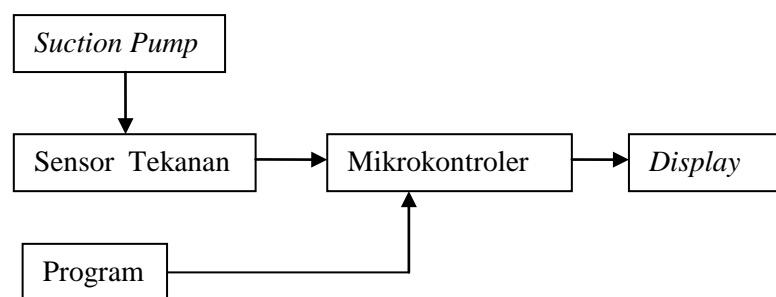


BAB III

METODELOGI

3.1 Diagram Blok Sistem

Berikut ini adalah rancangan diagram blok untuk pembuatan “*Portable Kalibrator Suction Pump Berbasis Mikrokontroler ATmega16*”:

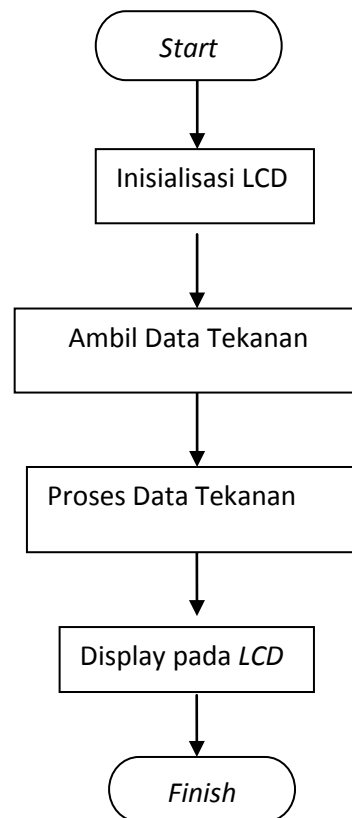


Gambar 3.1 Diagram Blok dari Alat

Pada saat alat dihidupkan akan menyala menampilkan pendeteksian sensor, hubungkan selang *suction* pada sensor tekanan dan aktifkan *suction* pada sensor tekanan, saat sensor tekanan *MPXV4115VC6U* mendapat hisapan dari *suction*, *output* tegangan dan *output* sensor akan berubah-ubah sesuai dengan tekanan yang diberikan pada sensor, *output* tegangan dan *output* sensor akan masuk menuju pin *ADC* pada mikrokontroler. Selanjutnya, program mikro akan mengontrol serta menyesuaikan kinerja sistem secara keseluruhan sesuai dengan yang diinginkan. Setelah diolah menjadi data desimal, pembacaan *output* tegangan dan *output* sensor tekanan akan ditampilkan pada *displayLCD*.

3.2 Diagram Alir Proses

Berikut ini adalah rancangan diagram alir untuk pembuatan “*Portable Kalibrator Suction Pump Berbasis Mikrokontroler ATmega16*”:

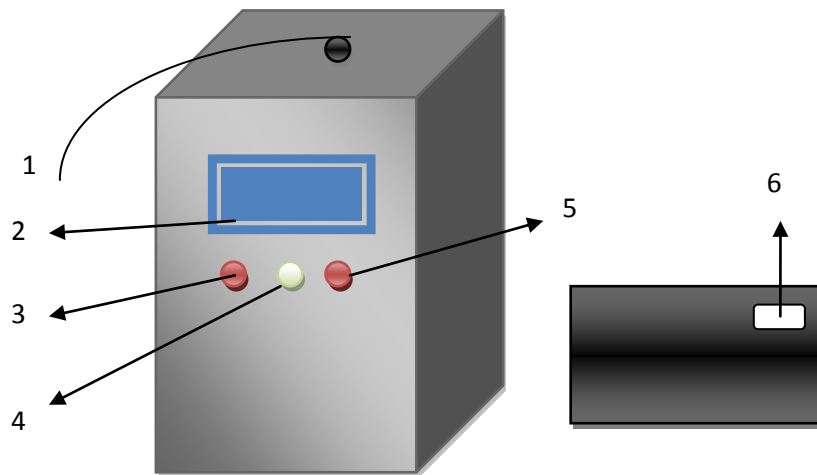


Gambar 3.2 Diagram Alir dari Alat

Setelah kita tekan tombol ON maka *LCD* akan berinisialisasi, selanjutnya tampil pada *LCD* untuk membaca hasil data pengukuran. Selanjutnya tekan tombol *reset* untuk mengulang data pengukuran yang telah terbaca untuk mengakhiri program.

3.3 Rancang Bangun Alat

Berikut ini adalah rancang bangun alat “*Portable Kalibrator Suction Pump Berbasis Mikrokontroler ATmega16*”:



Gambar 3.3 Rancang bangun alat

Keterangan:

1. Selang untuk tekanan
2. *Display LCD*
3. *Swicth ON/OFF*
4. Tombol *PUSH ON*
5. *Reset*
6. Port untuk *charger*

Dimensi Alat:

Panjang : 18 cm

Lebar : 11 cm

Tinggi : 6 cm

3.4 Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel Bebas.

Sebagai variabel bebas di sini adalah daya vakum/tekanan.

3.4.2 Variabel Tergantung.

Sebagai variabel tergantung sensor tekanan *MPXV4115VC6U*

3.4.3 Variabel Terkendali.

Variabel terkontrol terdiri dari tampilan tekanan dan waktu yang dikendalikan oleh Mikrokontroler ATmega16.

