

BAB III RANCANG BANGUN

3.1 Alat dan Bahan

Dalam perancangan alat *monitoring* drop tegangan berbasis *sms gateway* pada gardu distribusi menggunakan alat dan bahan sebagai berikut:

3.1.1 Daftar Alat

Tabel 3.1 Daftar Alat

No	Nama Alat	Jumlah
1	Minimum sistem <i>microcontroller</i> ATmega 16	1
2	Transformator arus 250/5	4
3	Transformator <i>step-down</i> 500mA	4
4	Sensor arus	4
5	LCD	1
6	Modem wavecom	1
7	<i>Buzzer</i>	1

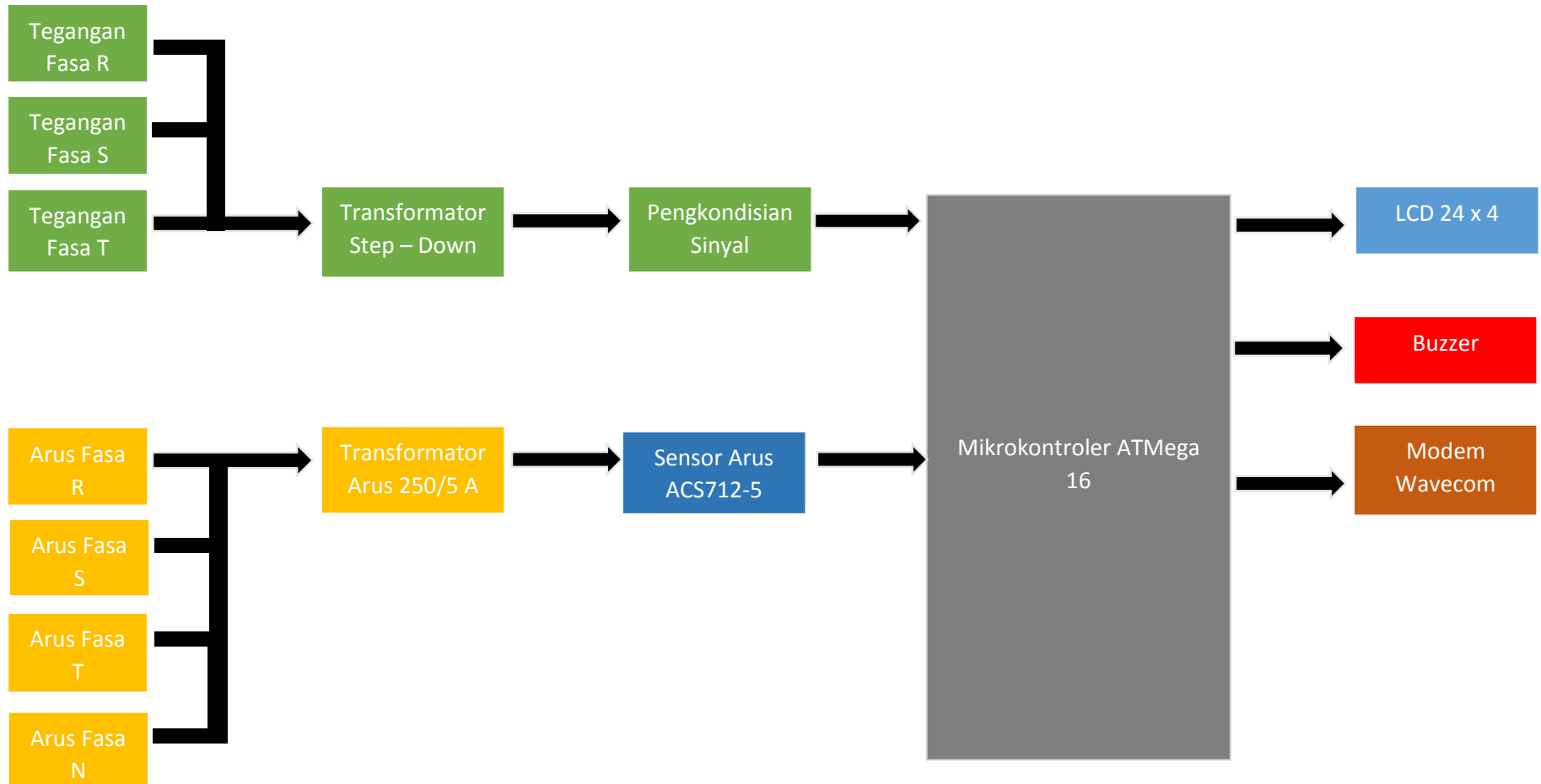
3.1.2 Daftar Peralatan

Tabel 3.2 Daftar Peralatan

No	Nama Alat	Jumlah
1	Multimeter	1
2	<i>Toolset</i>	1
3	<i>Downloader</i>	1
4	Laptop	1
6	<i>Handphone</i>	1
7	<i>Software compiler</i> CVAVR	1

3.2 Blok Diagram Sistem

Perencanaan rancangan pembuatan alat yang akan dilakukan ditunjukkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

Blok diagram diatas merupakan alur dari sistem pembacaan dan data melalui LCD. Sensor yang digunakan terdapat dua jenis yaitu sensor tegangan, dan sensor arus. Sensor tegangan yang digunakan adalah tiga buah transformator step-down 500mA yang ditempatkan masing-masing pada fasa R,S dan T di sisi sekunder transformator distribusi. Tegangan rendah yang akan diukur masuk ke dalam transformator pada sisi primernya kemudian diturunkan tegangannya menjadi maksimal 4,5 volt pada sisi sekunder. Keluaran dari transformator menjadi masukan ADC mikrokontroler. Perubahan tegangan pada sisi primer transformator juga akan menyebabkan perubahan nilai tegangan pada sisi sekundernya. Perubahan itulah yang akan diproses oleh mikrokontroler untuk selanjutnya menampilkan parameter tegangan yang diukur di sebuah LCD. Jika mikrokontroler mendapatkan sinyal perintah dari modem wavecom untuk megirimkan data pengukuran, maka mikrokontroler akan memproses perintah tersebut yang mana akan di kirimkan ke telpon selular yang telah ditetapkan sebelumnya.

