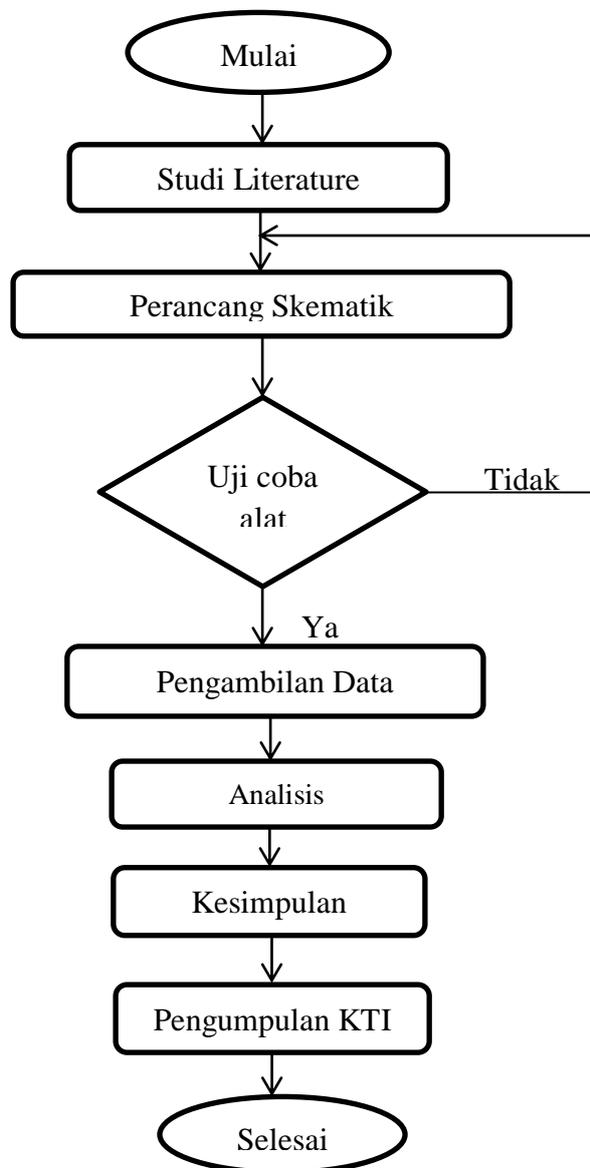


BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Sistem

Berdasarkan metode penelitian yang telah dilakukan, blok diagram kerangka kerja dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Blok diagram kerangka kerja pelaksana

Berikut merupakan penjelasan dari blok diagram kerangka kerja pelaksana 3.1:

1. Studi *Literature*

Studi *Literature* yaitu dengan cara mendapatkan data dengan mencari dan membaca buku, jurnal yang berkaitan dengan permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini.

2. Perancangan Skematik

Perancangan skematik yaitu untuk mencari bentuk model yang optimal dari system yang akan dibuat dengan mempertimbangkan berbagai faktor permasalahan dan kebutuhan yang telah ditentukan.

3. Uji Coba Alat

Tujuannya untuk melakukan pengukuran dan pengujian alat untuk melihat unjuk kerja alat dari alat yang telah dirancang apakah alat yang dibuat dapat berfungsi dengan baik.

4. Pengambilan Data

Proses ini dapat dilakukan jika alat yang telah dibuat dapat bekerja dengan baik sesuai yang ditentukan.

5. Analisis

Setelah alat berfungsi dengan baik, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis terhadap alat yang dibuat guna mengetahui masalah yang terjadi pada alat tersebut.

6. Kesimpulan

Langkah selanjutnya adalah mengambil kesimpulan dari hasil analisis.

7. Penulisan Tugas Akhir

Berhubungan dengan semua perancangan alat yang telah dibuat. Penulisan tugas akhir berisi tentang latar belakang permasalahan alat, landasan teori dalam perancangan alat, metode penelitian alat yang berisi diagram sistem, alat dan bahan, blok diagram, diagram mekanik, diagram alir alat. Penulisan tugas akhir juga berisi hasil dan pembahasan selama melakukan uji coba pada alat tersebut serta penutup yaitu memberikan kesimpulan dan saran sebagai acuan untuk melakukan pengembangan pada alat yang telah dibuat.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Dalam proses pembuatan rancang bangun spirometer ini digunakan beberapa peralatan, dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Alat

| No. | Nama Alat | Jumlah |
|-----|--------------------------------------|--------|
| 1 | Toolset | 1 |
| 2 | PCB (<i>Printed Circuit Board</i>) | 1 |
| 3 | Bor | 1 |
| 4 | Wadah pelarut | 1 |
| 5 | Multimeter | 1 |
| 6 | Solder | 1 |