3.5 Definisi Operasional

Dalam kegiatan operasionalnya, variabel-variabel yang digunakan dalam pembuatan modul, baik variabel terkontrol, tergantung, dan bebas memiliki fungsi-fungsi antara lain :

Table 3.1 Tabel Variabel

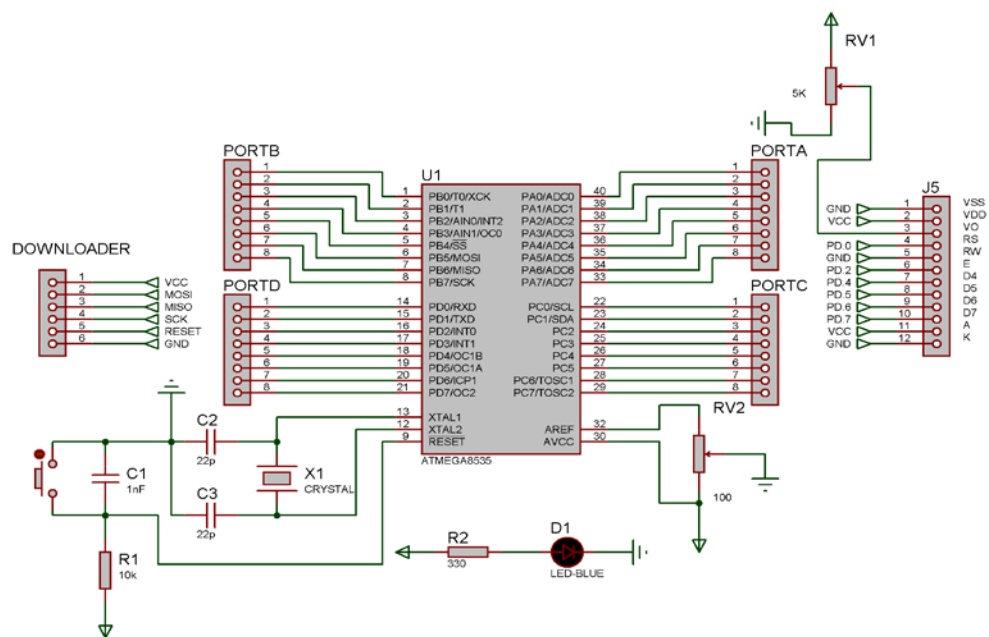
| Variabel | Definisi Operasional Variabel | Alat Ukur | Hasil ukur | Skala-ukur |
|------------------------------------|--|--|----------------------------|--------------|
| Tekanan | Tekanan yang digunakan untuk melakukan perbandingan alat pada <i>DPM</i> berkisar 100-350mmHg disesuaikan dengan parameter pembandingan dari <i>DPM4</i> Parameter <i>Tester</i> . | Digital Pressure Meter (<i>DPM4</i> Parameter <i>Tester</i>) | -100 sampai -350 mmHg. | Rasio (mmHg) |
| Sensor Tekanan <i>MPXV4115VC6U</i> | Sensor yang digunakan untuk tekanan vakum | Multimeter | 0 – 4,665 VDC | Rasio (VDC) |
| Mikrokontroler | Komponen pengendali sistem yang harus diprogram | - | 0= <i>ground</i> 1= Vcc | Nominal |

3.6 Modul Rangkaian Mikrokontroler ATmega 16

Spesifikasi modul rangkaian minimum sistem ATmega 16 yang diperlukan adalah:

1. Tegangan kerja yang dibutuhkan +5 VDC dan *ground*
2. IC Mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega 16 dengan fitur ADC internal
3. Membutuhkan sambungan *MISO*, *MOSI*, *SCK*, dan *RESET* untuk dapat memprogram ATmega 16
4. Menggunakan *push button* sebagai *input* pada *RESET* untuk pemilihan sistem.
5. Menghubungkan *LCD* karakter 16x2 pada PORTC sebagai tampilan.
6. Menggunakan *PINC* sebagai *input* ADC dari sensor tekanan.

Jadi didapatkan rangkaian seperti gambar dibawah ini :



Gambar 3.4 Rangkaian Minimum Sistem Atmega 16

3.6.1 Pembuatan Minimum Sistem ATmega16

a. Bahan:

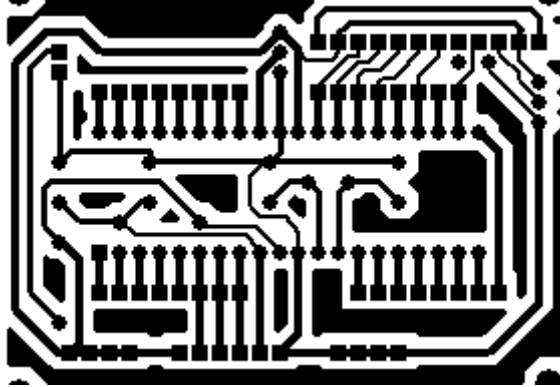
1. ATmega16
2. Soket
3. Resistor
4. *LED*
5. *Capasitor*
6. *Crystal*
7. Jumper
8. Speser
9. Papan *PCB*
10. Feriklorit
11. Amplas

b. Alat:

1. Solder
2. *Cutter/gunting*
3. Bor Listrik
4. Tang

c. Pembuatan *Lay out*

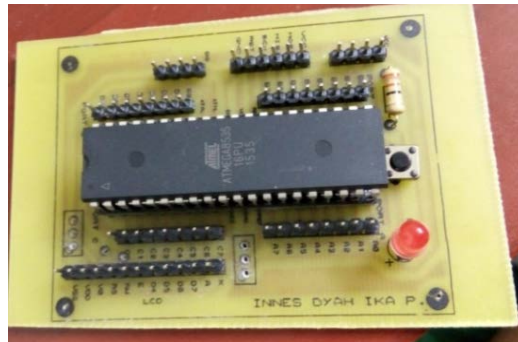
Program aplikasi yang di gunakan kali ini untuk mendesain *Lay out* rangkaian tersebut adalah *Proteus*, aplikasitersebut digunakan karena *proteus* dalam pengoperasiannya mudah dan tidak susah untuk dipahami. Berikut ini adalah hasil dari desain tersebut:



Gambar 3.5 *Lay Out* Minimum sistem

d. Langkah Pembuatan

1. Sesuaikan gambar rangkaian dan *Lay out* yang akan dibuat.
2. Tempel gambar hasil *Lay out* pada *PCB*, lalu setrika sampai *Lay out* nya nempel pada *PCB*
3. Lakukan pelarutan menggunakan feriklorit pada *PCB*
4. Amplas hasil larutan tersebut hingga rapi dan merata.
5. Bor *PCB* untuk peletakkan komponen
6. Pasang komponen pada papan *PCB*
7. Lalu solder kaki-kaki komponen hingga kuat dan rapi
8. Cek apakah jalur-jalurnya ada yang tersambung atau terputus, selesai.