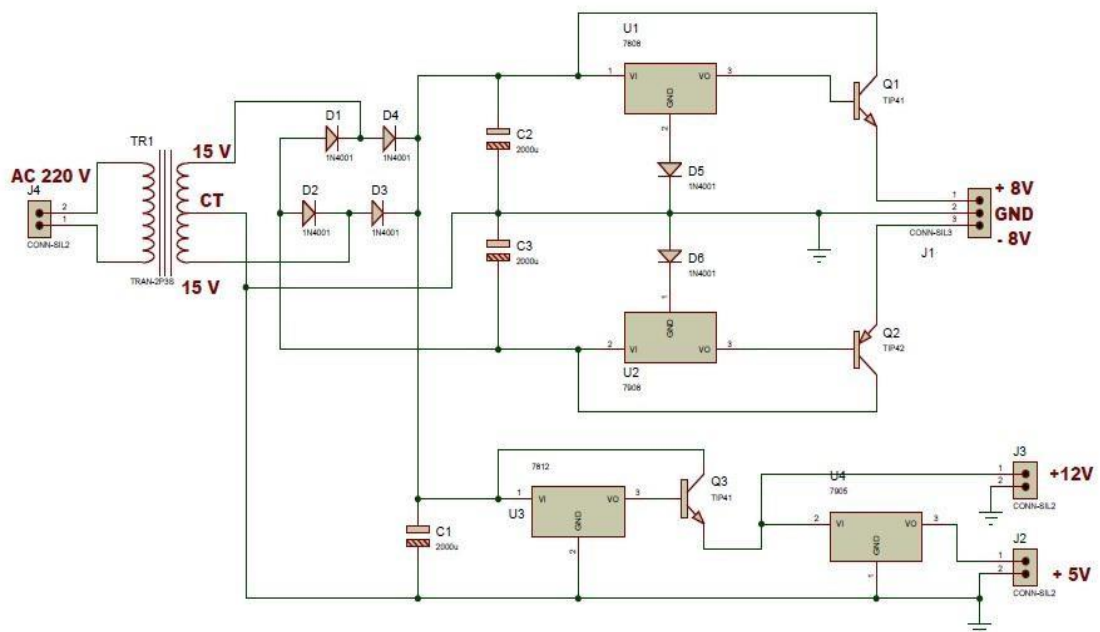
Sensor arus yang digunakan adalah empat buah sensor arus ACS712-05 yang dipasang pada fasa R,S,T dan N di sisi beban. CT digunakan untuk menurunkan arus yang bernilai besar menjadi arus pengukuran. Arus yang diukur akan melewati sisi primer CT kemudian nilainya diturunkan. Sisi sekunder pada CT dihubung dengan sensor arus ACS712 untuk mendapatkan nilai arus yang kemudian diproses oleh mikrokontroler. Selanjutnya nilai parameter akan ditampilkan pada LCD. Jika mikrokontroler mendapatkan sinyal perintah dari modem wavecom untuk megirimkan data pengukuran, maka mikrokontroler akan memproses perintah tersebut yang mana akan di kirimkan ke telpon selular yang telah ditetapkan sebelumnya.

3.3 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras ini akan menjelaskan tentang perancangan sensor-sensor dari parameter yang diukur, dan perancangan sistem Mikrokontroler ATmega 16 yang terintegrasi pada alat monitoring ini.

3.3.1 Rangkaian Catu Daya Simetris dan Tunggal

Catu daya mutlak dibutuhkan dalam setiap perangkat elektronika. Pada perancangan alat ini, penulis menggunakan jenis catu daya simetris. Catu daya simetris merupakan catu daya yang dapat mengeluarkan tegangan positif dan negatif. Tegangan yang di butuhkan untuk men-*supply* rangkaian adalah sebesar 5V DC untuk sistem minimum ATmega 16. Tegangan 12 V DC digunakan pada rangkaian *output buzzer* sedangkan tegangan $\pm 8V$ digunakan untuk men-*supply* rangkaian penentu beda fasa. Pada catu daya ini menggunakan *IC regulator* 7805, 7808 dan 7812 sebagai *output* tegangan positif dan IC 7908 sebagai output tegangan negatif. Berikut ini gambar dari rangkaian *power supply* dalam proyek ini:

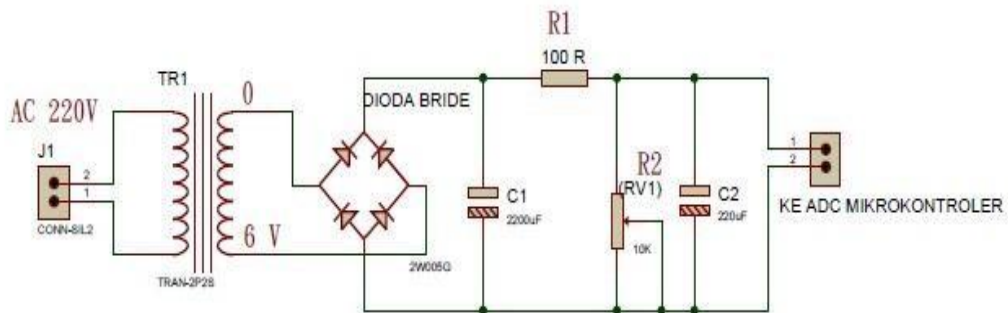


Gambar 3.2 Rangkaian *Power Supply Unit*

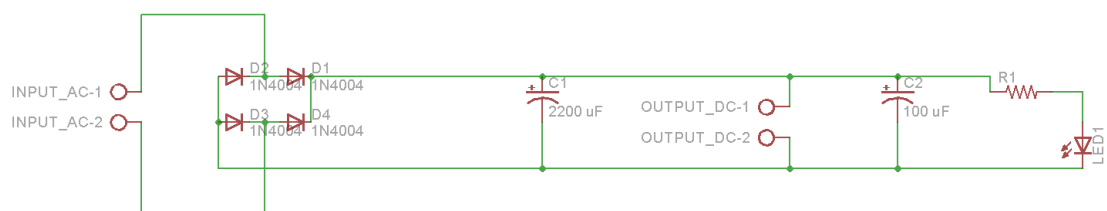
3.3.2 Sensor Tegangan

Sensor tegangan adalah sensor yang digunakan untuk membaca nilai tegangan pada tiap-tiap fasa R S dan T di sisi beban. Sensor tegangan yang digunakan adalah transformator step-down 500mA sebanyak empat buah yang dipasang pada tiap-tiap fasa yang sebelumnya masuk ke rangkain pengkondisian

sinyal. Fasa R dihubungkan pada Pin A nomor 5 yang dihubungkan ke mikrokontroler pada PORT A kaki PA3. Fasa S dihubungkan pada Pin A nomor 6 yang dihubungkan ke mikrokontroler pada PORT A kaki PA2. Fasa T dihubungkan pada Pin A nomor 7 kaki PA1.



