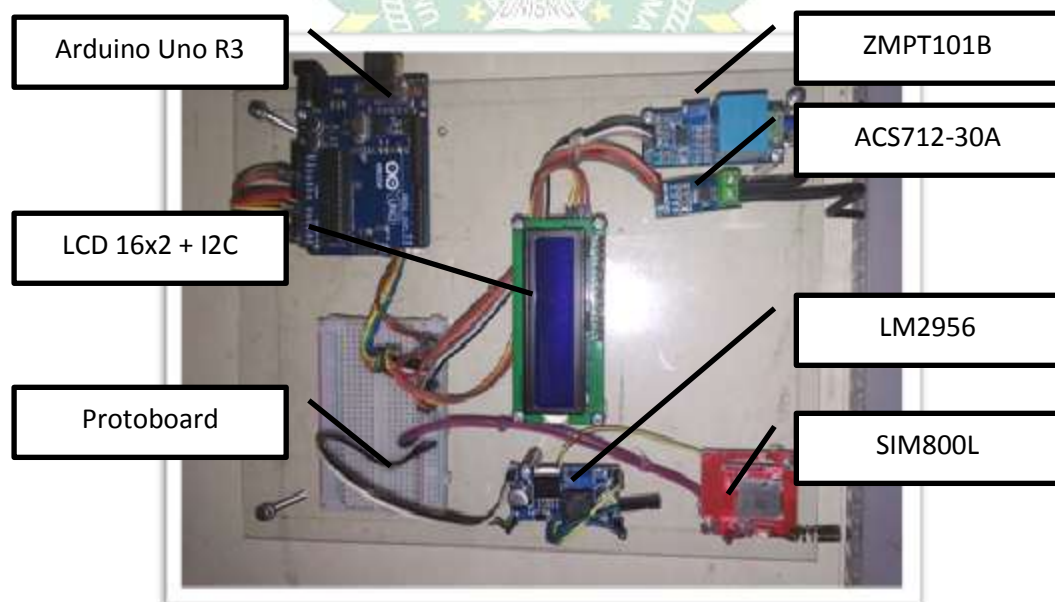


BAB IV

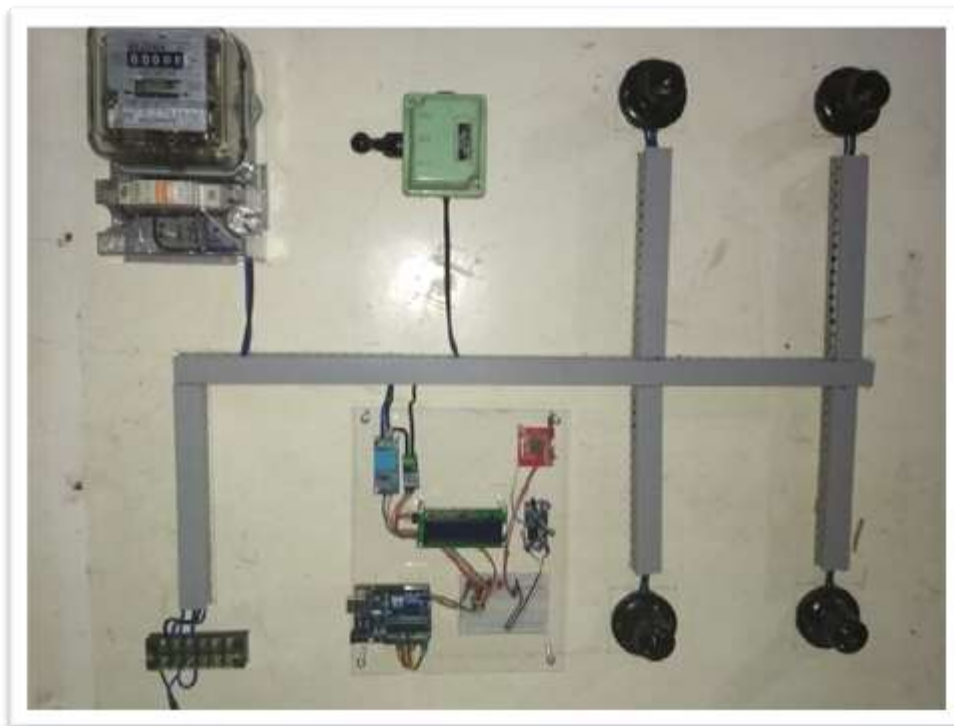
HASIL DAN ANALISA

4.1 Hasil Perancangan Alat

Setelah dilaksanakan dalam prosedur perancangan alat, maka telah dihasilkan alat Sistem Monitoring Pemakaian Daya Listrik pada KWH Meter 1 Phasa berbasis Arduino dan SMS Gateway. Alat ini berfungsi untuk memonitor hasil pemakaian daya listrik pada KWH meter 1 phasa, dan *output* dari hasil pengukuran ataupun monitoring alat tersebut ditampilkan pada display LCD. Selain itu alat ini juga dapat memberitahukan kepada pengguna hasil dari monitoring alat tersebut berupa pesan dari SMS Gateway yang isinya tentang jumlah pemakaian daya dan total biaya yang harus dibayar oleh *user* dan pemberitahuan melalui SMS tersebut akan di kirimkan 1 hari sekali kepada *user*. Berikut adalah hasil perancangan alat monitoring pemakaian daya.



Gambar 4.1 Komponen Utama Alat Monitoring Pemakaian Daya Listrik



Gambar 4.2 Bentuk Board Simulasi Hasil perancangan Alat

Pada gambar 4.1 merupakan komponen utama dalam perancangan alat monitoring pemakaian daya listrik pada KWH meter 1 phasa. Komponen utama tersebut terdiri dari Arduino Uno R3, sensor arus ACS712-30A, sensor tegangan ZMPT101B, LCD 16x2 + I2C, LM2956 dan modul GSM SIM800L. Arduino Uno R3 berfungsi sebagai pemroses data inputan dan *output* dari sensor. Sensor arus ACS712-30 A berfungsi untuk mendeteksi arus yang melewati sensor tersebut saat arus menuju ke beban, sensor ini memiliki kapasitas maksimum 30 Ampere. Sensor ZMPT101 B merupakan sensor yang digunakan untuk memproteksi ada dan tidaknya tegangan input maupun naik turunnya tegangan pada input menuju ke beban. LCD 16x2 berfungsi sebagai display hasil output dari pengukuran sensor arus dan tegangan. LCD ini dilengkapi dengan I2C yang berfungsi untuk mengubah komunikasi LCD ke Arduino dari *parallel* ke komunikasi *serial*. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir pemakaian *input dan output* arduino Uno R3. GSM module SIM800L berfungsi sebagai pemroses hasil *output* dari sensor arus dan tegangan kemudian di kalkulasi di program arduino berupa hasil daya per jam dan biaya pemakaian daya untuk selanjutnya dikirimkan ke pengguna dalam

bentuk SMS dalam satu hari. Modul SIM800L ini mempunyai karakteristik menggunakan tegangan kerja sebesar 3.7 V sampai dengan 4,2 V, maka dibutuhkan adjustable voltage atau penurun tegangan 5V yang terdapat pada Arduino Uno R3 menggunakan LM2596. Berikut ini adalah hasil dari percobaan SMS gateway yang pada simulasi di setting 15 menit sekali mengirimkan SMS ke pengguna.