Gambar 3.6 Modul Mikrokontroler

3.7 Modul Rangkaian Pendukung Sensor

Spesifikasi modul rangkaian *MPXV4115VC6U* yang diperlukan sebagai berikut :

1. Tegangan *input* *MPXV4115VC6U* adalah 5V dan *Ground*
2. Sensor *MPXV4115VC6U* untuk mendeteksi tekanan dengan satuan kPa.
3. Tegangan *output multiturn* diatur sebesar +4,66VDC
4. Ketelitian tekanan dapat diatur dengan multiturn yang terhubung dengan pin 32 AT Mega 16 atau pin *AREF*
5. Menggunakan *PINA.0* sebagai pengambilan data atau *input ADC*
6. *MPXV4115VC6U* diberi tekanan yang kemudian diinputkan pada *PINA.0* untuk ditampilkan ke *LCD*. Menampilkan tekanan pada *LCD* dari sensor menggunakan rumus yang terdapat pada datasheet *MPXV4115VC6U*.

Berikut rumus konversi tekanan :

$$V_{out} = V_S((P \times 0.007652) + 0.92) + /-(P \times Temp \times 0.007652 \times V_S) \quad (3.1)$$

Keterangan :

V_{out} : Tegangan *output* sensor

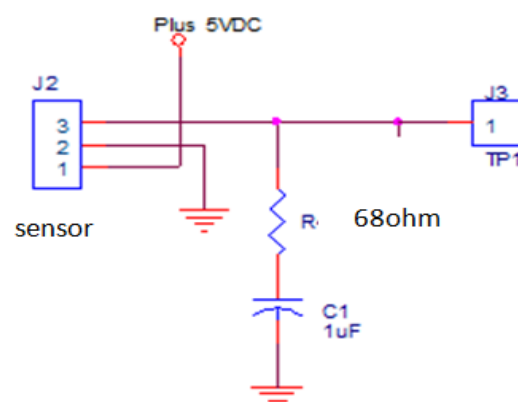
V_S : Sumber tegangan (*supply*)

PE : Tetapan nilai *error* tekanan ± 1.725 kPa

Temp : Tetapan nilai pada suhu tertentu (1 untuk suhu 20 – 85 derajat Celcius.

Tekanan yang dapat dibaca oleh sensor sebesar 0 sampai -115kPa atau sama dengan 0 – 862,57 mmHg.

Jadi didapatkan rangkaian seperti gambar di bawah ini :



Gambar 3.7 Rangkaian Sensor

3.7.1 Pembuatan Rangkaian sensor

a. Bahan:

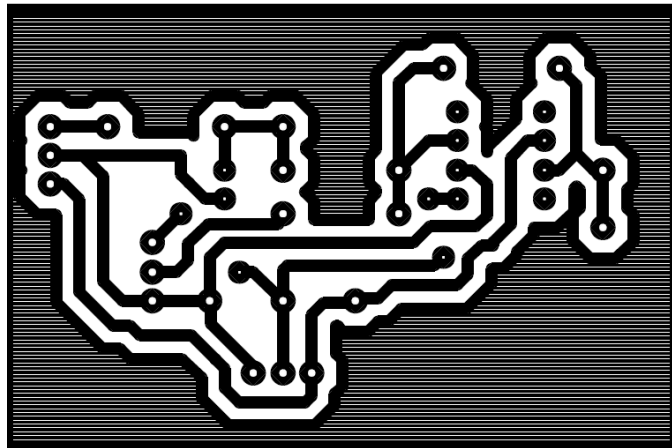
1. Soket
2. Resistor
3. *Capasitor*
4. Jumper
5. Speser
6. Papan *PCB*
7. Feriklorit
8. Amplas

b. Alat:

1. Solder
2. *Cutter*/gunting
3. Bor Listrik
4. Tang

c. Pembuatan *Lay out*

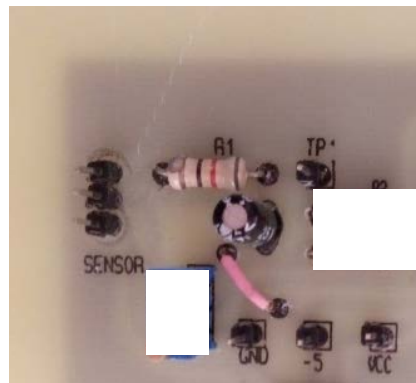
Program aplikasi yang di gunakan kali ini untuk mendesain *Lay out* rangkaian tersebut adalah *Proteus*, aplikasitersebut digunakan karena *proteus* dalam pengoperasiannya mudah dan tidak susah untuk dipahami. Berikut ini adalah hasil dari desain tersebut:



Gambar 3.8 *Lay out* Rangkaian pendukung sensor

d. Langkah Pembuatan

1. Sesuaikan gambar rangkaian dan *Lay out* yang akan dibuat.
2. Tempel gambar hasil *Lay out* pada *PCB*, lalu setrika sampai *Lay out* nya nempel pada *PCB*
3. Lakukan pelarutan menggunakan feriklorit pada *PCB*
4. Amplas hasil larutan tersebut hingga rapi dan merata.
5. Bor *PCB* untuk peletakkan komponen
6. Pasang komponen pada papan *PCB*
7. Kemudian solder kaki-kaki komponen hingga kuat dan rapi
8. Cek jalur-jalurnya ada yang tersambung atau terputus, selesai.

