor servo		

2.2 SOFTWARE DEVELOPMENT

Untuk memenuhi kriteria proyek akhir Praktikum Sistem Siber Fisik, maka pemrograman software dilakukan dalam bahasa Assembly untuk merancang program tanning bed. Bahasa Assembly adalah sebuah bahasa pemrograman rendah (low-level) yang digunakan untuk memprogram komputer, khususnya mikroprosesor dan mikrokontroler. Bahasa ini memiliki keterkaitan yang erat dengan bahasa mesin (machine language) yang merupakan bahasa yang dipahami langsung oleh komputer. Sebelum memulai pembuatan kode dalam bahasa Assembly, flowchart harus dibuat sebagai acuan pembuatan kode.

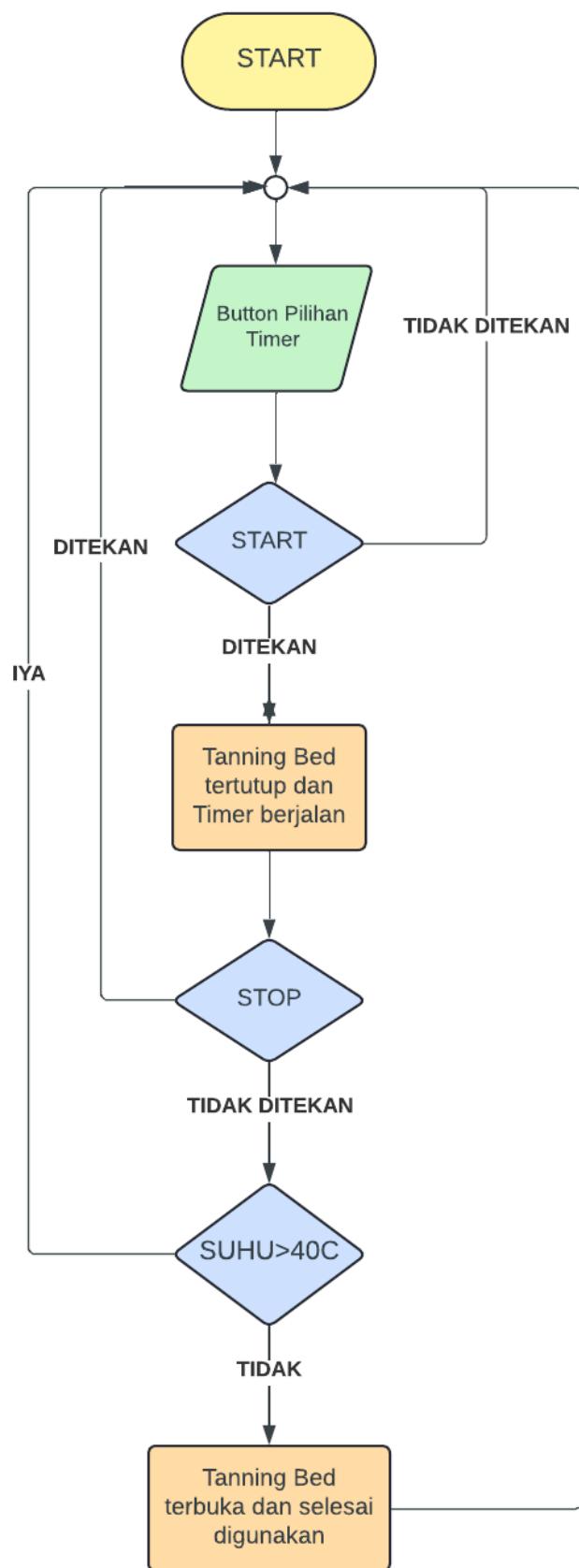


Fig.3 Flowchart

Gambar diatas merupakan alur kerja program yang divisualisasi dengan flowchart. Awal alur Tanning Bed ini bekerja adalah dengan memilih pilihan antara START (Mulai) atau STOP (Berhenti) pada button. Kemudian apabila button START dipilih, maka akan lanjut ke tahapan berikutnya yaitu memilih pilihan Timer (5, 10, atau 15 menit). Jika sudah memilih pilihan, maka tanning bed akan bekerja dan timer akan berjalan hingga berhenti dan masuk ke mode off. Jika pilihan button diawal adalah STOP, maka tanning bed tidak akan bekerja. Berikut kode lengkap untuk proyek Tanning Bed:

```
;=====
=====
; Tanning Bed
=====
=====

#define __SFR_OFFSET 0x00
#include "avr/io.h"
#include "avr/interrupt.h"

.global main

.org 0x0000
RJMP main
.org 0x0002
RJMP stop

main:
RCALL init_pin_interrupt
RCALL init_SPI
RCALL init_LED ; Inisialisasi pin LED
RCALL init_servo ; Inisialisasi pin servo

loop:
RCALL shutdown_MAX
RCALL SPI_MAX7219_init
RJMP option

backtoStart:
RJMP loop

=====
=====
; Memilih Opsi Timer
=====
=====

;----- Pengecekan Button Opsi -----
option:
SBIC PIND,4
RJMP choose10
SBIC PIND,5
RJMP choose20
```

```

SBIC PIND,6
RJMP choose30
RJMP option

;----- Opsi 10 Menit -----
choose10:
LDI R25,1
MOV R10,R25
LDI R17, 0x05
LDI R18, 1
RCALL send_bytes
RJMP waitStart

;----- Opsi 20 Menit -----
choose20:
LDI R25,2
MOV R10,R25
LDI R17, 0x05
LDI R18, 2
RCALL send_bytes
RJMP waitStart

;----- Opsi 30 Menit -----
choose30:
LDI R25,3
MOV R10,R25
LDI R17, 0x05
LDI R18, 3
RCALL send_bytes
RJMP waitStart

;=====
=====;
; Menunggu Button Start Ditekan
;=====
=====;
waitStart:
CBI PORTD, PD1 ; LED merah mati
SBI PORTD, PD0 ; LED hijau menyala
RCALL servo_close
SBIC PIND, 3 ; Cek apakah tombol start ditekan
RJMP timer_running ; Jika ya, lanjut ke logika timer (timer berjalan)
RJMP waitStart ; Jika tidak, tetap di dalam loop menunggu tombol start ditekan

timer_running:
CBI PORTD, PD0 ; LED hijau mati
SBI PORTD, PD1 ; LED merah menyala
RCALL servo_open
SBIC PIND, 2 ; Cek apakah tombol stop ditekan
RJMP waitStart ; Jika ya, kembali ke menunggu tombol start (timer berhenti)
RJMP uptime_logic ; Jika tidak, lanjutkan ke logika timer (timer berjalan)

;=====
=====;
; Inisialisasi PIN dan Interrupt
;=====
=====;

