

TUGAS AKHIR

RANCANGAN SISTEM MONITORING TERPADU PADA REFRIGERATOR BERBASIS MIKROKONTROLER

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat
Memproleh Gelar Sarjana Teknik (ST)*

Disusun Oleh:

MUHAMMAD HAFISZ NASUTION

NPM : 1307220085



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

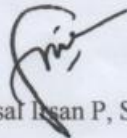
Nama : Muhammad Hafisz Nasution
NPM : 1307220085
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Rancangan Sistem Monitoring Terpadu Pada Refrigerator Berbasis Mikrokontroler

Telah berhasil dipertahankan di hadapan tim penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 18 Maret 2019

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji



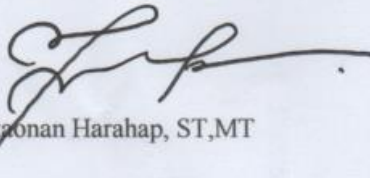
Faisal Irsan P, ST, MT

Dosen Pembimbing II / Penguji



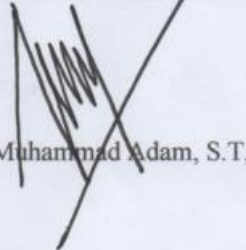
Sholy Aryza, S.T, M,Eng

Dosen Pembanding I / Penguji



Partonon Harahap, ST, MT

Dosen Pembanding II / Penguji



Muhammad Adam, S.T, MT



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Hafisz Nasution

NPM : 1307220085

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir yang berjudul:

“RANCANGAN SYSTEM MONITORING TERPADU PADA REFRIGERATOR BERBASIS MIKROKONTROLER”

Dengan sebenar benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, Gagasan dan masalah ilmiah dan diteliti dan diulas didalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip didalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Medan, 22. Maret 2019.

Saya yang menyatakan,



MUHAMMAD HAFISZ NASUTION

Abstrak

Penggunaan *Refrigerator* yang ada pada hampir setiap rumah, mengakibatkan keluhan yang besar akan kerusakan pada *refrigerator*. Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk membantu pada teknisi *refrigerator* adalah dengan menambahkan sistem *monitoring* pada setiap *refrigerator* agar kerusakan dapat dengan cepat diketahui. Arduino uno memungkinkan untuk merancang sistem monitoring pada *refrigerator*. Dengan adanya sensor tegangan ZMPT101B yang dapat mengukur tegangan AC 220 volt dan sensor arus ZHT103 yang cocok digunakan pada arduino uno, maka sistem monitoring ini dapat dirancang. Sistem monitoring yang dirancang akan mengukur tegangan AC yang masuk ke *refrigerator* dan tegangan kerja pada *refrigerator*. Sistem yang dirancang juga nantinya dapat mengukur arus yang meningkat dari yang biasanya terjadi bila *refrigerator* dalam keadaan rusak. Langkah selanjutnya adalah dengan menambahkan sensor suhu LM35 pada pipa kapiler yang biasanya bersuhu tinggi (panas) dan *freezer* yang biasanya bersuhu rendah (dingin). Dari kerusakan-kerusakan yang biasanya timbul, dapat dirancang sebuah monitoring pada *refrigerator* yang tujuannya adalah untuk mempercepat proses kerja para teknisi *refrigerator* agar keluhan-keluhan tentang kerusakan *refrigerator* dapat dengan cepat dilayani para teknisi *refrigerator*.

Kata kunci : *Arduino Uno, Sensor ZMPT101B, Sensor ZHT103, Sensor LM35.*

KATA PENGANTAR



Puji syukur saya panjatkan kehadiran ALLAH SWT, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunianya sehingga saya dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi ini. Skripsi yang merupakan salah satu syarat kelulusan diprogram Studi Teknik Elektro pada Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Adapun judul skripsi ini adalah **“RANCANGAN SISTEM MONITORING TERPADU PADA REFRIGRATOR BERBASIS MIKROKONTROLER”** skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan guna menyelesaikan Program Strata Satu (S1) pada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Dalam hal ini saya menyadari masih adanya keterbatasan kemampuan dan pengalaman saya yang terbatas. Untuk itu saya mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan dari skripsi ini.

Selesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini saya dengan tulus dan ikhlas menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Agussani MAP selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Munawar Alfansury Srg S.T.,M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T.,M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

4. Bapak Partaonan Harahap S.T.,M.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, S.T.,M.T selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan dorongan dalam penyusunan tugas akhir ini.
6. Bapak Solly Aryza Lubis, S.T,M.Eng, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan dorongan dalam penyusunan tugas akhir ini.
7. Ayahanda tercinta Sopian Nasution, Ibunda tersayang Nuraini br Damanik, Orang tua penulis telah banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini baik motivasi, nasihat, materi maupun do'a.
8. Sahabat A3 malam yang tidak bisa saya sebutkan namanya satu-persatu, semua teman-teman saya yang telah banyak memberikan saya semangat, dukungan, motivasi dan do'a.

Akhir kata saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besar kepada semua pihak yang telah banyak membantu, semoga bantuan yang diberikan kepada saya mendapat balasan dari ALLAH SWT dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca umumnya, khususnya bagi saya sendiri.

Medan,
Penulis

Muhammad Hafisz Nasution
NPM 1307220085

DAFTAR ISI

| | |
|----------------------------------|------------|
| KATA PENGANTAR | i |
| DAFTAR ISI | iii |
| DAFTAR GAMBAR | vi |
| DAFTAR LAMPIRAN | vii |
| | |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4. Batasan Masalah | 3 |
| 1.5. Manfaat Penelitian | 3 |
| 1.6. Metode Penelitian | 4 |
| 1.7. Sistematika Penulisan | 4 |
| | |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1. Tinjauan Pustaka Relevan | 6 |
| 2.2. Mikrokontroler ATmega328 | 7 |
| 2.2.1 Konfigurasi Pin ATmega328P | 9 |
| 2.2.2 Pemrograman | 11 |
| 2.3. Resistor | 12 |
| 2.4. Power Supply | 12 |
| 2.4.1. Sumber Arus Searah (DC) | 12 |

| | |
|-----------------------------------------------|-----------|
| 2.4.2. Sumber Arus Bolak-Balik (AC) | 13 |
| 2.5. Sensor | 15 |
| 2.5.1. Sensor Tegangan ZMPT101B | 16 |
| 2.5.2. Sensor Arus AC Single Phase 5A | 16 |
| 2.5.3. Sensor LM35 | 17 |
| 2.5.3.1. Struktur Sensor LM35 | 18 |
| 2.5.3.2. Karakteristik Sensor LM35 | 19 |
| 2.6. <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD) | 21 |
| 2.7. Refrigerator GEA RS-06 DR | 22 |
| 2.7.1. Komponen Refrigerator | 23 |
| | |
| BAB 3 METODE PENELITIAN | 28 |
| 3.1. Jadwal dan Lokasi Penelitian | 28 |
| 3.2. Peralatan dan Bahan Penelitian | 28 |
| 3.3. Data Perancangan | 30 |
| 3.3.1. Daftar Input dan Output yang Digunakan | 38 |
| 3.3.2. Perancangan Program Arduino | 30 |
| 3.4. Tahapan Perancangan Alat | 35 |
| 3.4.1. Perancangan Blok Diagram Sistem | 36 |
| 3.4.2. Diagram Alir Perancangan Sistem | 38 |
| 3.5. Prosedur Uji Coba Rangkaian | 40 |
| | |
| BAB 4 ANALISA DAN HASIL PEMBAHASAN | 42 |
| 4.1. Hasil Uji Coba Rangkaian. | 42 |
| 4.1.1. Pengujian Sensor Tegangan ZMPT101B | 42 |