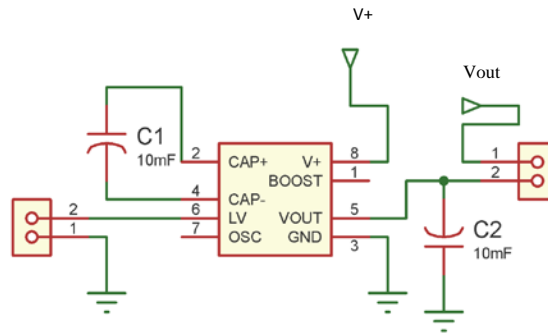


Gambar 3.9 Modul Rangkaian pendukung sensor

3.8 Modul Rangkain IC L7660

Spesifikasi modul rangkaian *IC L7660* yang diperlukan sebagai berikut :

1. Tegangan *input ICL7660* adalah +5V
2. *Input ICL7660* untuk mengkonversi ke tegangan negatif.
3. Tegangan *output* dari *ICL7660* adalah -5V



Gambar 3.10 Rangkaian *ICL7660*

3.8.1 Pembuatan *ICL7660*

1. Bahan:

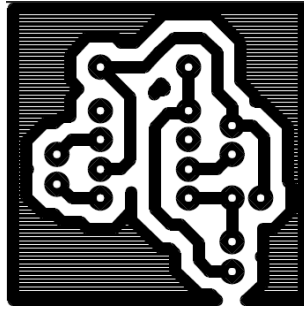
- a. *IC L7660*
- b. Soket
- c. *Capasitor*
- d. Jumper
- e. Papan *PCB*
- f. Feriklorit
- g. Amplas

2. Alat:

- a. Solder
- b. *Cutter/gunting*
- c. Bor Listrik
- d. Tang

3. Pembualat *Lay out*

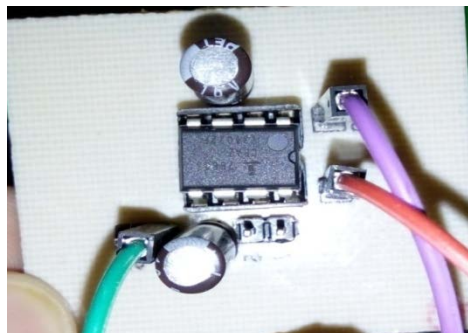
Program aplikasi yang di gunakan kali ini untuk mendesain *Lay out* rangkaian tersebut adalah *Proteus*, aplikasitersebut digunakan karena *proteus* dalam pengoperasiannya mudah dan tidak susah untuk dipahami. Berikut ini adalah hasil dari desain tersebut :



Gambar 3.11 *Lay out* Rangkaian ICL7660

4. Langkah Pembuatan

- a. Sesuaikan gambar rangkaian dan *Lay out* yang akan dibuat.
- b. Tempel gambar hasil *Lay out* pada *PCB*, lalu setrika sampai *Lay out* nya nempel pada *PCB*
- c. Lakukan pelarutan menggunakan feriklorit pada *PCB*
- d. Amplas hasil larutan tersebut hingga rapi dan merata.
- e. Bor *PCB* untuk peletakkan komponen
- f. Pasang komponen pada papan *PCB*
- g. Kemudian solder kaki-kaki komponen hingga kuat dan rapi
- h. Cek apakah jalur-jalurnya ada yang tersambung atau terputus, selesai.

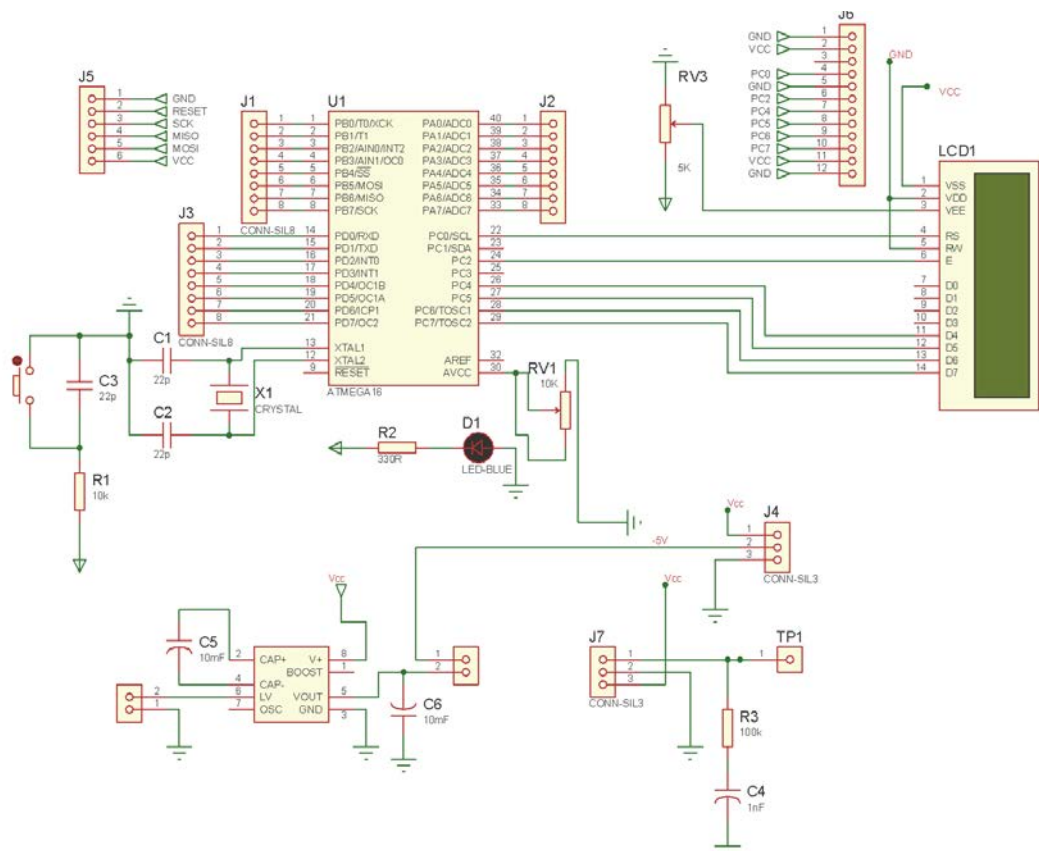


Gambar 3.12 Modul Rangkaian ICL7660

3.9 Rangkaian Keseluruhan

Rangkaian ini tersusun dari beberapa blok-blok *PCB* yang sudah terpasang komponen-komponen sesuai fungsi dari blok tersebut dan di jadikan satu secara elektrik agar menjadi sebuah sistem yang dapat di gunakan sesuai maksud perancang modul. Ada beberapa blok dan rangkaian komponen yang terpasang dalam satu sistem ini antara lain adalah :