```

```

=====
init_pin_interrupt:
// Initialize pins D2 to D6 as input pullup
LDI r16, 0b00000000 ; set the bit pattern for pins D2 to D6 as input with pull-up
resistors enabled
OUT DDRD, r16 ; set the DDRD register to make the pins inputs
LDI r16, 0b01111100 ; set the bit pattern for pins D2 to D6 as input with
pull-up resistors enabled
OUT PORTD, r16 ; set the PORTD register to enable pull-up resistors on the input
pins
CLR R16

LDI R16, (1 << ISC01) ; Falling Edge mode source = INT0 and INT1?
STS EICRA, R16
SBI EIMSK, INT0 ; Enable INT0
SEI ; Enable global interrupts
RET

=====
; Konfigurasi MAX7219
=====

----- Inisialisasi MAX7219 -----
SPI_MAX7219_init:
-----
.equ SCK, 5 ;clk 13
.equ MOSI, 3 ;din 11
.equ SS, 2 ;cs 10
-----
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, 5 ;intensity level = 8
RCALL send_bytes ;send command & data to MAX7219
-----
LDI R17, 0x09 ;set decoding mode command
LDI R18, 0b11011111 ;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

```

```

;----- Inisialisasi SPI untuk reset -----
init_SPI:
    .equ SCK, 5 ;clk 13
    .equ MOSI, 3 ;din 11
    .equ SS, 2 ;cs 10
;
    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
    RET

;----- Mengirimkan data ke MAX7219 untuk ditampilkan -----
send_bytes:
    CBI PORTB, SS ;enable slave device MAX7219
    OUT SPDR, R17 ;transmit command
;
II2:
    IN R19, SPSR
    SBRS R19, SPIF ;wait for byte transmission
    RJMP II2 ;to complete
;
    OUT SPDR, R18 ;transmit data
;
II3:
    IN R19, SPSR
    SBRS R19, SPIF ;wait for byte transmission
    RJMP II3 ;to complete
;
    SBI PORTB, SS ;disable slave device MAX7219
    RET

;----- Untuk set semua digit menjadi 0 -----
shutdown_MAX:
    LDI R17, 0x09 ;set decoding mode command
    LDI R18, 0x00 ;decoding byte
    RCALL send_bytes ;send command & data to MAX7219
    LDI R17, 0x01
    LDI R18, 0x00
    RCALL send_bytes
    LDI R17, 0x02 ;set decoding mode command
    LDI R18, 0x00 ;decoding byte
    RCALL send_bytes ;send command & data to MAX7219
    LDI R17, 0x03
    LDI R18, 0x00
    RCALL send_bytes
    LDI R17, 0x04 ;set decoding mode command
    LDI R18, 0x00 ;decoding byte
    RCALL send_bytes ;send command & data to MAX7219
    LDI R17, 0x05
    LDI R18, 0x00
    RCALL send_bytes
    LDI R17, 0x06 ;set decoding mode command
    LDI R18, 0x00 ;decoding byte
    RCALL send_bytes ;send command & data to MAX7219

```

```

LDI R17, 0x07
LDI R18, 0x00
RCALL send_bytes
LDI R17, 0x08 ;set decoding mode command
LDI R18, 0x00 ;decoding byte
RCALL send_bytes ;send command & data to MAX7219
RET

=====
;
; Logika Timer
;
=====

uptime_logic:
LDI R17, 0x05
MOV R18, R10
RCALL send_bytes

RCALL disp_space
LDI R25, 0
LDI R17, 0x04
MOV R18, R25
RCALL send_bytes

agn3:
LDI R29,0
LDI R17, 0x03
MOV R18, R29
RCALL send_bytes

agn2:
LDI R30,0
LDI R17,0x02
MOV R18, R30
RCALL send_bytes

agn1:
LDI R31,0
;----- Detik Satuan -----
loopA:
LDI R17, 0x01
MOV R18, R31
RCALL send_bytes
INC R31
CPI R31, 11
BREQ inc_MSD
RCALL delay_timer1
RJMP loopA

;----- Detik Puluhan -----
inc_MSD:
RCALL DHT11_sensor
LDI R17, 0x02
INC R30
CPI R30,6

```

```

BREQ inc_min
MOV R18,R30
RCALL send_bytes
RJMP agn1

;----- Menit Satuan -----
inc_min:
LDI R17,0x03
INC R29
CPI R29,10
BREQ inc_min2
MOV R18,R29
RCALL send_bytes
RJMP agn2

;----- Menit Puluhan -----
inc_min2:
LDI R17,0x04
INC R25
CP R25,R10      ;CP R25,R15
BREQ back
MOV R18,R25
RCALL send_bytes
RJMP agn3

back:
JMP backtoStart

=====
=====;
; Konfigurasi DHT11
=====;

;----- Inisialisasi DHT11 -----
DHT11_sensor:
;-----;
;agn:RCALL delay_2s      ;wait 2s for DHT11 to get ready, bisa diganti ke 3s,
mungkin ini gabutuh
;-----;
;start_signal
;-----;
SBI DDRD, 7      ;pin PD7 as o/p
CBI PORTD, 7     ;first, send low pulse
RCALL delay_20ms ;for 20ms
SBI PORTD, 7     ;then send high pulse
;-----;
;responce signal
;-----;
CBI DDRD, 7      ;pin PD7 as i/p
w1:
SBIC PIND, 7
RJMP w1          ;wait for DHT11 low pulse
w2:
SBIS PIND, 7
RJMP w2          ;wait for DHT11 high pulse

