

# Laporan Tugas Jam Digital

Anggota Kelompok:

David Azaria Rauf 13219051

Elkhan Julian Brilianshah 13219059

# Daftar Isi

<b>Daftar Isi</b>	<b>2</b>
<b>Daftar Gambar</b>	<b>2</b>
<b>Daftar Tabel</b>	<b>2</b>
<b>Spesifikasi</b>	<b>3</b>
<b>Perancangan</b>	<b>3</b>
Perancangan Hardware	4
Perancangan Software	9
<b>Implementasi</b>	<b>14</b>
Implementasi Hardware	14
Implementasi Software	15
<b>Pengujian</b>	<b>15</b>
<b>Kesimpulan</b>	<b>15</b>
<b>Daftar Pustaka</b>	<b>16</b>
<b>Lampiran</b>	<b>16</b>

# Daftar Gambar

<b>Gambar 2-1 Blok Diagram Secara Umum</b>	<b>6</b>
<b>Gambar 2-2 Perancangan Hardware</b>	<b>7</b>
<b>Gambar 2-3 Skematik Jam Digital Halaman 1</b>	<b>7</b>
<b>Gambar 2-4 Sekmatik Jam Digital Halaman 2</b>	<b>8</b>
<b>Gambar 2-5 Skematik Jam Digital Halaman 3</b>	<b>8</b>
<b>Gambar 2-6 Rangkaian pada seven segment</b>	<b>11</b>
<b>Gambar 2-7 Flowchart Proses Utama</b>	<b>12</b>
<b>Gambar 2-8 Flowchart ISR untuk Perubahan State</b>	<b>12</b>
<b>Gambar 2-9 Flowchart ISR untuk Counter Detik</b>	<b>13</b>
<b>Gambar 2-10 Flowchart ISR untuk Multiplexing</b>	<b>13</b>
<b>Gambar 2-11 Skema Finite State Machine</b>	<b>14</b>
<b>Gambar 2-12 Skema Data Flow Diagram</b>	<b>15</b>
<b>Gambar 3-1 Implementasi Hardware Jam Digital</b>	<b>16</b>
<b>Gambar 3-2 Implementasi Hardware Alarm</b>	<b>16</b>
<b>Gambar 3-3 Implementasi Hardware StopWatch</b>	<b>17</b>

# Daftar Tabel

<b>Tabel 2-1 Alat dan Bahan</b>	<b>8</b>
<b>Tabel 2-2 Arus pada RGB LED</b>	<b>10</b>

## 1 Daftar Revisi

Pada laporan ini terdapat beberapa penambahan dan perbaikan isi dari laporan sebelumnya yakni

- Terdapat penambahan gambar perancangan dan skematik hardware yang akan dibuat
- Pemindahan buzzer ke pin 0
- Penambahan komponen pada tabel 2-1 dikarenakan penambahan rangkaian debouncing
- Penambahan gambar hasil implementasi hardware
- Perbaikan kode software yang menyesuaikan dengan keberadaan rangkaian debouncing
- Penambahan pengujian dimana fitur alarm dan stopwatch sudah ditambahkan.
- Perubahan nilai resistor di tabel 2-1 yang berbeda pada bagian desain dan implementasi
- Penambahan kesimpulan karena revisi-revisi yang telah dilakukan

## 2 Spesifikasi

### Spesifikasi Umum

- Jam digital menampilkan jam:menit:detik
- Ada fitur alarm
- Ada fitur stopwatch
- Jam dapat diubah / dikalibrasi melalui tombol

### Spesifikasi Hardware

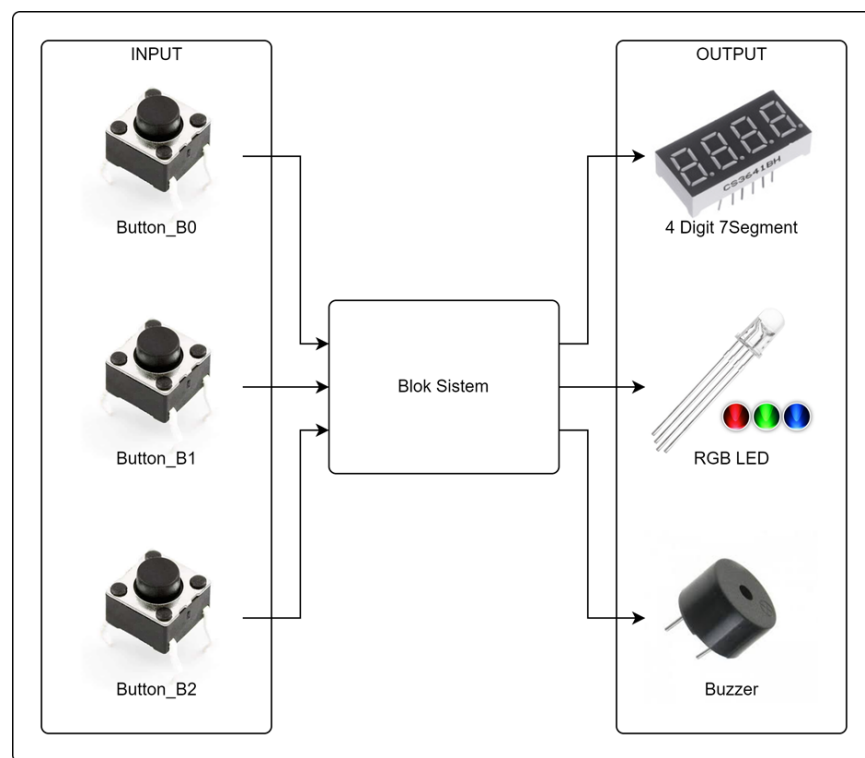
- Display minimal 4 digit LED 7 segment , yang ditampilkan menit:detik
- Pada display 4 digit, untuk memunculkan jam dengan mengubah mode
- Display bisa juga 6 digit LED 7 segment, tampilan HH:MM:SS
- Display boleh common anode ataupun common cathode. Boleh pakai transistor kalau perlu
- Input dengan sejumlah tombol push button
- Prosesor ATmega328 (Arduino Uno/Nano) atau ESP32