3.2.2 Bahan

Adapun bahan-bahan yang dibutuhkan dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Bahan

| No. | Nama Bahan | Jumlah | Ukuran |
|-----|------------|--------|--------|
| 1. | ATmega32 | 1 | - |

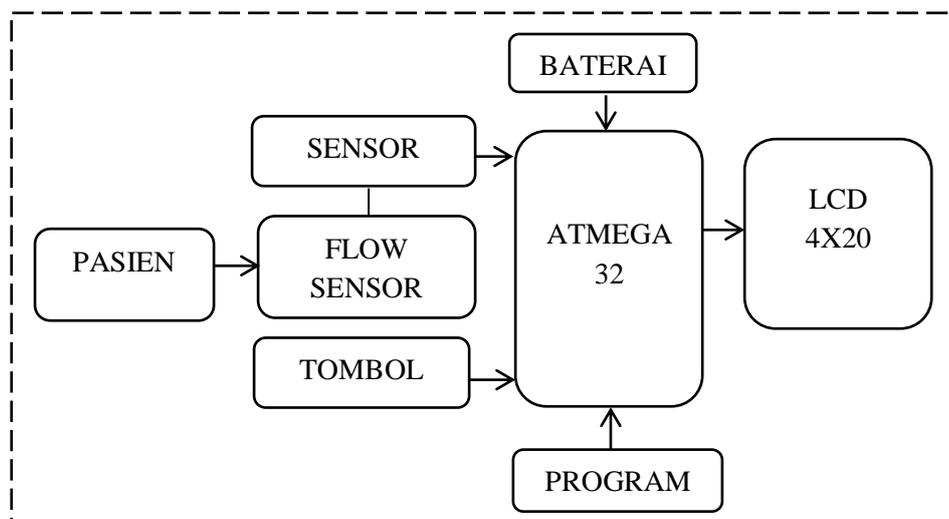
Lanjutan

Lanjutan

| No. | Nama Bahan | Jumlah | Ukuran |
|-----|-------------------------|--------|-------------------------------|
| 2. | MPXV7002DP | 1 | 3 cm |
| 3. | LCD | 1 | 20x4 |
| 4. | Flow sensor | 1 | - |
| 5. | Resistor | 7 | 1K Ω , 10K Ω |
| 6. | Kapasitor | 6 | 1 μ F, 100nF, 220pF, 33pF |
| 7. | LED | 2 | 3mm |
| 8. | Buzzer | 1 | 5V |
| 9. | <i>Push button</i> | 4 | 2 pin |
| 10. | <i>Crystal</i> | 1 | 16.000 MHz |
| 11. | Transistor (NPN) | 2 | |
| 12. | Baterai | 1 | 3.75V |
| 13. | <i>Case baterai</i> | 1 | - |
| 14. | Soket IC | 1 | 40 pin |
| 15. | Modul <i>step up</i> | 1 | - |
| 16. | Modul <i>power bank</i> | 1 | - |
| 17. | Saklar ON/OFF | 1 | - |
| 18. | Resistor Variabel | 1 | 10K Ω |

3.3 Blok Diagram

Untuk memudahkan dalam memahami cara kerja alat yang dibuat penulis, dapat dilihat blok diagram alat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Blok Diagram Rancang Bangun Spirometer

Berikut penjelasan dari gambar 3.2 Blok diagram rancang bangun spirometer:

1. Pasien

Pasien merupakan objek untuk pengambilan data volume dan kapasitas paru-paru yakni dengan cara bernapas melalui mulut dalam keadaan hidung tertutup menggunakan flow sensor sebagai *mouthpiece*.

2. *Flow Sensor*

Flow sensor ini digunakan sebagai media perantara untuk mengukur nilai volume dan kapasitas paru-paru dengan udara yang dihembuskan melalui mulut.

3. MPXV7002 DP

MPXV7002DP merupakan sensor tekanan yang digunakan dalam pembacaan aliran udara dengan satuan kPa. Sensor akan bekerja ketika mendapat tegangan 5V dari baterai.

4. Baterai

Berfungsi sebagai sumber daya seluruh rangkaian agar dapat bekerja, tegangan baterai yang digunakan sebesar 3,7 V DC.

5. Tombol

Digunakan untuk menginput data pasien seperti usia, jenis kelamin tinggi badan dan berat badan. Tombol yang digunakan yaitu *up*, *down*, *next* dan *start*.