```

```

w3:
SBIC PIND, 7
RJMP w3           ;wait for DHT11 low pulse
;-----
RCALL DHT11_reading ;read humidity (1st byte of 40-bit data)
RCALL DHT11_reading
RCALL DHT11_reading ;read temp (3rd byte of 40-bit data)
MOV R31, R24      ; memindahkan hasil pembacaan suhu ke R31
CPI R31, 40       ; Bandingkan suhu dengan 40 derajat Celsius
BRSH back         ; Jika suhu >= 40, menghentikan alat

;-----
;convert temp & humidity bytes to decimal & display on MAX7219
;-----
MOV R28, R24      ;4 line ini bakal ga butuh
;LDI R29, 0x07
;LDI R30, 0x06
;-----
RCALL convtemp   ;temp in decimal
;-----
;MOV R28, R25
;LDI R29, 0x02
;LDI R30, 0x01
;-----
;RCALL convtemp   ;humidity in decimal
;-----
;RJMP agn        ;go back & get another sensor reading
RET

;----- Membaca Temperatur DHT11 -----
DHT11_reading:
LDI R16, 8        ;set counter for receiving 8 bits
CLR R24          ;clear data register
;-----
w4:
SBIS PIND, 7
RJMP w4           ;detect data bit (high pulse)
RCALL delay_timer0 ;wait 50us & then check bit value
;-----
SBIS PIND, 7      ;if received bit=1, skip next inst
RJMP skp          ;else, received bit=0, jump to skp
SEC               ;set carry flag (C=1)
ROL R24          ;shift in 1 into LSB data register
RJMP w5          ;jump & wait for low pulse
skp:
LSL R24          ;shift in 0 into LSB data register
;-----
w5:
SBIC PIND, 7
RJMP w5           ;wait for DHT11 low pulse
;-----
DEC R16          ;decrement counter
BRNE w4          ;go back & detect next bit

```

```

RET ;return to calling subroutine

;----- Menerjemahkan ke decimal dan menampilkan ke MAX7219
-----

convtemp: ;convert and send temperature
;
CLR R26 ;set counter1, initial value 0 , ini digit ratusan atau puluhan?
CLR R27 ;set counter2, initial value 0 , ini digit puluhan atau satuan?
;
I70:
CPI R28, 100 ;compare R28 with 100
Ret:
BRMI I80 ;jump when R28 < 100
INC R26 ;increment counter1 by 1
SUBI R28, 100 ;R28 = R28 - 100
RJMP I70
;
I80:
CPI R28, 10 ;compare R28 with 10
BRMI dsp ;jump when R28 < 10
INC R27 ;increment counter2 by 1
SUBI R28, 10 ;R28 = R28 - 10
RJMP I80
6+5+4+3+2+1
RET
;
dsp:
MOV R18, R27
LDI R17, 0x08 ;select digit, R29 ganti dengan 0x01
RCALL send_bytes ;send command & data to MAX7219
;
MOV R18, R28
MOV R17, 0x07 ;select digit, R30 ganti dengan 0x02
RCALL send_bytes ;send command & data to MAX7219
;
RET

;----- Menampilkan huruf C untuk Celcius -----
disp_space:
LDI R17,0x06
LDI R18,0x4E
RCALL send_bytes
RET

=====
=====

;Delay Subroutines
=====

delay_20ms: ;delay 20ms
LDI R21, 255
I3:
LDI R22, 210
I4:
LDI R23, 2
I5:
DEC R23

```

```

BRNE I5
DEC R22
BRNE I4
DEC R21
BRNE I3
RET

delay_timer1: ; 1 sec delay via timer1
.EQU value, 62498 ;62498
;-----
CLR R20 ; Clear R20 to be 0
STS TCNT1H, R20 ; Store R20 to High Byte TCNT1
STS TCNT1L, R20 ;initialize counter TCNT1 = 0
LDI R20, hi8(value) ; Store high byte from value to R20
STS OCR1AH, R20 ; Store Content from R20 to OCR1AH
LDI R20, lo8(value) ; Store low byte from value to R20
STS OCR1AL, R20 ; Store Content from R20 to OCR1AL
;-----
CLR R20 ; Clear R20 to be 0
STS TCCR1A, R20 ; Store content from R20 to TCCR1A
LDI R20, 0b00001100 ; Store a byte to R20
STS TCCR1B, R20 ; CTC mode, prescaler = 256
;-----
l04:
IN R20, TIFR1 ;get TIFR1 byte & check
SBRS R20, OCF1A ;if OCF1=1, skip next instruction
RJMP l04 ;else, loop back & check OFC flag
;-----
LDI R20, 1<<OCF1A
OUT TIFR1, R20 ;clear OCF1A and OFC1B flag
;-----
CLR R20
STS TCCR1B, R20 ;stop timer0
RET

delay_timer0: ;50 usec delay via Timer 0
;-----
CLR R20
OUT TCNT0, R20 ;initialize timer0 with count=0
LDI R20, 100
OUT OCR0A, R20 ;OCR0 = 100
LDI R20, 0b00001010
OUT TCCR0B, R20 ;timer0: CTC mode, prescaler 64
;-----
l2:
IN R20, TIFR0 ;get TIFR0 byte & check
SBRS R20, OCF0A ;if OCF0=1, skip next instruction
RJMP l2 ;else, loop back & check OCF0 flag
;-----
CLR R20
OUT TCCR0B, R20 ;stop timer0
;-----
LDI R20, (1<<OCF0A)
OUT TIFR0, R20 ;clear OCF0 flag
RET