### Spesifikasi Software

- Sumber waktu: interupsi timer (wajib)
- LED 7 segment menggunakan multipleksing dengan interupsi timer (wajib)
- Input tombol dapat menggunakan interupsi eksternal

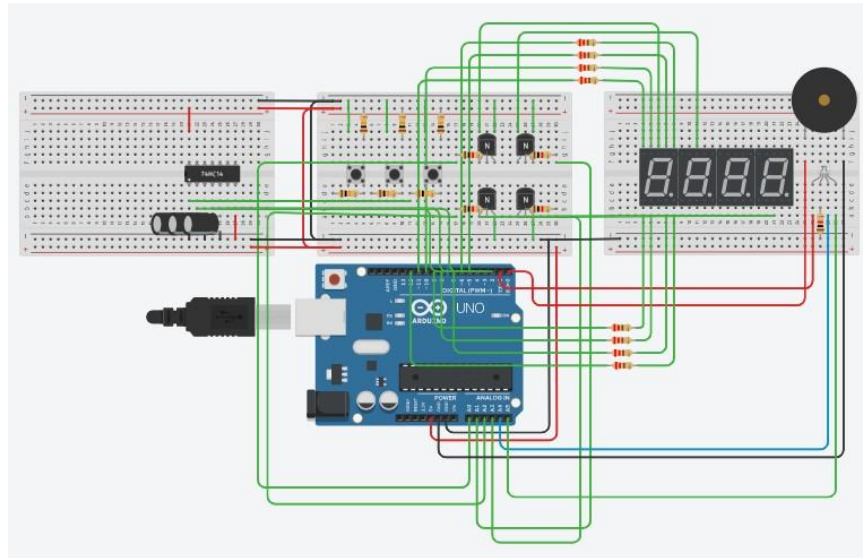
### 3 Perancangan

Diinginkan sebuah perangkat elektronik berupa jam digital desktop yang dapat berperan sebagai sebuah jam dengan fitur lainnya yakni alarm dan stopwatch. Perangkat tersebut direncanakan akan beroperasi pada tegangan 5V yang didapat dari baterai atau USB dan juga direncanakan akan memiliki input berupa tiga buah pushbutton dan output berupa RGB LED, empat buah seven segment, dan sebuah buzzer. Perancangan sistem dibagi menjadi dua bagian yaitu perancangan hardware dan software yang masing-masing dibagi menjadi tiga modul yaitu modul FSM, modul Output, dan modul Timer. Perancangan hardware akan meliputi hal-hal seperti rangkaian yang digunakan untuk memastikan mikrokontroler mendapatkan sinyal yang sesuai dengan spesifikasi dan output seperti seven segment, LED, dan buzzer mendapatkan sinyal switching dan tegangan yang sesuai dengan kebutuhan. Perancangan software akan meliputi perancangan perilaku sehingga akan meliputi perancangan FSM dan Timer secara keseluruhan.