6. Mikrokontroler

Sebagai pusat pengendali rangkaian agar alat bekerja sesuai dengan pengaturan yang di setting. Selain itu, mikrokontroler juga membaca

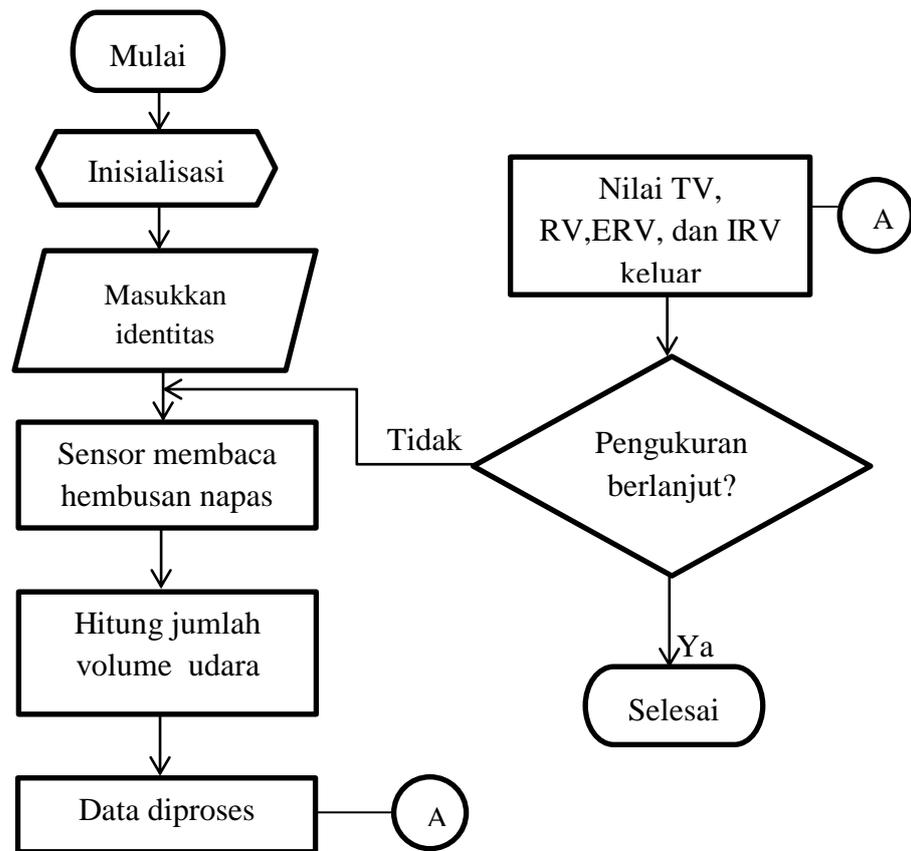
aliran udara yang ditiup dan dihembuskan oleh pasien agar menjadi nilai volume dan kapasitas paru-paru.

7. LCD

Setelah data diproses, hasil pembacaan aliran udara akan ditampilkan pada LCD berupa nilai volume dan kapasitas paru-paru dengan satuan *milliliter* (mL).

3.4 Diagram Alir

Berdasarkan perancangan alat yang telah dilakukan, diagram alir kinerja sistem pada alat dapat dilihat pada gambar 3.4



Gambar 3.3 Diagram alir program.

Berikut merupakan penjelasan dari diagram alir gambar 3.4

1. Inisialisasi

Pada saat saklar on/off ditekan akan terjadi proses inisialisasi LCD.

2. Masukkan identitas

Setelah proses inisialisasi LCD, program akan menampilkan data untuk memasukkan identitas pasien seperti berat badan, tinggi badan, jenis kelamin, dan usia.

3. Menekan tombol START

Memulai pengukuran dengan intruksi tertampil pada LCD.

4. Pembacaan sensor

Dimulai dengan menarik napas dan menghembuskan napas melalui *flow sensor* sebagai *mouthpiece* yang mana udara akan dihitung oleh sensor MPXV7002DP

5. Analisis Data

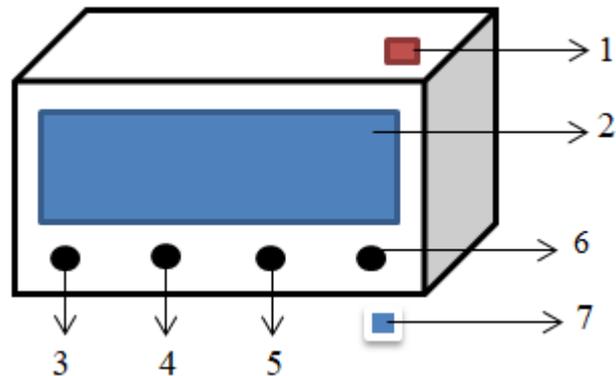
Setelah pembacaan sensor data diproses oleh mikrokontroler ATmega32 dengan menghitung jumlah volume udara yang masuk kemudian ditampilkan pada LCD dalam satuan *ml*.