```

```

;=====
=====
;External Interrupt
;=====
=====

stop:
    SBI EIFR, INTFO ; Return from interrupt
    RETI

;=====
=====
; Inisialisasi Pin LED
;=====
=====

init_LED:
    LDI R16, (1<<PD0) | (1<<PD1) ; Set PD0 dan PD1 sebagai output
    OUT DDRD, R16
    RET

;=====
=====
; Inisialisasi Pin Servo
;=====
=====

init_servo:
    LDI R16, (1<<PC0) ; Set PC0 sebagai output untuk servo
    OUT DDRC, R16
    RET

;=====
=====
; Logika Servo
;=====
=====

servo_open:
    ; Set nilai PWM yang sesuai untuk membuka servo
    LDI R20, 180      ; Nilai PWM untuk posisi terbuka (contoh: 180 derajat)
    RCALL set_pwm    ; Panggil fungsi untuk mengatur PWM
    RET

servo_close:
    ; Set nilai PWM yang sesuai untuk menutup servo
    LDI R20, 0        ; Nilai PWM untuk posisi tertutup (contoh: 0 derajat)
    RCALL set_pwm    ; Panggil fungsi untuk mengatur PWM
    RET

;=====
=====
; Set PWM Value untuk Menggerakkan Servo
;=====
=====

set_pwm:
    ; Hitung nilai OCR1A yang sesuai untuk mengatur PWM
    ; Rumus: OCR1A = ((duty_cycle * (MAX - MIN)) / 180) + MIN
    LDI R21, 255      ; Nilai maksimum PWM (misalnya 255)
    LDI R22, 0         ; Nilai minimum PWM (misalnya 0)

```

```

LDI R23, 180      ; Rentang sudut servo (misalnya 180 derajat)

MUL R20, R21      ; duty_cycle * MAX
MOV R24, R0        ; Simpan hasil perkalian ke R24
MUL R23, R20      ; (duty_cycle * MAX) / 180
MOV R25, R0        ; Simpan hasil pembagian ke R25
ADD R24, R22      ; ((duty_cycle * MAX) / 180) + MIN
ADC R25, R23

; Set nilai OCR1A untuk mengatur PWM
; OUT OCR1AH, R25 ; Atur byte tinggi OCR1A
; OUT OCR1AL, R24 ; Atur byte rendah OCR1A
RET

```

Berdasarkan kode, fungsi **SPI_MAX7219_init** berfungsi untuk melakukan inisialisasi yang mengatur mode SPI dan mengirim beberapa perintah dan data ke MAX7219, chip yang mengendalikan *display* tujuh segmen. Fungsi ini mempersiapkan pengaturan awal sebelum *display* dapat digunakan. Fungsi **uptime_logic** bertanggung jawab untuk mengatur dan mengirimkan data waktu (menit, detik) ke *display* MAX7219. Fungsi **inc_MSD** berfungsi untuk mengatur peningkatan digit MSD (Most Significant Digit) yaitu detik hingga 60, fungsi **inc_min** berfungsi untuk mengatur peningkatan digit menit hingga 10 menit, dan fungsi **inc_min2** berfungsi untuk mengatur peningkatan digit puluhan sesuai *button* yang dipilih. Fungsi **send_bytes** digunakan untuk mengirimkan byte perintah dan data ke MAX7219 melalui komunikasi SPI. Fungsi **delay_timer1** digunakan untuk membuat penundaan selama 1 detik menggunakan Timer 1 dan diaplikasikan fungsi **uptime_logic** untuk membuat timer detik berjalan naik. Fungsi **delay_timer0** digunakan untuk membuat penundaan sebesar 10 detik menggunakan Timer 0 dan diaplikasikan ke dalam **DHT11_reading** untuk memberikan delay dalam pembacaan sensor.

Fungsi **convtemp** bertanggung jawab untuk mengkonversi dan mengirimkan suhu dalam format desimal ke MAX7219. Fungsi ini melakukan konversi dari byte suhu menjadi digit-desimal dan mengirimkannya ke *display* tujuan. Konversi dilakukan dengan membagi byte suhu menjadi puluhan dan satuan, kemudian mengirimkan digit-desimal tersebut ke MAX7219. Fungsi **DHT11_sensor** digunakan untuk membaca data dari sensor DHT11. Fungsi ini mengatur sinyal start dan response yang diperlukan untuk berkomunikasi dengan sensor. Setelah itu, fungsi membaca kelembaban dan suhu dari sensor DHT11 dan menyimpannya dalam register R13 dan R24. Fungsi **DHT11_reading** digunakan untuk membaca bit-bit data dari sensor DHT11. Fungsi ini mengatur waktu dan membaca sinyal

dari sensor untuk mendapatkan bit-bit data yang dikirimkan. Bit-bit tersebut kemudian dikonversi menjadi byte kelembaban dan suhu yang lebih mudah dipahami. Fungsi **delay_20ms** digunakan untuk melakukan penundaan sebesar 20 milisekon dan diimplementasikan terhadap fungsi **DHT11_sensor**. Fungsi **init_pin_interrupt** digunakan untuk menginisialisasi pengaturan interrupt pada mikrokontroler. Fungsi **choose10**, **choose20**, **choose30** adalah fungsi yang dipanggil ketika pengguna memilih waktu timer berjalan. Fungsi **disp_space** digunakan untuk menampilkan spasi pada *display* MAX7219. Fungsi **stop** digunakan untuk kembali ke kode setelah fungsi **init_pin_interrupt**. Fungsi **shutdown_MAX** digunakan untuk mematikan *tanning bed* yang sedang berjalan dengan tidak menampilkan apapun pada MAX7219. Fungsi **init_SPI** bertujuan untuk menginisialisasi modul SPI (Serial Peripheral Interface). Fungsi ini melakukan pengaturan beberapa register untuk mengkonfigurasi modul SPI sebagai master dengan prescaler $fsck=fosc/16$. Selain itu, fungsi ini juga mengatur intensitas segment, mode dekode, batas pemindaian, dan status on/off pada perangkat MAX7219 yang terhubung melalui SPI. Fungsi **init_LED** berfungsi untuk menginisialisasi port yang akan dijadikan output untuk dihubungkan dengan LED. Fungsi **init_servo** berfungsi untuk menginisialisasi port yang akan digunakan untuk servo, port yang dipilih merupakan port yang dapat memberikan sinyal pwm agar dapat mengatur pergerakan motor servo.