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| 4.1.2. Pengujian Sensor Arus ZHT103 | 46 |
| 4.1.3. Pengujian Sensor Suhu LM35 | 48 |
| 4.2. Analisa Software Arduino-Uno | 50 |
| 4.3. Pengujian Secara Keseluruhan | 55 |
| BAB 5 PENUTUP | 62 |
| 5.1. Kesimpulan | 62 |
| 5.2. Saran | 63 |
| DAFTAR PUSTAKA | |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR TABEL

| | |
|---------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1.a Konfigurasi PORTB | 10 |
| Tabel 2.1.b Konfigurasi PORTC | 10 |
| Tabel 2.1.c Konfigurasi PORTD | 11 |
| Tabel 2.2 Karakteristik IC78xx atau 79xx | 15 |
| Tabel 4.1 Hasil Uji Coba Sensor Tegangan ZMPT101b | 45 |
| Tabel 4.2 Hasil Uji Coba Sensor Suhu LM35 | 48 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Blok Diagram Mikrokontroler ATmega 328P | 9 |
| Gambar 2.2 Konfigurasi Pin ATmega 328P | 9 |
| Gambar 2.3 Simbol Sumber Arus Bolak-Balik | 13 |
| Gambar 2.4 Rangkaian Regulator Tegangan IC78xx | 14 |
| Gambar 2.5 Sensor Tegangan ZMPT101b | 16 |
| Gambar 2.6 Sensor Arus AC Single Phase | 17 |
| Gambar 2.7 Sensor LM35 dan Konfigurasi Pin LM35 | 18 |
| Gambar 2.8 Skematik Rangkaian Dasar Sensor Suhu | 19 |
| Gambar 2.9 LCD 4x20 CHARS | 22 |
| Gambar 2.10 Refrigerator GEA RS-06DR | 23 |
| Gambar 2.11 Kondensor | 25 |
| Gambar 2.12 Filter | 26 |
| Gambar 3.1 Software Arduino 1.8.5 | 31 |
| Gambar 3.2 Menu File Baru | 30 |
| Gambar 3.3 Pemilihan Board Arduino | 32 |
| Gambar 3.4 Membuat File Proyek Baru | 32 |
| Gambar 3.5 Proses Verify Program | 33 |
| Gambar 3.6 Proses Upload Program Ke Arduino | 34 |
| Gambar 3.7 Skematik Keseluruhan | 35 |
| Gambar 3.8 Blok Diagram Sistem Refrigerator | 36 |
| Gambar 3.9 Diagram Blok Kerja Sistem | 38 |
| Gambar 3.10 Flowchart Sistem Perangkat | 39 |
| Gambar 4.1 Pengujian Sensor Tegangan ZMPT101b | 44 |
| Gambar 4.2 Hasil Pengujian Sensor Arus ZHT103 | 48 |
| Gambar 4.3 Pengujian Sensor Suhu LM35 | 50 |
| Gambar 4.4 Tampilan Untuk Tegangan Input drop dan PTC drop | 55 |
| Gambar 4.5 Pengukuran Temperatur dan Tampilan pada Frezer dan Pipa Kapiler | 57 |
| Gambar 4.6 Rangkaian Simulasi Keseluruhan | 58 |
| Gambar 4.7 Diagram Blok Refrigerator Mini GEA type RS-06DR | 59 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.8 Skematik Keseluruhan Refrigerator dan sistem Monitoring | 60 |
| Gambar 4.9 Hasil Uji Coba Pengukuran Rangkaian Keseluruhan | 61 |

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN PROGRAM

```
#include "EmonLib.h"
#include <LiquidCrystal.h>

#define VOLT_IN 155.26
#define VOLT_OUT 158.26

EnergyMonitor emon1;
EnergyMonitor emon2;
EnergyMonitor emon3;

const int tempIn = A2;
const int tempOut = A3;

//led hijau = 1, led merah = 0;
const int led1 = 9;
const int led2 = 10;
const int led3 = 8;

const int buzz = 12;
const int rly = 13;

int RawValue1 = 0;
int RawValue2 = 0;

double tempInC = 0;
double tempOutC = 0;

double voltage1 = 0;
double voltage2 = 0;

const int rs = 2, en = 3, d4 = 4, d5 = 5, d6 = 6, d7 = 7;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);

byte energy[8] = {0b01010, 0b01010, 0b11111, 0b11111, 0b11111, 0b01110,
0b00100, 0b00100};
byte noenergy[8] = {0b01010, 0b01010, 0b11111, 0b10001, 0b10001, 0b01110,
0b00100, 0b00100};
byte temps[8] = {0b00100, 0b01010, 0b01010, 0b01110, 0b01110, 0b11111,
0b11111, 0b01110};
byte amps[8] = {0b00010, 0b00100, 0b01000, 0b11111, 0b00010, 0b00100,
0b01000, 0b00000};

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  //Serial.begin(9600);
```

```

lcd.begin(20, 4);
lcd.createChar(0, energy);
lcd.createChar(1, noenergy);
lcd.createChar(2, amps);
lcd.createChar(3, temps);

emon1.voltage(5, VOLT_IN, 1.7);
emon2.voltage(4, VOLT_OUT, 1.7);
emon3.current(0, 60);

pinMode(led1, OUTPUT);
digitalWrite(led1, HIGH);
pinMode(led2, OUTPUT);
digitalWrite(led2, HIGH);
pinMode(led3, OUTPUT);
digitalWrite(led3, HIGH);

pinMode(buzz, OUTPUT);
pinMode(rly, OUTPUT);

lcd.clear();
lcd.print(" Monitoring Error V1");
lcd.setCursor(2, 1);
lcd.print("For Regrigerator");
delay(1000);
lcd.clear();
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:

  volt();
  temp();
  current();

}

void volt(){
  emon1.calcVI(20, 2000);
  emon2.calcVI(20, 2000);

  float supplyVoltageIn = emon1.Vrms;
  float supplyVoltageOut = emon2.Vrms;

  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.write(byte(0));
  lcd.print(" = ");
  lcd.print(supplyVoltageIn);