6. LCD

Setelah pengukuran selesai hasil akan tertampil pada LCD.

3.5 Diagram Mekanis Sistem

Gambar desain modul dapat dilihat pada Gambar 3.4



Gambar 3.4 Desain mekanik rancang bangun spirometer.

Keterangan :

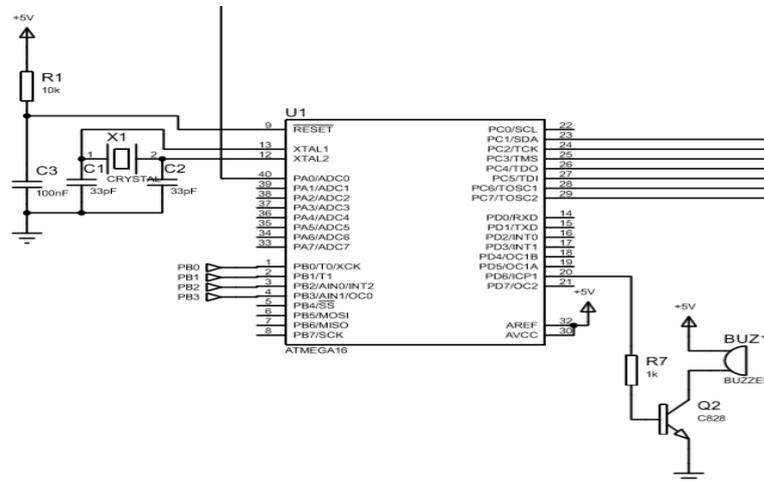
- | | |
|------------------------|-----------------------|
| 1. Tombol <i>start</i> | 5. Tombol <i>up</i> |
| 2. LCD | 6. Tombol <i>down</i> |
| 3. Tombol <i>next</i> | 7. <i>Flow Sensor</i> |
| 4. Tombol <i>back</i> | |

3.6 Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras dibuat untuk mengendalikan cara kerja alat spirometer yang mengukur jumlah volume dan kapasitas paru-paru manusia. Perangkat keras yang dibutuhkan dalam pembuatan alat seperti rangkaian sensor dan system minimum ATmega32.

3.6.1 Perancangan Rangkaian Sistem Minimum

Rangkaian sistem minimum merupakan rangkaian utama yang sangat dibutuhkan sebagai pusat pengendali dan pengolah data agar alat dapat bekerja dengan baik. Rangkaian system minimum menggunakan ATmega32 dapat dilihat pada Gambar 3.5



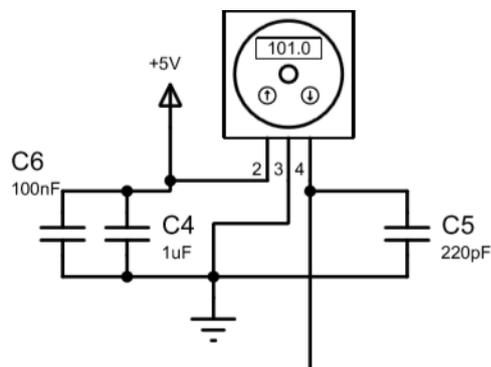
Gambar 3.5 Rangkaian Sistem Minimum

Rangkaian system minimum sebagai pengendali bekerjanya suatu alat. Pada rangkaian ini menerima *output* dari rangkaian sensor berupa aliran udara kemudian diproses perhitungan aliran udara nya. Pada rangkaian ini output sudah berupa data digital hanya saja satuan yang dihasilkan sensor masih berupa *mili bar* dan akan diolah ke dalam satuan *mili liter*. Pada rangkaian ini *Port A0* terhubung dengan output dari rangkaian sensor, *Port B0* sampai *Port B3* terhubung dengan *push button*, *Port C* terhubung pada LCD yang akan menampilkan hasil perngukuran, sedangkan *Port D* terhubung dengan *buzzer* dimana selesai pengukuran *buzzer* akan berbunyi. Untuk rangkaian lebih jelas dapat dilihat ada lampiran.