2.3 HARDWARE AND SOFTWARE INTEGRATION

Integrasi antara software dan hardware dilakukan untuk menjalankan rangkaian dengan mengunggah kode ke dalam Arduino. Dalam proses integrasi, rangkaian harus disesuaikan antara input dan outputnya dengan kode yang telah dibuat. Input untuk tombol START, yang digunakan untuk memulai tanning bed, ditempatkan pada pin D nomor 3, sedangkan tombol STOP untuk menghentikan tanning bed, ditempatkan pada pin D nomor 2. Tombol timer 10 menit terhubung ke pin D nomor 4, tombol timer 20 menit ke pin D nomor 5, dan tombol timer 30 menit ke pin D nomor 6. Input dari sensor DHT11 ditempatkan pada pin D nomor 7. Semua tombol dilengkapi dengan resistor yang dihubungkan ke ground (GND) untuk keseimbangan. Output dari rangkaian dihubungkan ke display MAX7219, yang bertindak sebagai Slave, dengan pin Slave Select pada pin B nomor 2, pin MOSI SPI pada pin B nomor 3, dan pin SCK pada pin B nomor 5.

Setelah pin-pin dipasang, langkah selanjutnya adalah memeriksa apakah kode berjalan dengan benar. Berdasarkan penjelasan kode di atas, rangkaian ini akan membaca suhu dalam derajat Celsius dari sensor DHT11. Sensor DHT11 hanya akan aktif setelah tombol START dan tombol timer ditekan. Selanjutnya, LED merah akan menyala dan rangkaian akan menghitung waktu berdasarkan tombol timer yang ditekan untuk menentukan durasi penggunaan tanning bed. Setelah semua tombol diaktifkan, rangkaian akan menampilkan hasil dari sensor dan timer yang dipilih ke display MAX7219. Tombol start dan stop pada rangkaian ini menggunakan konfigurasi input-pullup di mana tombol akan menghasilkan output HIGH ketika ditekan, sedangkan tombol pemilihan timer menggunakan input-pulldown di mana tombol akan menghasilkan output LOW ketika ditekan.

Pada display MAX7219, tiga digit dari kiri digunakan untuk menampilkan suhu, dengan dua digit menampilkan angkanya dan satu digit menampilkan huruf ‘C’ sebagai indikator Celsius. Empat digit dari kanan digunakan sebagai timer: dua digit paling kanan menampilkan waktu dalam detik, dan dua digit berikutnya menampilkan waktu dalam menit. Digit kelima dari kanan merupakan sebuah pembatas yang menyerupai angka 1 dan berfungsi untuk memisahkan antara timer dan hasil pembacaan suhu. Ketika timer mencapai batas waktu yang ditentukan oleh tombol timer, MAX7219 akan menampilkan angka 0 pada semua digitnya dan LED warna hijau akan menyala yang menandakan alat sedang tidak digunakan.

Program tersebut akan membaca suhu pada setiap 10 detik dan suhu yang terbaca hanya digit puluhannya saja sehingga pada MAX7219 pada 10 detik pertama akan menampilkan suhu 0 derajat celcius dan suhu yang ditampilkan akan selalu kelipatan 10. Pada program juga telah dikonfigurasikan jika suhu yang terbaca lebih atau sama dengan 40 derajat celcius maka timer akan otomatis berhenti dan lampu hijau akan menyala.

