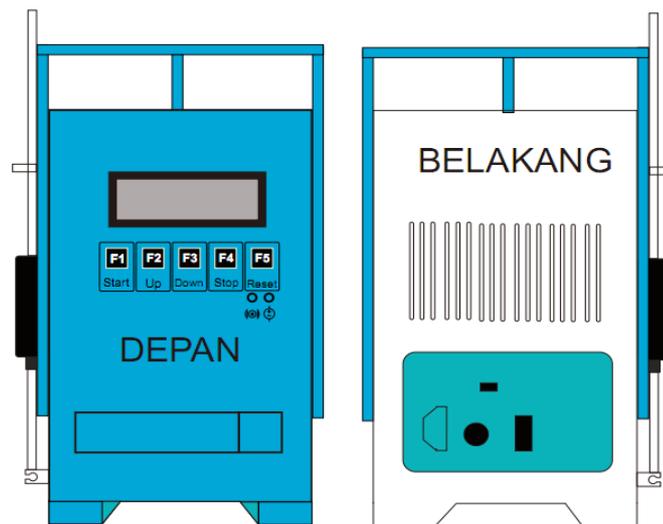


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Perancangan Diagram Mekanik

1. Tampak Depan dan Belakang

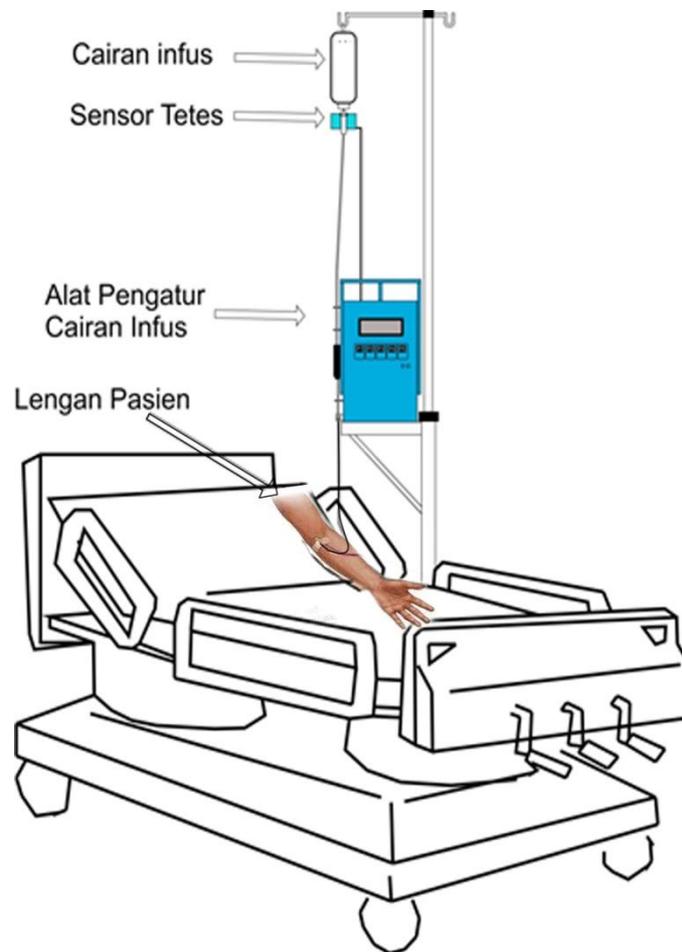


Gambar 3.1 Tampilan Depan dan Belakang

Keterangan gambar :

-  = tombol *start*
-  = tombol *up*
-  = tombol *down*
-  = tombol *stop*
-  = tombol *reset*
-  = *lcd*
-  = *fuse*
-  = saklar
-  = konektor *power*