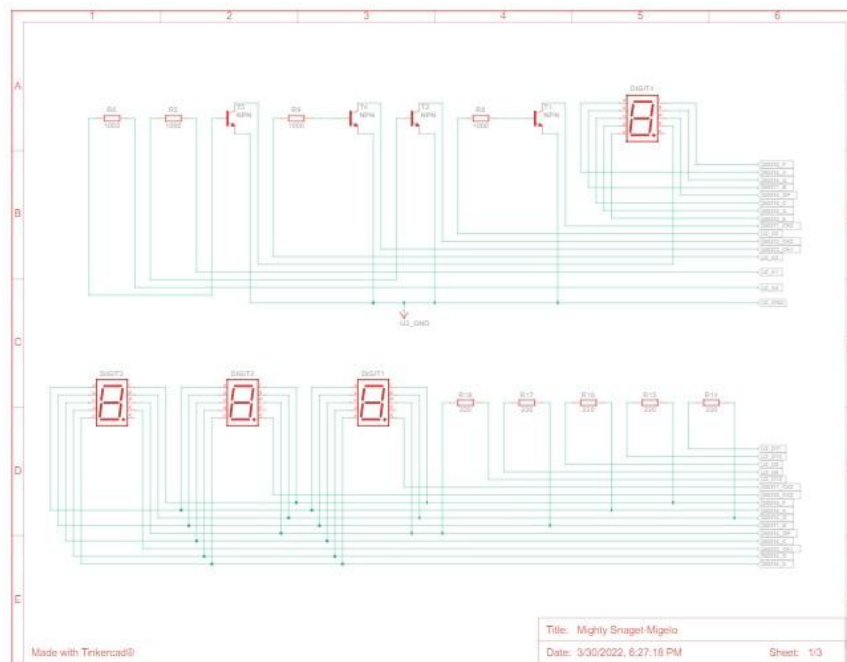


Gambar 2-1 Blok Diagram Secara Umum

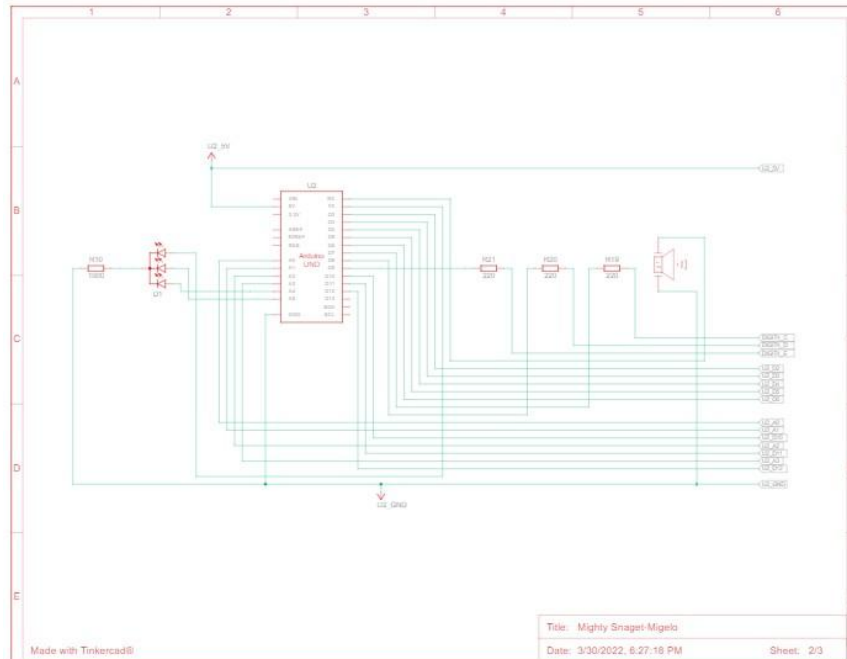
Skema rangkaian adalah seperti pada gambar berikut.



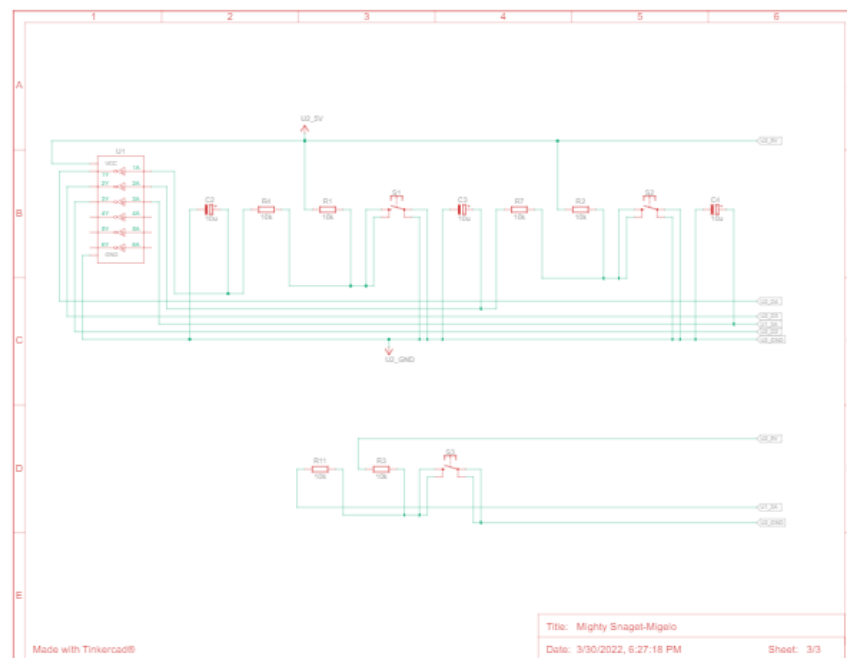
### Gambar 2-2 Perancangan Hardware



Gambar 2-3 Skematik Jam Digital Halaman 1



Gambar 2-4 Sekmatik Jam Digital Halaman 2



Gambar 2-5 Skematik Jam Digital Halaman 3

#### Alat dan Bahan

Nama	Label	Jumlah	Keterangan
Arduino Uno / Nano	U2	1	-



Pushbutton	S1 S2 S3	3	Normally open
2N3904 NPN BJT	T1 T2 T4 T5	4	Untuk switching seven segment
7 Segment Display	Digit1 Digit2 Digit3 Digit4	4	Common cathode, Red
10kOhm Resistor	R1 R2 R3	3	Untuk pullup push button dan debouncing
3,9kOhm	R4 R7 R11	3	Untuk debouncing push button
1kOhm Resistor	R5 R6 R7 R8 R10	5	Untuk current limiting basis BJT dan RGB LED
220Ohm Resistor	R14 R15 R16 R17 R18 R19 R20 R21	8	Untuk current limiting setiap segmen pada seven segment
Buzzer	PIEZO2	1	Rated for 5V
RGB LED	D1	1	Common cathode
74HC14	U1	1	Untuk debouncing
Kapasitor	C2 C3 C4	3	Untuk debouncing

Tabel 2-1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan adalah seperti pada tabel di atas. Terdapat tiga pushbutton dalam konfigurasi pull up yang masing-masing akan memberikan masukan B0, B1, dan B2 melalui sebuah rangkaian debouncing. Pin A hingga G beserta DP pada keempat seven segment terhubung singkat sedangkan pin common cathode pada setiap seven segment terhubung ke empat buah rangkaian switching yang masing-masing dikendalikan oleh mikrokontroler dan terdiri dari sebuah NPN BJT dan resistor 1kOhm. Pin A hingga G dan DP terhubung ke mikrokontroler. Buzzer dikendalikan secara langsung oleh mikrokontroler untuk menandakan perubahan state dan untuk alarm. RGB LED digunakan untuk menandakan state dari jam digital. Implementasi display jam digital dapat dilakukan dengan empat buah seven segment terpisah atau satu unit display yang terdiri dari empat buah seven segment yang pin A hingga G dan DP nya terhubung singkat. Kedua implementasi tersebut pada akhirnya akan memiliki skematik rangkaian yang sama dengan desain[1].