3.6.2 Perancangan Rangkaian Sensor

Rangkaian sensor yang digunakan sebagai input pengambilan data yaitu sensor MPXV7002DP. Pada rangkaian sensor terdapat 3 buah kapasitor dengan nilai 100nF, 1 μ F dan 220pF yang merupakan rekomendasi rangkaian *decoupling* untuk data A/D masukan dari mikrokontroller. *Output* rangkaian sensor pada kaki

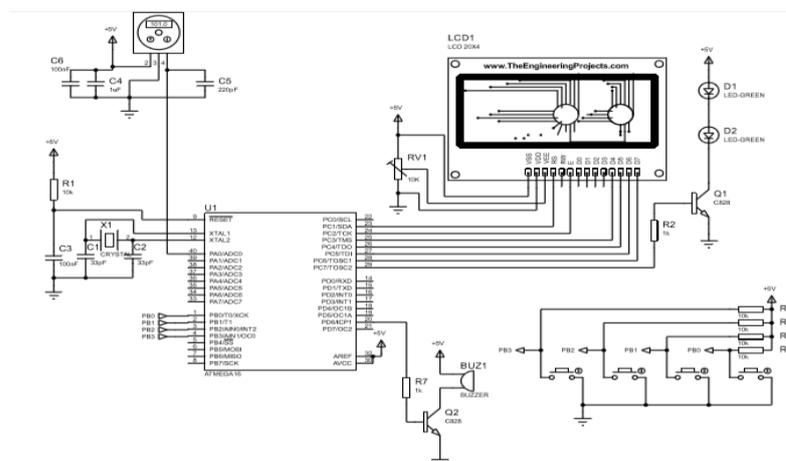
4 terhubung pada mikrokontoler port A0 yang mana data hasil pembacaan udara yang dikeluarkan oleh sensor tersebut akan diolah di mikrokontroller, saat pengukuran output sensor sudah berupa data digital dengan satuan kPa (*kilo pascal*) kemudian diolah di mikrokontroller dan di konversi ke dalam satuan *mili liter*. Rangkaian sensor dapat dilihat pada Gambar 3.6



Gambar 3.6 Rangkaian Sensor MPXV7002DP.

3.6.3 Rangkaian Keseluruhan

Rangkaian keseluruhan rancang bangun spirometer dapat dilihat pada gambar 3.7



Gambar 3.7 Rangkaian Keseluruhan.

Rangkaian keseluruhan alat terdiri dari rangkaian sensor, rangkaian minimum system, rangkaian LCD dan rangkaian *push button*. Pada rangkaian keseluruhan menggunakan modul *charger* yang berfungsi untuk pengisian ulang daya alat apabila daya sudah habis. Rangkaian *charger* terhubung pada baterai kemudian baterai terhubung pada saklar on/off dan terhubung pada input modul *step up* yang berfungsi untuk menaikkan tegangan baterai dari 3,7 Volt menjadi 5 Volt. *Output* dari modul *step up* akan di *supply* ke seluruh rangkaian sebagai sumber tegangan. *Output* rangkaian sensor akan terhubung dengan PA0 pada ATmega32 dan data hasil pembacaan sensor akan diolah di mikrokontroler. Pada mikrokontroler ATmega32 tegangan maksimal yang digunakan adalah 5 volt. Tombol *start* dan tombol lainnya terhubung pada PB0 sampai PB3 ATmega32. Untuk rangkaian LCD terhubung pada PC dan *buzzer* terhubung dengan PD6 ATmega32.

3.7 Listing Program

Program yang digunakan dalam rancang bangun spirometer adalah arduino dapat dilihat pada listing program 3.1

```
#include <LiquidCrystal.h>
#include <EEPROM.h>
```

Listing 3.1 kode file header

Listing 3.1 merupakan kode *file header* yang berfungsi untuk menambahkan *library* pada program yang akan ditulis. Pada *line 1* `#include <LiquidCrystal.h>` merupakan pengarah untuk menambahkan *library* LCD. *Line 2*

#include <EEPROM.h> merupakan *library* EEPROM yang digunakan untuk nomor urut ketika *system* dimatikan EEPROM masih terus berlanjut.