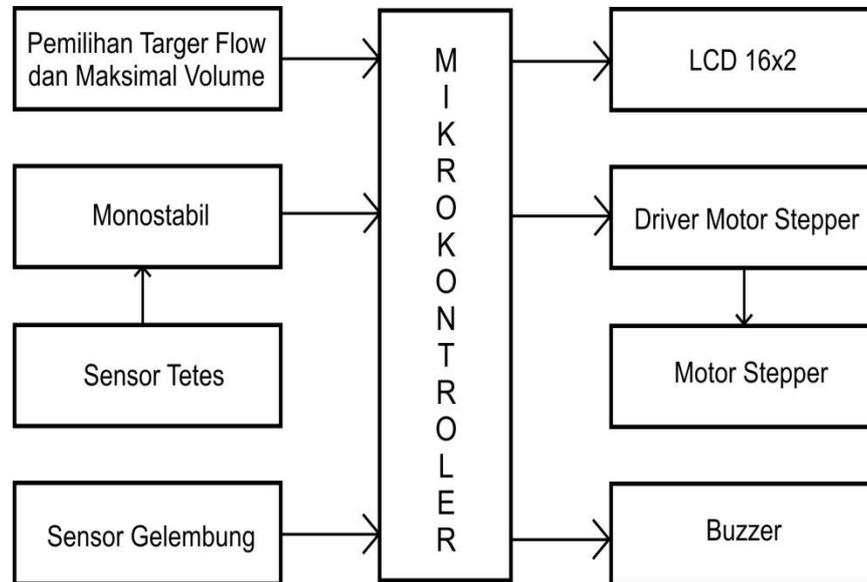
2. Tampak Keseluruhan



Gambar 3.2 Tampilan Keseluruhan

Pada gambar di atas merupakan sistem laju cairan infus dari botol infus hingga masuk ke dalam tubuh pasien. Cairan pada botol infus akan mengalir ke pasien melalui mekanik alat. Kecepatan aliran infus dipengaruhi oleh putaran mekanik, semakin kencang mekanik berputar maka semakin cepat cairan infus yang keluar. Sensor tetes berfungsi sebagai pendeteksi cairan infus yang sudah dikeluarkan oleh alat.

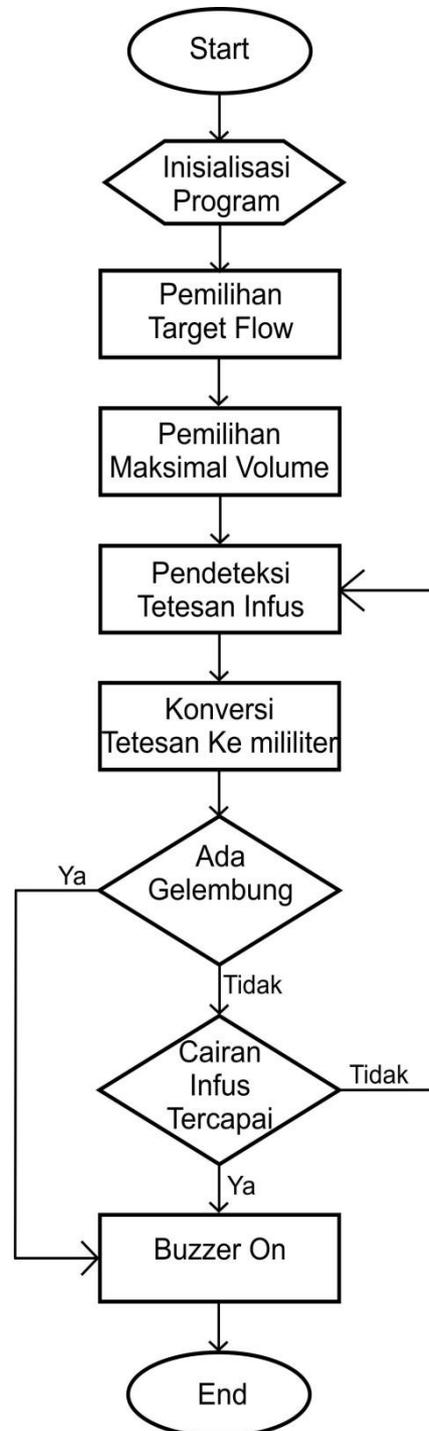
3.2 Diagram Blok



Gambar 3.3 Diagram Blok Alat

Setelah alat dihidupkan maka akan terjadi proses pemilihan target aliran dan maksimal *volume*. Setelah melakukan pemilihan maka mikrokontroler akan memberikan sinyal logika pada rangkaian *driver* motor *stepper* agar memerintahkan motor *stepper* untuk bekerja. Saat motor *stepper* bekerja maka sensor tetes akan mendeteksi tetesan cairan infus. Sinyal listrik yang dihasilkan sensor tetes akan masuk pada rangkaian monostabil. Setelah masuk pada rangkaian monostabil maka sinyal listrik akan menuju rangkaian mikrokontroler, sinyal listrik akan diubah menjadi karakter berupa angka yang ditampilkan ke LCD. Ketika sensor gelembung mendeteksi adanya gelembung pada selang infus maka akan mengirimkan sinyal listrik pada mikrokontroler sehingga mikrokontroler akan memerintahkan motor *stepper* untuk berhenti dan *buzzer* akan berbunyi.