```

```

lcd.print("V");

lcd.setCursor(0, 1);
lcd.write(byte(0));
lcd.print(" = ");
lcd.print(supplyVoltageOut);
lcd.print("V");

if(supplyVoltageIn <= 180.0){
  while(supplyVoltageIn < 180.0){
    lcd.clear();
    digitalWrite(led1, LOW);
    digitalWrite(buzz, HIGH);
    digitalWrite(rly, HIGH);
    lcd.print("Voltage INPUT LOW");
    delay(500);
    lcd.clear();
    digitalWrite(led1, HIGH);
    digitalWrite(buzz, LOW);
    digitalWrite(rly, HIGH);
    lcd.print("NEED HELP PLEASE");
    delay(500);
  }
  if(supplyVoltageOut <= 180.0){
    while(supplyVoltageOut < 180.0){
      lcd.clear();
      digitalWrite(led1, LOW);
      digitalWrite(buzz, HIGH);
      digitalWrite(rly, HIGH);
      lcd.print("Voltage PTC LOW");
      delay(500);
      lcd.clear();
      digitalWrite(led1, HIGH);
      digitalWrite(buzz, LOW);
      digitalWrite(rly, HIGH);
      lcd.print("NEED HELP PLEASE");
      delay(500);
    }
  }
}

void temp(){
  RawValue1 = analogRead(tempIn);
  voltage1 = (RawValue1/1023.0) * 5000;
  tempInC = voltage1 * 0.1;

  RawValue2 = analogRead(tempOut);

```

```
voltage2 = (RawValue2/1023.0) * 5000;  
tempOutC = voltage2 * 0.1;
```

```
lcd.setCursor(0, 3);  
lcd.write(byte(3));  
lcd.print(tempInC);  
lcd.print((char)223);  
lcd.print("C");
```

```
lcd.setCursor(11, 3);  
lcd.write(byte(3));  
lcd.print(tempOutC);  
lcd.print((char)223);  
lcd.print("C");
```

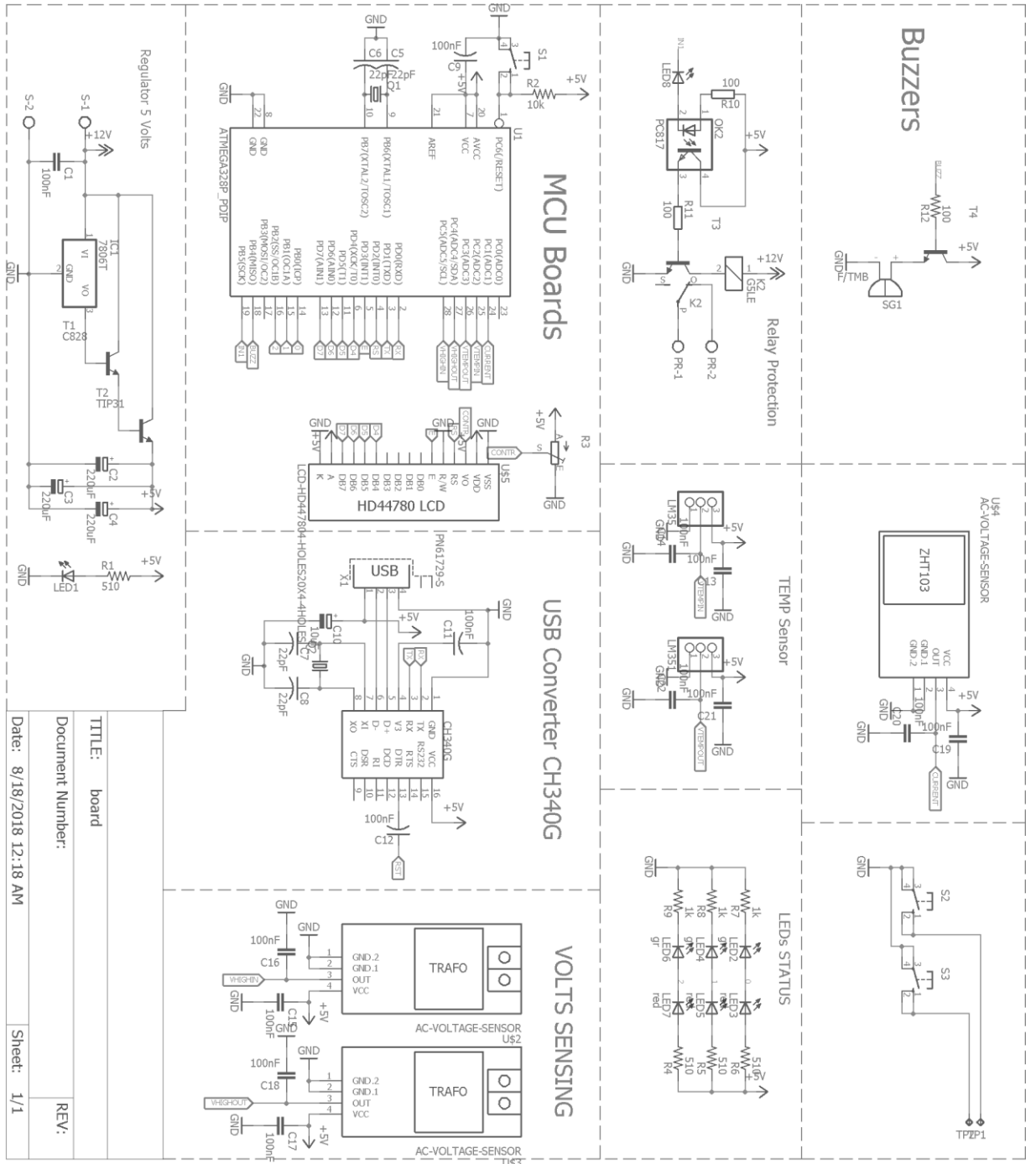
```
if(tempInC >= 25.0){  
  while(tempInC > 25.0){  
    lcd.clear();  
    digitalWrite(led2, LOW);  
    digitalWrite(buzz, HIGH);  
    digitalWrite(rly, HIGH);  
    lcd.print("Temperatur Froze Hot");  
    delay(500);  
    lcd.clear();  
    digitalWrite(led2, HIGH);  
    digitalWrite(buzz, LOW);  
    digitalWrite(rly, HIGH);  
    lcd.print("NEED HELP PLEASE");  
    delay(500);  
  }  
  if(tempOutC <= 35){  
    while(tempInC > 35.0){  
      lcd.clear();  
      digitalWrite(led2, LOW);  
      digitalWrite(buzz, HIGH);  
      digitalWrite(rly, HIGH);  
      lcd.print("Temperatur Pipe Low");  
      delay(500);  
      lcd.clear();  
      digitalWrite(led2, HIGH);  
      digitalWrite(buzz, LOW);  
      digitalWrite(rly, HIGH);  
      lcd.print("NEED HELP PLEASE");  
      delay(500);  
    }  
  }  
}
```



```
void current(){
  double Irms = emon3.calcIrms(1480);

  lcd.setCursor(0, 2);
  lcd.write(byte(2));
  lcd.print(" = ");
  lcd.print(Irms);
  lcd.print("A");
}
```

Schematic Diagram :



TITLE: board
 Document Number:
 Date: 8/18/2018 12:18 AM
 REV:
 Sheet: 1/1

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini sistem *refrigerasi* memegang peranan penting dalam kehidupan manusia, baik mesin *refrigerasi* yang berskala besar untuk industri-industri maupun untuk keperluan rumah tangga. Teknologi ini dibutuhkan untuk penyimpanan bahan makanan, penyimpanan distribusi makanan dan proses kimia yang memerlukan pendinginan yang bertujuan mengawetkan makanan dan bahan-bahan lain di dalam *refrigerator* (Faozan, Imam. 2015).