1. Modul *Minimum Sistem*.
2. Modul Sensor Tekanan.
3. Rangkaian *LCD*.
4. Rangkaian *ICL7660*.



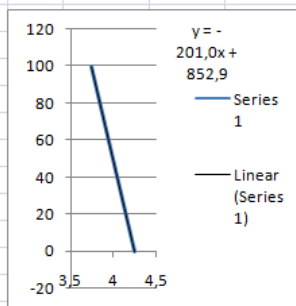
Gambar 3.13 Modul Rangkaian Keseluruhan

3.10 Pembuatan Program Sistem

3.10.1 Sebelum pembuatan program sistem, penulis mengambil rumus untuk program sensor tekanan dengan rumus persamaan garis, sebagai berikut:

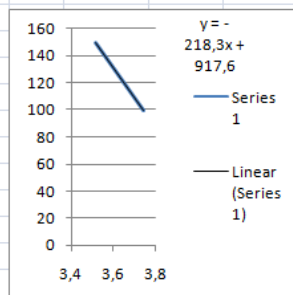
Tabel 3.2 Rumus Konversi dari Tegangan(Volt) ke Tekanan(mmHg) 0 sampai (-100mmHg)

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|---------|---------|---------|------|--------|--------|--------|---------|-------|-----|---------|-------|
| x | 4,242 | 3,74467 | 3,51567 | 3,28767 | 3,06 | 2,8313 | 2,6033 | 2,3753 | 2,14733 | 1,924 | 1,7 | 1,47533 | 1,252 |
| y | 0 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 |



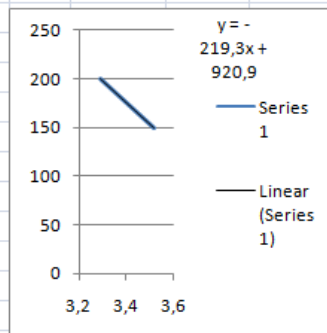
Tabel 3.3 Rumus Konversi dari Tegangan(Volt) ke Tekanan(mmHg) (-100) sampai(-150)

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|---------|---------|---------|------|--------|--------|--------|---------|-------|-----|---------|-------|
| x | 4,242 | 3,74467 | 3,51567 | 3,28767 | 3,06 | 2,8313 | 2,6033 | 2,3753 | 2,14733 | 1,924 | 1,7 | 1,47533 | 1,252 |
| y | 0 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 |



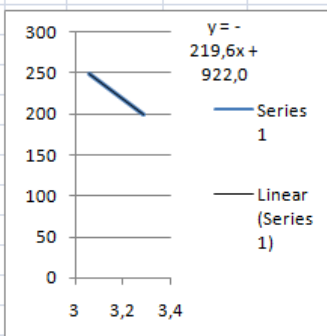
Tabel 3.4 Rumus Konversi dari Tegangan (Volt) ke Tekana (mmHg) (-150) sampai (-200)

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|---------|---------|---------|------|--------|--------|--------|---------|-------|-----|---------|-------|
| x | 4,242 | 3,74467 | 3,51567 | 3,28767 | 3,06 | 2,8313 | 2,6033 | 2,3753 | 2,14733 | 1,924 | 1,7 | 1,47533 | 1,252 |
| y | 0 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 |



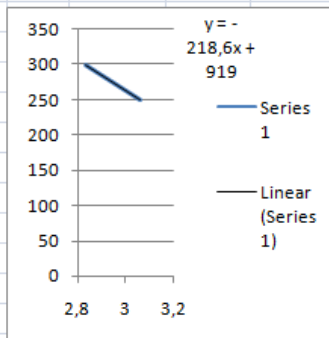
Tabel 3.5 Rumus Konversi dari Tegangan (Volt) ke Tekanan (mmHg) (-200) sampai (-250)

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|---------|---------|---------|------|--------|--------|--------|---------|-------|-----|---------|-------|
| x | 4,242 | 3,74467 | 3,51567 | 3,28767 | 3,06 | 2,8313 | 2,6033 | 2,3753 | 2,14733 | 1,924 | 1,7 | 1,47533 | 1,252 |
| y | 0 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 |



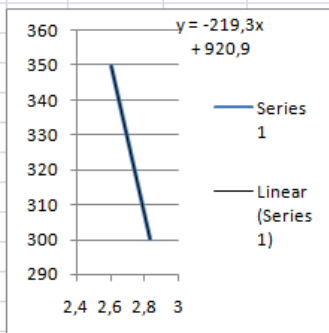
Tabel 3.6 Rumus Konversi dari Tegangan (Volt) ke Tekanan (mmHg) (-250) sampai (-300)

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|---------|---------|---------|------|--------|--------|--------|---------|-------|-----|---------|-------|
| x | 4,242 | 3,74467 | 3,51567 | 3,28767 | 3,06 | 2,8313 | 2,6033 | 2,3753 | 2,14733 | 1,924 | 1,7 | 1,47533 | 1,252 |
| y | 0 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 |