3.3 Diagram Alir



Gambar 3.4 Diagram Alir Alat

Pada saat alat dihidupkan maka akan terjadi inisialisasi program, setelah inisialisasi selesai maka akan terjadi proses pemilihan target *flow* dan melanjutkan pemilihan maksimal *volume*. Setelah melakukan pemilihan, pendeteksi cairan infus akan bekerja. Hasil dari pendetesian tetesan infus selanjutnya akan dikonvesikan ke dalam mililiter. Ketika terdapat gelembung pada selang infus maka *buzzer* akan berbunyi dan menghentikan alat, pada saat tidak ada gelembung maka akan melanjutkan proses. Ketika cairan infus sudah tercapai maka *buzzer* akan berbunyi dan akan mematikan motor *stepper*, ketika cairan belum tercapai maka alat akan kembali pada proses pendeteksi cairan infus.

3.4 Alat Dan Bahan

1. Alat

Berikut ini adalah daftar peralatan yang digunakan dalam pembuatan modul alat, yakni :

Tabel 3.1 Alat

| No | Nama alat | Jumlah |
|----|--------------|--------|
| 1 | Bor pcb | 1 |
| 2 | Obeng | 1 |
| 3 | Solder | 1 |
| 4 | Gergaji besi | 1 |
| 5 | Tang potong | 1 |
| 6 | Tang jepit | 1 |
| 7 | Atraktor | 1 |

2. Bahan

Berikut ini adalah daftar bahan yang digunakan dalam pembuatan modul alat, yakni :

Tabel 3.2 Bahan

| No | Nama bahan | Jumlah |
|----|--|------------|
| 1 | IC ATMEga16 | 1 |
| 2 | Kristal 16 Mhz | 1 |
| 3 | Kapasitor 22 pf | 2 |
| 4 | Kapasitor 10 nf | 3 |
| 5 | Saklar <i>Push button</i> | 4 |
| 6 | LED | 2 |
| 7 | Pin baris | Secukupnya |
| 8 | LCD 16x2 | 1 |
| 9 | Motor <i>stepper</i> | 1 |
| 10 | IC LI298 | 1 |
| 12 | Dioda 3A | 6 |
| 13 | IC 7805 | 1 |
| 14 | IC 7812 | 1 |
| 15 | Transistor TIP 3055 | 2 |
| 17 | Kapasitor 2200 $\mu\text{f}/16\text{ V}$ | 2 |
| 18 | Kapasitor 220 $\mu\text{f}/16\text{ V}$ | 2 |
| 19 | Kapasitor 100 nf | 2 |

3.5 Jadwal Kegiatan

Jadwal kegiatan penulis disusun menurut jadwal kalender akademik yang ada di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Jurusan Teknik Elektromedik.