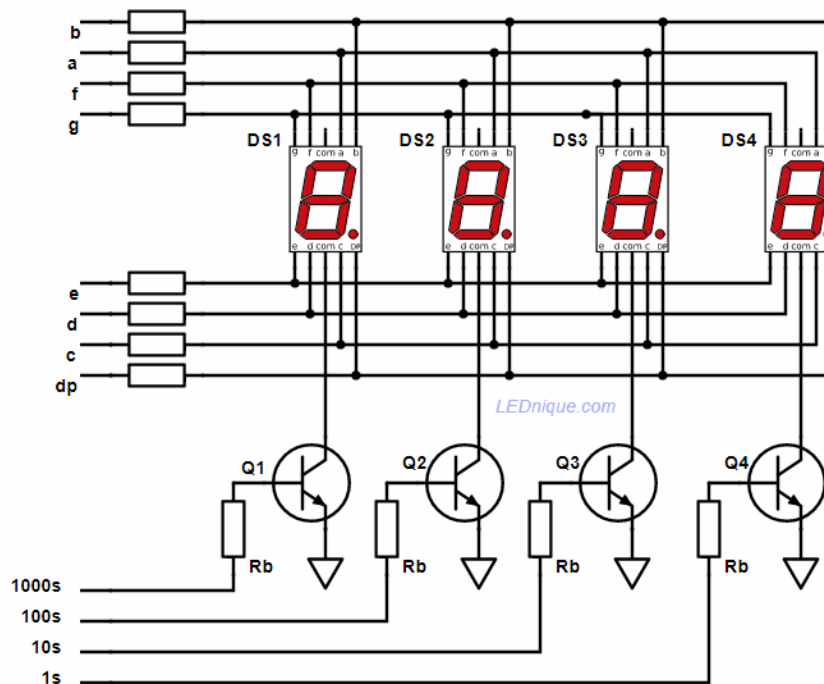
Jika digunakan voltage drop maksimal untuk setiap warna dan dengan mengingat nilai arus pada setiap LED tidak boleh melebihi 30mA, maka didapat

Warna	Rating Arus Max. (mA)	Min. Voltage Drop (V)	R untuk 15mA (Ohm)	Disipasi Daya (mW)
Merah	30	1.9	207	75.08
Hijau	30	2.9	140	75
Biru	30	2.9	140	75

Tabel 2-2 Arus pada RGB LED

Sehingga pada awalnya akan digunakan satu resistor 220Ohm pada sisi katoda dioda untuk memastikan LED tidak melebihi ratingnya. Namun karena didapatkan nyala LED yang terlalu terang, penulis memutuskan untuk menggunakan hambatan 1kOhm untuk membatasi arus dan terang LED RGB.

Rangkaian switching untuk setiap seven segment adalah seperti pada gambar berikut.



Gambar 2-6 Rangkaian pada seven segment

Jika diinginkan:

1. Digunakan transistor 2N3904 dalam keadaan saturasi ( $V_{be} = 0.65V$ ,  $V_{ce} = 0.4V$ ,  $I_c = 100mA$ ,  $I_b = 5mA$ ) [3]
2. Voltage drop setiap segmen diasumsikan  $1.8V$  [2]
3. Arus pada setiap segmen tidak melebihi  $20mA$  [2]

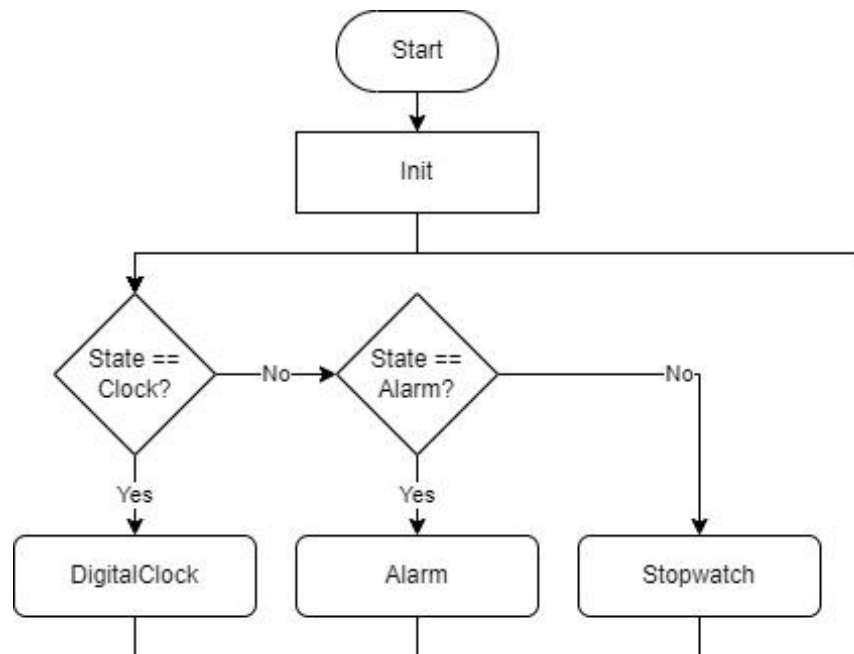
Maka didapat:

1. Disipasi daya pada BJT dalam keadaan ideal dan ON adalah  $43,25mW$
2. Disipasi daya pada BJT dalam keadaan ideal dan OFF adalah  $3,25mW$
3. Arus pada LED dalam keadaan ideal dan menyala adalah  $12.5mA$
4. Nilai resistor untuk membatasi arus LED adalah  $224\Omega$
5. Nilai resistor untuk membatasi arus base adalah  $870\Omega$
6. Nilai resistor E24 terdekat untuk membatasi arus LED adalah  $220\Omega$
7. Nilai resistor E24 terdekat untuk membatasi arus base adalah  $910\Omega$ , namun digunakan resistor  $1k\Omega$  karena penulis tidak mendapatkan resistor  $910\Omega$

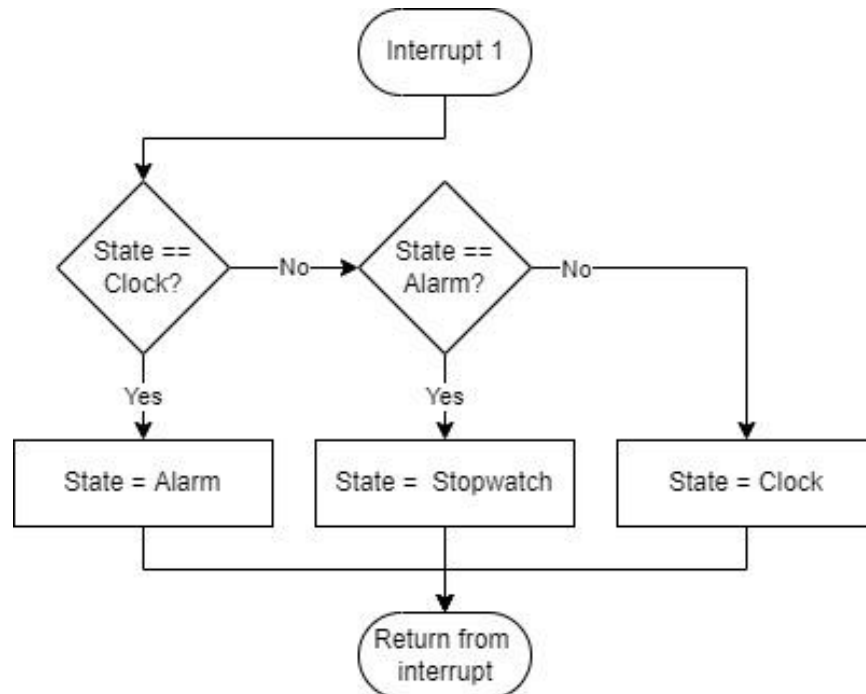
Rangkaian debouncing dibuat dengan sebuah RC low pass filter yang memiliki frekuensi cutoff sekitar  $1Hz$  sehingga dapat dipastikan tidak akan ada perubahan cepat yang disebabkan oleh bouncing pada push button. Keluaran filter tersebut terhubung ke sebuah schmitt trigger[4] yang akan memberikan sinyal keluaran yang memiliki rising edge dan falling edge yang lebih tajam untuk dijadikan sebagai masukan ke Arduino.

### 3.2 Perancangan Software

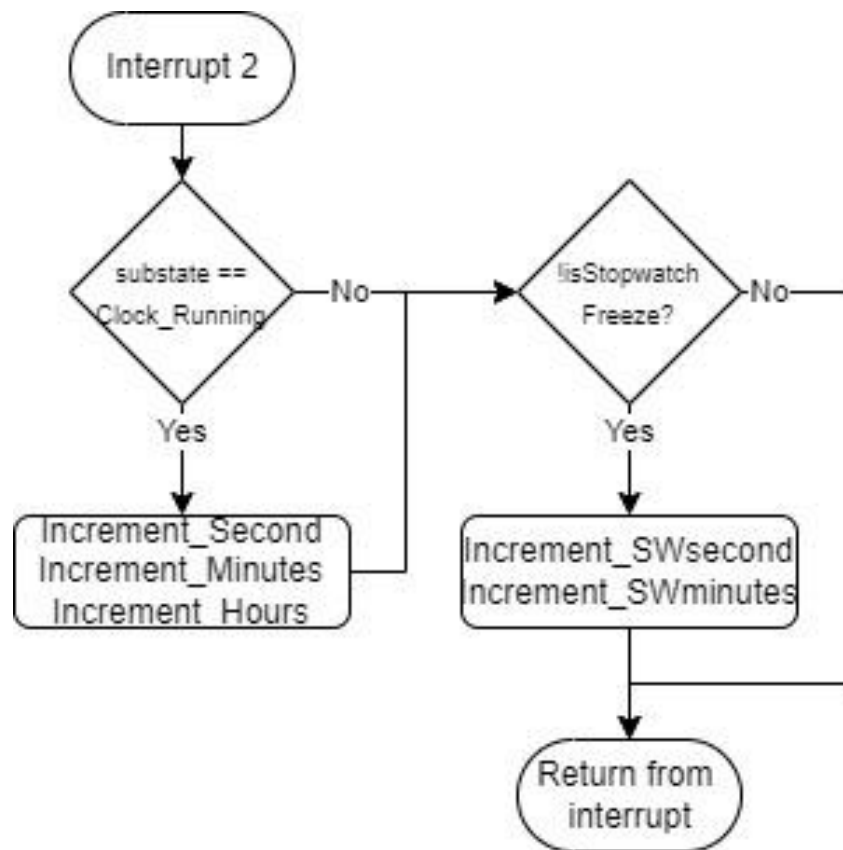
Berikut merupakan skema Flowchart yang akan digunakan.