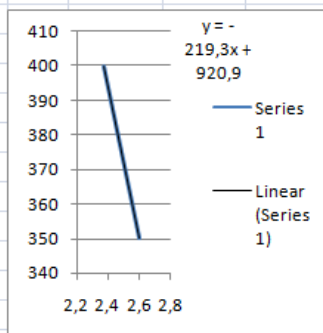
Tabel 3.7 Rumus Konversi dari Tegangan (Volt) ke Tekanan (mmHg) (-300) sampai (-350)

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|---------|---------|---------|------|--------|--------|--------|---------|-------|-----|---------|-------|
| x | 4,242 | 3,74467 | 3,51567 | 3,28767 | 3,06 | 2,8313 | 2,6033 | 2,3753 | 2,14733 | 1,924 | 1,7 | 1,47533 | 1,252 |
| y | 0 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 |



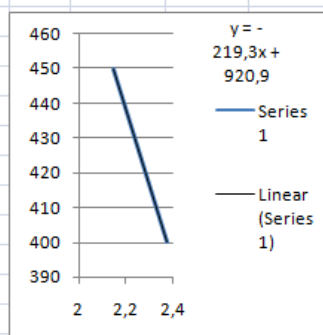
Tabel 3.8 Rumus Konversi dari Tegangan (Volt) ke Tekanan (mmHg) (-350) sampai (-400)

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|---------|---------|---------|------|--------|--------|--------|---------|-------|-----|---------|-------|
| x | 4,242 | 3,74467 | 3,51567 | 3,28767 | 3,06 | 2,8313 | 2,6033 | 2,3753 | 2,14733 | 1,924 | 1,7 | 1,47533 | 1,252 |
| y | 0 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 |



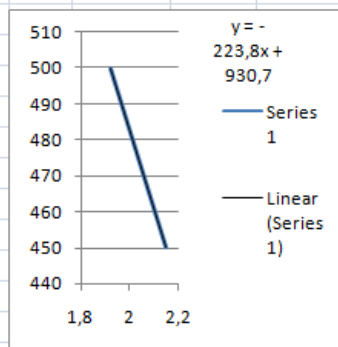
Tabel 3.9 Rumus Konversi dari Tegangan (Volt) ke Tekanan (mmHg) (-400) sampai (-450)

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|---------|---------|---------|------|--------|--------|--------|---------|-------|-----|---------|-------|
| x | 4,242 | 3,74467 | 3,51567 | 3,28767 | 3,06 | 2,8313 | 2,6033 | 2,3753 | 2,14733 | 1,924 | 1,7 | 1,47533 | 1,252 |
| y | 0 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 |



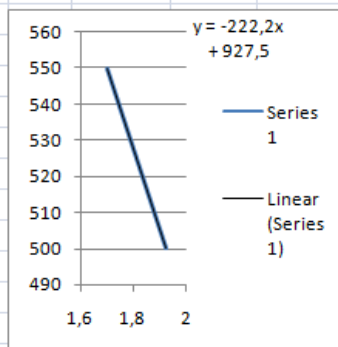
Tabel 3.10 Rumus Konversi dari Tegangan(Volt) ke Tekanan(mmHg) (-450) sampai (-500)

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|---------|---------|---------|------|--------|--------|--------|---------|-------|-----|---------|-------|
| x | 4,242 | 3,74467 | 3,51567 | 3,28767 | 3,06 | 2,8313 | 2,6033 | 2,3753 | 2,14733 | 1,924 | 1,7 | 1,47533 | 1,252 |
| y | 0 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 |



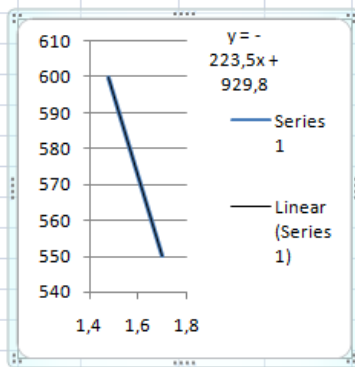
Tabel 3.11 Rumus Konversi dari Tegangan(Volt) ke Tekanan(mmHg) (-500) sampai (-550)

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|---------|---------|---------|------|--------|--------|--------|---------|-------|-----|---------|-------|
| x | 4,242 | 3,74467 | 3,51567 | 3,28767 | 3,06 | 2,8313 | 2,6033 | 2,3753 | 2,14733 | 1,924 | 1,7 | 1,47533 | 1,252 |
| y | 0 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 |



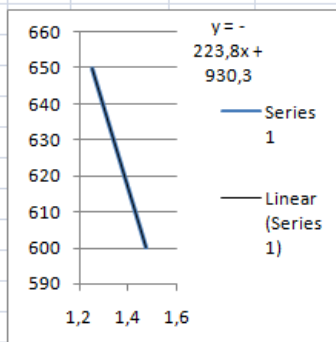
Tabel 3.12 Rumus Konversi dari Tegangan(Volt) ke Tekanan(mmHg) (-550) sampai (-600)

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|---------|---------|---------|------|--------|--------|--------|---------|-------|-----|---------|-------|
| x | 4,242 | 3,74467 | 3,51567 | 3,28767 | 3,06 | 2,8313 | 2,6033 | 2,3753 | 2,14733 | 1,924 | 1,7 | 1,47533 | 1,252 |
| y | 0 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 |



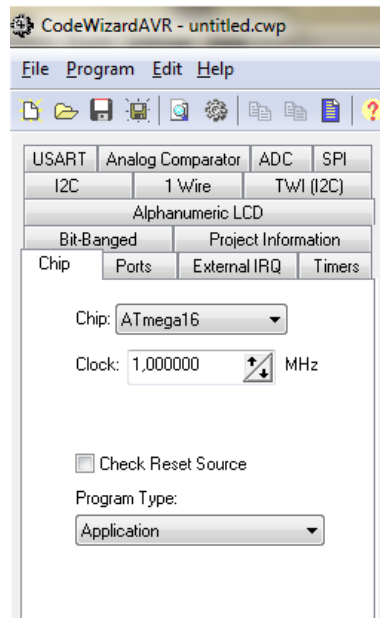
Tabel 3.13 Rumus Konversi dari Tegangan(Volt) ke Tekanan(mmHg) (-600) sampai (-650)