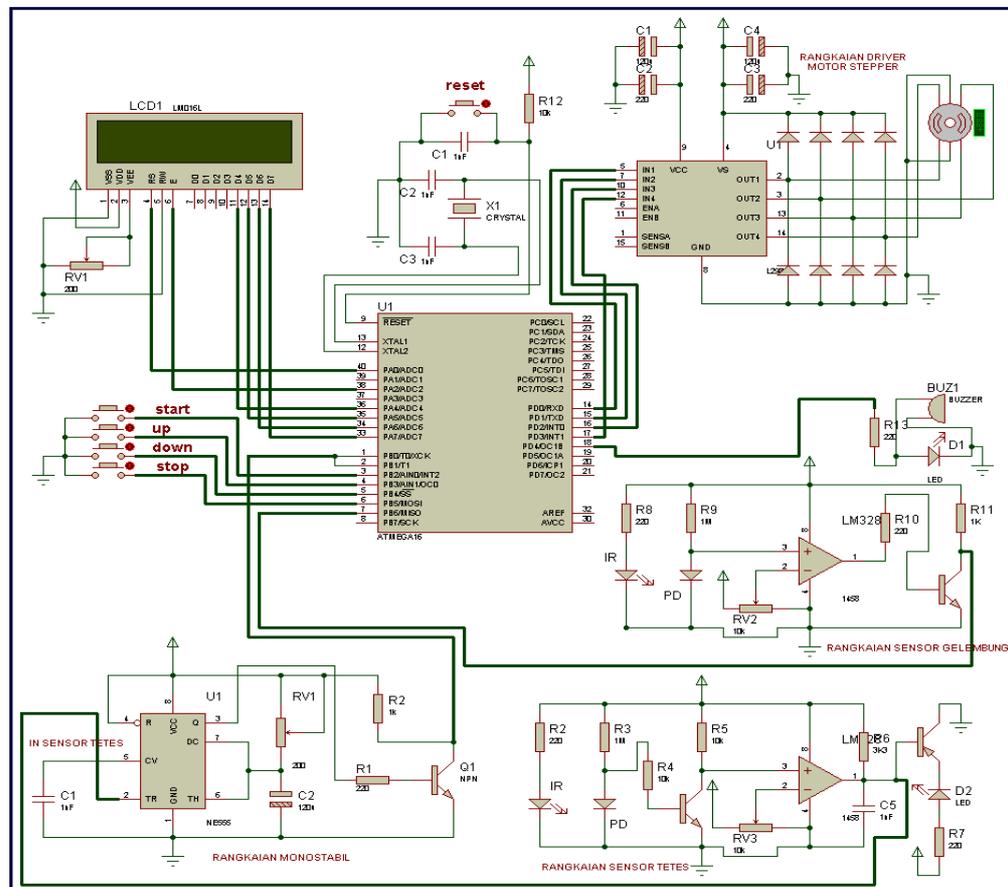
Waktu pelaksanaan : selama \pm 5 bulan

Tempat pelaksaan : Kampus Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Tabel 3.3 Jadwal Kegiatan Pembuatan Modul

| No | Deskripsi kegiatan | November | Desember | Januari | Februari | Maret | April | Mei | Juni | Juli | Agustus | September |
|----|------------------------------------|----------|----------|---------|----------|-------|-------|-----|------|------|---------|-----------|
| 1 | Pengumpulan data penelitian | | | | | | | | | | | |
| 2 | Pembuatan proposal penelitian | | | | | | | | | | | |
| 3 | Ujian proposal dan revisi proposal | | | | | | | | | | | |
| 4 | Pembuatan alat | | | | | | | | | | | |
| 5 | Pembuatan laporan tugas akhir | | | | | | | | | | | |
| 6 | Ujian pra pendaran dan revisi | | | | | | | | | | | |
| 7 | Ujian pendaran dan revisi laporan | | | | | | | | | | | |
| 8 | Pengumpulan laporan tugas akhir | | | | | | | | | | | |

3.6 Proses Pembuatan



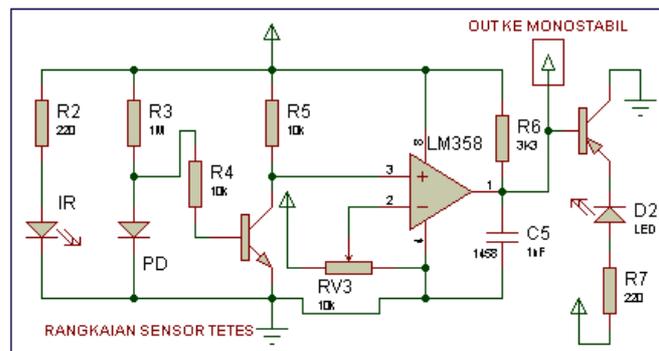
Gambar 3.5 Rangkaian Keseluruhan

Pada rangkaian diatas, ketika sudah melakukan pemilihan variabel maka mikrokontroler akan memberikan sinyal logika kepada *driver* motor *stepper* untuk menggerakkan motor. Pada saat sensor tetes mendeteksi adanya tetesan maka akan memberikan sinyal logika kepada rangkaian monostabil, dimana sinyal tersebut akan diolah sehingga menjadi baik, sinyal tersebut akan masuk pada mikrokontroler untuk diolah sehingga dapat ditampilkan ke dalam LCD. Ketika sensor gelembung mendeksi adanya gelembung maka akan mengirimkan sinyal kepada rangkaian mikrokontroler sehingga mikrokontroler akan memberikan logika kepada *driver* motor *stepper* untuk berhenti.

1. Pembahasan Rangkaian *Counter* Tetes

Spesifikasi rangkaian *counter* tetes yakni sebagai berikut :

- Tegangan kerja rangkaian 5 Volt DC.
- Menggunakan transistor NPN 2N3904
- Menggunakan transistor PNP 2N3906
- Menggunakan IC LM358
- Menggunakan sensor fotodiode
- Menggunakan kapasitor MKM 10 nf