Perkembangan teknologi yang sangat pesat banyak menghasilkan peralatan-peralatan yang berguna tinggi. *Refrigerator* contohnya yang kita kenal sehari-hari dengan nama kulkas dapat menghasilkan dingin yang dapat kita sesuaikan untuk kehidupan kita. Dimana saat ini penggunaan *refrigerator* atau kulkas meningkat pesat dikarenakan cuaca yang panas memaksa kita untuk menggunakan *refrigerator* untuk minuman dingin dan lain sebagainya. Penggunaan *refrigerator* yang meningkat pesat juga memungkinkan kerusakan yang pesat pula pada *refrigerator*. Hal ini pastinya membuat para teknisi *refrigerator* kewalahan untuk menerima keluhan setiap harinya (Fitriandi. A, Komalasari. E, Gusmedi. H. 2016).

Peralatan rumah tangga berbasis listrik sering disebut barang elektronik pada saat ini dapat dikatakan sudah menjadi kebutuhan pokok, tingkat permintaan yang tinggi, membuat para pengusaha berusaha menarik konsumen dengan berbagai cara, satu diantara produk tersebut adalah *refrigerator* atau lemari pendingin, dengan demikian adanya barang elektronik tersebut berkorelasi

langsung dengan bagus tidaknya barang tersebut (Arihutomo. M, Suwito, M.R. 2012).

Melihat hal-hal diatas maka penulis tertarik untuk meneliti tentang sebuah sistem *monitoring* yang dapat memudahkan pekerjaan teknisi. Dilihat dari setiap sisi kerusakan yang sering terjadi pada *refrigerator*. Maka penulis mengambil kesimpulan untuk meletakkan sebuah sensor yang diletakkan pada sisi-sisi *refrigerator* yang rentan dari kerusakan. Kemudian menggunakan sebuah indikator yang dapat menampilkan data dari setiap sensor yang digunakan.

Dari uraian yang telah disebutkan diatas, maka penulis tertarik untuk membuat sebuah penelitian dengan judul “**Rancangan Sistem Monitoring Terpadu Pada Refrigerator Berbasis Mikrokontroler**”. Diharapkan sistem yang dirancang nantinya dapat memudahkan pekerjaan para teknisi kulkas dalam melakukan pekerjaan dan dapat mempercepat pekerjaannya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah dalam skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara merancang sistem Alat *Monitoring* Terpadu pada *Refrigerator* Berbasis Mikrokontroler.
2. Bagaimana cara menganalisa kerusakan yang sering terjadi pada *Refrigerator*.
3. Bagaimana cara mengukur tingkat akurasi sistem yang akan dirancang.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dari perancangan alat *Monitoring* ini adalah :

1. Membuat rancangan suatu sistem Alat *Monitoring* Terpadu pada *Refrigerator* berbasis Mikrokontroler.
2. Mengetahui berbagai permasalahan pada Refrigerator.
3. Mengetahui tingkat akurasi dari sistem yang dirancang.

1.4 Batasan Masalah

Untuk memperjelas ruang lingkup permasalahan dan mencegah kemungkinan meluasnya masalah ataupun penyimpangan dari fokus pembahasan perancangan alat, maka diperlukan pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Perancangan sistem Monitoring pada *Refrigerator* menggunakan mikro kontroler.
2. Menggunakan sensor ZMPT101B sebagai sensor tegangan AC 220 volt, menggunakan sensor arus ZHT103 sebagai pengukur arus AC, menggunakan sensor suhu LM35 sebagai pengukur suhu.
3. Menggunakan *display character 20x4* sebagai penampil *display*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dalam penelitian ini adalah :

1. Memberikan kemudahan bagi teknisi dan pengguna *Refrigerator*.
2. Diharapkan kinerja kerja dari sistem *Monitoring* yang dirancang dapat bekerja secara maksimal.

1.6 Metode Penelitian

Dalam penulisan penelitian ini digunakan beberapa metode sebagai berikut:

1. Studi Lapangan

Metode ini dilakukan penulis untuk mendesain, merancang, menguji, dan mengimplementasikan alat yang penulis buat dengan melakukan uji coba langsung.

2. Studi Pustaka

Metode ini dilakukan untuk mencari sumber-sumber kajian, landasan teori yang mendukung data-data informasi sebagai acuan dalam melakukan perencanaan, percobaan, pembuatan, dan penyusunan laporan.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan ini terdiri dari 5 bab, dengan tujuan untuk mempermudah dalam pembahasan. Adapun sistematika penulisan tersebut adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi Latar Belakang, Tujuan Penulisan, Rumusan Masalah, Pembatasan Masalah, Metode Penelitian dan Sistematika Penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi tentang dasar teori-teori penunjang yang berkaitan dengan alat yang penulis buat.

BAB III : METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan menerangkan lokasi dilaksanakannya penelitian, peralatan yang dipergunakan pada saat penelitian, data-data penelitian, jalannya penelitian dan jadwal penelitian.

BAB IV : ANALISIS DAN HASIL PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas penjelasan tentang hasil dari uji coba alat dan menganalisa dari hasil yang didapat dari hasil percobaan yang dilakukan beberapa kali.

BAB V : PENUTUP

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran. Kesimpulan didapat dari data-data hasil pengujian yang dibandingkan dengan tujuan tugas akhir ini dan saran bertujuan untuk perbaikan serta pengembangan lebih lanjut.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Berikut ini beberapa penelitian yang dilakukan terdahulu untuk mendukung penelitian penulis dalam perancangan alat monitoring kesusakan pada *refrigerator* berbasis mikrokontroler diantaranya :

Moh Subchan, Ritzkal (2017), Sistem monitoring suhu kulkas penyimpanan darah berbantuan aplikasi WEB. Jurnal ini membahas tentang bagaimana cara untuk memonitoring suhu kulkas untuk penyimpanan darah pada sebuah rumah sakit. Hasil monitoring ditampilkan pada laman WEB dengan bantuan internet untuk komunikasi jarak jauh. Hasil pengukuran suhu antara sensor DHT11 dan *display* unit terdapat perbedaan. Selisih pengukuran yang terjadi rata-ratanya adalah 1 °C.

Bunayya Ibnu Gaza, Soewarto Hardhienata, Teguh Pujanegara (2017), Rancang bangun *coolbox portable* dengan pengaturan suhu menggunakan Arduino uno. Pada jurnal ini membahas tentang bagaimana cara membangun *coolbox* atau kotak pendingin secara portabel. Hasil yang didapat adalah sensor *Peltier* sangat berpengaruh pada keadaan suhu luar. Didapatkan perbedaan antara suhu yang terdapat pada sensor terhadap suhu yang ada didalam *box* rancangan. Suhu terhadap *peltier* cenderung lebih dingin dibanding dengan suhu yang terdapat didalam *box*.

Noveri Lysbetti M. Analisis perancangan lemari es *Hot and Cool*. Penelitian dalam jurnal ini membahas tentang bagaimana perancangan lemari es panas dan dingin. Didapatkan hasil untuk pendinginan dibutuhkan waktu 10 jam untuk mencapai suhu terendah yaitu -16 °C dari keadaan normal dengan suhu 27.5

°C. Pada pemanas dibutuhkan waktu dalam 2 jam 15 menit (135 menit) untuk mencapai suhu maksimum yaitu 60 °C dari suhu normal 27.5 °C.