Gambar 3.3 Rangkaian Sensor Tegangan



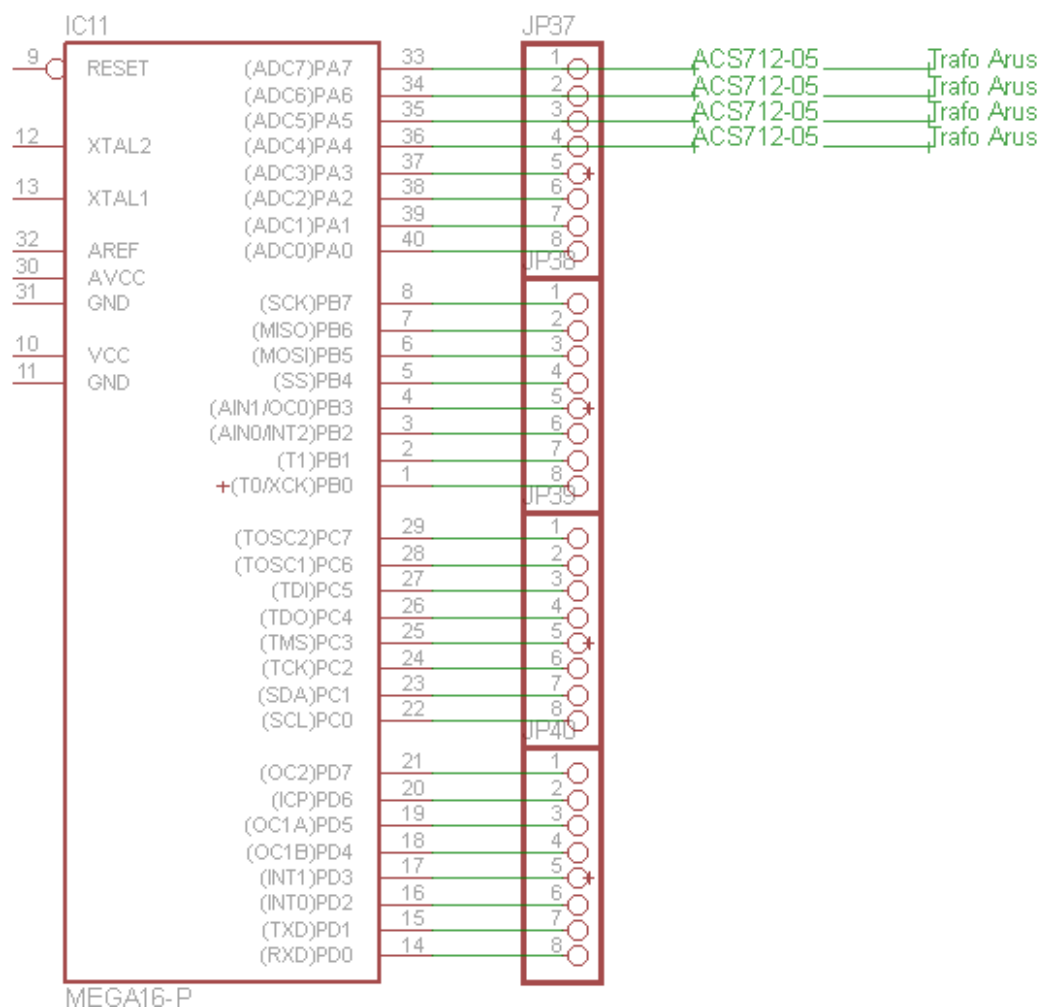
Gambar 3.4 Rangkaian Pengkondisian Sinyal pada Sensor Tegangan

Tegangan yang masuk ke sisi primer transformator kemudian diturunkan pada sisi sekunder kemudian masuk ke dalam input ADC internal mikrokontroler ATmega 16 untuk diolah. Perubahan nilai tegangan pada sisi primer transformator juga akan menyebabkan perubahan nilai tegangan pada sisi sekunder. Perubahan nilai tersebut yang kemudian akan dibaca oleh ADC dan diproses oleh mikrokontroler ATmega 16 untuk ditampilkan di display.

3.3.3 Sensor Arus

Sensor arus pada alat ini menggunakan sensor arus ACS712-05 dan juga CT dengan ratio 250/5 A sebanyak masing-masing empat buah yang mana CT dipasang pada tiap-tiap fasa R S T dan N dan sensor arus AC712-05 dipasang di sisi sekunder