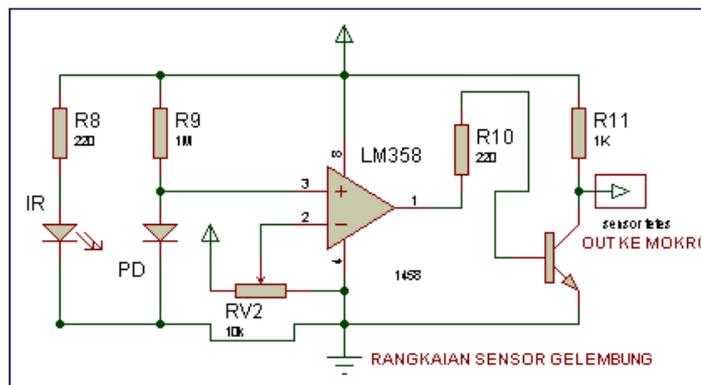
Gambar 3.6 Rangkaian Sensor Tetes

Infra red diatas sebagai pemancar sinar yang nantinya sinar tersebut akan diterima oleh sensor fotodiode, ketika komparator pada pin 3 mendapat tegangan lebih kecil dari tegangan pada pin 2 maka keluaran dari komparator pada pin 1 akan menjadi *low*. Keluaran dari komparator diberikan rangkaian *pull up* agar keluaran memiliki polaritas positif selama tidak ada *trigger* dari *input* pada pin 3. Pada keluaran komparator juga diberikan kapasitor yang berfungsi untuk menyaring *noise* sehingga keluaran menjadi lebih baik.

2. Pembahasan Rangkaian Sensor Gelembung

Spesifikasi rangkaian sensor gelembung antara lain, yakni :

- a. Menggunakan IC LM358
- b. Menggunakan sensor fotodiode
- c. Menggunakan transistor NPN 2N3904



Gambar 3.7 Rangkaian Sensor Gelembung

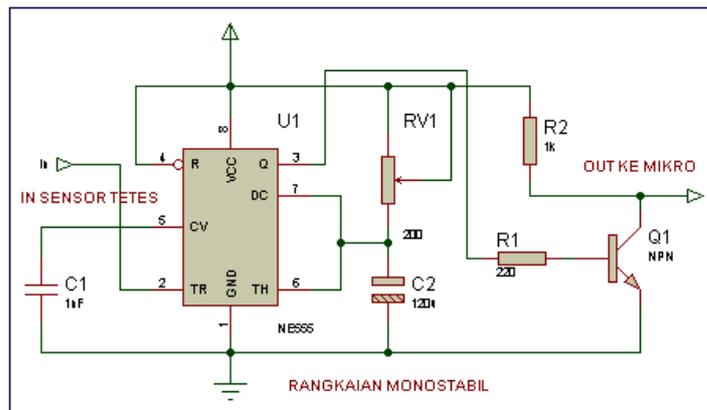
Infra red berfungsi sebagai pemancar sinar yang akan diterima oleh sensor fotodiode, ketika sensor fotodiode mendapat perbedaan pancaran sinar maka sensor akan memberikan *trigger* kepada IC komparator, pada saat keluaran dari komparator mengeluarkan sinyal

high maka transistor pada kaki *colector* akan mengeluarkan sinyal *low*. Sinyal *low* tersebut akan masuk ke dalam mikrokontroler pada PORTB.6.

3. Pembahasan Rangkaian Monostabil

Spesifikasi rangkaian monostabil yakni sebagai berikut :

- Tegangan kerja rangkaian 5 Volt DC.
- Menggunakan IC NE555.
- Menggunakan kapasitor elco 100 uf
- Menggunakan kapasitor MKM 10 nf
- Menggunakan transistor 2N3904



Gambar 3.8 Rangkaian Monostabil

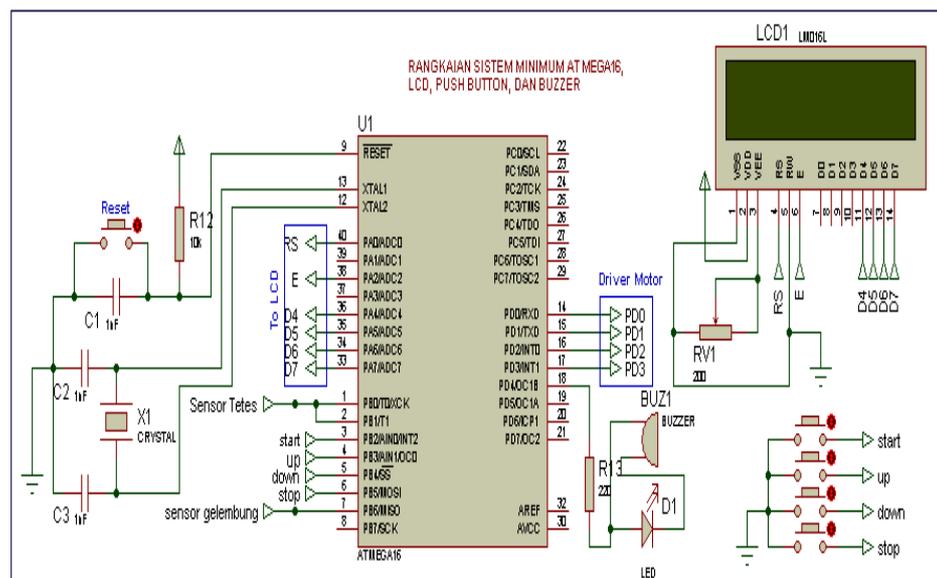
Ketika *trigger* yang dihasilkan sensor *counter* masuk ke pin 2 maka keluaran IC pada pin 3 akan mengeluarkan sinyal *high*, keluaran sinyal tersebut akan diubah polaritasnya didalam transistor, sehingga menjadi sinyal *low*. Lamanya waktu sinyal *high* yang keluar dari monostabil ditentukan oleh besarnya nilai RV1 dan C2, semakin besar RV1 dan C2 maka akan semakin lama sinyal *high* yang keluar. Sinyal