Sistem yang dirancang haruslah sesuai dengan apa yang diharapkan. Untuk itu digunakan berbagai komponen yang dapat menunjang untuk mendapatkan hasil yang baik.

2.2 Mikrokontroler ATmega328

ATmega328 adalah mikrokontroler keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*).

Mikrokontroler ini memiliki beberapa fitur antara lain :

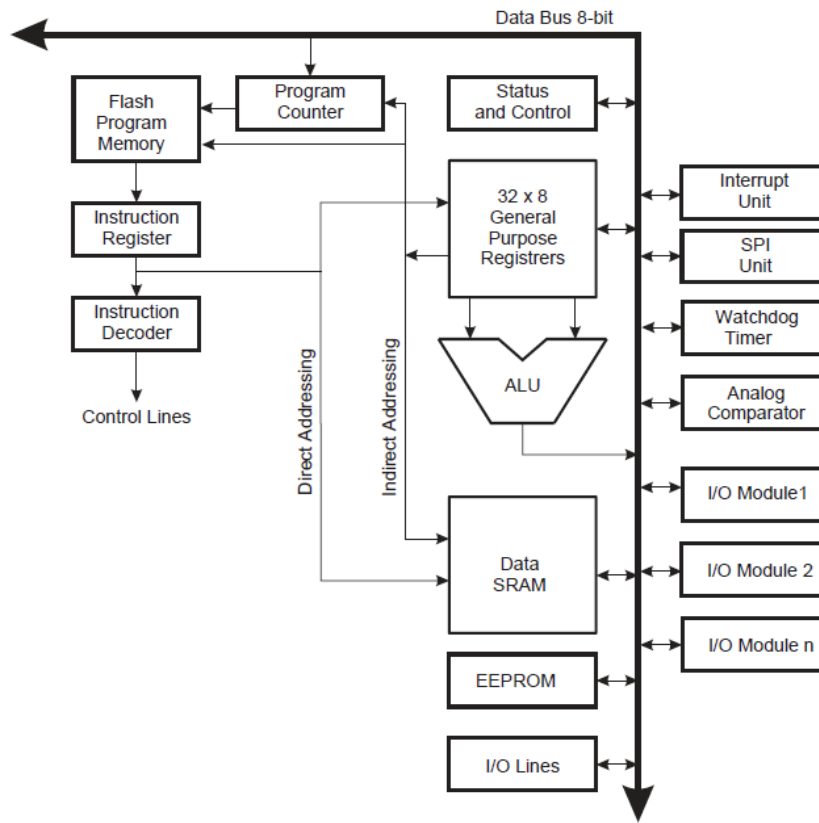
- 130 macam instruksi yang hamper semuanya dieksekusi dalam satu siklus *clock*.
- 32 x 8 – bit register serba guna.
- Kecepatan mencapai 16MIPS dengan *clock* 16 Mhz.
- 32 KB *Flash Memory* dan pada arduino memiliki *bootloader* yang menggunakan 2 KB dari *flash memori* sebagai *bootloader*.
- Memiliki *EEPROM* (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 1 KB sebagai tempat penyimpanan data *semi permanent* karena *EEPROM* tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
- Memiliki *SRAM* (*Static Random Acces Memory*) sebesar 2 KB.
- Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya PWM (*Pulse Width Modulation*) output.

- *Master / Slave SPI Serial interface.*

Mikrokontroler ATmega328 memiliki arsitektur *Harvard*, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja dan *parallelism*. Instruksi-instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program. Konsep inilah yang memungkinkan instruksi-instruksi dapat dieksekusi dalam setiap satu siklus clock. 32 x 8-bit register serba guna digunakan untuk mendukung operasi pada ALU (*Arithmetic Logic Unit*) yang dapat dilakukan dalam satu siklus. 6 dari register serbaguna ini dapat digunakan sebagai 3 buah register pointer 16-bit pada mode pengalamatan tidak langsung untuk mengambil data pada ruang memori data.

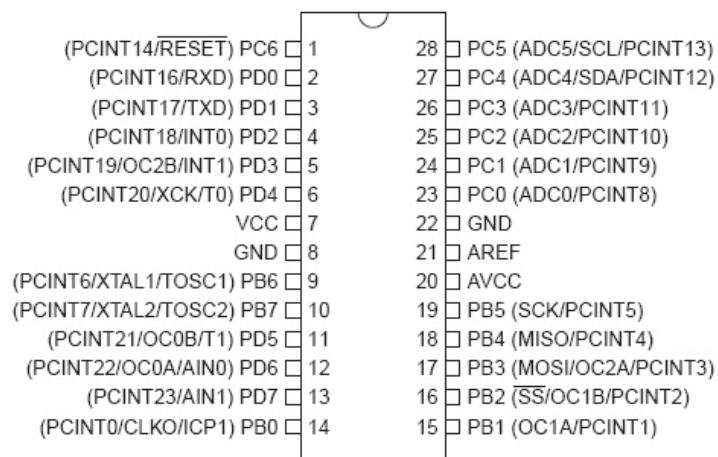
Ketiga register pointer 16-bit ini disebut dengan register X (gabungan R26 dan R27), register Y (gabungan R28 dan R29), dan register Z (gabungan R30 dan R31). Hampir semua instruksi AVR memiliki format 16-bit. Setiap alamat memori program terdiri dari instruksi 16-bit atau 32-bit. Selain register serba guna diatas, terdapat register lain yang terpetakan dengan teknik *memory mapped I/O* selebar 64 byte. Beberapa register ini digunakan untuk fungsi khusus antara lain sebagai register control Timer/Counter, Interupsi, ADC, USART, SPI, EEPROM, dan fungsi I/O lainnya. Register-register ini menempati memori pada alamat 0x20h - 0x5Fh.

Berikut ini adalah tampilan arsitektur ATmega 328 :



Gambar 2.1 : Blok Diagram Mikrokontroler ATmega328

2.2.1 Konfigurasi Pin ATmega 328P



Gambar 2.2 : Konfigurasi Pin ATmega328P

Tabel 2.1.a : Konfigurasi PORTB

| Port Pin | Alternate Functions |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PB7 | XTAL2 (Chip Clock Oscillator pin 2) TOSC2 (Timer Oscillator pin 2) PCINT7 (Pin Change Interrupt 7) |
| PB6 | XTAL1 (Chip Clock Oscillator pin 1 or External clock input) TOSC1 (Timer Oscillator pin 1) PCINT6 (Pin Change Interrupt 6) |
| PB5 | SCK (SPI Bus Master clock Input) PCINT5 (Pin Change Interrupt 5) |
| PB4 | MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output) PCINT4 (Pin Change Interrupt 4) |
| PB3 | MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input) OC2A (Timer/Counter2 Output Compare Match A Output) PCINT3 (Pin Change Interrupt 3) |
| PB2 | \overline{SS} (SPI Bus Master Slave select) OC1B (Timer/Counter1 Output Compare Match B Output) PCINT2 (Pin Change Interrupt 2) |
| PB1 | OC1A (Timer/Counter1 Output Compare Match A Output) PCINT1 (Pin Change Interrupt 1) |
| PB0 | ICP1 (Timer/Counter1 Input Capture Input) CLKO (Divided System Clock Output) PCINT0 (Pin Change Interrupt 0) |