Program tampilan awal ketika alat dinyalakan dapat dilihat pada *listing* program 3.2

```
opening (); void opening(){
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);lcd.print(" ERINA DEWI AZARI ");
  lcd.setCursor(0, 1);lcd.print(" NIM: 20153010057 ");
  lcd.setCursor(0, 2);lcd.print(" MERY TRESYA ");
  lcd.setCursor(0, 3);lcd.print(" NIM: 20153010014 ");
  delay(3000);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);lcd.print(" RANCANG BANGUN ");
  lcd.setCursor(0, 1);lcd.print(" ALAT SPIROMETER ");
  //lcd.setCursor(0, 2);lcd.print("SPIROMETER");
  delay(3000);
```

Listing 3.2 Program Tampilan Awal

Pada *listing 3.2* merupakan program tampilan awal ketika *system* dinyalakan dengan *delay* waktu 3 detik program tersebut diproses dan menampilkan tulisan “RANCANG BANGUN ALAT SPIROMETER” dan nama penulis pada LCD.

Untuk memasukkan program input data pasien, agar sebuah program terbaca harus ada tipe data dan pendeklarasian variabel data dapat dilihat pada *listing* program 3.3

```
Int   addr   =5, no_urut=3, halaman,pengaturan,usia=20, bb=60
```

Lanjutan

```

tb=160;
int NOMOR,USIA,BB,TB;
char no_pasien[5]={};char NUSIA[2]={};
char NBB[3]={};char NTB[3]={};

```

Listing 3.3 Program Deklarasi Variabel dan Tipe data

Listing 3.3 merupakan program deklarasi variabel yang digunakan beserta tipe datanya. *Integer* merupakan tipe data yang hanya mengenal bilangan bulat positif maupun negatif. *Char* merupakan tipe data yang mengambil satu *byte* memori yang menyimpan suatu karakter.

Saat udara dikeluarkan oleh mulut, sensor akan membaca adanya aliran udara kemudian *output* dari sensor tekanan MPXV7002DP ialah data digital. Untuk mengubah tekanan menjadi volume maka keluaran dari sensor di konversi menjadi volume dengan satuan *milliliter* dapat dilihat pada listing program 3.4

```

sensorValue =analogRead(sensorPin);
sensorValue = sensorValue - (int)averageInitialValue;
diffPressure = map(sensorValue, 0, 1023, 0, 4000);
double dp_mb = diffPressure/100.0;
if (sensorValue >= 0) {
    //calculate volumetric flow rate for Exhalation
    volumetricFlow = 0.1512 * pow(dp_mb,3) - 3.3424 * pow(dp_mb,2) + 41.657 *
    dp_mb;
    volumetricFlow = volumetricFlow * 0.01666667;
    } // convert reading to a positive value
else if (sensorValue <= 0) {
    // dp_mb = dp_mb *-1;
    //calculate volumetric flow rate for Inhalation

```

```

volumetricFlow = 0.1512 * pow(dp_mb,3) - 3.3424 * pow(dp_mb,2) + 41.657 *
dp_mb;
volumetricFlow = volumetricFlow * 0.01666667;}
if(volumetricFlow>-0.03&& volumetricFlow<0.03){volumetricFlow=0;}
return volumetricFlow }

```

Listing 3.4 Program Konversi Pembacaan Sensor

Pada *listing* program 3.4 merupakan program pembacaan sensor dimana diawali dengan Program deklarasi variabel yang digunakan beserta tipe datanya. Variabel dalam sebuah program berfungsi untuk menyimpan suatu nilai tertentu dan nilai tersebut bisa berubah-ubah. Tipe data merupakan pemberian nilai untuk sebuah variable. *Const int* merupakan variable yang berfungsi untuk memberikan nilai konstan pada suatu variable. *Integer* merupakan tipe data yang hanya mengenal bilangan bulat positif maupun negatif. *Float* merupakan tipe data numeric yang memiliki nilai decimal. Saat memulai pengukuran TV dimulai dari nilai minimum TV= 0 dan maximum TV= 100. Pada line 1 *Sensor value analog = analogRead(SensorPin)* digunakan untuk membaca data analog, sensor pin yang dibaca yaitu *port A0* merupakan *output* dari sensor MPXV7002DP. Saat alat dinyalakan sensor sudah ada tegangannya, tegangan inisial sensor disimpan dalam suatu *variable* yaitu *average initial value*. Line 3 *DiffPressure* untuk pembacaan perbedaan tekanan kemudian data digital dikonversi ke dalam kPa (*Kilo Pascal*). Selanjutnya kPa dikonversi menjadi *mili bar*. *VolumetricFlow* merupakan rumus yang sudah ada pada *datasheet flow sensor* untuk mengkonversi *mili bar* menjadi *liter/second*.

Program setting port untuk tombol dapat dilihat pada listing program 3.5

```

pinMode(TB1,INPUT_PULLUP);
pinMode(TB2,INPUT_PULLUP);
pinMode(TB3,INPUT_PULLUP);
pinMode(TB4,INPUT_PULLUP);
pinMode(buzzer,OUTPUT);
digitalWrite(23,HIGH);
pinMode(sensorPin, INPUT);

```

Listing 3.5 Program Seting Port.