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|---------|---------|---------|------|--------|--------|--------|---------|-------|-----|---------|-------|
| x | 4,242 | 3,74467 | 3,51567 | 3,28767 | 3,06 | 2,8313 | 2,6033 | 2,3753 | 2,14733 | 1,924 | 1,7 | 1,47533 | 1,252 |
| y | 0 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 |



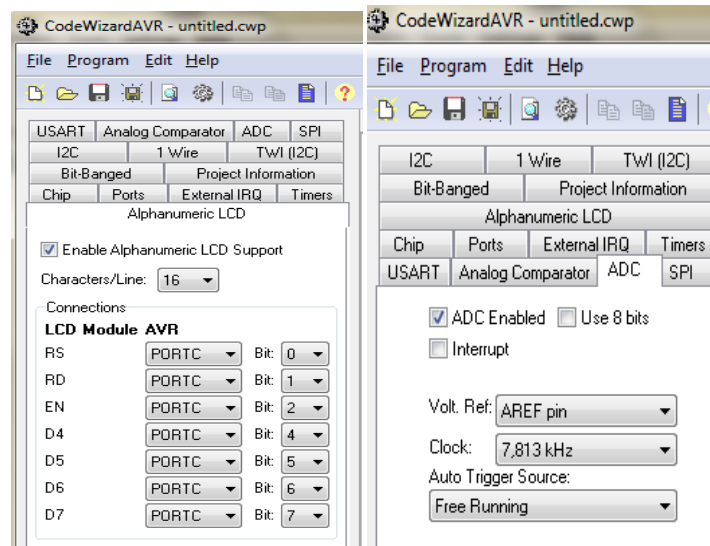
Demikian rumus pada Ms.excel untuk program sensor tekanan.

3.10.2 Untuk pembuatan program pada modul ini menggunakan aplikasi AVR dengan bahasa C dan atur dahulu pembuatan dengan cara:



Gambar 3.14 Pengaturan Chip

Sebelum pembuatan program terlebih dahulu mengatur tata sistem yang akan di gunakan, antara lain adalah mengatur *chip/ ATmega* yang di gunakan, penulis menggunakan *ATmega16* dan *clock/ kristal* yang digunakan 16000MHz, tetapi pada program mikrokontroler penulis hanya menggunakan *crystal* 100000MHz, karena dengan kapasitas *crystal* 100000MHz sudah cukup. Setelah itu mengatur *port-port* yang akan di gunakan sebagai *input/output*, agar sesuai dengan sistem yang di butuhkan penulis. *Port* yang di gunakan sebagai *input* antara lain *Port A* digunakan sebagai penempatan *ADC sensor* tekanan *MPXV4115VC6* dan *port B* digunakan sebagai penempatan *Pushbutton*.



Gambar 3.15 Pengaturan LCD dan ADC

Setelah mengatur *Chip* dan *Port* dilakukan pengaturan *LCD* di *Port C* di karakter 16 dikarenakan *LCD* ini hanya menampilkan ruang penampilan 16x2 saja. Setelah pengaturan *LCD* diikuti dengan pengaturan *ADC*, penulis menggunakan *ADC* dari *AREF* karena ada pengaturan *AREF* pada *LCD* dan tegangan.

3.10.3 Pembuatan list Program dengan cara manual untuk menambahkan perintah dan logika pada program ini agar berjalan sesuai yang diinginkan penulis, antara lain:

Tabel3.14 *Listing* program sensor Tekanan.

```

{
    data=read_adc(0);
    data=data*4.25/1024;
    adc=adc+data;
}
adc=adc/150;

if(adc<=4.242&&adc>3.74467)
{P=(-201.07*adc)+852.95;}
if(adc<=3.74467&&adc>3.51567)
{P=(-218.34*adc)+917.61;}
if(adc<=3.51567&&adc>3.28767)
{P=(-219.3*adc)+920.98;}
if(adc<=3.28767&&adc>3.060)
{P=(-219.62*adc)+922.03;}
if(adc<=3.060&&adc>2.8313)
{P=(-218.63*adc)+919;}
if(adc<=2.8313&&adc>2.6033)
{P=(-219.3*adc)+920.9;}
if(adc<=2.6033&&adc>2.3753)
{P=(-219.3*adc)+920.9;}
if(adc<=2.3753&&adc>2.14733)
{P=(-219.33*adc)+920.97;}
if(adc<=2.14733&&adc>1.924)
{P=(-223.88*adc)+930.75;}
if(adc<=1.924&&adc>1.699)
{P=(-222.22*adc)+927.56;}
if(adc<=1.699&&adc>1.47533)
{P=(-223.54*adc)+929.8;}
if(adc<=1.47533&&adc>1.252)
{P=(-223.88*adc)+930.3;}
if(P<=250)
{

```

Listing program sensor tekanan ini digunakan sebagai pengaturan pembacaan sensore tekanan MPXV4115VC6U saat sistem bekerja ada beberapa yang diatur dalam listing program ini antara lain rumus pembacaan sensor.

3.11 Pembuatan *Casingbox* alat

3.9.1 Bahan :

1. 1 *box* kosong (ukuran menyesuaikan kebutuhan)
2. Lem tembak

3. Lem Plastik *stilet*
4. Stiker untuk *box*

3.9.2 Alat :

1. *Cutter*
2. Penggaris besi
3. Solder listrik/obeng yang dipanaskan
4. Bor listrik
5. Amplas halus

3.9.3 Langkah Pembuatan :

1. Gambar pola pada *box* sesuai desain yang diinginkan.
2. Sesuaikan pola dengan komponen-komponen yang akan dipasang.
3. Potong atau lubangi pola dengan *cutter* dan solder listrik dengan hati-hati.
4. Rapihan bekas potongan dengan menggunakan *cutter* tajam dan juga amplas.
5. Lubangi untuk tempat pemasangan baut dengan bor (sesuaikan lubang dengan baut yang akan dipasang).
6. Setelah pola terpotong semua amplas *box* dengan merata.
7. Setelah halus *casing* mulai di stiker dengan stiker desain *box*.