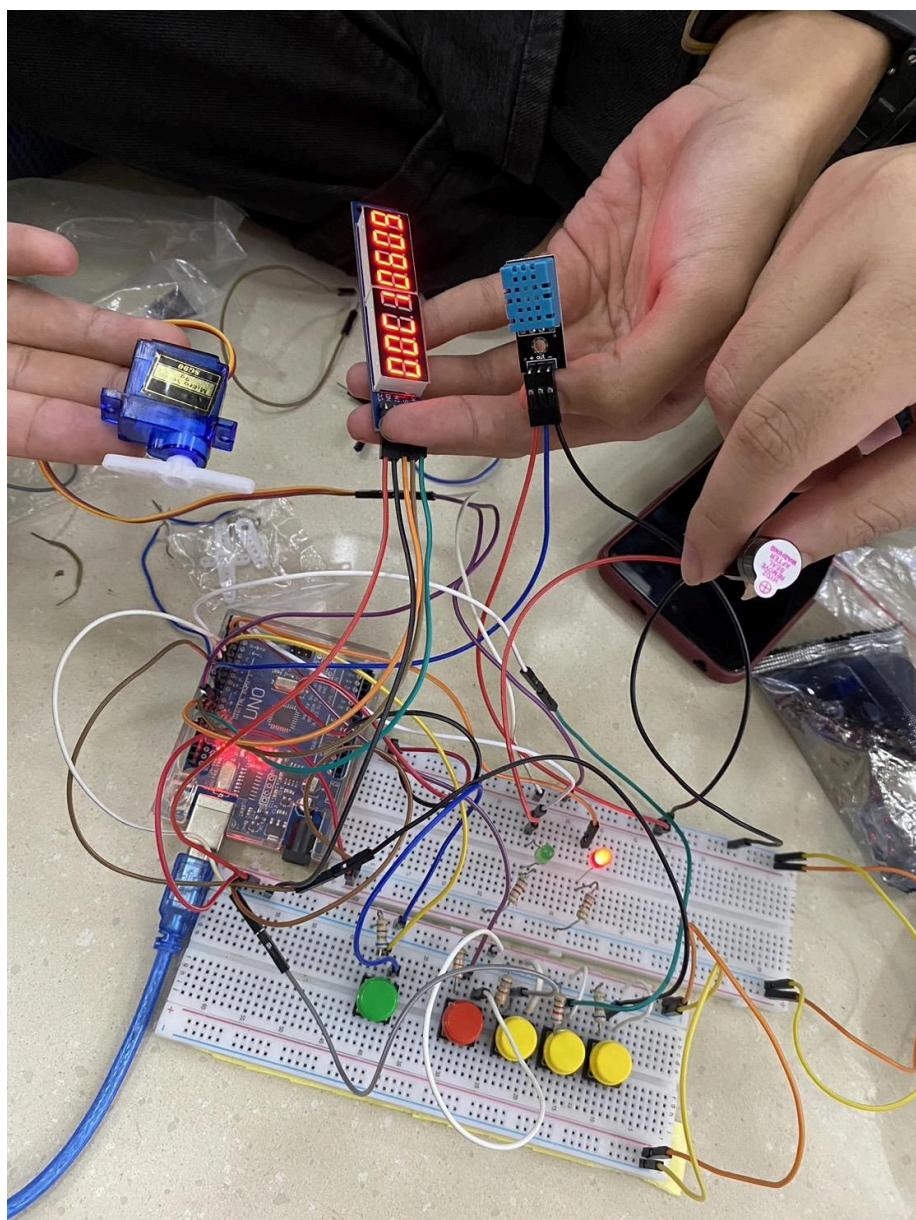


Fig.4 Integration between Software and Hardware

CHAPTER 3

TESTING AND EVALUATION

3.1 TESTING

Setelah melakukan integrasi hardware dengan software, rangkaian diuji dengan tujuan membuktikan apakah rangkaian akan berjalan sesuai dengan input kode yang telah diberikan. Rangkaian diuji apakah ketika baru dinyalakan maka counter akan langsung dimulai dan LED merah menyala, apakah counter akan berhenti dan LED hijau serta buzzer akan menyala ketika tombol stop ditekan, bagaimana informasi yang ditampilkan oleh MAX7219, apakah rangkaian dapat mengukur suhu dengan benar dan menghentikan counter jika suhu di atas ketentuan dengan mengganti nilai maksimum suhu pada program dengan menggunakan nilai 20, 30, dan 40, apakah servo akan berputar ketika state pada rangkaian berubah, serta apakah rangkaian dapat melakukan counter sampai batas waktu yang telah dipilih oleh user.

3.2 RESULT

Setelah dilakukan pengujian, didapatkan beberapa hasil seperti yang diinginkan namun terdapat beberapa kesalahan yang dihasilkan oleh rangkaian. Button start dan stop bekerja dengan baik serta kedua LED dan buzzer yang digunakan juga bekerja sesuai keinginan, informasi yang ditampilkan pada MAX7219 juga sudah sesuai dengan ekspektasi dan counter akan otomatis berhenti ketika suhu melebihi batas yang telah ditentukan. Namun, terdapat beberapa kesalahan di mana ketika button timer dihubungkan ke arduino maka semua button akan menjadi error termasuk button start dan stop, serta fungsionalitas dari motor servo juga tidak bekerja bagaimana semestinya.