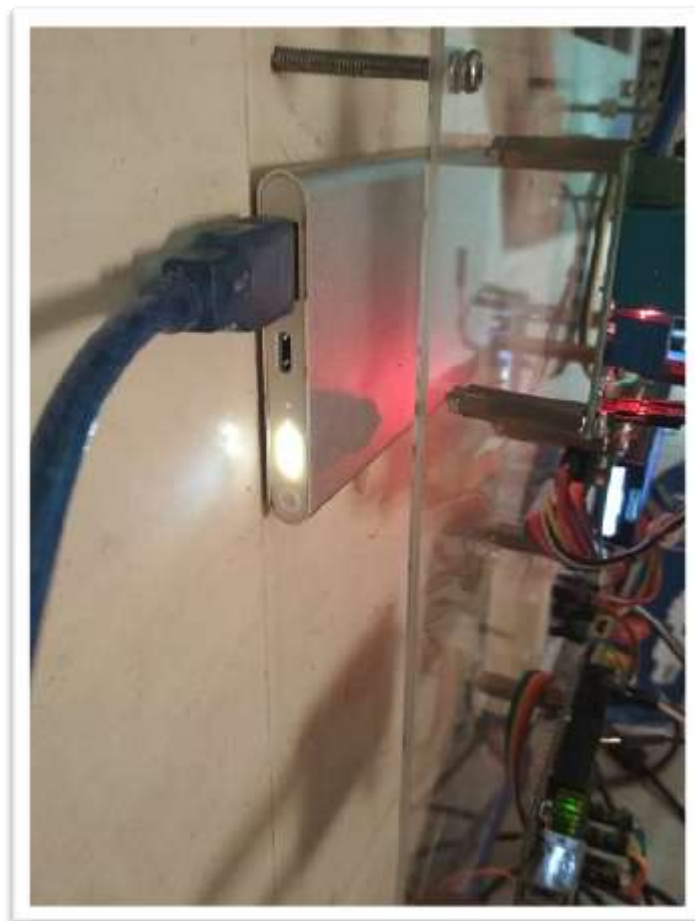
Gambar 4.3 Hasil output SMS gateway

Pada gambar 4.2 adalah bentuk board simulasi dari alat monitoring pemakaian daya listrik. Pada gambar tersebut terdapat KWH meter, saklar *handle*, viting, dan main board arduino. Sistem kerja board simulasi ini adalah output tegangan dari KWH meter di inputkan ke sensor tegangan ZMT101B yang terdiri dari Phasa dan Netral. Pada bagian phasa dari output KWH meter tersebut diinputkan ke sensor ACS712-30A sebagai pendeteksi arus yang menuju ke beban. Hasil dari pengukuran sensor arus dan sensor tegangan tersebut kemudian di proses oleh Arduino kemudian hasil outputnya ditampilkan di LCD dan *SMS Gateway*. Main board arduino ini akan memberikan proteksi eror warning ketika MCB *trip* ataupun tegangan drop yang di deteksi oleh sensor tegangan ZMPT101B. Berikut ini adalah gambar *error warning* saat kondisi tegangan *trip* atau tegangan dibawah tegangan minimum yaitu 200V.



Gambar 4.4 Error Warning Saat Tegangan Trip atau dibawah 200V

Pada saat kondisi tidak ada tegangan atau listrik padam alat ini ditambah dengan fasilitas *back up data*. Hal ini bertujuan pada saat kondisi listrik pada agar hasil pembacaan dari alat saat akan dihidupkan kembali data tidak hilang. Untuk mengatasi hal tersebut, alat ini dilengkapi dengan power bank. Jadi dengan adanya power bank ini pada saat listrik padam alat masih dapat menyala, program dapat tersimpan namun pada layar LCD terdapat indikasi *Under Voltage*. Selain itu powerbank ini juga berfungsi untuk memberikan tegangan kepada LM2596 yang tegangannya kemudian di stepdownkan menjadi 3.7 VDC sesuai dengan karakteristik dari modul GSM SIM800L. Berikut ini adalah gambar tata letak penerapan power bank pada alat.



Gambar 4.5 Power Bank sebagai Back Up Data

4.2 Proses Pembuatan Alat Monitoring Daya

Pada proses pembuatan alat sistem monitoring pemakaian daya pada KWH meter 1 phasa berbasis arduino dan SMS gateway tentunya harus melalui beberapa tahapan, diantaranya adalah penentuan alamat pin yang akan digunakan pada setiap modul baik itu modul sensor maupun modul GSM, selanjutnya adalah pembuatan wiring control arduino, perancangan hardware serta pemrograman pada board Arduino. Berikut ini adalah gambar dan penjelasan dari proses pembuatan alat sistem monitoring pemakaian daya listrik pada KWH meter 1 phasa berbasis arduino dan SMS gateway.

4.2.1 Penentuan Pin Arduino

Berikut ini adalah data *Input dan Output* yang digunakan pada perancangan alat Sistem Monitoring Pemakaian Daya Listrik pada KWH Meter 1 Phasa Berbasis Arduino dan SMS Gateway.

Tabel 4.1 Tabel data pin yang digunakan pada perancangan alat.

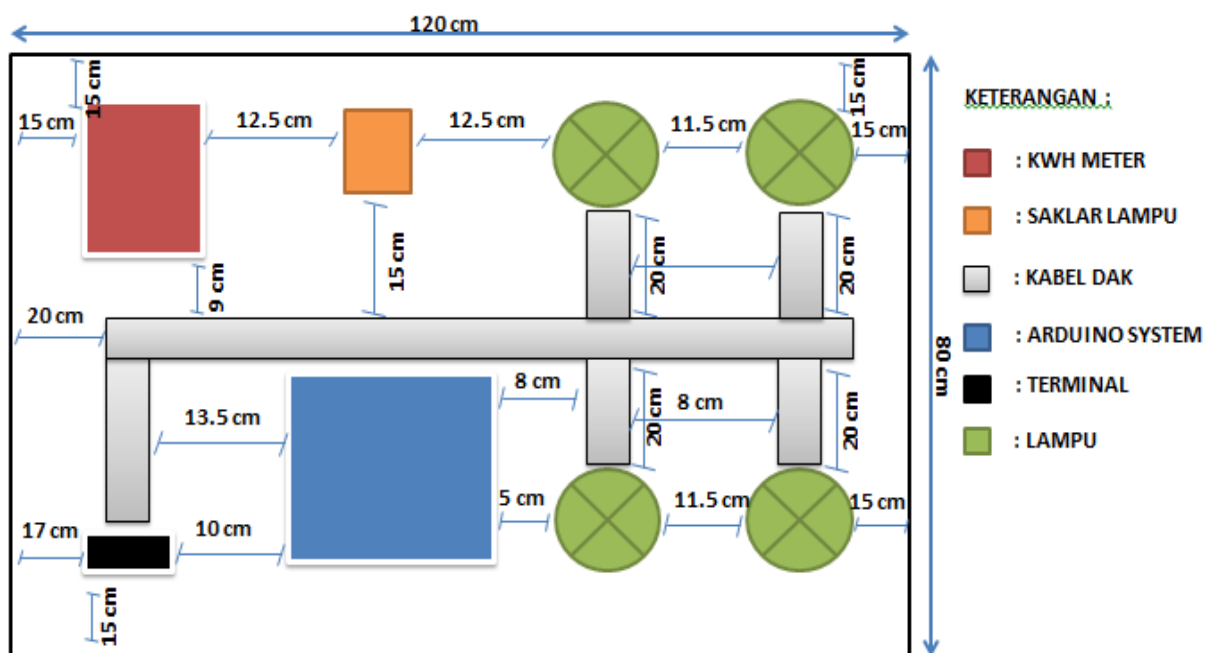
| NO | PIN | MODUL | PIN MODUL | KETERANGAN |
|----|-----|------------|-----------|------------------------|
| 1 | A0 | ACS 712-30 | OUT | OUTPUT SENSOR ARUS |
| 2 | A1 | ZMPT101-B | OUT | OUTPUT SENSOR TEGANGAN |
| 3 | A4 | I2C | SDA | SERIAL LCD |
| 4 | A5 | I2C | SCL | SERIAL LCD |
| 5 | 3 | SIM800L | RXD | RECEIVER MODUL GSM |
| 6 | 2 | SIM800L | TXD | TRANSFER MODUL GSM |
| 7 | VCC | ALL | VCC | POWER SUPPLY (5V) |
| 8 | GND | ALL | GND | GROUND (0V) |

Pada perancangan alat ini digunakan 8 pin yang diantaranya terdapat 4 pin analog, 2 pin TX & RX Arduino, 1 pin VCC 5 VDC dan 1 pin GND (0VDC). Pin analog diantaranya adalah pin A0 yang digunakan sebagai input analog dari outputan sensor ACS712-30A yang mempunyai karakteristik output 5V secara linear berbanding lurus dengan arus beban. Pin A1 digunakan untuk input analog