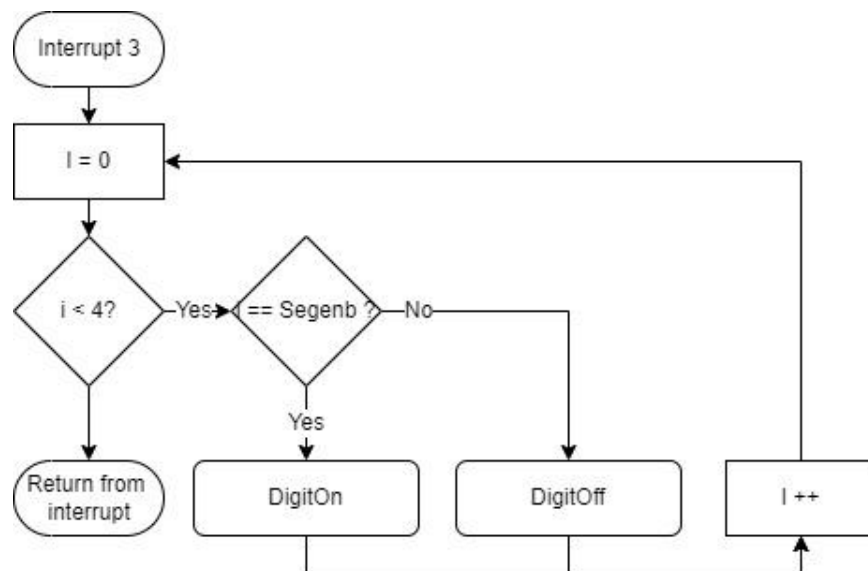
Gambar 2-7 Flowchart Proses Utama



Gambar 2-8 Flowchart ISR untuk Perubahan State

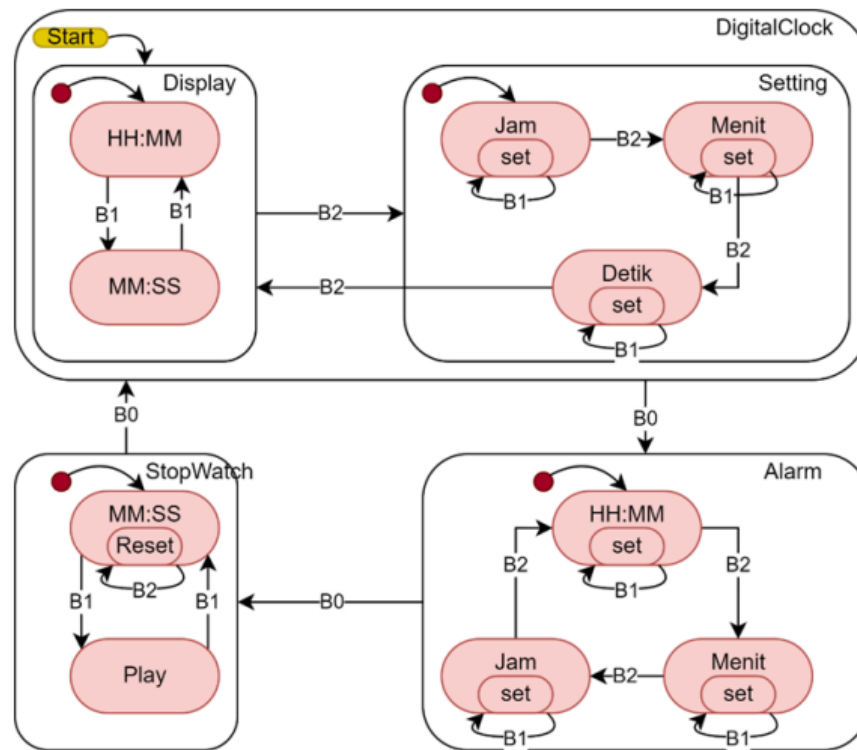


Gambar 2-9 Flowchart ISR untuk Counter Detik



Gambar 2-10 Flowchart ISR untuk Multiplexing

Berikut merupakan skema Finite State Machine (FSM) yang akan digunakan



Gambar 2-11 Skema Finite State Machine

Berdasarkan spesifikasi yang diinginkan, dibuat sebuah jam digital dengan 3 buah state sebagai berikut:

- DigitalClock

Pada state ini terdapat 2 buah substate yakni state Display dan state Setting. Ketika state ini dijalankan, tampilan pertama kali pada seven segment akan menjalankan substate display. Pada substate ini seven segment pada jam digital akan menunjukkan waktu dengan format HH:MM, sementara 3 buah push button memiliki fungsi sebagai berikut:

B0: Mengganti tampilan ke state selanjutnya (Alarm)

B1: Mengganti format waktu pada display HH:MM menjadi MM:DD

B2: Mengganti tampilan ke substate Setting

Sementara pada substate Setting ketika substate ini dijalankan, seven segment pertama kali akan menampilkan digit jam yang akan disetting. Sementara 3 buah push button memiliki fungsi sebagai berikut:

B0: Mengganti tampilan ke state selanjutnya (Alarm)

B1: Menaikan nilai digit yang ditampilkan

B2: Mengganti format waktu pada seven segment (Jam -> Menit, Menit -> Detik, Detik -> Substate Display)

- Alarm

Ketika state ini dijalankan, tampilan pada seven segment akan menampilkan waktu alarm (HH:MM). Sementara 3 buah push button memiliki fungsi sebagai berikut:

B0: Mengganti tampilan ke state selanjutnya (StopWatch)