Tabel 2.1.b : Konfigurasi PORTC

| Port Pin | Alternate Function |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PC6 | \overline{RESET} (Reset pin) PCINT14 (Pin Change Interrupt 14) |
| PC5 | ADC5 (ADC Input Channel 5) SCL (2-wire Serial Bus Clock Line) PCINT13 (Pin Change Interrupt 13) |
| PC4 | ADC4 (ADC Input Channel 4) SDA (2-wire Serial Bus Data Input/Output Line) PCINT12 (Pin Change Interrupt 12) |
| PC3 | ADC3 (ADC Input Channel 3) PCINT11 (Pin Change Interrupt 11) |
| PC2 | ADC2 (ADC Input Channel 2) PCINT10 (Pin Change Interrupt 10) |
| PC1 | ADC1 (ADC Input Channel 1) PCINT9 (Pin Change Interrupt 9) |
| PC0 | ADC0 (ADC Input Channel 0) PCINT8 (Pin Change Interrupt 8) |

Tabel 2.1.c : Konfigurasi PORTD

| Port Pin | Alternate Function |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PD7 | AIN1 (Analog Comparator Negative Input) PCINT23 (Pin Change Interrupt 23) |
| PD6 | AIN0 (Analog Comparator Positive Input) OC0A (Timer/Counter0 Output Compare Match A Output) PCINT22 (Pin Change Interrupt 22) |
| PD5 | T1 (Timer/Counter 1 External Counter Input) OC0B (Timer/Counter0 Output Compare Match B Output) PCINT21 (Pin Change Interrupt 21) |
| PD4 | XCK (USART External Clock Input/Output) T0 (Timer/Counter 0 External Counter Input) PCINT20 (Pin Change Interrupt 20) |
| PD3 | INT1 (External Interrupt 1 Input) OC2B (Timer/Counter2 Output Compare Match B Output) PCINT19 (Pin Change Interrupt 19) |
| PD2 | INT0 (External Interrupt 0 Input) PCINT18 (Pin Change Interrupt 18) |
| PD1 | TXD (USART Output Pin) PCINT17 (Pin Change Interrupt 17) |
| PD0 | RXD (USART Input Pin) PCINT16 (Pin Change Interrupt 16) |

2.2.2 Pemrograman

Perancangan yang dilakukan pada penelitian ini adalah merancang *board* mikrokontroler dan menambahkan *bootloader* USBASP yang kompatibel dengan *software Arduino IDE*. Caranya adalah dengan mengedit *bootloader* USBASP kemudian menambahkan *board* konfigurasi pada *software* arduino. Kemudian dapat dipilih *board* yang sudah ditambahkan dari *tool* lalu sesuaikan dengan mikrokontroler yang digunakan. Tujuannya adalah untuk mempermudah penggunaan mikrokontroler dan juga meminimalkan penggunaan PCB yang terlampau banyak karena semuanya dapat dirancang menggunakan 1 buah PCB. Kekurangannya adalah *board* yang dirancang belum dapat berkomunikasi secara *serial* dengan komputer atau laptop dikarenakan belum adanya *chip converter serial to USB* seperti *chip* FT232L dari *maxim*.

2.3 Resistor

Widodo Budiharto dan Sigit Firmansyah (2008:3) menyatakan :” Resistor adalah komponen elektrik yang berfungsi memberikan hambatan terhadap aliran arus listrik. Setiap benda adalah resistor, karena pada dasarnya tiap benda dapat memberikan hambatan listrik. Dalam rangkaian listrik dibutuhkan resistor dengan spesifikasi tertentu, seperti besar hambatan, arus maksimum yang boleh dilewatkan dan karakteristik hambatan terhadap suhu dan panas.

Winarno dan Deni Arifianto (2011:4) menyatakan :” Resistor atau hambatan listrik adalah salah satu komponen elektronik yang digunakan untuk membatasi arus yang mengalir dalam rangkaian tertutup. Lambang komponen resistor dalam elektronika adalah huruf R dan satuannya adalah ohm (Ω). Berikut adalah jenis-jenis resistor yang biasa digunakan dalam rangkaian elektronik.

2.4 Power Supply

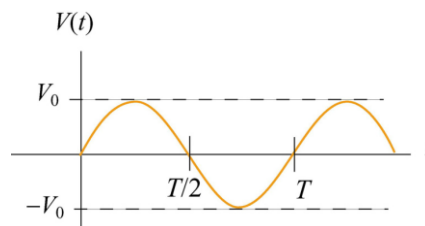
Power supply atau sumber tegangan/catu daya adalah suatu alat atau sistem yang dapat menghasilkan energi listrik.

2.4.1 Sumber Arus Searah (*direct current/DC*)

Arus listrik searah adalah arus listrik yang bernilai konstan dan mengalir dari potensial tinggi (+) ke potensial rendah (-). Besar arus listrik searah yang sering kita temukan berkisar antara 1,5 hingga 24 volt. Arus listrik searah biasa digunakan pada baterai, dinamo arus searah, dan aki. Sumber tegangan searah merupakan sumber tegangan yang tidak mengalami perubahan terhadap waktu.

2.4.2 Sumber arus bolak-balik (*alternating current/AC*)

Arus listrik bolak-balik adalah arus listrik dengan besar dan arah yang berubah-ubah secara bolak-balik. Arus AC mengalir bolak-balik dari potensial tinggi (+) ke potensial rendah (-) dan dari potensial rendah (-) ke potensial tinggi (+). Dalam 1 detik, arus AC berbolak-balik sebanyak 50 hingga 60 kali. Gelombang listrik pada arus bolak-balik berbentuk sinusoida, gelombang segi empat atau gelombang segitiga. Contoh penggunaan arus listrik bolak-balik yaitu pada jaringan PLN dan generator AC. Jika menggunakan tegangan PLN, besar arus listrik bolak-balik berkisar antara 210 s/d 220 volt AC.



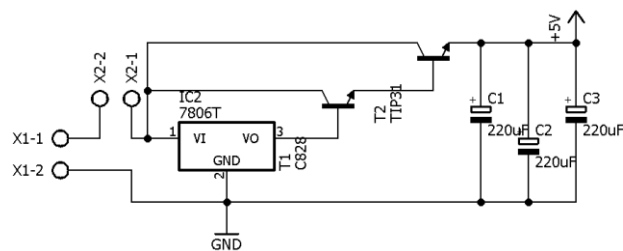
Gambar 2.3 : Simbol Sumber Arus Bolak-Balik

(Sumber : web.mit.edu/viz/EM/visualizations/coursenotes/modules/guide12.pdf)

Penggunaan arus bolak-balik (AC) pada aplikasi tidak dilakukan secara langsung, tetapi harus diubah terlebih dahulu menjadi arus searah (DC). Alat yang digunakan untuk mengubah tegangan listrik bolak-balik menjadi tegangan listrik searah dinamakan adaptor. Adaptor dapat mengeluarkan tegangan searah dengan nilai yang berbeda-beda, mulai dari 1,5 hingga 12 volt, dan dapat diperbesar sesuai dengan kebutuhan.