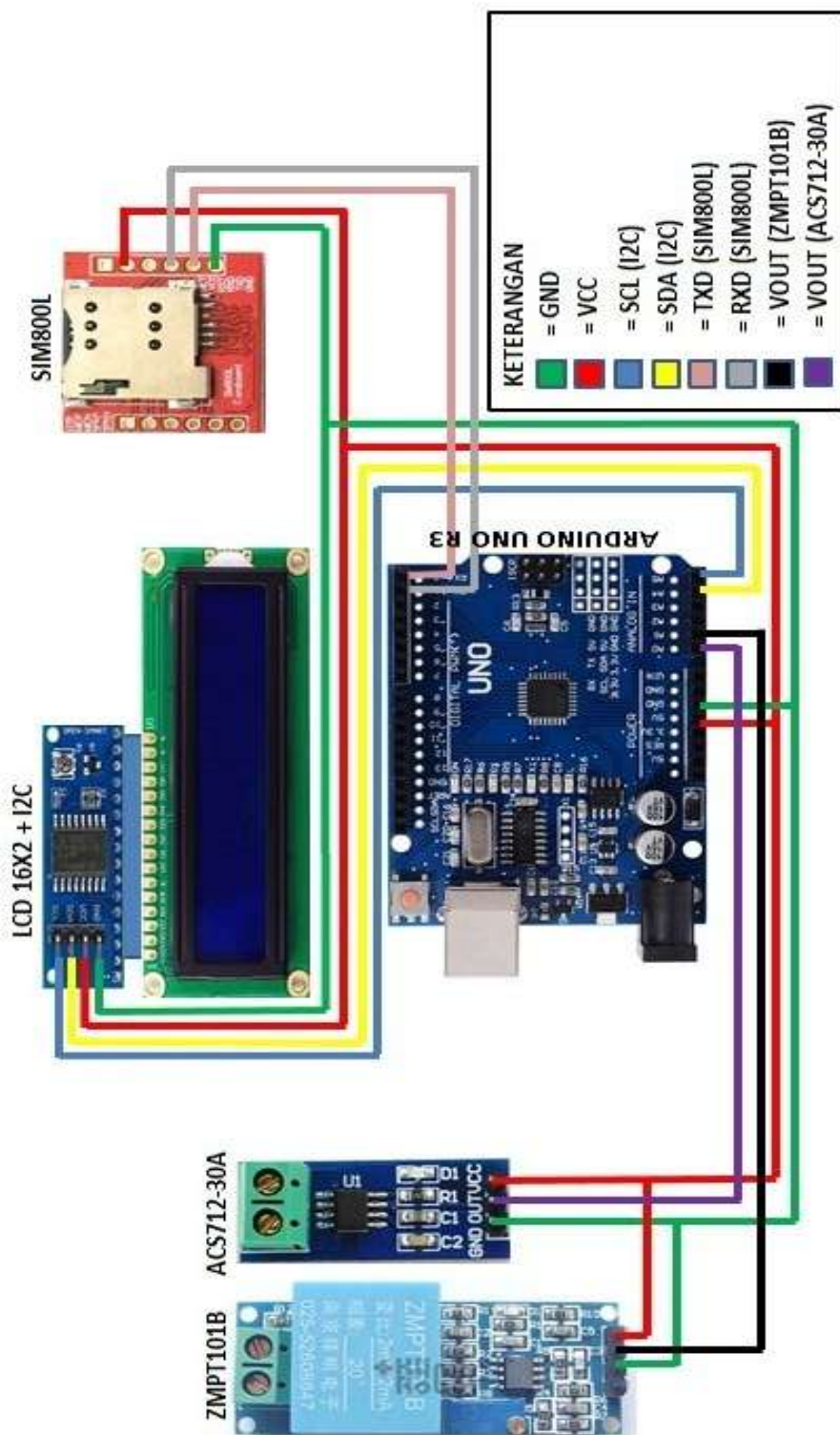
dari outputan sensor ZMPT101B yang mempunyai karakteristik hampir sama dengan sensor arus ACS712-30A, namun pada sensor ini output 5V secara linear berbanding lurus dengan naik dan turunnya tegangan yang dipakai untuk beban. Pada pin analog A4 digunakan untuk SDA (*Serial Data*) dan A5 digunakan untuk SCL (*Serial Clock*). Pin A4 dan A5 ini di sambungkan ke I2C dimana I2C ini berfungsi untuk mengubah tipe koneksi LCD yang awalnya parallel menjadi serial, dengan tujuan agar tidak terlalu banyak menggunakan pin pada Arduino Uno R3. Selanjutnya adalah Pin 1 (TX) dan Pin 0 (RX), pin ini digunakan sebagai data pengirim (TX) dan data penerima (RX) yang di koneksikan dengan SIM800L. Yang terakhir adalah Pin 5V dan Pin GND yang digunakan sebagai *power supply* utama untuk memberikan tegangan pada tiap modul baik itu modul sensor maupun modul GSM.

4.2.2 Wiring Diagram dan Lay Out

Berikut ini adalah *wiring diagram dan lay out* dari perancangan alat sistem monitoring pemakaian daya listrik pada KWH meter 1 phasa berbasis arduino dan *SMS Gateway*. Dimana gambar ini digunakan sebagai acuan dalam perancangan alat sekaligus instalasi elektronik



Gambar 4.6 Lay Out Board Simulasi



Gambar 4.7 Wiring Arduino

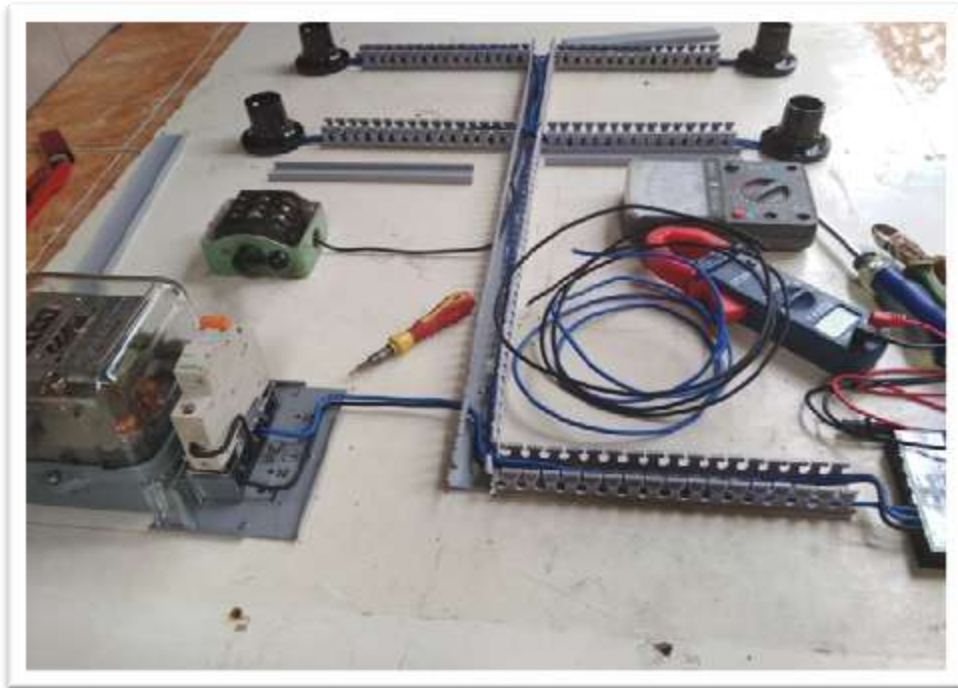
4.2.3 Instalasi Elektronik

Berikut ini adalah proses instalasi elektronik dari perancangan alat sistem monitoring pemakaian daya listrik pada KWH meter 1 phasa berbasis arduino dan SMS Gateway.