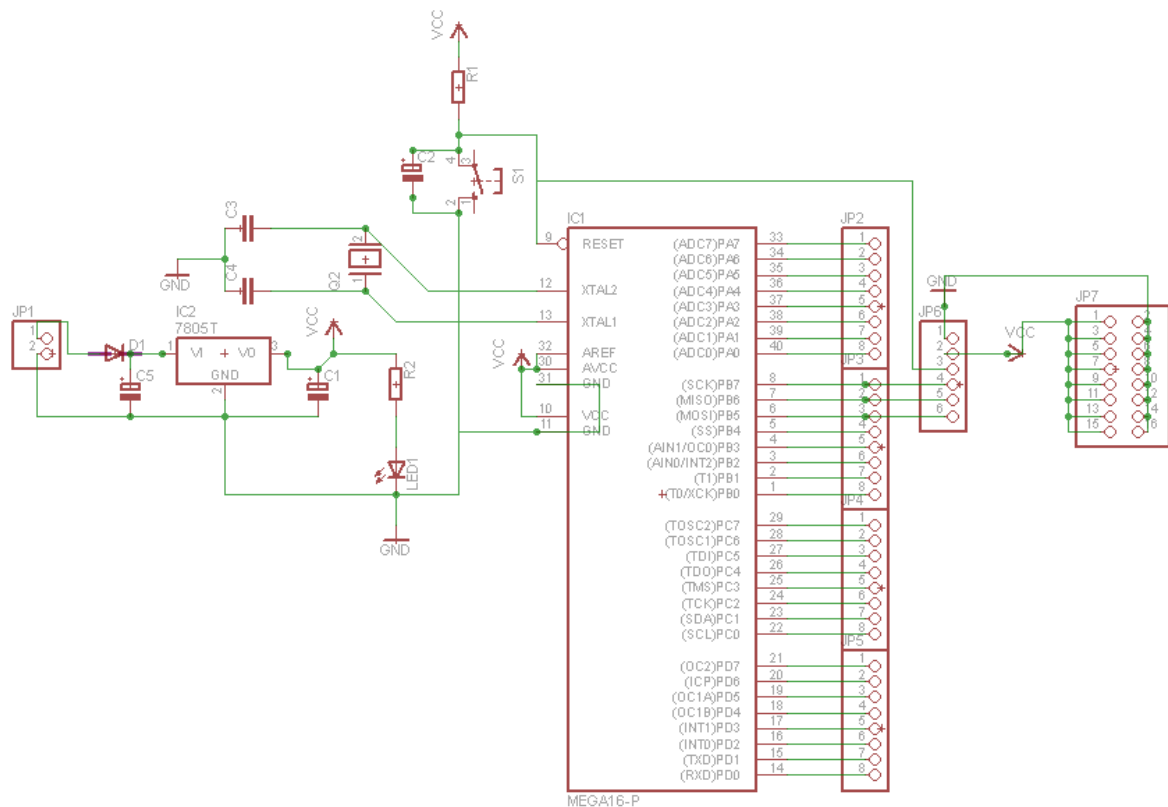
CT untuk mengetahui nilai arus yang ada pada sisi beban. Keluaran dari ACS712-05 pertama (fasa R) masuk ke PIN A nomor 1 yang terhubung pada PORT A kaki PA7 mikrokontroler. Keluaran dari ACS712-05 kedua (fasa S) masuk ke PIN A nomor 2 yang terhubung pada PORT A kaki PA6 mikrokontroler. Keluaran dari ACS712-05 ketiga (fasa T) masuk ke PIN A kaki PA5 mikrokontroler. Dan Keluaran dari ACS712-05 keempat (fasa N) masuk ke PIN A kaki PA4 mikrokontroler.



Gambar 3.5 Perancangan Rangkaian Sensor Arus

3.3.4 Sistem Minimum Mikrokontroler ATMEGA 16

Pada perancangan mikrokontroler yang perlu diperhatikan adalah catu daya dan osilator sebagai sumber detak. Catu daya yang dibutuhkan bernilai 5 Volt. Untuk mendapatkan nilai tegangan stabil 5 volt tersebut perlu digunakan IC regulator 5 volt.



Gambar 3.6 Rangkaian Sistem Minimum ATMEGA 16

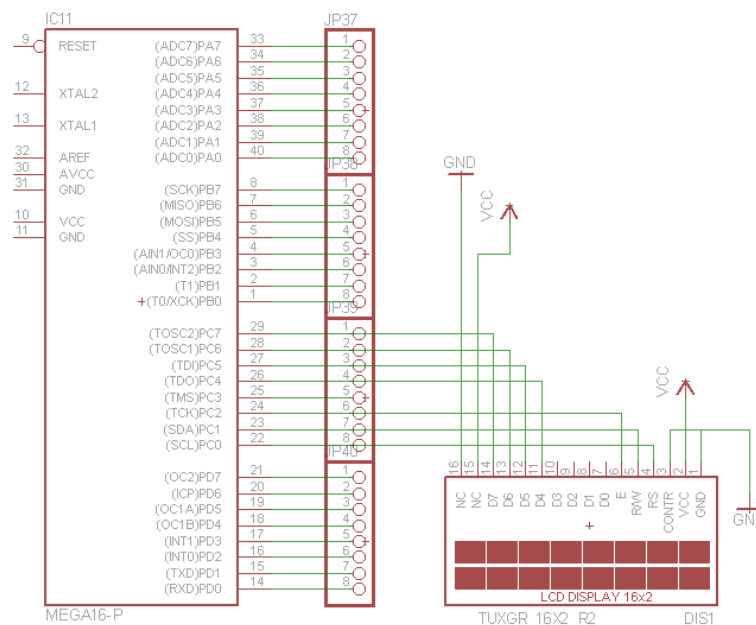
Dari gambar 3.6 Port A dari mikrokontroler ATMEGA 16 dihubungkan dengan Pin A yang mana akan dihubungkan ke sensor arus ACS712 dan pengkodean sinyal dari sensor tegangan (transformator step-down). Port B dari mikrokontroler ATMEGA 16 dihubungkan ke Pin B yang mana akan dihubungkan ke keypad dan Pin input *downloader*. Port C dihubungkan ke Pin C yang mana akan dihubungkan ke LCD. Dan pada Port D akan dihubungkan ke Pin D yang mana akan dihubungkan ke Modem Wavecom dan Buzzer.

3.3.5 LCD

LCD display yang digunakan dalam pembuatan alat monitoring beban tidak seimbang ini menggunakan LCD 20 x 4. Adapun data – data yang ditampilkan pada LCD ini antara lain ialah:

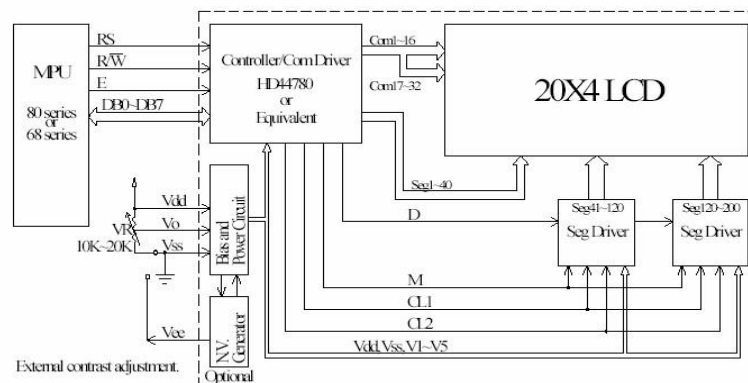
1. Nilai arus pada fasa R, S, T
2. Nilai Tegangan pada fasa R, S, T
3. Daya yang terpakai pada fasa R, S, T

Adapun perintah pada pemrograman LCD terdapat pada lampiran 1.