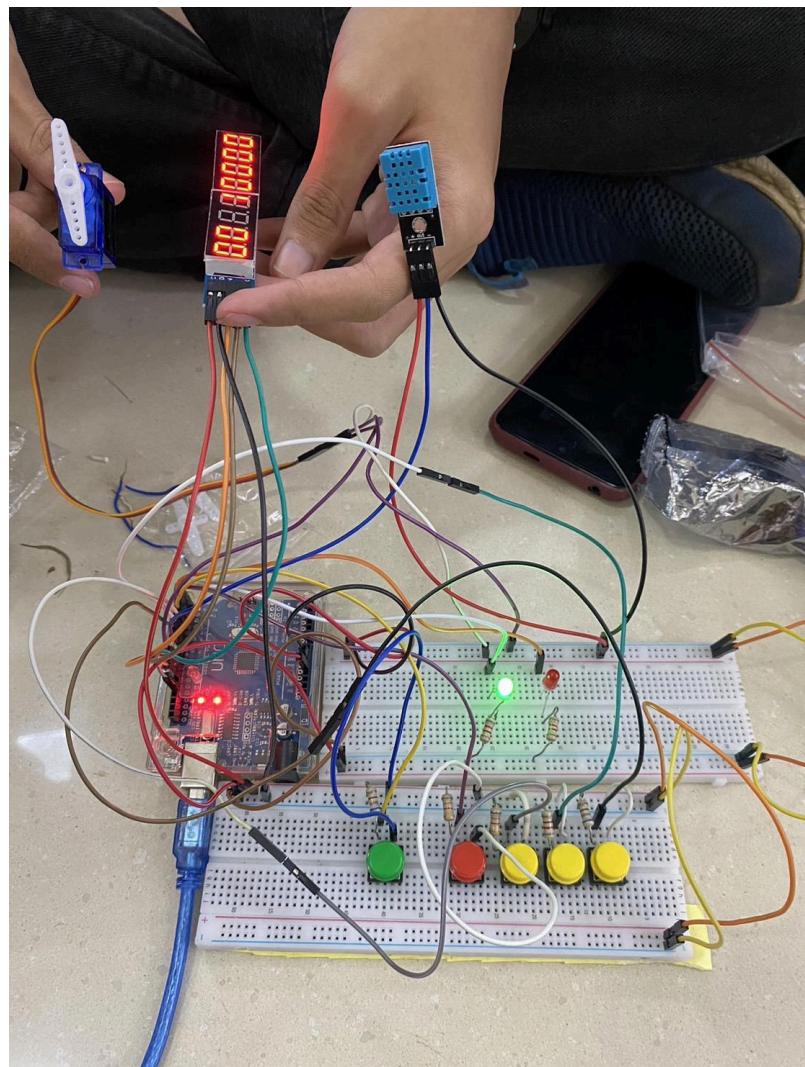


Fig 5. Kondisi rangkaian ketika counter berhenti

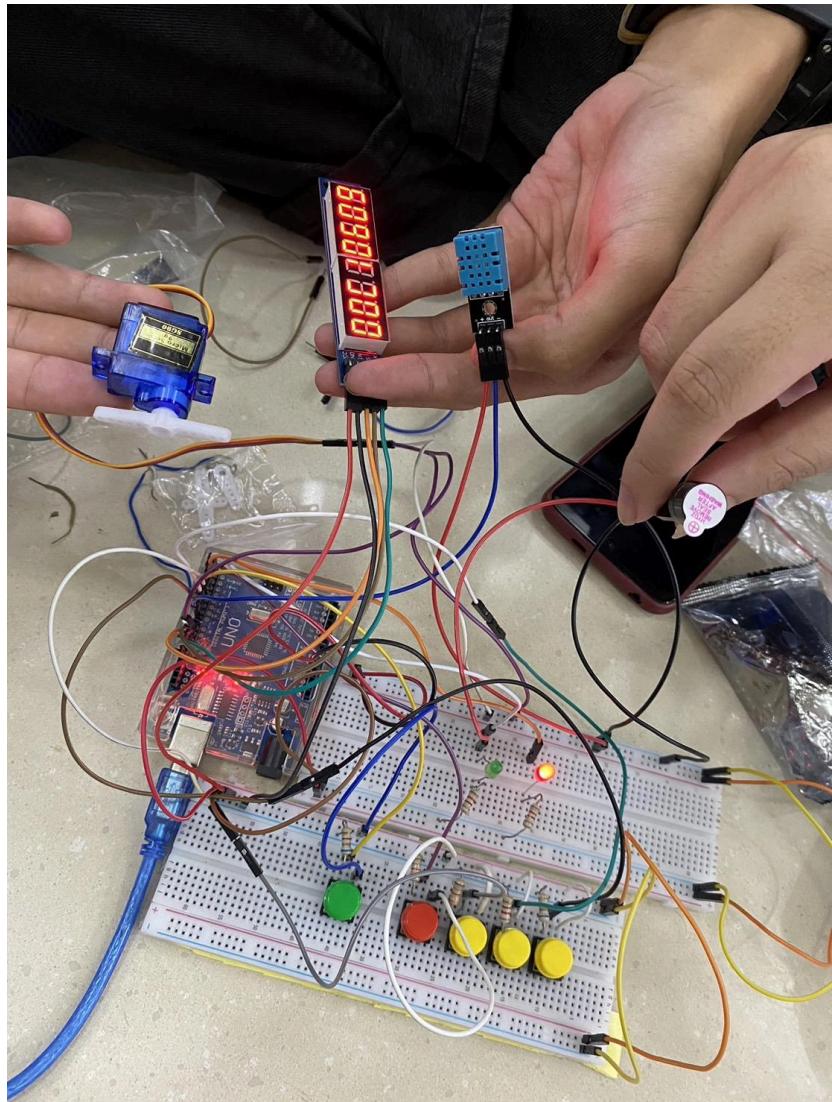


Fig 6. Kondisi rangkaian ketika button start ditekan dan counter berjalan

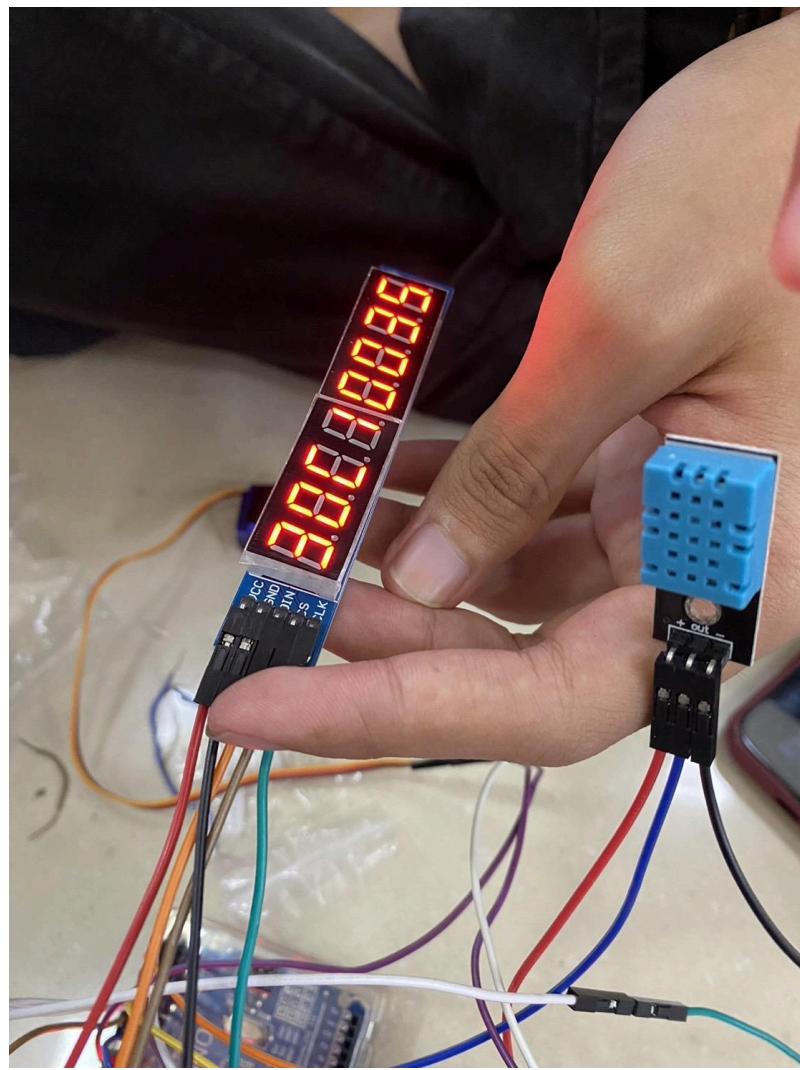


Fig 7. Informasi yang ditampilkan pada MAX7219

3.3 EVALUATION

Dalam hal kinerja selama penggerjaan proyek, kelompok kami menunjukkan kerjasama yang sangat baik. Setiap anggota kelompok berkontribusi secara aktif, sehingga proses penggerjaan berjalan dengan lancar dan terorganisir dengan baik. Pembagian tugas dilakukan secara adil dan merata, memastikan bahwa setiap anggota kelompok memiliki tanggung jawab yang seimbang. Selain itu, manajemen waktu yang baik memungkinkan kami untuk memenuhi semua kebutuhan proyek tepat waktu.

Dari segi hasil yang dicapai, kelompok kami sudah berusaha semaksimal mungkin. Implementasi seluruh modul dilakukan dengan teliti dan hati-hati dalam pembuatan kode Assembly. Hasil akhir proyek kami memenuhi semua persyaratan yang ditetapkan untuk proyek akhir Sistem Siber Fisik, yang menunjukkan bahwa kami telah bekerja dengan sangat efektif dan efisien..

Dengan semua evaluasi ini, kami yakin bahwa proyek akhir Sistem Siber Fisik kami tidak hanya memenuhi semua persyaratan yang telah ditetapkan, tetapi juga menunjukkan potensi untuk dikembangkan lebih lanjut. Kerjasama kelompok yang solid, manajemen waktu yang efektif, dan hasil yang memuaskan menunjukkan bahwa kami telah bekerja dengan baik, namun tetap terbuka untuk inovasi dan perbaikan di masa mendatang.