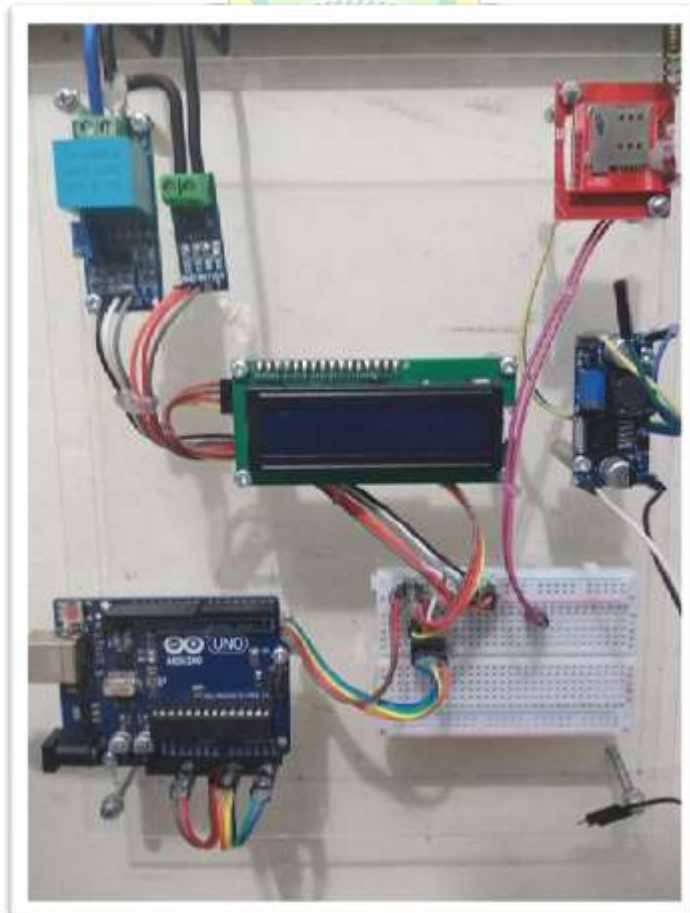


Gambar 4.8 Gambar Lay Out pada Papan Simulasi

Sebelum proses instalasi elektronik dan kelistrikan pada alat simulasi sistem monitoring pemakaian daya listrik pada KWH meter berbasis arduino dan SMS Gateway adalah menggambar lay out pada papan yang digunakan untuk alat simulasi tersebut. Lay out yang digambar pada papan ini sesuai dengan gambar 4.4 yaitu lay out perancangan alat. Setelah proses penggambaran lay out pada papan selesai, selanjutnya adalah memasang komponen-komponen yang digunakan, seperti KWH Meter, Saklar Handle, Viting, Kabel Dak, Kabel, dan Main Board Arduino.



Gambar 4.9 Proses Pemasangan Instalasi Kelistrikan pada Papan



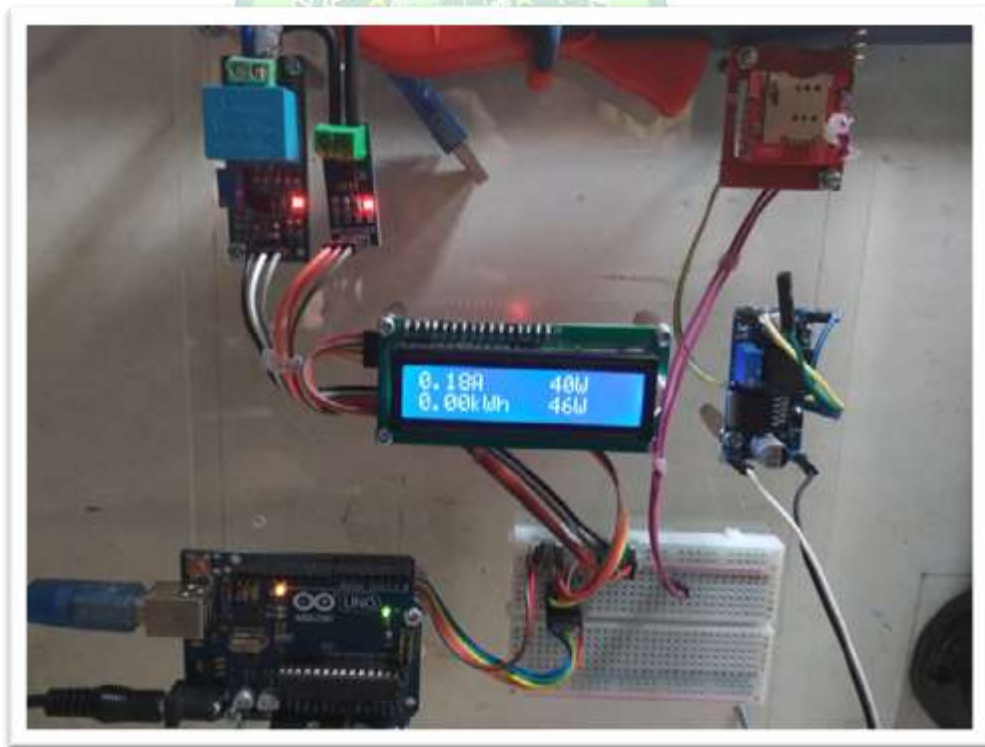
Gambar 4.10 Pemasangan Main Board Control Arduino

4.2.4 Pengujian Sensor ACS712 dan ZMPT101B

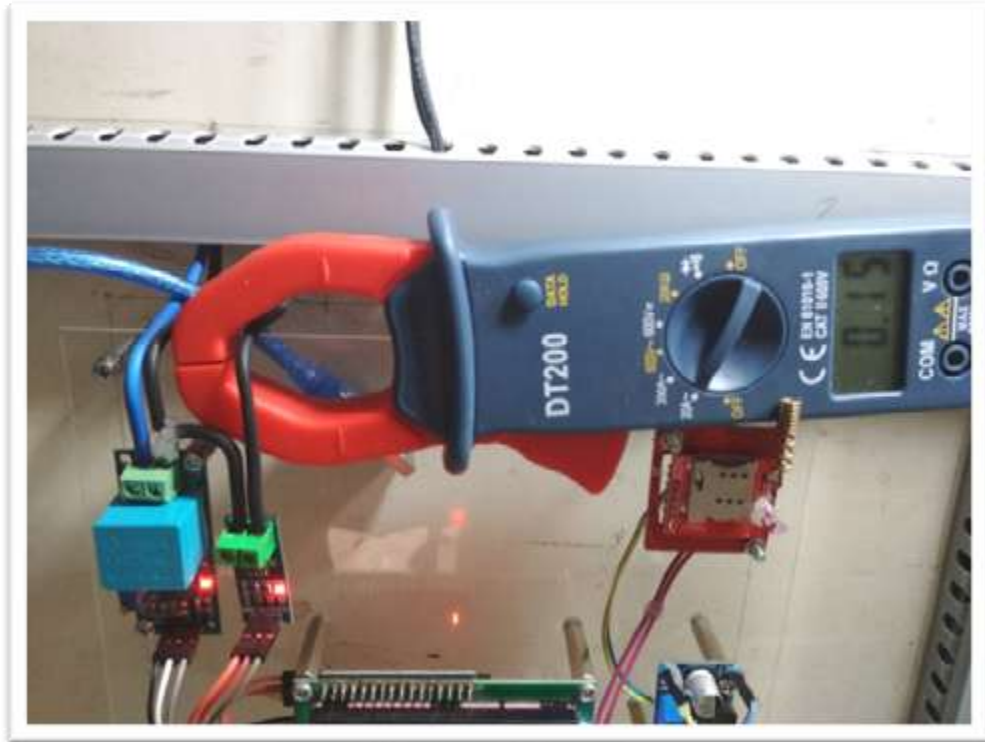
1. Sensor ACS712

Pada perancangan alat ini menggunakan sensor ACS712-30A dimana alat ini berfungsi untuk mengukur arus dengan kapasitas 30 Ampere. Sistem kerja dari alat ini menggunakan *hall effect* yang sistem kerjanya menggunakan medan listrik dari arus yang melalui konduktor kemudian hasil dari arus tersebut diubah dalam bentuk tegangan searah (DC) secara linear mengikuti besar kecilnya arus. Setelah itu tegangan DC tersebut yang merupakan data yang masih berbentuk analog kemudian diubah kedalam bentuk digital pada Arduino yang disebut ADC (*Analog to Digital Converter*).

Dari hasil pengujian sensor arus ACS712-30A terdapat *differential measurement* atau selisih pengukuran antara sensor dan pengukuran menggunakan alat ukur *clamp meter*. Berikut ini adalah hasil uji coba pengukuran sensor arus ACS712-30A.