Gambar 3.7 Perancangan rangkaian LCD

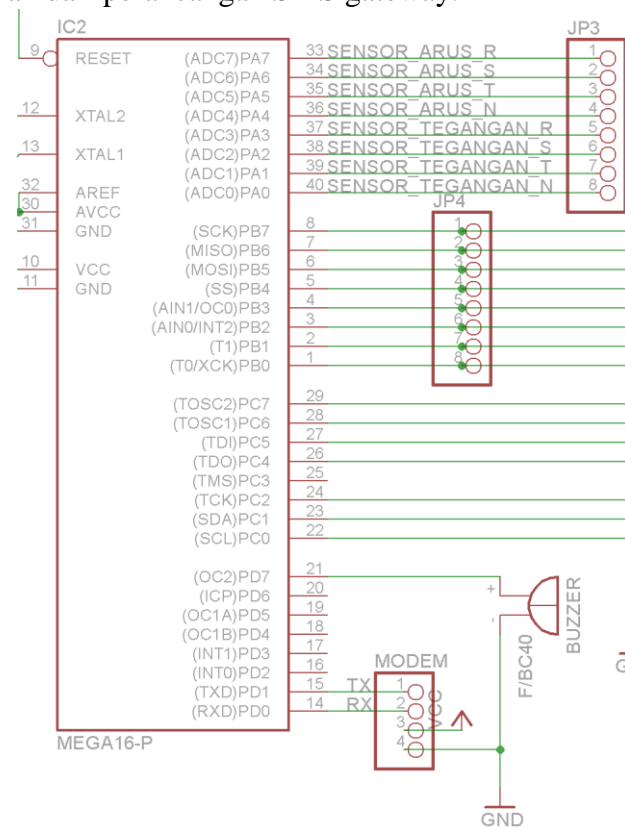
Berikut ini adalah blok diagram dari LCD 20x4 yang digunakan,



Gambar 3.8 Blok Diagram LCD

3.3.6 SMS Gateway

Perancangan sms gateway menggunakan modem wavecom. Pin TX pada Modem wavecom dipasang pada PIN 4 nomor 7 yang terhubung pada PORD D pin 1. Dan pin RX dipasang pada PIN 4 nomor 8 yang terhubung pada PORD D pin 0. SMS gateway ini digunakan untuk memproses SMS peringatan yang akan dikirim oleh modem wavecom fastrack M1306B. SMS gateway juga dihubungkan dengan buzzer yang berguna sebagai peringatan terjadinya gangguan. Perintah yang digunakan pada modem wavecom dapat dilihat pada lampiran 1. Berikut gambar 3.9 rangkaian dari perancangan SMS gateway.

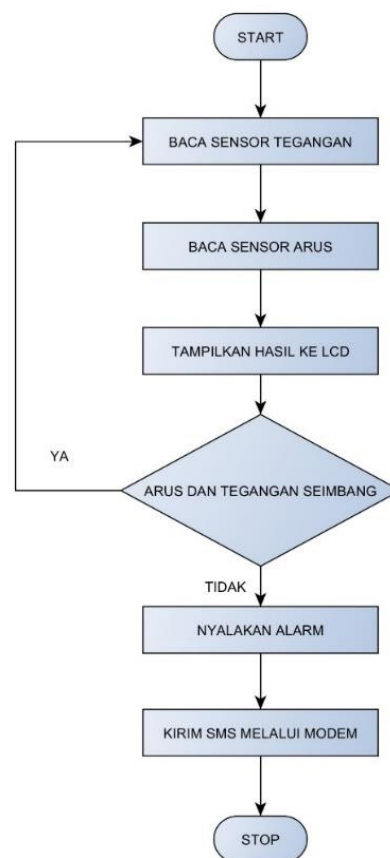


Gambar 3.9 Perancangan SMS Gateway

3.4 Perancangan Perangkat Lunak

Pada awal catu daya diberikan, mikrokontoler akan melakukan inialisasi dari penginisialisasian input-output mikrokontoler, sensor-sensor, dan antarmuka LCD 20x4, selanjutnya LCD akan menampilkan tampilan seperti yang bisa dilihat pada gambar x. Selanjutnya akan masuk ke menu utama yang menampilkan

pengukuran arus, tegangan dan daya yang masuk pada sensor-sensor arus, tegangan dan daya. Program perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pemrograman Bahasa C dengan piranti pengembang perangkat lunak CVAVR sebagai komplet ke kode mesin mikrokontroler. Pemrograman Bahasa C telah dipilih untuk kode tugas utama termasuk menginterpretasikan data dari sensor – sensor yang digunakan. Flowchart dari perancangan perangkat lunak dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar. 3.10 Flowchart Pemrograman Alat Monitoring Drop Tegangan

3.4.1 Pemrograman Alat

Dalam pemrograman alat monitoring drop tegangan ini dibagi dalam beberapa tahapan antara lain, yaitu pemrograman minimum system, sensor tegangan, sensor arus, modem wavecom dan buzzer. Perangkat lunak dalam alat ini dibuat menggunakan bahasa pemrograman C, dengan memanfaatkan *compiler*

Code Vision AVR. Dengan penggunaan *compiler CVAVR* inilah pemrograman dapat dilakukan secara cepat dan lebih sederhana. Bagian-bagian pemrograman meliputi:

a) Definisi prosesor

```
#include <mega16a.h>
```

Baris ini menyatakan bahwa chip yang digunakan adalah keluarga

AVR ATmega dengan seri 16

b) Penyertaan fungsi

```
#include <delay.h>
```

Fungsi *header* bawaan dari *Code Vision AVR* yang harus di ikut sertakan dalam program jika kita akan menggunakan fungsi yang berkaitan dengan waktu.

```
#include <stdlib.h>
```

```
#include <lcd.h>
```

Fungsi *header* bawaan dari *Code Vision AVR* yang harus di ikut sertakan dalam program jika kita akan menggunakan fungsi yang berkaitan dengan instruksi untuk menggunakan LCD.