yang keluran dari kaki *coлектro* pada transistor akan masuk ke dalam IC mikrokontroler pada kaki PORTB.0 dan PORTB.1.

4. Pembahasan Rangkaian Mikrokontroler ATmega 16

Spesifikasi rangkaian mikrokontroler yakni :

- Menggunakan IC mikrokontroler ATmega 16.
- Menggunakan kristal 12 Mhz.



Gambar 3.9 Rangkaian Mikrokontroler ATmega16

Dalam mempermudah kendali *system* pada sebuah alat dapat menggunakan *system control*, dengan ini menggunakan rangkaian IC ATmega16, dimana pada IC ini memiliki 4 PORT yang berfungsi sebagai pengolah data. Dari ke 4 PORT hanya digunakan 3 PORT saja.

PORTA berfungsi sebagai *output* yang akan ditampilkan pada layar, disini layar menggunakan LCD karakter 16x2, LCD masuk PORTA pada PORTA.0 hingga PORTA.7, namun tidak menggunakan PORTA.1 dan PORTA.3.

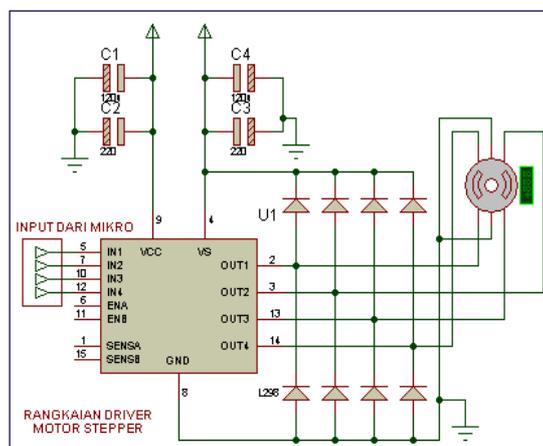
PORTB berfungsi sebagai *input* dari sensor tetes, sensor gelembung dan juga tombol pemilihan. Pada PORTB.0 dan PORTB.1 digunakan sebagai *input* dari sensor tetes. PORTB.2 berfungsi sebagai tombol memulai. PORTB.3 dan PORTB.4 berfungsi sebagai tombol pemindah pilihan. PORTB.5 berfungsi sebagai tombol berhenti. PORTB.6 berfungsi sebagai *input* dari sensor gelembung.

PORTD berfungsi sebagai keluaran yang digunakan untuk mengatur kecepatan motor *stepper* dan juga sebagai alarm. Pada PORTD.0 hingga PORTD.3 Digunakan untuk memberikan logika kepada *driver* motor *stepper*, pemberian logika dilakukan secara teratur. PORTD.4 digunakan sebagai keluaran logika rangkaian *buzzer*.

5. Pembahasan Rangkaian *Driver* Motor *Stepper*

Spesifikasi dari rangkaian *driver* motor *stepper* yakni :

- Menggunakan IC L298.
- Menggunakan dioda 2 A
- Tegangan kerja logika 5 Volt
- Tegangan *driver* 12 Volt



Gambar 3.10 Rangkaian *Driver* Motor *Stepper*

Sebelum membuat *software* untuk motor *stepper*, terlebih dahulu kita harus mengurutkan kaki-kaki motor *stepper* agar dapat berputar searah jarum jam ataupun berlawanan. Rangkaian *driver* motor *stepper* ini menggunakan IC L298 sebagai IC logika, IC L298 akan mendapatkan logika dari mikrokontroler. Pada motor *stepper* ini memiliki 4 logika yang berbeda dan dijalankan secara berurutan dengan nilai *delay* yang sama pada setiap masukan yang diberikan. Logika yang diberikan pada IC L298 berupa data biner yang dimasukkan melalui mikrokontroler, sehingga motor *stepper* tersebut dapat bergerak. Keluaran IC L298 diberikan dioda agar tidak ada *feedback* dari motor *stepper*.