Peralatan elektronik membutuhkan sumber tegangan dalam operasinya baik itu tegangan AC (*Alternate current*) atau DC (*dirrect current*) dan besarnya *output* sumber tegangan harus disesuaikan dengan kebutuhan sistem elektronika itu sendiri.

Berikut adalah skema elektronik regulator tegangan menggunakan IC 78XX dan IC 79XX dimana “XX” adalah tegangan stabil DC *output*.



Gambar 2.4 : Rangkaian Regulator Tegangan IC 78XX

Maksud dari “XX” di IC adalah tegangan yang dihasilkan contohnya

- IC 7805 untuk menstabilakan tegangan DC +5 Volt
- IC 7809 untuk menstabilakan tegangan DC +9 Volt
- IC 7905 untuk menstabilakn tegangan DC -5 Volt
- IC 7909 untuk menstabilakn tegangan DC -9 Volt

Dalam penggunaan IC 78XX atau 79XX terdapat beberapa karakteristik yang harus diperhatikan diantaranya *Regulation Voltage*, *Maximum Current*, *Minimum Input Voltage*. Contohnya:

Tabel 2.2 Karakteristik IC 78XX atau 79XX

| Type Number | Regulation Voltage | Maximum Current | Minimum Voltage | Input |
|-------------|--------------------|-----------------|-----------------|-------|
| 78L05 | +5V | 0.1A | +7V | |
| 78L12 | +12V | 0.1A | +14.5V | |
| 78L15 | +15V | 0.1A | +17.5V | |
| 78M05 | +5V | 0.5A | +7V | |
| 78M12 | +12V | 0.5A | +14.5V | |
| 78M15 | +15V | 0.5A | +17.5V | |
| 7805 | +5V | 1A | +7V | |
| 7806 | +6V | 1A | +8V | |
| 7808 | +8V | 1A | +10.5V | |
| 7812 | +12V | 1A | +14.5V | |
| 7815 | +15V | 1A | +17.5V | |
| 7824 | +24V | 1A | +26V | |
| 78S05 | +5V | 2A | +8V | |
| 78S09 | +9V | 2A | +12V | |
| 78S12 | +12V | 2A | +15V | |
| 78S15 | +15V | 2A | +18V | |

2.5 Sensor

Sensor adalah jenis transduser yang digunakan untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor sering digunakan untuk pendeteksian pada saat melakukan pengukuran atau pengendalian.

Sensor adalah alat untuk mendeteksi/mengukur sesuatu, yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Dalam lingkungan sistem pengendali dan robotika, sensor memberikan kesamaan yang menyerupai mata, pendengaran, hidung, lidah yang kemudian akan diolah oleh kontroler sebagai otaknya (Petruzella, 2001). Sensor dalam teknik pengukuran dan pengaturan secara elektronik berfungsi

mengubah besaran fisik (misalnya : temperatur, gaya, kecepatan putaran) menjadi besaran listrik yang proposional.

2.5.1 Sensor Tegangan ZMPT101B

Sensor tegangan ZMPT101B adalah *module* yang digunakan untuk mengukur tegangan AC 1 fasa. Sensor tegangan ZMPT101B dirancang dengan menggunakan transformator sehingga hanya dapat dipergunakan untuk membaca tegangan AC. sensor ZMPT101B diproduksi oleh Interplus Industry Co. Ltd. Pada dasarnya ZMPT101B adalah sebuah *transformator* yang berukuran kecil. Penambahan rangkaian Op-amp ditambahkan agar sinyal keluaran dari transformator dapat diperkuat dan diumpankan ke *board* arduino uno. Sensor ZMPT101B memiliki fitur sebagai berikut :

1. Supply Voltage : 5 Vdc
2. Input arus : 2 mA
3. Signal output : Analog
4. Dimensi : 5 cm x 2 cm x 2.4 cm
5. Range Voltage 1 10-250V AC sistem *Active Transformator*.



Gambar 2.5 : Sensor Tegangan ZMPT101B

2.5.2 Sensor Arus AC Single Phase 5A

Sensor arus adalah sensor yang dapat mengukur arus listrik AC pada sekeliling kabel dengan memanfaatkan sinyal yang dikeluarkan oleh listrik yang berjalan pada sebuah penampang. Sinyal yang dihasilkan bisa tegangan analog atau arus atau bahkan digital. Hal ini dapat kemudian digunakan untuk menampilkan arus yang akan diukur dalam *ammeter* atau dapat disimpan untuk analisis lebih lanjut dalam sistem data atau dapat dimanfaatkan untuk tujuan kontrol sistem. Pada penelitian ini, sensor arus yang digunakan memiliki tipe ZHT103 dengan sistem Op-Amp yang telah disatukan. Sensor ini KEMET Electronics Corporation.



Gambar 2.6 : Sensor Arus AC Single Phase

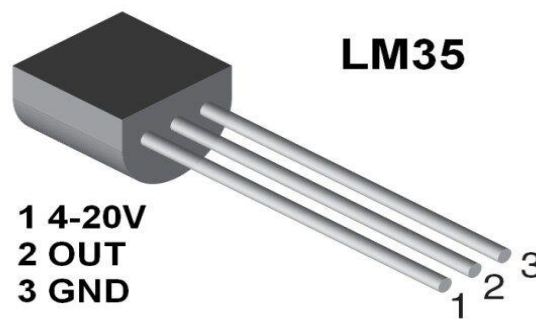
2.5.3 Sensor LM35

Sensor suhu LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Sensor Suhu LM35 yang dipakai dalam penelitian ini berupa komponen elektronika yang diproduksi oleh *National Semiconductor*. LM35 memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain, LM35 juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan

linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan.

Meskipun tegangan sensor ini dapat mencapai 30 volt akan tetapi yang diberikan kesensor adalah sebesar 5 volt, sehingga dapat digunakan dengan catu daya tunggal dengan ketentuan bahwa LM35 hanya membutuhkan arus sebesar 60 μ A hal ini berarti LM35 mempunyai kemampuan menghasilkan panas (*self-heating*) dari sensor yang dapat menyebabkan kesalahan pembacaan yang rendah yaitu kurang dari 0,5 $^{\circ}$ C pada suhu 25 $^{\circ}$ C .