c) Definisi variable

Variable adalah pemberian type data pada suatu variable, hal ini dilakukan untuk menentukan tepatnya type data yang diberikan terhadap daya tampung. Berikut ini penulisan variable dalam program:

```
float a,b,c,k;
```

```
unsigned char str[34];
```

```
char dat, sms_string[100];
```

```
int x,y;
```

```
char data[16];  
  
//sensor va data  
  
float va_r,va_s,va_t,va_n;  
  
//sensor tegangan data  
  
float volt_r,volt_s,volt_t,volt_n;  
  
int adc_vr,adc_vs,adc_vt,adc_vn;  
  
  
//sensor arus data  
  
float current_mean;  
  
long r_current,s_current,t_current;  
  
long rr_current,ss_current,tt_current;  
  
float currentr, currentrt, ampsr[5], voltr[5];  
  
float currents, currentst, ampss[5], volts[5];  
  
float currentt, currenttt, ampst[5], voltt[5];  
  
float currentn, currentnt, ampsn[5], voltn[5];  
  
int adc_ir,adc_is,adc_it,adc_in;  
  
int i;  
  
//sms string data  
  
unsigned char arusr[16];  
  
unsigned char aruss[16];  
  
unsigned char arust[16];
```

```

unsigned char vvoltr[16];

unsigned char vvolts[16];

unsigned char vvoltt[16];

// Alphanumeric LCD Module functions

#asm

.equ __lcd_port=0x15 ;PORTC

#endasm

#include <lcd.h>

```

Baris ini digunakan untuk mendeklarasikan variable yang digunakan dalam program utama.

d) Definisi Port dan Mode ADC

```
#define ADC_VREF_TYPE 0x00
```

Kode program diatas digunakan untuk tegangan referensi yang digunakan adalah *pin Vreff* pada kaki ATmega16.

```
ADMUX=adc_input / (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
```

Baris kode program tersebut digunakan untuk menggabungkan kode hasil pemilihan *pin* tegangan referensi ADC dengan *pin* ADC yang digunakan, yaitu `read_adc(0)` untuk membaca sensor tegangan sedangkan `read_adc(1)` digunakan untuk membaca sensor arus. Hasil penggabungan dua variabel dengan perintah "Or" tersebut dimasukkan ke *register ADMUX* untuk melakukan konversi data.

e) Definisi Sub Rutin

Sub rutin adalah program yang dibuat secara penggalan blok program untuk mempermudah didalam pemograman program utama. Ketika program utama membutuhkan code program pada sub rutin, maka program utama

tinggal memanggil program sub rutin tersebut. Penggalan – penggalan pada sub rutin tersebut adalah sebagai berikut :

- Sub rutin display

```
void lcd()
{
  va();
  lcd_gotoxy(0,0);
  lcd_putsf("MONITORING DAYA PLN");
  delay_ms(200);
  lcd_clear();
  lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("R");
  lcd_gotoxy(0,2);
  lcd_putsf("S");
  lcd_gotoxy(0,3);
  lcd_putsf("T");
  lcd_gotoxy(6,1);
  lcd_putsf("A");
  lcd_gotoxy(11,1);
  lcd_putsf("V");
  lcd_gotoxy(18,1);
  lcd_putsf("VA");
  lcd_gotoxy(2,1);
  ftoa(currentrt,1,data);
  lcd_puts(data);
  lcd_gotoxy(8,1);
  ftoa(volt_r,0,data);
  lcd_puts(data);
  lcd_gotoxy(13,1);
  ftoa(va_r,0,data);
```

```
lcd_puts(data);
```

Display pada LCD ketika alat monitoring drop tegangan dinyalakan akan menampilkan “MONITORING DAYA PLN”. Kemudian setelah diatur delay 200ms display pada LCD akan menampilkan arus, tegangan, dan daya pada masing-masing fasa. Display ini merupakan tampilan utama pada alat monitoring drop tegangan ini.

- Sub rutin sampling sensor tegangan

```
void sensor_v()
{
  adc_vr=read_adc(6);
  adc_vs=read_adc(5);
  adc_vt=read_adc(4);

  volt_r=(adc_vr*0.0047)*50;
  volt_s=(adc_vs*0.0047)*50;
  volt_t=(adc_vt*0.0047)*50;
}
```

Pada program ini digunakan untuk perhitungan tegangan yang akan ditampilkan pada LCD apabila terjadi drop tegangan.

- Sub rutin konversi data

```
// Read the AD conversion result
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
  ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
  // Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
  delay_us(10);
  // Start the AD conversion
  ADCSRA|=0x40;
  // Wait for the AD conversion to complete
```

```

while ((ADCSRA & 0x10)==0);
ADCSRA/=0x10;
return ADCW;
}

```

Program ini digunakan untuk mengubah data hasil pengolahan beda fasa yang masih dalam bentuk data desimal ke dalam bentuk data desimal pecahan agar dapat ditampilkan ke LCD menjadi nilai pecahan.

- Sub rutin data processing

```

void sensor_arus()
{

adc_ir=read_adc(0);
for (i=0;i<=4;i++)
{
    voltr[i] = (float)(read_adc(0)*5)/1024;
    ampsr[i] = (float)(voltr[i]-2.5)/0.066;
    delay_us(299);
}
if ((ampsr[0] > ampsr[1]) && (ampsr[0] > ampsr[2]) &&
(ampsr[0] > ampsr[3]) && (ampsr[0] > ampsr[4]))
    {currentr = ampsr[0];}
else if ((ampsr[1] > ampsr[0]) && (ampsr[1] > ampsr[2]) &&
(ampsr[1] > ampsr[3]) && (ampsr[1] > ampsr[4]))
    {currentr = ampsr[1];}
else if ((ampsr[2] > ampsr[0]) && (ampsr[2] > ampsr[1]) &&
(ampsr[2] > ampsr[3]) && (ampsr[2] > ampsr[4]))
    {currentr = ampsr[2];}
else if ((ampsr[3] > ampsr[0]) && (ampsr[3] > ampsr[1]) &&
(ampsr[3] > ampsr[2]) && (ampsr[3] > ampsr[4]))
    {currentr = ampsr[3];}