Gambar 4.11 Hasil Pengukuran Sensor Arus ACS71



Gambar 4.12 Hasil Pengukuran Arus Menggunakan Clamp Meter

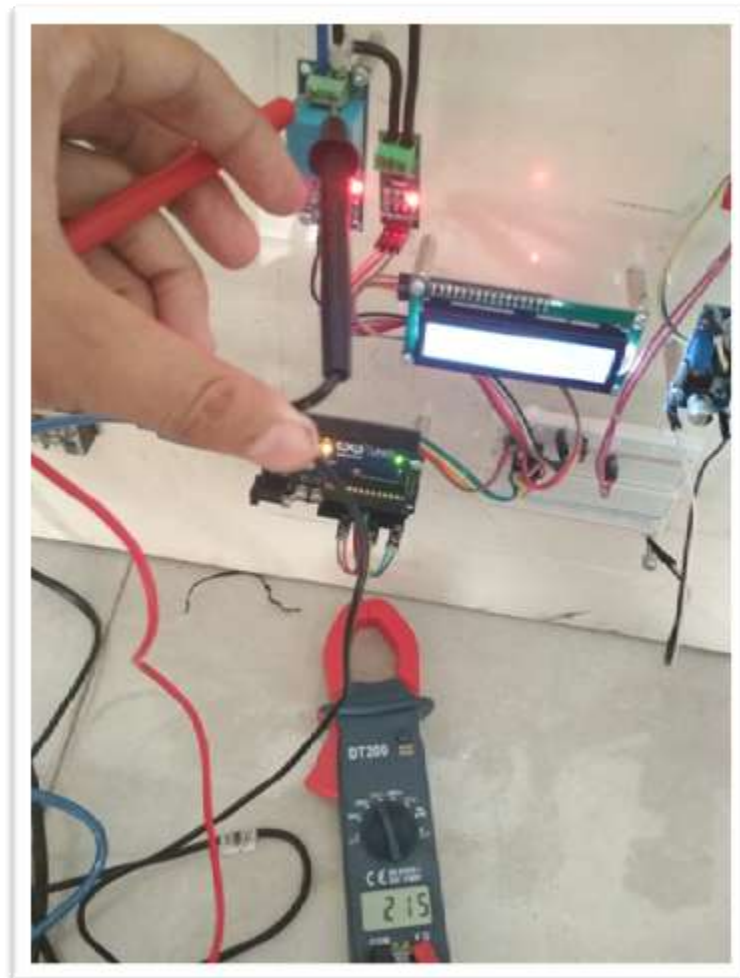
Pada gambar 4.12 adalah hasil pengukuran sensor arus ACS712-30A yang ditampilkan hasilnya pada layar LCD. Sedangkan pada gambar 4.4 adalah hasil pengukuran dari clamp meter. Pada percobaan tersebut menggunakan 2 buah beban lampu 20 watt. Hasil pengukuran dari sensor arus adalah 0.18 A sedangkan pada pengukuran menggunakan *clamp meter* atau tang ampere adalah 0.15 A. Selisih perbandingan diantara keduanya adalah 0.03 A dari arus pengukuran alat ukur yang sudah akurat yaitu clamp meter atau tang ampere digital.

2. Sensor ZMPT101B

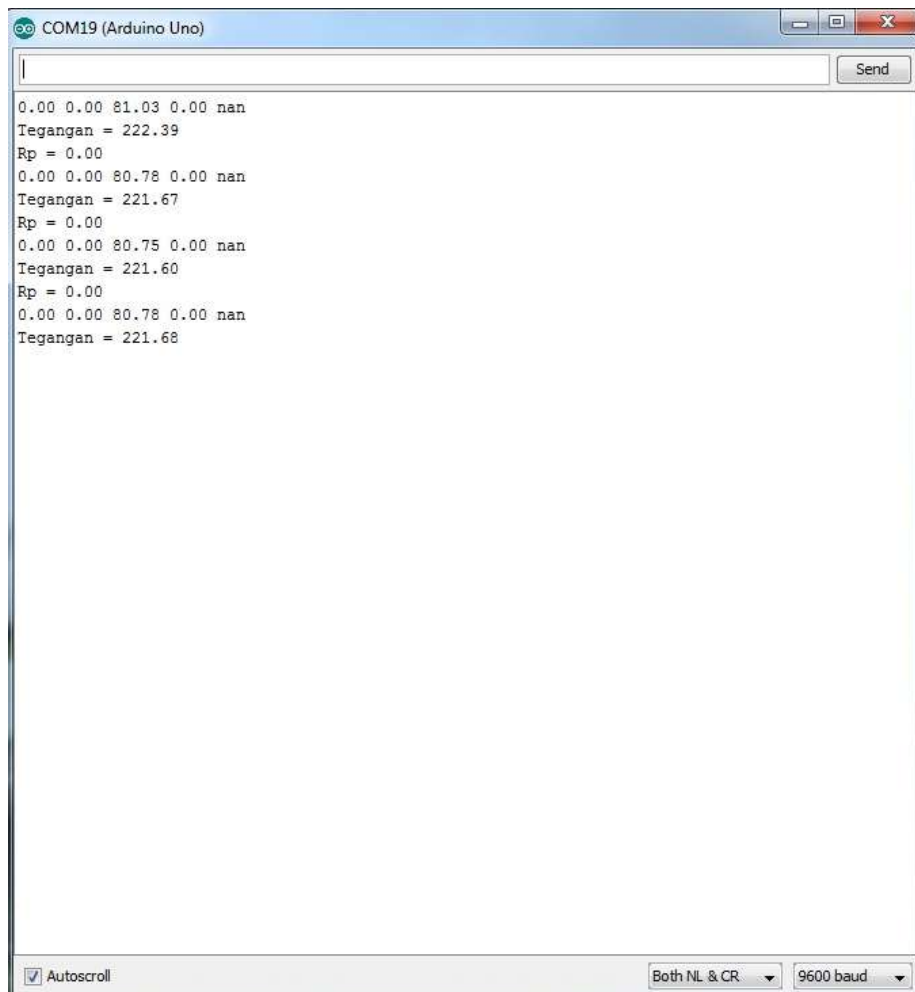
Sensor ZMPT101B merupakan sensor tegangan yang digunakan untuk merubah tegangan dari AC menjadi tegangan DC. Sensor ini memiliki perbandingan tegangan pada bagian input transformator dari 220V dan output yang dihasilkan adalah 5V. Kemudian hasil dari output transformator tersebut disearahkan menggunakan *diode bridge* atau diode jembatan setelah disearahkan kemudian di filter menggunakan kapasitor untuk kemudian dimasukkan ke

rangkaian pembagi tegangan. Tegangan yang dijadikan input analog dari sensor tegangan ZMPT101B harus tidak lebih dari 5Vdc.

Tegangan DC yang dihasilkan sensor ZMPT101B linear dengan tegangan AC yang diinputkan pada sensor tegangan ZMPT101B. Pada gambar dibawah ini merupakan hasil pengukuran menggunakan alat ukur *volt meter* dan pengukuran yang dihasilkan oleh sensor tegangan ZMPT101B. Dikarenakan pada perancangan alat sistem monitoring pemakaian daya ini tidak ditampilkan hasil pengukuran tegangan dari sensor ZMPT101B, maka hasil pengukuran dilihat dari serial monitor pada aplikasi arduino. Berikut ini adalah hasil pengukuran antara sensor tegangan ZMPT101B dan *Volt Meter*.



Gambar 4.13 Pengukuran Tegangan Menggunakan Volt Meter



The screenshot shows a serial monitor window titled "COM19 (Arduino Uno)". The window contains the following text:

```
0.00 0.00 81.03 0.00 nan  
Tegangan = 222.39  
Rp = 0.00  
0.00 0.00 80.78 0.00 nan  
Tegangan = 221.67  
Rp = 0.00  
0.00 0.00 80.75 0.00 nan  
Tegangan = 221.60  
Rp = 0.00  
0.00 0.00 80.78 0.00 nan  
Tegangan = 221.68
```

At the bottom of the window, there are settings: "Autoscroll" is checked, "Both NL & CR" is selected, and "9600 baud" is selected.

Gambar 4.14 Hasil Pengukuran Tegangan Sensor ZMPT101B

Dari hasil pengukuran diatas selisih tegangan dari molt meter dengan sensor ZMPT101B adalah 6 VAC atau 3% dari pengukuran volt meter.

Pada pengecekan kondisi sensor ACS712-30A dan sensor ZMPT101B ini langsung menggunakan board dikarenakan tidak adanya regulator arus dan tegangan. Pengecekan ini dilakukan dengan memasukkan contoh program sketch dari satu persatu sensor yang diperoleh dari forum arduino.