B1: Mengganti format waktu Jam pada seven segment

B2: Mengganti format waktu menit pada seven segment

- StopWatch

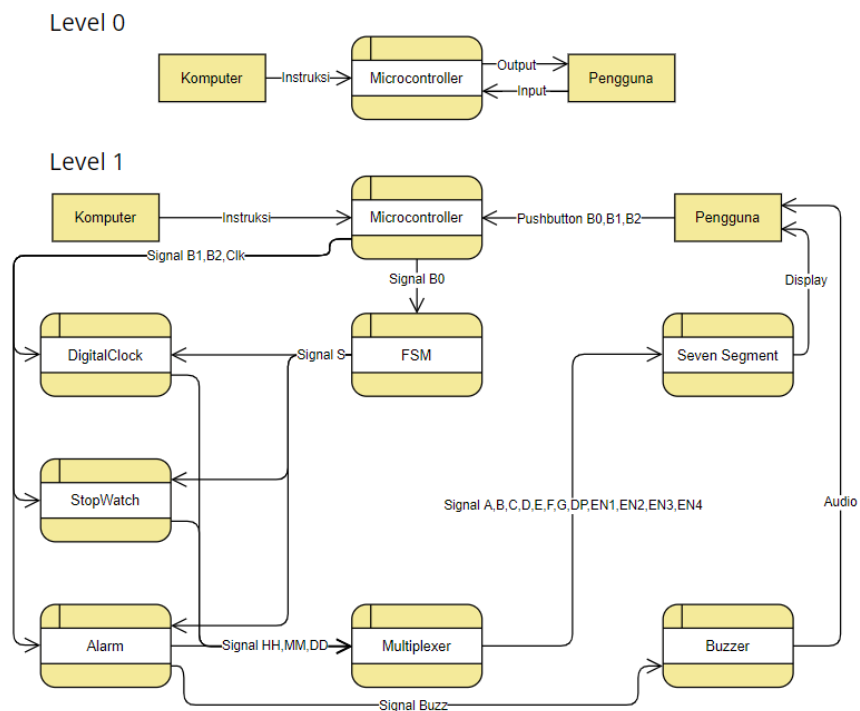
Ketika state ini dijalankan, tampilan pada seven segment akan menampilkan waktu stopwatch (MM:SS). Sementara 3 buah push button memiliki fungsi sebagai berikut:

B0: Mengganti tampilan ke state selanjutnya (DigitalClock)

B1: Menjalankan/menghentikan stopwatch

B2: Mereset waktu pada seven segment

Berikut merupakan skema Data Flow Diagram



Gambar 2-12 Skema Data Flow Diagram

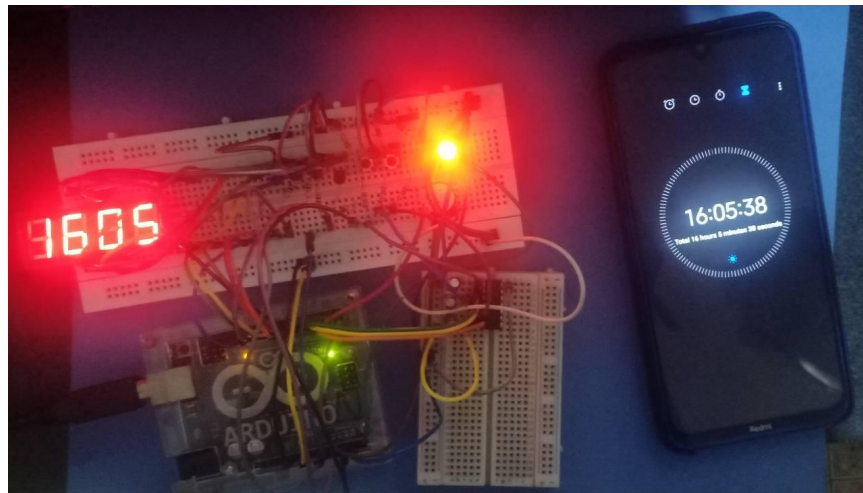
## 4 Implementasi

### 4.1 Implementasi Hardware

Implementasi hardware hampir sesuai persis dengan desain hardware. Perbedaan-perbedaan desain dan implementasi adalah:

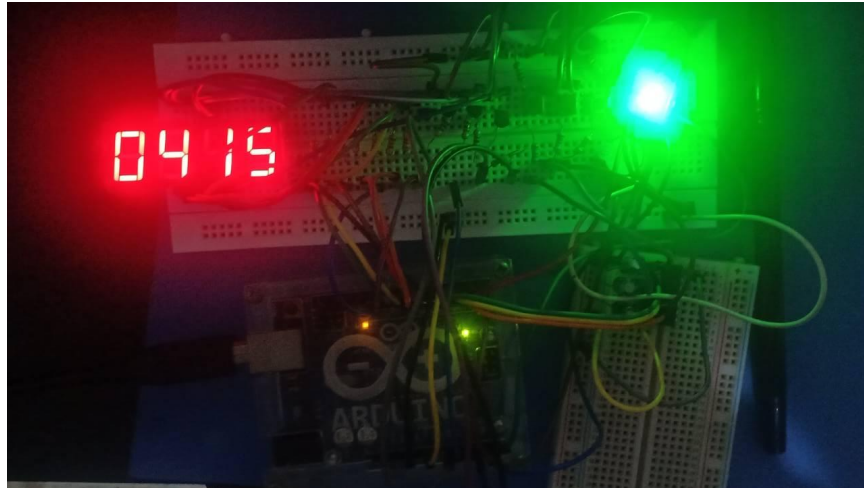
1. Resistor pada basis transistor bernilai 1kOhm karena resistor 910Ohm tidak tersedia
2. Resistor pembatas arus LED RGB bernilai 1kOhm karena nyala LED RGB agaknya terlalu terang
3. Buzzer terhubung ke pin D0 karena pin D13 memberikan sinyal tegangan kecil sehingga buzzer berbunyi ketika tidak diinginkan
4. Semua pushbutton dirangkai dengan debouncing hardware karena pushbutton yang digunakan memiliki efek bouncing yang sangat terasa.