```



```

        else if ((ampsr[4] > ampsr[0]) && (ampsr[4] > ampsr[1]) &&
(ampsr[4] > ampsr[2]) && (ampsr[4] > ampsr[3]))
            {currentr = ampsr[4];}
adc_is=read_adc(1);
for (i=0;i<=4;i++)
    {
        volts[i] = (float)(read_adc(1)*5)/1024;
        ampss[i] = (float)(volts[i]-2.5)/0.066;
        delay_us(299);
    }
    if ((ampss[0] > ampss[1]) && (ampss[0] > ampss[2]) &&
(ampss[0] > ampss[3]) && (ampss[0] > ampss[4]))
        {currents = ampss[0];}
        else if ((ampss[1] > ampss[0]) && (ampss[1] > ampss[2]) &&
(ampss[1] > ampss[3]) && (ampss[1] > ampss[4]))
            {currents = ampss[1];}
        else if ((ampss[2] > ampss[0]) && (ampss[2] > ampss[1]) &&
(ampss[2] > ampss[3]) && (ampss[2] > ampss[4]))
            {currents = ampss[2];}
        else if ((ampss[3] > ampss[0]) && (ampss[3] > ampss[1]) &&
(ampss[3] > ampss[2]) && (ampss[3] > ampss[4]))
            {currents = ampss[3];}
        else if ((ampss[4] > ampss[0]) && (ampss[4] > ampss[1]) &&
(ampss[4] > ampss[2]) && (ampss[4] > ampss[3]))
            {currents = ampss[4];}

```

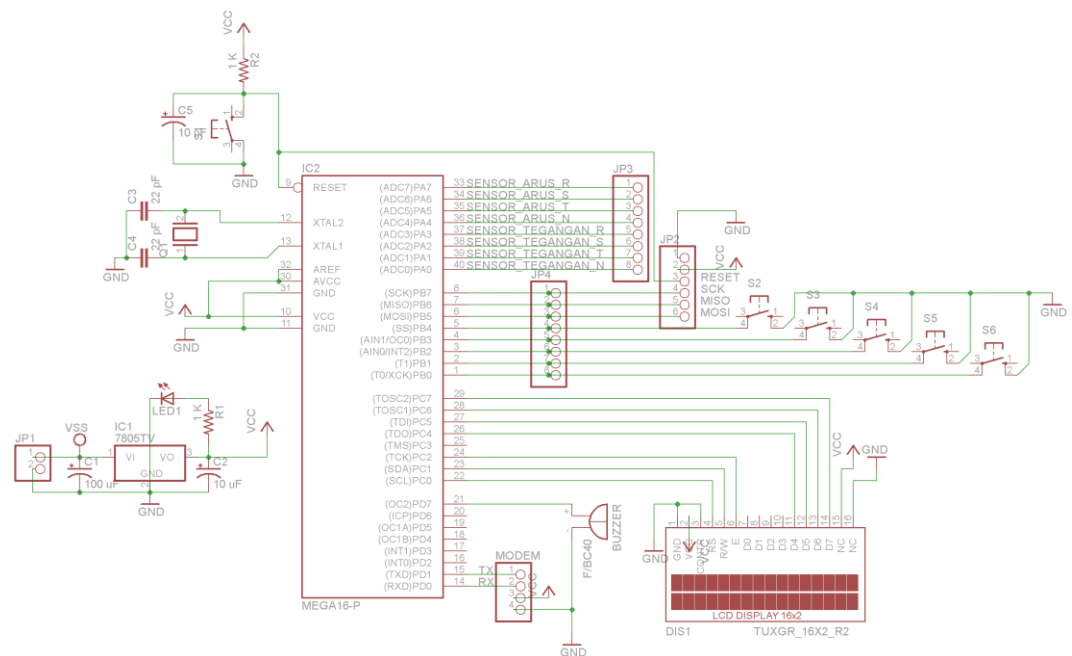
Program ini digunakan untuk proses pengolahan data pembacaan semua sensor untuk proses pendeteksian terjadinya drop tegangan pada gardu distribusi yang kemudian akan mengaktifkan *buzzer* dan modem wavecom untuk mengirimkan SMS peringatan apabila terjadi drop tegangan..

3.5 Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik merupakan realisasi dari perancangan *hardware* pada alat yang meliputi beberapa proses, antara lain :

a) Membuat desain rangkaian dan jalur PCB

Dalam proses pembuatan desain rangkaian dan jalur PCB penulis menggunakan bantuan *software* ISIS Proteus versi 7.10 SP 2. Proses pembuatan desain dengan menggunakan *software* ISIS Proteus dilakukan berulang sampai dengan semua bagian selesai.



Gambar 3.11 Ilustrasi pembuatan rangkaian pada ISIS

Gambar diatas menjelaskan proses perangkaian komponen sistem minimum yang dibutuhkan sesuai dengan rancangan, setelah proses penyambungan selesai kemudian langkah selanjutnya adalah meng"export" ke EAGLE dengan tombol yang ditandai lingkaran merah diatas. Pada tahap ini program akan meminta menyimpannya terlebih dahulu dengan ekstensi .DSN dan kemudian baru masuk ke EAGLE.

Ilustrasi pembuatan PCB pada EAGLE Setelah rangkaian di *export* ke EAGLE, langkah selanjutnya yaitu dengan mengatur tata letak komponen sesuai dengan keinginan, proses ini sangat penting karena akan mempengaruhi rumit tidaknya jalur yang akan dibuat. Setelah tata letak komponen sudah sesuai, langkah selanjutnya yaitu proses *routing*. Yaitu penyambungan jalur dari kaki setiap komponen. Proses ini dapat dilakukan dengan cara manual maupun dengan cara *automatic routing* yang tersedia pada program EAGLE. Setelah semua jalur telah terhubung dengan baik, kemudian langkah selanjutnya yaitu mencetak jalur tadipada kertas *glossy* menggunakan printer laser.

b) Proses penyablonan pada PCB polos

Setelah jalur PCB telah dicetak menggunakan printer laser, langkah selanjutnya yaitu menyablon dengan cara menempelkan bagian yang terdapat tinta jalur rangkaian kertas glosy pada PCB polos yang sudah dibersihkan menggunakan sabun. Selanjutnya panaskan setrika, setelah panas setrika dirasa cukup kemudian gosokkan setrika perlahan-lahan sampai merata dan berulang ulang kurang lebih selama dua menit. Kemudian bersihkan kertas glosy pada PCB yang masih menempel hingga bersih sehingga hanya menyisakan jalur yang menempel pada PCB.



Gambar 3.12 Proses penyablonan menggunakan setrika pada papan PCB

c) Proses pelarutan

Setelah Proses penyablonan selesai selanjutnya adalah proses pelarutan PCB menggunakan pelarut yaitu cairan *feri clorida* ($FeCl_3$), dengan cara mencampur air dan *feri clorida* secukupnya pada wadah plastik kemudian goyang goyangkan cairan *feri clorida* dengan tujuannya adalah agar bagian yang tidak tertutup oleh tinta dapat hilang dan hanya tersisa jalur rangkaiannya. selanjutnya yaitu membersihkan sisa-sisa tinta dengan *thinner* dan selanjutnya dicuci dengan air sabun hingga bersih.