PinMode TB merupakan setting *port* pada tombol sebagai input, pinMode *buzzer* di setting sebagai *output*, digitalWrite untuk *backlight* LCD dan pinMode SensorPin di setting sebagai input PA0.

Program menu untuk input data pasien berupa usia, jenis kelamin, berat badan dan tinggi badan dapat dilihat pada listing program 3.6

```

=====MENU=====
if(digitalRead(TB1)==0){beep();usia--;lcd.setCursor(6, 1);lcd.print(usia);}
if(digitalRead(TB2)==0){beep();usia++;lcd.setCursor(6, 1);lcd.print(usia);}
If(digitalRead(TB4)==0 {beep( ) ; pengaturan=1;}

```

Listing 3.6 Program Menu

Line 1 if(digitalRead (TB1)==0) {beep();usia--; artinya ketika tombol ditekan angka usia akan berkurang. Line 2 If (digitalRead (TB2)==0) {beep();usia++; artinya ketika tombol ditekan angka usia bertambah. If(digitalRead(TB4)==0 {beep() ; pengaturan=1;} artinya ketika ditekan akan berpindah ke pengaturan jenis kelamin.

Untuk program pengukuran volume dapat dilihat pada listing program 3.7

```

float flow;
void ukur_TV(){

```

Lanjutan

```

delay(3000);
volum=0;
for (int ulang=0; ulang<100;ulang++){
flow=baca_flow();
volum= volum + (flow/10.0);
if (volum<min_td){min_td=volum;}
if (volum>max_td){max_td=volum;}
vol_td=max_td-min_td;
beep();
vol_td=vol_td*1000;
lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print("TV : ");
lcd.print(vol_td,0);lcd.print(" mL");
Serial.print(vol_td);
Serial.println('a');
delay(1000);}

```

Listing 3.7 Program Pengukuran Volume

Pada listing program 3.7 merupakan program pengukuran volume serta ditampilkan intruksi saat hendak melakukan pengukuran hingga terdengar bunyi beep dengan *delay* 3 detik. Mula-mula tidak ada nilai tambahan atau 0, pada listing program 3.4 merupakan konversi dengan pembacaan flow satuan Liter/Sekon. $Volum = volum + (flow/10.0)$; artinya pembacaan setiap 100ms dibagi 10. $if (volum < min_td)\{min_td = volum;\}$ artinya jika volum kurang dari nilai minimum tidal dan $if (volum > max_td)\{max_td = volum;\}$ artinya jika volum lebih besar dari nilai maksimum tidal maka untuk mencari nilai volume tidal ialah Untuk mencari nilai volume tidal nilai volume maksimum dikurangi nilai volum

minimum tidal kemudian di kali 1000 untuk mendapatkan nilai volume tidal dengan satuan *milliliter*.

3.8 Langkah Pengujian Alat

Setelah melalui proses perancangan, penulis melakukan pengujian pada modul guna mengetahui hasil pembacaan dan membandingkan hasil pengujian dengan spirometer yang mana sebagai acuan dalam pengukuran volume paru-paru. Cara kerja modul ini ketika memulai pengukuran volume tidal maka pada program alat kondisi *standby* harus disesuaikan pada 2300-2800 dilihat pada grafik volume dan kapasitas paru-paru, dimana hal tersebut merupakan kondisi pernapasan normal dengan volume tidal sebesar 500 *ml*.

Pada pengukuran volume cadangan inspirasi (IRV) yaitu dengan menarik napas sekuat-kuatnya maka nilai volume akan bertambah hingga mencapai titik puncak inspirasi, sehingga diperoleh nilai pengukuran volume tertinggi yang terbaca oleh program dimana volume tersebut adalah volume total paru-paru yang dapat disimpan pada paru-paru. Untuk mendapatkan nilai IRV yaitu menghitung selisih antara nilai volume tidal tertinggi yaitu sebesar 2800ml dengan volume total paru-paru yang terukur pada program.

Pada volume cadangan ekspirasi (ERV) yaitu dengan menghembuskan napas sekuat-kuatnya volume akan menurun pada titik puncak ekspirasi. Untuk mendapatkan nilai ERV yaitu menghitung selisih antara nilai volume tidal rendah yaitu 2300 ml dengan volume residu yang terukur pada program.