3. Modul GSM SIM800L

Modul GSM SIM800L merupakan modul utama yang digunakan dalam alat sistem monitoring KWH Meter 1 phase ini, dikarenakan modul ini berfungsi untuk memberikan *output* pembacaan daya dan biaya (*cost*) dari alat tersebut melalui SMS Gateway. Berikut ini adalah gambar percobaan pemrograman modul.



Gambar 4.15 Pemrograman Modul GSM SIM800L



Gambar 4.16 SMS output hasil Pemrograman SIM800L

4.3 Pemrograman Modul Arduino

Setelah selesai instalasi dan pengecekan kondisi sensor arus dan tegangan, selanjutnya adalah proses terakhir yaitu pemrograman *board* Arduino Uno R3. Pada pemrograman ini menggunakan PC disertai *software/* aplikasi pemrograman Arduino versi 1.6.5. Selain *software* tersebut juga dibutuhkan beberapa *library* yang digunakan sebagai alamat perpustakaan pemrograman pada setiap modul. Berikut ini adalah gambar proses pemrograman board arduino yang sudah dipasang pada alat simulasi sistem monitoring pemakaian daya listrik pada KWH meter 1 Phasa berbasis Arduino dan *SMS Gateway*.



Gambar 4.17 Pemrograman Board Control Arduino Uno R3

Pada pemrograman ini arduino hanya mendapatkan 2 inputan analog dari sensor ACS712-30A dan sensor ZMPT101B, pada pemrograman ini hasil pengukuran daya adalah dari hasil pengukuran arus dikalikan dengan hasil pengukuran

tegangan sesuai dengan rumus pengukuran daya. Berikut ini adalah program dan sistem kalkulasi pada pengukuran daya.

1. Pemrograman Arduino untuk sensor arus ACS712-30A

Pada pemrograman sensor arus digunakan *analog input* beralamatkan A0, pada pemrograman ini terdapat kalkulasi *output* pembacaan dari sensor arus sesuai dengan karakteristik yang terdapat pada datasheet dari sensor arus tersebut. Sensor arus tersebut memiliki karakteristik pada kondisi belum ada beban sensor tersebut sudah mengeluarkan output tegangan referensi sebesar 2.5V. Jika tidak dikalkulasi dalam program, pada saat alat belum terbebani arus sudah mengeluarkan *output*. Pada program ini pembacaan output pada sensor di buat kondisi awal dalam keadaan nol.

```
//=====ALAMAT PIN ACS712=====

int currentPin = A0;

//=====

void loop(){

//=====PERHITUNGAN ARUS=====

int current=0;

int maxCurrent=0;

int minCurrent=1000;

for(int i=0; i<200; i++){

    current=analogRead(currentPin);

    if(current>=maxCurrent)

        maxCurrent=current;

    else if(current<=minCurrent)

        minCurrent=current;
```

```

}

if(maxCurrent<=517){

    maxCurrent=516;

}

double RMSCurrent=(((maxCurrent-516)*0.707)/11.8337)*0.35;

if (maxCurrent <= 517)

{

    maxCurrent = 516; }

}

```

2. Pemrograman Arduino untuk sensor tegangan ZMPT101B

Pada pemrograman sensor tegangan digunakan analog input A1 sebagai inputan dari hasil output sensor tegangan. Untuk pemrograman sensor tegangan ini, digunakan library emonLib dimana library tersebut digunakan untuk memproses hasil monitoring dari sensor. Pada pemrograman ini juga menggunakan kalkulasi yang digunakan untuk memproteksi perubahan tegangan. Selain itu juga terdapat kalkulasi yang digunakan untuk membatasi tegangan. Dalam alat ini dibatasi tegangan pakai yaitu 200-240V. Dikarenakan alat ini hanya digunakan untuk memonitor KWH meter 1 phasa atau KWH meter untuk rumah tangga. Selain itu sensor ini pada pemrogramannya juga terdapat fungsi Error Alarm, dimana fungsi ini bekerja saat tegangan dibawah tegangan minimum yaitu 200V.

```

//=====TEGANGAN=====

int i = 0;

float tenvals = 0.0;

```

```
float minval = 1000;

float maxval = 0.0;

//=====================================================

void loop(){

    emon1.calcVI(20, 2000);

    emon1.serialprint();

    float supplyVoltage=emon1.Vrms;

    float Vrms=(emon1.Vrms-3);

    if(Vrms<0){Vrms=0.0;}

    tenvals+=Vrms;

    if(minval>Vrms){minval=Vrms;}

    if(maxval<Vrms){maxval=Vrms;}

    i++;

    if(i==10){

        Serial.print("Avg: ");

        Serial.print(tenvals/10);

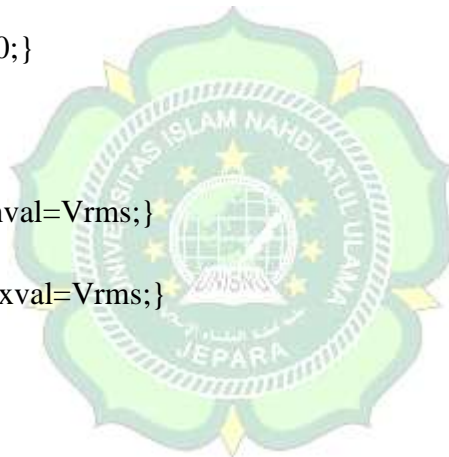
        Serial.print("");

        Serial.print(Vrms);

        Serial.print(")Min: ");

        Serial.print(minval);

        Serial.print("Max : ");
```



```

    Serial.println(maxval);

}

delay(100);

supplyVoltage=((Vrms)*2.850)*0.97;

Serial.print("Tegangan : ");

Serial.print(supplyVoltage);

delay(1000);

}

```

3. Pemrograman Arduino untuk modul GSM SIM800L

Pada pemrograman Modul GSM SIM800L ini digunakan alamat PWM 2 dan 3 sebagai pemroses hasil output yang akan dijadikan dalam bentuk SMS. Pada pemrograman ini alamat 3 dijadikan sebagai pengirim data dari modul SIM800L (TX) dan alamat 2 dijadikan sebagai penerima data dari modul SIM800L (RX). Pada pemrograman ini juga digunakan fungsi pemrograman SMS yaitu menggunakan fungsi AT, CMGS, dan CMGF. AT berfungsi untuk mengecek kondisi modul saat aktif. CMGS digunakan untuk mengirimkan pesan ke nomor tujuan, dan yang terakhir adalah CMGF yang berfungsi sebagai perintah pesan yang akan dikirim dalam bentuk text atau PDU (Protocol Data Unit). Dalam pemrograman ini CMGF di setting untuk kirim pesan text. Berikut adalah hasil pemrograman dari modul GSM SIM800L.

```

#include <SoftwareSerial.h>


SoftwareSerial mySerial(3, 2);

void setup(){

mySerial.begin(9600);

```

```
}  
  
void loop(){  
  
Serial.println("Initializing...");  
  
delay(1000);  
  
mySerial.println("AT");  
  
updateSerial();  
  
mySerial.println("AT+CMGF=1");  
  
updateSerial();  
  
mySerial.println("AT+CMGS=\""+6281285371820+"");  
  
updateSerial();  
  
mySerial.print("TOTAL DAYA = "); //text content  
mySerial.print(kilos);  
mySerial.println("kWh");  
  
mySerial.print("BIAYA = ");  
  
mySerial.print("RP"); //text content  
  
mySerial.print(coast);  
  
updateSerial();  
  
mySerial.write(26);  
  
}
```

The image contains a large, semi-transparent watermark logo of Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jember. The logo is circular with a green and yellow border. Inside the circle, there is a globe with a book and a quill pen. The text "UNIVERSITAS ISLAM NAHDLATUL ULAMA" is written around the top inner edge, and "JEMBER" is at the bottom. There are also some Arabic calligraphic elements.