6. Kode Program untuk Tampilan

Berikut ini merupakan kode program tampilan yang digunakan.

```

{
  lcd_clear();
  TCCR1B=0x06;
  count1=TCNT1;
  lcd_gotoxy(1,0);
  lcd_putsf("-Cairan Keluar-");
  lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Volume:");
  count1=count1/20.3;
  lcd_gotoxy(7,1);
  ftoa(count1,2,buf);
  lcd_puts(buf);
  lcd_putsf("mL");
}

```

Hasil pendeteksian *counter* akan ditampilkan pada LCD dengan alamat 7,1, dan terdapat tulisan “-cairan keluar-“ pada alamat 1,0, tulisan “volume:” akan ditampilkan pada alamat 0,1.

Tetesan tersebut akan di ubah menjadi satuan mililiter dengan menggunakan rumus $count1=count1/20,3$. Pada hasil tetesan akan memperlihatkan 2 angka di belakang koma, program tersebut menggunakan rumus `ftoa(count1,2,buf)`.

7. Kode Program untuk Motor *Stepper*

Berikut merupakan kode program untuk menjalankan motor *stepper*.

```

void sepuluh()
{
  PORTD=0b00000001;
  delay_ms(97);
  PORTD=0b00000010;
  delay_ms(97);
  PORTD=0b00000100;
  delay_ms(97);
  PORTD=0b00001000;
  delay_ms(97);
}
void mabelas()
{
  PORTD=0b00000001;
  delay_ms(70);
  PORTD=0b00000010;
  delay_ms(70);
  PORTD=0b00000100;
  delay_ms(70);
  PORTD=0b00001000;
  delay_ms(70);
}
void dupuluh()
{
  PORTD=0b00000001;
  delay_ms(51);
  PORTD=0b00000010;
  delay_ms(51);
  PORTD=0b00000100;
  delay_ms(51);
  PORTD=0b00001000;
  delay_ms(51); }

```

Program di atas merupakan perintah untuk menggerakkan motor *stepper* sesuai dengan pemilihan *volume*. Ketika pada awal pemilihan *volume* memilih *setting* 0,50ml/min, maka program yang akan berjalan

adalah pada program `void sepuluh()`. Pada saat memilih *setting* 0,75ml/min maka program `void mabelas()` akan bekerja. Pada *setting* 1,00ml/min maka akan menjalankan program `void dupuluh()`. Untuk mengatur kecepatan motor *stepper* perlu mengubah nilai pada program `delay_ms(97)`.

8. Kode Program untuk Tombol Pemilihan

Berikut ini merupakan kode program yang digunakan untuk tombol pemilihan.

```
void menu2 ()
{
    buzzer=0;
    if(!up) {data1=data1+1; delay_ms(200);}
    if(!down){data1=data1-1; delay_ms(200);}
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("-MAXIMUM VOLUME-");
    lcd_gotoxy(0,1);
    sprintf(buf," %d ml  ", data1);
    lcd_puts(buf);
    if(data1==0){data1=500;}
    if(data1==501){ data1=1; }
}
void sepuluh ()
{
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf("*0,50ml/min");
    if(!start)
    {
        lcd_clear();delay_ms(200);
        while(1)
        {
            menu2();
        }
    }
}
void mabelas ()
{
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf("*0,75ml/min");
    if(!start)
    {
        lcd_clear();delay_ms(200);
        while(1)
        {
            menu2();
        }
    }
}
```

```

    }
    }
}
void dupuluh()
{
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf("*1,00ml/min");
    if(!start)
    {
        lcd_clear();delay_ms(200);
        while(1)
        {
            menu2();
        }
    }
}
void menu()
{
    buzzer=0;
    if(!up){data=data+1; delay_ms(500);}
    if(!down){data=data-1; delay_ms(500);}
    if(data==3){data=0;}
    if(data==-1){data=2;}
    switch(data)
    {
        case 0 :sepuluh();break;
        case 1 :mabelas();break;
        case 2 :dupuluh();break;
    }
}

lcd_gotoxy(4,0);
lcd_putsf("MONITOR");
lcd_gotoxy(1,1);
lcd_putsf("CAIRAN INFUS");
delay_ms(1000);
lcd_clear();

while (1)
{
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("-TARGET FLOW-");
    menu();
}