Gambar 3.13 Proses pelarutan PCB dengan larutan *feri clorida*

d) Proses pengeboran

Setelah PCB sudah dilarutkan dan membentuk jalur rangkaian yang diinginkan, langkah selanjutnya yaitu mengebor setiap lubang tempat pemasangan komponen.



Gambar 3.14 Proses pengeboran PCB

e) Proses pemasangan komponen dan penyolderan

Setelah PCB tersebut berlubang kemudian memasang komponen-komponen yang langsung disolder dengan urutan komponen pasif terlebih dahulu seperti resistor, kapasitor, baru kemudian komponen aktif seperti IC, transistor, dan yang lainnya.

f) Proses perakitan rangkaian pada *Box*

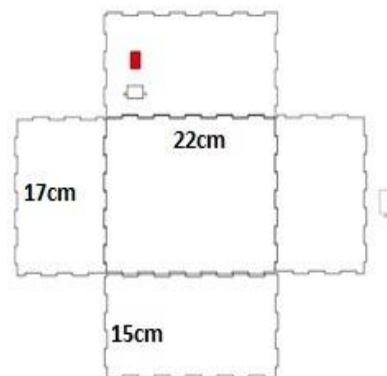
Perencanaan ukuran dalam pembuatan *box*, yaitu:

Panjang : 22cm

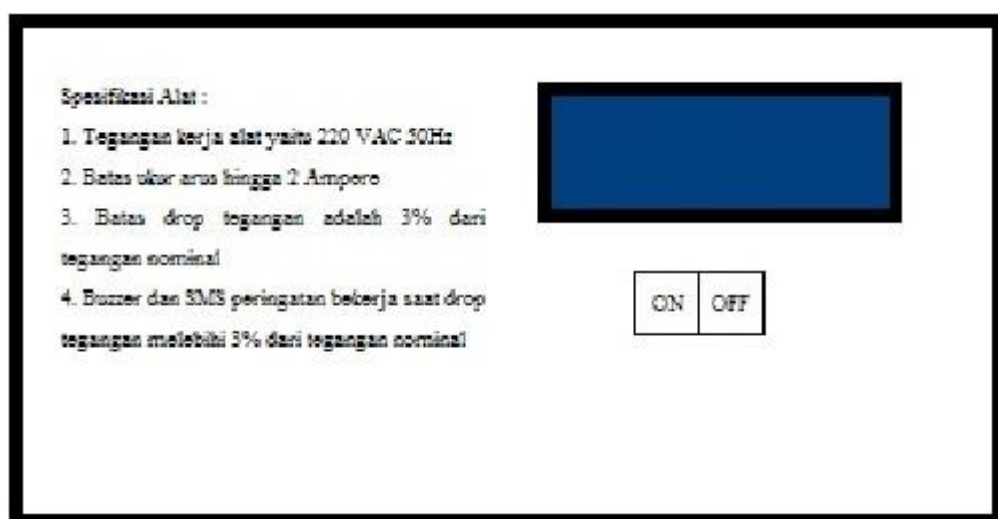
Lebar : 17 cm

Tinggi : 15cm

Box dibuat dari bahan *acrylic* dengan ketebalan 3mm. *Box* ini didalamnya terdapat 6 buah rangkaian yaitu rangkaian catu daya, sistem minimum, sensor tegangan, sensor arus, dan *buzzer*. Berikut ini adalah gambar desain *box* yang menggunakan bahan *acrylic*:

Gambar 3.15 Desain *Box*

Box yang digunakan yaitu box berwarna putih yang terbuat dari bahan *acrylic*, dalam proses pembuatan *box* penulis hanya membuat desainnya saja namun dalam proses pemotongan menggunakan bantuan jasa pemotongan *acrylic* untuk kemudian merakitnya menjadi box dengan lem. Selanjutnya yaitu melubangi *box* sesuai ukuran tempat lubang baut baik untuk memasang PCB, kaki *box* maupun untuk keperluan lain. Setelah dilubangi, kemudian memasang bagian-bagian yang diperlukan serta proses penyambungan kabel sehingga menjadi suatu alat utuh. Hasil dari perancangan box dpt dilihat pada gambar 3.16.



Gambar 3.16 Rancangan Box Tampak Depan

3.6 Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan untuk mendapatkan data seberapa besar ketelitian alat dalam mengukur drop tegangan dan respon alat memberikan peringatan. Pengujian dilakukan dengan beberapa tahap yang meliputi:

1. Pengujian Fungsional

Pengujian dilakukan dengan menguji setiap bagian yaitu pengujian pada rangkaian catu daya, pengujian sensor tegangan, pengujian sensor arus, pengujian sistem minimum, dan pengujian modem dan *buzzer*. Pengujian ini dilakukan agar dapat mengetahui fungsi masing-masing blok apakah bekerja dengan baik atau tidak dan dapat mengetahui kekurangan yang ada sebelum semua rangkaian dirakit ke dalam *box*.

2. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian dilakukan dengan menguji alat yang sudah jadi berdasarkan fungsinya. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan dengan alat ukur Multimeter, dan Clampmeter yang dianggap standar. Beban yang digunakan antara lain adalah menggunakan setrika dan bor listrik AC. Hasil pengujian akan disajikan pada pembahasan di BAB IV.

3.7 Pengoperasian Alat

Alat dapat dioperasikan dengan langkah sebagai berikut:

1. Pastikan kabel power telah terhubung dengan tegangan AC 220 V.
2. Tekan tombol *Power* untuk menghidupkan Alat Monitoring Drop Tegangan
3. Tunggu hingga Alat Monitoring Drop Tegangan dalam keadaan siap.
4. Pasang beban pada rangkaian pengujian drop tegangan pada masing-masing fasa.
5. Apabila beban telah terpasang, maka Alat Monitoring Drop tegangan akan bekerja untuk mendeteksi apakah terjadi drop tegangan pada salah satu fasa.

6. Apabila terdeteksi drop tegangan maka *buzzer* akan bekerja dan modem akan mengirimkan SMS peringatan, sedangkan apabila drop tegangan tidak terjadi maka Alat Monitoring Drop Tegangan akan menampilkan arus, tegangan, dan daya pada LCD.