Jam digital diimplementasikan di sebuah breadboard dengan komponen-komponen through hole. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno R3. Gambar jam digital adalah seperti pada gambar di bawah.

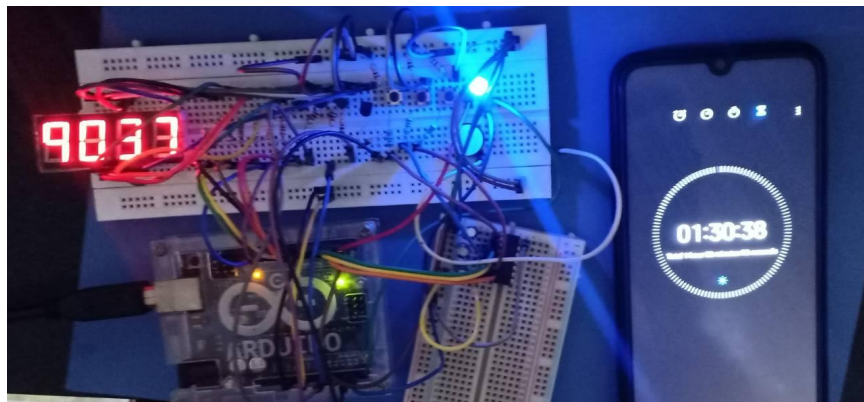


Gambar 3-1 Implementasi Hardware Jam Digital





Gambar 3-2 Implementasi Hardware Alarm



Gambar 3-3 Implementasi Hardware StopWatch

## 4.2 Implementasi Software

Kode software dilampirkan atau dapat dilihat di <https://github.com/ubbeg2000/tugas-besar-el3014>.

## 5 Pengujian

Berdasarkan implementasi yang telah dilakukan kemudian dilakukan pengujian sebagai berikut:

1. Jam digital dapat diimplementasikan menggunakan tiga buah button menggunakan prosesor Arduino Uno.
2. Jam digital telah berhasil menunjukan waktu dalam format Jam:menit dan menit:detik.
3. Jam digital dapat mengubah format waktu ketika button B1 ditekan.
4. Jam digital dapat dikalibrasi kembali menggunakan button secara akurat.
5. Jam digital masih menunjukan waktu yang akurat hingga 1 menit setelah dijalankan selama 16 jam.
6. LED 7 segment dijalankan menggunakan multipleksing dengan frekuensi sekitar 60Hz.
7. Jam digital dapat merubah state menjadi Alarm dan Stopwatch ketika button B0 ditekan.
8. LED pada jam digital berhasil berubah warna ketika terjadi perubahan state.
9. Fitur Alarm dapat berbunyi menggunakan buzzer, berbunyi *beeping* sebanyak tiga dengan jeda 1 detik dan menyala sesuai waktu yang telah ditentukan.
10. Fitur Alarm dapat diatur waktunya menggunakan input button.
11. Fitur Stopwatch dapat diatur berjalan, berhenti, dan reset menggunakan input button.

## 6 Kesimpulan

Berdasarkan spesifikasi yang telah diberikan perancangan yang telah dibuat sebelumnya memiliki beberapa kekurangan sehingga perlu dilakukan perbaikan ketika mengimplementasikan, baik pada implementasi software maupun implementasi hardware. Seluruh spesifikasi jam digital telah terpenuhi dimana jam menggunakan display 4 digit serta memiliki fitur Alarm dan Stopwatch. Oleh karena itu, dalam mengimplementasikan baik software maupun hardware perlu dilakukan perbaikan sedemikian rupa (*Trial and Error*) sehingga didapat hasil akhir yang dapat digunakan secara lebih mudah dan sesuai dengan output yang diinginkan. Dengan itu, didapat sebuah jam digital pada breadboard yang memiliki alarm dan dapat digunakan sebagai stopwatch, video demonstrasi dapat dilihat di <https://www.youtube.com/watch?v=6kk1aRsSxK8>.

## 7 Daftar Pustaka

- [1][https://www.arabsmakers.com/wp-content/uploads/2017/05/upload-5mm\\_RGB\\_led\\_common\\_cathode.pdf](https://www.arabsmakers.com/wp-content/uploads/2017/05/upload-5mm_RGB_led_common_cathode.pdf)
- [2]<https://www.sunrom.com/get/879741>
- [3]<https://html.alldatasheet.com/html-pdf/11470/ONSEMI/2N3904/1105/6/2N3904.html>
- [4][https://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd74hc14.pdf?ts=1648641364731&ref\\_url=https%253A%252F%252Fwww.ti.com%252Fproduct%252FCD74HC14%253Futm\\_source%253Dsupplyframe%2526utm\\_medium%253DSEP%2526utm\\_campaign%253Dnot\\_alldatasheet%2526DCM%253Dyes%2526dclid%253DCjgKEAjw\\_4-SBhCylNWx9\\_fk6HMSJABxGXV8rL71PrPgm49dl-AzJ-wx5E0trE10u0BnYidndc9s4PD\\_BwE](https://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd74hc14.pdf?ts=1648641364731&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.ti.com%252Fproduct%252FCD74HC14%253Futm_source%253Dsupplyframe%2526utm_medium%253DSEP%2526utm_campaign%253Dnot_alldatasheet%2526DCM%253Dyes%2526dclid%253DCjgKEAjw_4-SBhCylNWx9_fk6HMSJABxGXV8rL71PrPgm49dl-AzJ-wx5E0trE10u0BnYidndc9s4PD_BwE)