Pada saat pengujian modul penulis menggunakan alat spirometer yang terdapat di RS Islam Klaten digunakan sebagai pembanding guna menjadi acuan

dalam pengambilan volume paru-paru, kemudian akan dihubungkan dengan *syringe* kalibrator dengan merk BTL-08 Spiro kapasitas 3 liter untuk pengambilan data. *Syringe* kalibrator ini digunakan sebagai perumpamaan proses pernapasan untuk mendapatkan nilai volume pada setiap parameter. Adapun gambar dan spesifikasi spirometer yang digunakan sebagai pembanding yaitu sebagai berikut:

Merk : BTL *Spiro-Pro*

SN : 0735-B-00539



Gambar 3.8 Spirometer di RS. Islam Klaten.

Berikut gambar *syringe* kalibrator yang digunakan saat pengambilan data dengan spirometer pembanding dapat dilihat pada gambar 3.9



Gambar 3.9 *Syringe* Kalibrator 3L di RS. Islam Klaten.

Langkah-langkah yang harus diperhatikan sebelum pengujian dan pengukuran alat yaitu:

1. Menyiapkan alat yang dibutuhkan.
2. Menyiapkan tabel untuk mencatat hasil pengukuran.

3. Melakukan pengukuran dengan alat pembanding
4. Pengujian dilakukan dengan cara menarik napas dan menghembuskan napas secara normal, kemudian menarik napas kuat dan menghembuskan napas sekuat-kuatnya.
5. Mencatat hasil pengukuran pada tabel yang telah disiapkan.

3.9 Standar Operasional Pengoperasian (SOP)

1. Siapkan modul Rancang Bangun Alat Spirometer.
2. Sambungkan selang *mouthpiece* pada alat.
3. Hidupkan alat dengan menekan tombol On pada alat.
4. Untuk memastikan inisialisasi, pemilihan inisialisasi selanjutnya dengan menekan tombol next, mengurangi pemilihan inisialisasi dengan menekan tombol back.
5. Menekan tombol up untuk mengatur tambah usia, tinggi badan, berat badan. Menekan tombol down untuk mengatur kurangi usia, tinggi badan dan berat badan.
6. Tekan tombol next untuk memulai pengukuran.
7. Menekan tombol next selama 2 detik untuk pengambilan data baru.
8. Apabila alat telah selesai digunakan, matikan alat dengan menekan tombol Off pada alat.

3.10 Prosedur Pengujian Alat

Sebelum memulai pemeriksaan, ada beberapa hal yang harus dipersiapkan diantaranya :

1. Persiapan modul alat

- a. *Mouthpiece* yang digunakan sekali pakai atau penggunaan berulang 1 buah.
- b. Menyediakan wadah berisi savlon yang sudah dilarutkan dalam air untuk merendam *mouthpiece* yang digunakan berulang.

2. Persiapan Subjek

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan sebelum pemeriksaan dan selama pemeriksaan, diantaranya:

Sebelum pemeriksaan :

- a. Subjek harus bebas rokok minimal 2 jam sebelum pemeriksaan
- b. Tidak makan terlalu kenyang
- c. Tidak memakai pakaian yang ketat
- d. Subjek diukur tinggi badan, berat badan, usia dan jenis kelamin. Data ini akan di input pada modul alat sebagai informasi data pasien.

Selama pemeriksaan :

- a. Pemeriksaan dilakukan berdiri
- b. Menggunakan *nose clip* agar tidak ada udara yang keluar melalui hidung.
- c. Saat pemeriksaan, untuk pengukuran volume tidal subjek diminta bernapas normal sebanyak 3 kali dengan tenang dan perlahan.
- d. kemudian dilanjutkan dengan pengukuran volume cadangan inspirasi subjek menarik napas sekuat-kuatnya di hembuskan secara perlahan.
- e. Untuk pengukuran volume cadangan ekspirasi subjek diminta menghembuskan napas secara maksimal dengan perlahan.

3. Persiapan Operator

Sebelum pemeriksaan :

- a. Menjelaskan kepada subjek tujuan dan cara pemeriksaan, beberapa perintah yang harus dilakukan dan menegaskan bahwa pemeriksaan tidak menyakitkan.
- b. Memberikan contoh cara menarik dan menghembuskan napas pada saat pemeriksaan.

Saat pemeriksaan :

- a. Memberikan aba-aba dengan jelas kepada subjek agar pemeriksaan spirometri dilakukan dengan baik dan benar.
- b. Memperhatikan subjek selama pemeriksaan, memastikan bahwa nose clip sudah terpasang dengan benar, memastikan tidak ada kebocoran pada mulut