4. Pemrograman kalkulasi pengukuran daya.

Pada pemrograman kalkulasi pengukuran daya ini mengacu kepada output pembacaan dari sensor arus dan sensor tegangan, dari output tersebut kemudian dijadikan seperti rumus pengukuran daya seperti berikut

$$P = V \times I \dots\dots\dots(4.1)$$

Berikut adalah program kalkulasinya:

```
//=====POWER MEASUREMENT=====

double kilos = 0;

int peakPower = 0;

//=====

void loop(){

int RMSPower = supplyVoltage*RMSCurrent*0.85;

if (RMSPower > peakPower)

{

    peakPower = RMSPower;

}

kilos = kilos + (RMSPower * (2.05/60/60/1000));
```

Pada pemrograman kalkulasi tersebut pengukuran daya terdapat pada rumus $\text{int RMSPower} = \text{supplyVoltage} * \text{RMSCurrent}$; dimana RMSPower adalah untuk daya (P), supplyVoltage adalah hasil pengukuran tegangan (V) dari sensor ZMPT101B kemudian di kalikan dengan RMSCurrent sebagai output pembacaan dari sensor arus ACS712-30A. Setelah itu hasil pengukuran daya kemudian di kalkulasi lagi menjadi rumus pemakaian daya per jam (kWh) dengan program kalkulasi $\text{kilos} = \text{kilos} + (\text{RMSPower} * (2.05/60/60/1000))$.

5. Pemrograman Millis Arduino

Millis adalah program yang digunakan pada arduino untuk memberikan pewaktu atau timer per milli second. Fungsi millis juga dapat digunakan sebagai countdown atau penghitung waktu mundur. Selain fungsi millis pada arduino juga terdapat fungsi delay. Persamaan dari kedua fungsi tersebut adalah sama-sama pemberi waktu. Namun perbedaan dari kedua fungsi tersebut adalah sistem pewaktunya. Pada fungsi delay adalah untuk memberikan jeda waktu pembacaan program. Penggunaan fungsi delay secara berlebihan dapat menjadikan pembacaan program semakin lemot dikarenakan waktu di tunda-tunda. Sedangkan pemakaian fungsi millis adalah memberikan waktu baik itu secara lama maupun sebentar, tanpa harus menunda program. Pada alat ini fungsi millis digunakan sebagai fungsi pemrograman yang mengeluarkan output berupa SMS gateway secara real time, tanpa menggunakan RTC (Real Time Clock). Data yang hasil pengukuran daya dikirim melalui SMS di program setiap 1 hari sekali. Berikut ini adalah pemrograman kode program millis arduino.

```
//-----MILLIS-----
if (millis() < 100)
    return;

delay(100);

Serial.print(millis());

Serial.print(" -- ");

Serial.print(micros());

Serial.println("");

if(millis() < 900000)

    return;
```

```
Serial.println("Initializing...");

delay(1000);

mySerial.println("AT");

updateSerial();

mySerial.println("AT+CMGF=1");

updateSerial();

mySerial.println("AT+CMGS=\"+6281285371820\"");

updateSerial();

mySerial.print("TOTAL DAYA = ");

mySerial.print(kilos);

mySerial.println("kWh");

mySerial.print("BIAYA = ");

mySerial.print("RP");

mySerial.print(coast);

updateSerial();

mySerial.write(26);

Serial.println("<-- RESET -->");

reset_millis();

}
```


6. Pemrograman *Error Warning*

Pemrograman error warning ini berfungsi ketika tegangan drop atau trip LCD akan menampilkan tulisan error berupa *UNDER VOLTAGE*. Program ini bertujuan agar saat kondisi listrik padam terdapat inisial pada alat tersebut. Berikut ini adalah kode program untuk error warning.

```
if(supplyVoltage<200){  
  
    lcd.clear();  
  
    lcd.setCursor(00,00);  
  
    lcd.print("UNDER VOLTAGE!!!");
```

Sistem kerja dari program diatas adalah Jika tegangan supply kurang dari 200V maka LCD akan mengeluarkan output berupa inisial *UNDER VOLTAGE!!!*.

4.4 Analisa Hasil Pengujian Alat

Pada bagian analisa hasil pengujian alat ini diberikan beban berupa 6 buah lampu, dengan 2 lampu 160 Watt dan 1 lampu 25 Watt dan 3 lampu pijar 5 watt. Proses pengujian secara bertahap mulai dari pengujian 4 buah lampu sampai dengan 1 buah lampu pembebanan. Dari hasil perbandingan dibawah pembebanan menggunakan 6 buah lampu yang masing-masing terdiri dari 2 lampu 160W/250V/50Hz, 1 lampu pijar 250W/250V/50Hz, dan 3 lampu pijar 5W/250V/50Hz. Dari percobaan perbandingan tersebut pembebanan dilakukan dengan mencoba satu persatu dari lampu yang digunakan dan dilakukan penambahan lampu yang dayanya sama maupun lebih saat akan dilakukan pengukuran perbandingan dengan daya yang lebih besar. Berikut ini adalah tabel perbandingan antara hasil pengukuran dengan alat ukur dengan alat yang dibuat.

**HASIL PERBANDINGAN PENGUKURAN ARUS DAN TEGANGAN PADA ALAT
SISTEM MONITORING PEMAKAIAN DAYA LISTRIK PADA KWH METER 1 PHASA BERBASIS ARDUINO DAN SMS GATEWAY**

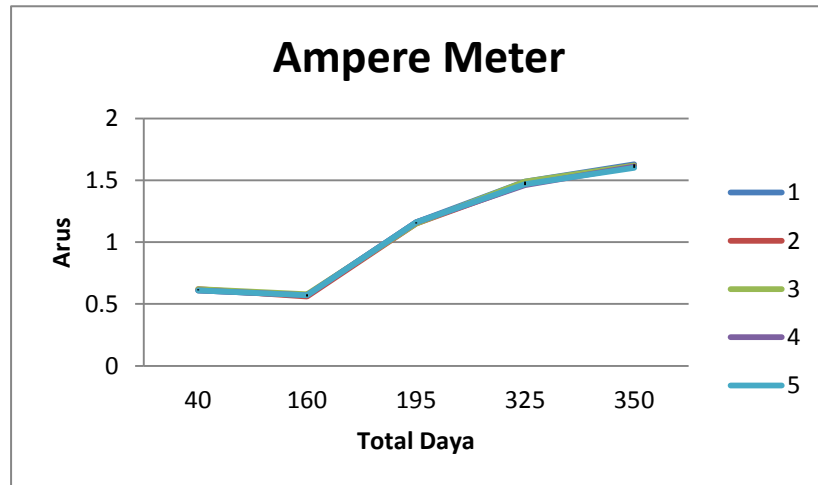
Tabel 4.2 Perbandingan Pengukuran Arus

| No. | Total Beban | Hasil Pengukuran Arus | | | | | | | | | | | | Selisih | Error |
|-----|-------------|-----------------------|------|------|------|------|-----------|-----------------------|------|------|------|------|-----------|---------|-------|
| | | Ampere Meter (A) | | | | | | Sensor ACS712-30A (A) | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Rata-rata | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Rata-rata | | |
| 1 | 40 | 0.61 | 0.62 | 0.62 | 0.61 | 0.61 | 0.614 | 0.57 | 0.62 | 0.57 | 0.57 | 0.62 | 0.59 | 0.024 | 2.4% |
| 2 | 160 | 0.57 | 0.56 | 0.58 | 0.57 | 0.57 | 0.57 | 0.53 | 0.57 | 0.53 | 0.57 | 0.57 | 0.554 | 0.016 | 1.6% |
| 3 | 195 | 1.16 | 1.15 | 1.15 | 1.16 | 1.16 | 1.156 | 1.15 | 1.14 | 1.15 | 1.14 | 1.15 | 1.146 | 0.01 | 1.0% |
| 4 | 325 | 1.49 | 1.47 | 1.49 | 1.46 | 1.47 | 1.476 | 1.48 | 1.48 | 1.48 | 1.43 | 1.48 | 1.47 | 0.006 | 0.6% |
| 5 | 350 | 1.63 | 1.62 | 1.62 | 1.61 | 1.6 | 1.616 | 1.63 | 1.63 | 1.63 | 1.63 | 1.63 | 1.63 | 0.014 | 1.4% |