CHAPTER 4

CONCLUSION

Tanning bed merupakan perangkat yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari dengan fungsi utamanya adalah memberikan paparan sinar UV buatan untuk menghasilkan kulit yang lebih gelap atau kecoklatan. Proyek ini mengimplementasikan cara kerja tanning bed dengan melakukan integrasi hardware dan software menggunakan Arduino Uno. Kode pada proyek ini dirancang menggunakan bahasa Assembly, dengan memperhatikan implementasi sembilan modul yang telah dipaparkan selama Praktikum Sistem Siber Fisik di Laboratorium Digital Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Proyek ini berfokus pada penggunaan Sensor DHT11 untuk pengukuran suhu, Timer untuk pengaturan waktu, implementasi serial monitor untuk pemantauan data secara real-time, serta implementasi Interrupt untuk penanganan kejadian-kejadian khusus.

Hardware dirangkai menggunakan alat dan bahan yang telah ditentukan, serta dilakukan integrasi antara hardware dan software dengan mengimplementasikan kode yang telah dibuat. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa semua komponen bekerja sesuai dengan fungsinya. Berdasarkan hasil dari pengujian dan evaluasi, Proyek Tanning Bed yang telah kami buat dapat mendeteksi suhu, serta melakukan perhitungan waktu sesuai dengan tujuan awal pembuatan proyek. Implementasi ini menunjukkan bahwa perangkat dapat memberikan kontrol yang akurat terhadap durasi dan kondisi lingkungan selama proses tanning, sehingga dapat meningkatkan keamanan dan efektivitas penggunaan tanning bed.

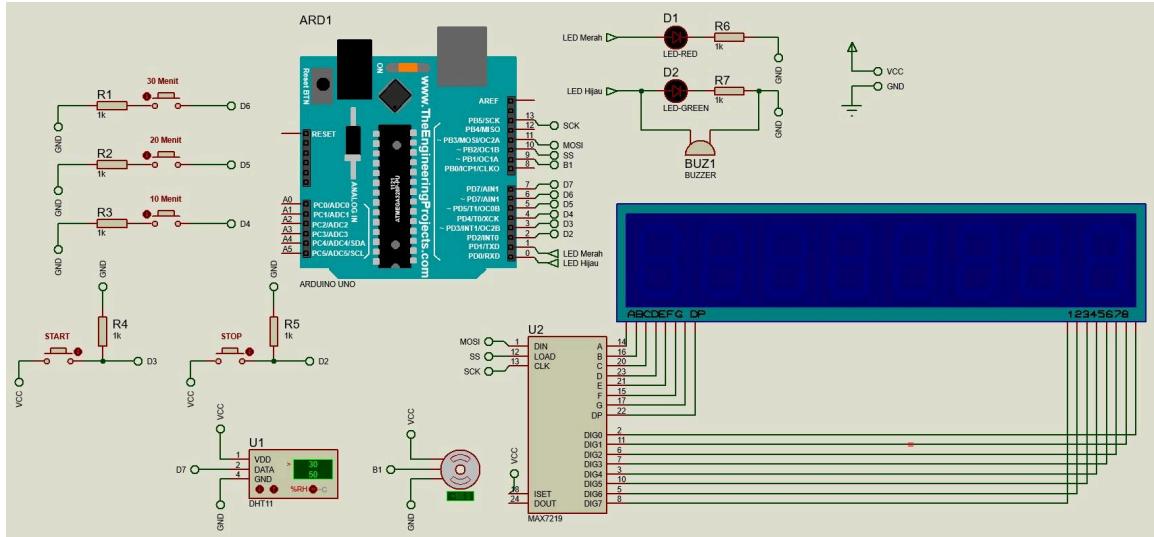
Dengan demikian, proyek Tanning Bed ini telah berjalan dengan baik dan hasil yang maksimal. Hasil ini juga menunjukkan potensi untuk pengembangan lebih lanjut, seperti menambahkan fitur keselamatan tambahan atau mengintegrasikan teknologi IoT untuk pemantauan dan kontrol jarak jauh. Proyek ini juga membuktikan bahwa penggunaan Arduino Uno dan bahasa Assembly dapat memberikan solusi yang efektif dan efisien untuk aplikasi dalam sistem fisik siber.

REFERENCES

- [1] “Modul 3 SSF : Analog to digital converter,” Google Docs, <https://docs.google.com/document/d/1arLt3fqXRw-WgkbqlP1RwYs-XJy9-QAFFEcM21M3u44/edit> (accessed May 21, 2024).
- [2] “Modul 4 SSF : Serial port,” Google Docs, https://docs.google.com/document/d/1rRWvBgL3Nsb_h10131A-1kiGQkrGGNLedYeVIGR9zg/edit (accessed May 21, 2024).
- [3] “Modul 6 SSF: Timer,” Google Docs, https://docs.google.com/document/d/1eYX23D9J5vi9YKXsKkMGc2uem-RJoQlTHA_5TkcdFn4/edit (accessed May 21, 2024).
- [4] “Modul 7 SSF: Interrupt,” Google Docs, https://docs.google.com/document/d/1VW7j3k_scKyOlzo72scSMFU58EgT-TLoiMOshQ48TUA/edit (accessed May 21, 2024).
- [5] “Modul 8 SSF : SPI & I2C,” Google Docs, <https://docs.google.com/document/d/1CsIbwLVUrsKjZ3YhyF0J-gsGNU1RCQu7JTYMCx3cFY/edit> (accessed May 21, 2024).
- [6] “Modul 9 SSF : Sensor Interfacing,” Google Docs, <https://docs.google.com/document/d/14D8bETDw8x-BbeWWfg2QrjEE1WJA17kAZVDu79iCzCs/edit> (accessed May 21, 2024).
- [7] MrSottong and Instructables, “Arduino MAX7219 7-segment display tutorial,” Instructables, <https://www.instructables.com/MAX7219-7-Segment-Using-Arduino/> (accessed May 21, 2024).
- [8] “DHT11 sensor interfacing with Arduino Uno,” Arduino, <https://www.electronicwings.com/arduino/dht11-sensor-interfacing-with-arduino-uno> (accessed May 21, 2024).

APPENDICES

Appendix A: Project Schematic



Appendix B: Documentation