Gambar 3.16 *Casing box* alat

3.12 Teknik Analisis Data

Setelah dilakukan pengukuran maka akan dilakukan perhitungan data yang diperoleh sehingga dapat dianalisa menggunakan rumus:

1. Rata – rata

Rata-rata dalam perkataan sehari-hari, orang sudah menafsirkan dengan rata-rata hitung. Dan arti sebenarnya adalah bilangan yang didapat dari hasil pembagian jumlah nilai data oleh banyaknya data dalam kumpulan pengukuran tersebut. Dinyatakan dengan rumus:

Rumus rata-rata adalah:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_n}{n}$$

(3.2)

Keterangan :

\bar{X} : Rata-rata

$\sum X_n$: Jumlah X sebanyak n

n : Banyak data

2. Simpangan (*Error*)

Merupakan selisih dari rata-rata nilai dari harga yang dikehendaki dengan nilai yang diukur. Dinyatakan dengan rumus:

Rumus simpangan adalah:

$$\text{simpangan} = X_n - \bar{X} \quad (3.3)$$

Keterangan :

Simpangan: Nilai *error* yang dihasilkan

X_n : Rata-rata data *DPM*

\bar{X} : Rata-rata data modul

3. Standar Deviasi

Standar deviasi adalah suatu nilai yang menunjukkan tingkat (derajat) variasi kelompok data atau ukuran standard penyimpangan dari rata-ratanya. Jika standard deviasi semakin kecil maka data tersebut semakin presisi. Dinyatakan dengan rumus:

Rumus standar deviasi adalah :

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X}_1 - \bar{X})^2 + (\bar{X}_2 - \bar{X})^2 + \dots + (\bar{X}_{10} - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (3.4)$$

Keterangan :

SD: Standar Deviasi

X : Data X

\bar{X} : Rata-rata

n : Banyak data

4. KetidakPastian (UA)

UA adalah KetidakPastian kemampuan daya ulang pembacaan.

Rumus UA adalah:

$$Ua = \frac{Stdev}{\sqrt{n-1}} \quad (3.5)$$

5. Error (Rata-rata Simpangan)

Merupakan nilai persen dari selisih antara mean terhadap masing-masing data.

Rumus *Error* adalah:

$$\% Error = \frac{simpangan}{Xn} \times 100\% \quad (3.6)$$

Keterangan :

%Error : Besarnya simpangan/nilai *error* dalam %

Xn : Rata-rata data kalibrator

3.13 Persiapan Bahan Keseluruhan

Adapun komponen-komponen penting yang digunakan dalam pembuatan modul, antara lain :

- a. Sensor *MPXV4115VC6U*
- b. Resistor
- c. *Capasitor*
- d. *Multiturn*
- e. Lampu *LED*
- f. *LCD character 16x2*

- g. *IC ATmega 16*
- h. *Jumper Female*
- i. *Kabel USB*
- j. *Pin Deret*
- k. *Tombol Push Button*
- l. *Tombol reset*
- m. *PCB*
- n. *Connector pin*

3.14 Peralatan yang Digunakan Keseluruhan

Sebagai sarana pendukung dalam pembuatan tugas akhir ini, ada beberapa peralatan yang dibutuhkan antara lain sebagai berikut :

- a. *Solder listrik*
- b. *Atractor (Penyedot Timah)*
- c. *Toolset*
- d. *Bor PCB*
- e. *Timah (Tinol)*
- f. *Multimeter*
- g. *Komputer*

3.15 Pengukuran Alat

Setelah perangkat keras selesai dibuat dan dirancang, langkah selanjutnya adalah menguji alat apakah alat berjalan sesuai dengan perancangan yang diinginkan.

Sebelum melakukan pendataan, peneliti melakukan beberapa persiapan agar dalam pelaksanaannya nanti dapat berjalan dengan semestinya, kegiatan tersebut meliputi :

1. Mencari dan mempelajari beberapa literatur yang berkaitan dengan masalah yang akan dibahas untuk digunakan sebagai bahan referensi.
2. Menganalisa serta memahami cara kerja dari rangkaian yang penulis rancang.

3.16 Persiapan Alat

Adapun persiapan yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Modul Alat Kalibrator *Suction Pump*
2. *DPM4* parameter *tester*

Merk: *FLUKE*

Type : DPM4-1G

3.17 Persiapan Bahan

Daftar komponen yang dipersiapkan pada alat Kalibrator Suction Pump

1. Tombol *start* dan *reset*
 1. *Push botton Switch*
 2. *Push ON*
2. Catu Daya (*Power Bank*)
3. Mikrokontroler
 - a. IC *ATMega16*
 - b. *XTAL 16MHz*

- c. Resistor
 - d. *LED*merah
 - e. *Capasitor*
 - f. Jumper
 - g. Soket 40 pin
4. Rangkaian pendukung sensor
 - a. Sensor *MPXV4115VC6U*
 - b. Soket
 - c. Resistor
 - d. *Capasitor*
 5. Rangkaian ICL7660 (kapasitor)
 6. Rangkaian *Display* Tekanan (*LCD* 16x2)

3.18 Pelaksanaan

1. Siapkan Alat *Suction Pump*, *DPM*, Modul TA, dan sambungan selang T.
2. Sambungkan selang *Suction Pump*, *DPM*, Modul TA dengan menggunakan sambungan selang T.
3. Hidupkan *Suction Pump*, *DPM*, Modul TA untuk segera melakukan pengukuran.
4. Atur pengukuran pada *Suction Pump*, dan ambil acuan pengukuran pada *DPM* apakah nanti modul penulis sama dengan *DPM* (alat pembanding) atau tidak.
5. Setelah mengambil titik pengukuran maka akan didapatkan hasil seperti pada BAB IV.