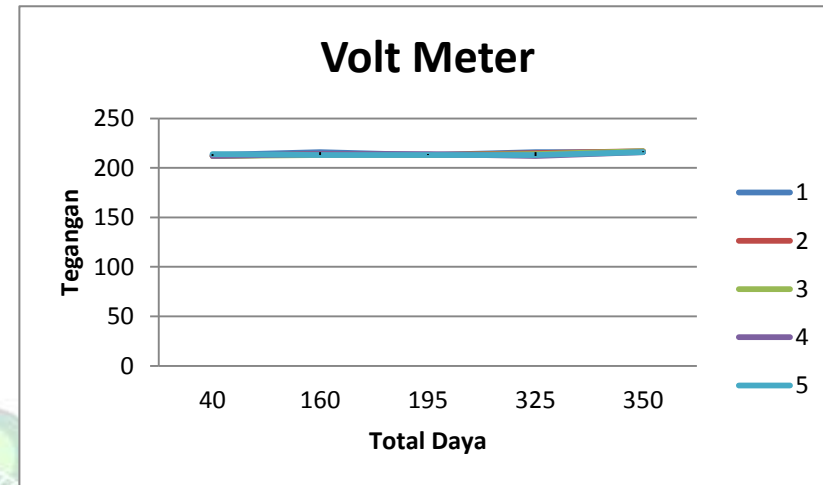
Tabel 4.3 Perbandingan Pengukuran Tegangan

| No. | Total Beban | Hasil Pengukuran Tegangan | | | | | | | | | | | | Selisih | Error |
|-----|-------------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----------|---------|-------|
| | | Volt Meter (V) | | | | | | Sensor ZMPT101B (V) | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Rata-rata | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Rata-rata | | |
| 1 | 40 | 213 | 212 | 212 | 212 | 214 | 212.6 | 215 | 213 | 214 | 213 | 214 | 213.8 | 1.2 | 0.6% |
| 2 | 160 | 216 | 214 | 213 | 214 | 213 | 214 | 217 | 213 | 215 | 215 | 214 | 214.8 | 0.8 | 0.4% |
| 3 | 195 | 213 | 213 | 213 | 214 | 213 | 213.2 | 213 | 215 | 214 | 215 | 215 | 214.4 | 1.2 | 0.6% |
| 4 | 325 | 216 | 215 | 214 | 212 | 213 | 214 | 218 | 217 | 216 | 213 | 214 | 215.6 | 1.6 | 0.7% |
| 5 | 350 | 216 | 217 | 217 | 216 | 216 | 216.4 | 217 | 219 | 219 | 218 | 218 | 218.2 | 1.8 | 0.8% |

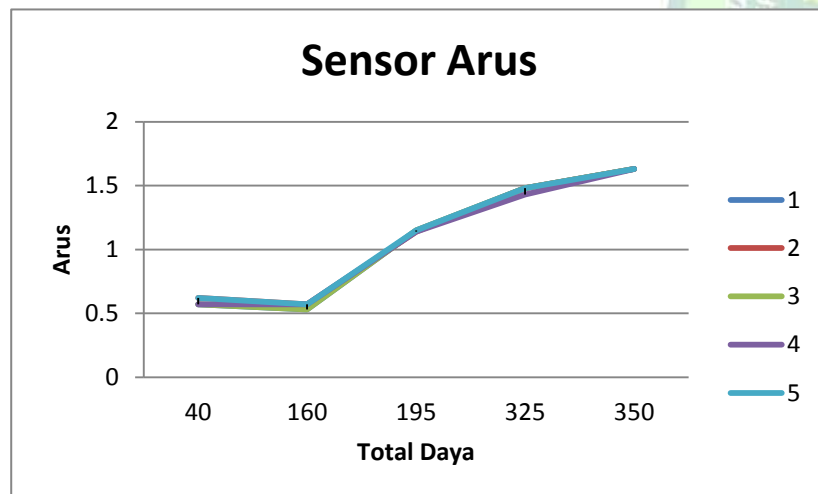
NB : Data arus dan tegangan diambil setiap 5 menit sekali.



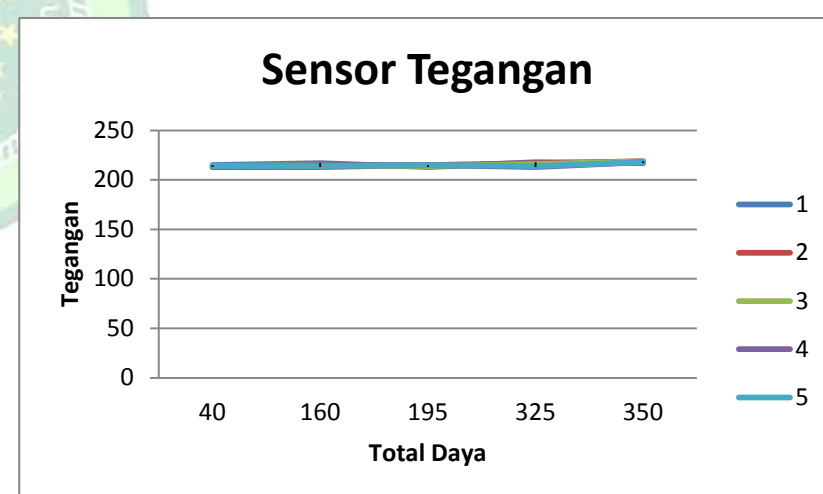
Gambar 4.18 Grafik Pengukuran Ampere Meter



Gambar 4.20 Grafik Pengukuran Volt Meter



Gambar 4.19 Grafik Pengukuran Sensor Arus



Gambar 4.21 Grafik Pengukuran Sensor Tegangan

4.4.1 Analisa Perhitungan Manual

Rumus Pengukuran Daya Listrik 1 Phasa (AC).

$$P = V \times I \times \cos \phi \dots\dots\dots (4.1)$$

Perhitungan hasil perbandingan.

1. Percobaan pertama total beban 350 Watt

Diketahui : Total load = (160W x 2)+25W+5W = 350 Watt

$$I \text{ clamp meter} = 1.62 \text{ A} \quad V \text{ volt meter} = 216.4 \text{ V}$$

$$I \text{ sensor} = 1.63 \text{ A} \quad V \text{ sensor} = 218.2 \text{ V}$$

Analisa :

1. Daya total pengukuran alat

$$P = V \times I \times \cos \phi \dots\dots\dots (4.2)$$

$$P = 216.2 \times 1.62 \times 0.85 \dots\dots\dots (4.3)$$

$$P = 297.707 \text{ Watt} \dots\dots\dots (4.4)$$

2. Daya total pengukuran arduino

$$P = V \times I \times \cos \phi \dots\dots\dots (4.5)$$

$$P = 218.2 \times 1.63 \times 0.85 \dots\dots\dots (4.6)$$

$$P = 302.316 \text{ Watt} \dots\dots\dots (4.7)$$

2. Percobaan dengan total beban 325 Watt

Diketahui : Total load = (160W x 2)+5W = 325 Watt

$$I \text{ clamp meter} = 1.476 \text{ A} \quad V \text{ volt meter} = 214 \text{ V}$$

$$I \text{ sensor} = 1.47 \text{ A} \quad V \text{ sensor} = 215.6 \text{ V}$$

Analisa :

1. Daya total pengukuran alat

$$P = V \times I \times \cos \phi \dots\dots\dots (4.8)$$

$$P = 214 \times 1.476 \times 0.85 \dots\dots\dots (4.9)$$

$$P = 268.484 \text{ Watt} \dots\dots\dots (4.10)$$

2. Daya total pengukuran arduino

$$P = V \times I \times \cos \phi \dots\dots\dots (4.11)$$

$$P = 212.6 \times 1.47 \times 0.85 \dots\dots\dots (4.12)$$

$$P = 269.39 \text{ Watt} \dots\dots\dots (4.13)$$

3. Beban lampu pijar 40 Watt

Diketahui : Total load = 25W+(5Wx3) = 40 Watt

$$I \text{ clamp meter} = 0.614 \text{ A} \quad V \text{ volt meter} = 212.6 \text{ V}$$

$$I \text{ sensor} = 0.59 \text{ A} \quad V \text{ sensor} = 213.8 \text{ V}$$

Analisa :

1. Daya total pengukuran alat

$$P = V \times I \times \cos \phi \dots\dots\dots (4.14)$$

$$P = 212.6 \times 0.614 \times 0.85 \dots\dots\dots (4.15)$$

$$P = 110.955 \text{ Watt} \dots\dots\dots (4.16)$$

2. Daya total pengukuran arduino

$$P = V \times I \times \cos \phi \dots\dots\dots (4.17)$$

$$P = 213.8 \times 0.59 \times 0.85 \dots\dots\dots (4.18)$$

$$P = 107.220 \text{ Watt} \dots\dots\dots (4.19)$$