```

Pada awal alat dihidupkan maka program akan menampilkan karakter “MONITORING” pada alamat 4,0, dan karakter “CAIRAN INFUS” pada alamat 1,1, kedua karakter tersebut akan bertahan dengan *delay* sebesar 1000 kemudian program akan menampilkan karakter ”-TARGET

FLOW-” pada alamat 0,0. Secara bersamaan dengan program karakter “-TARGET FLOW-” akan memanggil program menu () .

Program void menu() terdiri dari beberapa program diantaranya, pada baris “if(!up)” adalah ketika tombol *up* ditekan maka data akan bertambah 1, kemudian pada “if(!down)” adalah ketika tombol *down* ditekan maka data akan berkurang 1, apabila data sama dengan 3 maka data akan kembali ke data 0, dan apabila data sama dengan -1 maka data akan kembali ke data 2. Data 0 merupakan program void sepuluh(), data 1 merupakan program void mabelas(), data 2 merupakan program void dupuluh().

Void sepuluh() akan menampilkan karakter ” *0,50ml/min” pada alamat 0,1, pada void mabelas() akan menampilkan karakter ”*0,75ml/min” pada alamat 0,1, sedangkan void dupuluh() akan menampilkan karakter “*1,00ml/min“ pada alamat 0,1. Ketika sudah memilih salah satu fungsi dan menekan tombol *start* maka akan memanggil program void menu2 () .

Void menu2() akan menampilkan karakter “-MAXIMUM VOLUME-” pada alamat 0,0. Pada saat tombol *up* (!up) ditekan maka data1 akan bertambah 1, ketika tombol *down* (!down) ditekan maka data1 akan berkurang 1. Apabila data1 sama dengan 0 maka data1 bernilai 500, dan apabila data1 sama dengan 501 maka data1 bernilai 1. Nilai data1 akan ditampilkan pada alamat 0,1.

3.7 Standar Operasional Prosedur (SOP)

1. Lakukan pemasangan asesoris meliputi kabel *power*, infus set dan drop sensor tetes.
2. Pastikan cairan infus pada selang terisi dan tidak terdapat gelembung udara. Untuk pengisian cairan dan menghilangkan gelembung udara dengan cara membuka tuas.
3. Setelah terisi penuh atau tidak terdapat gelembung udara pada selang infus, tutup kembali tuas.
4. Hidupkan alat dengan menekan tombol *power* yang ada dibagian belakang alat.
5. Lakukan pemilihan target *volum* sesuai dengan kebutuhan.
6. Lakukan pemilihan maksimal *volum* sesuai dengan kebutuhan.
7. Ketika alarm *error bubble* berbunyi maka lakukan langkah nomer 2 dan 3 kemudian tekan kembali tombol *start*.
8. Untuk menghentikan cairan infus dapat menekan tombol *stop*, untuk melanjutkan kembali tekan tombol *start*.
9. Ketika proses selesai, matikan alat dan lepas kembali asesoris yang terpasang pada alat.

3.8 Langkah Pengujian

Setelah melakukan pembuatan rangkaian sensor tetes, sensor gelembung, *driver* motor *stepper*, sistem minimum ATmega16 dan program untuk menjalankan alat, maka perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui ketepatan hasil dari alat.

1. Langkah Pengujian Volume Cairan Infus

Langkah-langkah untuk pengujian alat dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Menyiapkan alat *IDA-IS Infusion Device Analyzer*.
- b. Menyiapkan tabel pengukuran.
- c. Melakukan pengujian *volume* cairan yang keluar pada pengaturan 0,50 ml/min, 0,75 ml/min, 1,00 ml/min sebanyak 10 kali.
- d. Melakukan pengujian maksimal *volume* dengan variabel 6 ml.
- e. Melakukan pencatatan hasil pada kolom tabel yang sudah disediakan.
- f. Menganalisa data hasil pengujian yang telah dilakukan untuk memperoleh kesimpulan.

2. Langkah Pengujian Sensor Gelembung

- a. Menyiapkan tabel pengukuran.
- b. Melakukan pengujian dengan melewatkan gelembung udara pada selang infus sebanyak 10 kali.
- c. Melakukan pencatatan hasil pada kolom tabel yang telah disediakan.
- d. Menganalisa data hasil pengujian yang telah dilakukan untuk memperoleh kesimpulan.