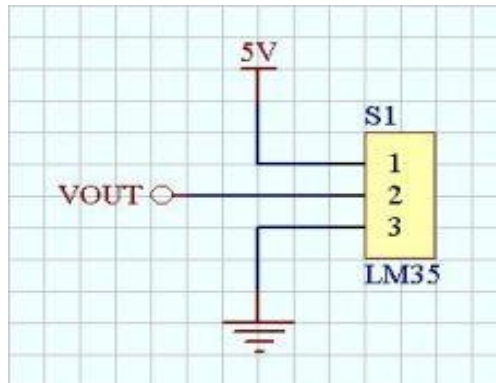
2.5.3.1 Struktur Sensor LM35



Gambar 2.7 : Sensor LM35 dan Konfigurasi Pin LM35

Gambar diatas menunjukkan bentuk dari LM35. 3 pin LM35 menunjukan fungsi masing-masing pin diantaranya, pin 1 berfungsi sebagai sumber tegangan kerja dari LM35, pin 2 atau tengah digunakan sebagai tegangan keluaran atau V_{out} dengan jangkauan kerja dari 0 Volt sampai dengan 1,5 Volt dengan tegangan operasi sensor LM35 yang dapat digunakan antar 4 Volt sampai 30 Volt. Keluaran sensor ini akan naik sebesar 10 mV setiap derajat *celcius* sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$V_{LM35} = \text{Suhu} * 10 \text{ mV}$$



Gambar 2.8 : Skematik Rangkaian Dasar Sensor Suhu

Gambar diatas kanan adalah gambar skematik rangkaian dasar sensor suhu LM35-DZ. Rangkaian ini sangat sederhana dan praktis. Vout adalah tegangan keluaran sensor yang terskala linear terhadap suhu terukur, yakni 10 milivolt per 1 °C. Jadi jika $V_{out} = 530\text{mV}$, maka suhu terukur adalah 53°C. Dan jika $V_{out} = 320\text{mV}$, maka suhu terukur adalah 32 °C. Tegangan keluaran ini bisa langsung diumpankan sebagai masukan ke rangkaian pengkondisi sinyal seperti rangkaian penguat operasional dan rangkaian *filter*, atau rangkaian lain seperti rangkaian pembanding tegangan dan rangkaian *Analog-to-Digital Converter*.

2.5.3.2 Karakteristik Sensor LM35

Adapun karakteristik sensor LM35 yaitu :

1. Memiliki sensitivitas suhu, dengan faktor skala linier antara tegangan dan suhu 10 mVolt/°C, sehingga dapat dikalibrasi langsung dalam *celcius*.
2. Memiliki ketepatan atau akurasi kalibrasi yaitu 0,5°C pada suhu 25°C seperti terlihat pada gambar 2.2.
3. Memiliki jangkauan maksimal operasi suhu antara -55°C sampai +150°C.
4. Bekerja pada tegangan 4 sampai 30 volt.
5. Memiliki arus rendah yaitu kurang dari 60 μA .

6. Memiliki pemanasan sendiri yang rendah (*low-heating*) yaitu kurang dari 0,1 °C pada udara diam.
7. Memiliki impedansi keluaran yang rendah yaitu 0,1 W untuk beban 1 mA.
8. Memiliki ketidaklinieran hanya sekitar $\pm 1/4^\circ\text{C}$.

Sensor LM35 bekerja dengan mengubah besaran suhu menjadi besaran tegangan. Tegangan ideal yang keluar dari LM35 mempunyai perbandingan 100°C setara dengan 1 volt. Sensor ini mempunyai pemanasan diri (*self heating*) kurang dari 0,1°C, dapat dioperasikan dengan menggunakan *power supply* tunggal dan dapat dihubungkan antar muka (*interface*) rangkaian control yang sangat mudah.

IC LM 35 sebagai sensor suhu yang teliti dan terkemas dalam bentuk *Integrated Circuit* (IC), dimana output tegangan keluaran sangat linear terhadap perubahan suhu. Sensor ini berfungsi sebagai penguubah dari besaran fisis suhu ke besaran tegangan yang memiliki koefisien sebesar 10 mV /°C yang berarti bahwa kenaikan suhu 1°C maka akan terjadi kenaikan tegangan sebesar 10 mV.

IC LM 35 ini tidak memerlukan pengkalibrasian atau penyetelan dari luar karena ketelitiannya sampai lebih kurang seperempat derajat celcius pada temperature ruang. Jangka sensor mulai dari - 55°C sampai dengan 150°C, IC LM35 penggunaannya sangat mudah, difungsikan sebagai kontrol dari indikator tampilan catu daya terbelah. IC LM 35 dapat dialiri arus 60 μ A dari supplay sehingga panas yang ditimbulkan sendiri sangat rendah kurang dari 0 ° C di dalam suhu ruangan.

Untuk mendeteksi suhu digunakan sebuah sensor suhu LM35 yang dapat dikalibrasikan langsung dalam C (*celcius*), LM35 ini difungsikan sebagai basic temperature sensor.

Adapun keistimewaan dari IC LM 35 adalah :

1. Kalibrasi dalam satuan derajat celcius.
2. Lineritas +10 mV/ ° C.
3. Akurasi 0,5 ° C pada suhu ruang.
4. Range +2 ° C – 150 ° C.
5. Dioperasikan pada catu daya 4 V – 30 V.
6. Arus yang mengalir kurang dari 60 μ A

Kelebihan dan kelemahan sensor LM35 adalah :

Kelebihan :

1. Rentang suhu yang jauh, antara -55 sampai + 150 °C
2. *Low self-heating*, sebesar 0,08 °C
3. Beroperasi pada tegangan 4 sampai 30V
4. Rangkaian tidak rumit
5. Tidak memerlukan pengkondisian sinyal

Kekurangan :

Membutuhkan sumber tegangan untuk beroperasi.

2.6 Liquid Crystal Display (LCD)

LCD adalah sebuah display dot matrik yang difungsikan untuk menampilkan tulisan berupa angka atau huruf sesuai dengan yang di inginkan (sesuai dengan program yang digunakan untuk mengontrolnya). Pada skripsi ini menggunakan LCD dot matrix dengan 4 x 20, sehingga kaki-kakinya berjumlah 16 pin.

LCD sebagaimana output yang dapat menampilkan tulisan sehingga lebih mudah dimengerti , dibanding jika menggunakan LED saja, dalam modul ini menggunakan LCD character untuk menampilkan tulisan atau character saja. Tampilan LCD terdiri dari dua bagian, yakni bagian panel LCD yang terdiri dari banyak titik. LCD dan sebuah arduino yang menempel dipanel dan berfungsi mengatur titik-titik LCD tadi menjadikan huruf atau angka yang terbaca.

Huruf atau angka yang akan ditampilkan dikirim ke LCD dalam bentuk kode ASCII, kode ASCII ini diterima dan diolah oleh arduino didalam LCD menjadi titik-titik LCD yang terbaca sebagai huruf atau angka. Dengan demikian tugas arduino pemakai tampilan LCD hanya mengirimkan kode-kode ASCII untuk ditampilkan.

Spesifikasi LCD secara umum:

1. Jumlah baris
2. Jumlah karakter perbaris
3. Tegangan kerja

Berikut ini gambar LCD 4x20 CHARS:



Gambar 2.9 : LCD 4x20 CHARS

2.7 Refrigerator GEA RS-06DR

Penelitian dilakukan dengan menggunakan *refrigerator* mini dari GEA dengan tipe RS-06DR. Adapun spesifikasi dari refrigerator tersebut adalah :

1. Suhu 0 ~ 8 °C
2. Tegangan 220 volt / 1-Phase
3. Kapasitas 46 liter
4. Daya 82 watt / 0.6 ampere
5. Berat 13.5 Kg
6. Pendingin R134A

Berikut gambar dari *refrigerator* mini GEA RS-06DR :



Gambar 2.10 : Refrigerator GEA RS-06DR

2.7.1 Komponen Refrigerator

Yang penting dalam komponen *refrigerator* yaitu bagian yang dialiri bahan pendingin, yang terdiri dari kompresor, kondensor, filter

(pengering/saringan), evaporator, pipa kapiler. Semua bagian harus dalam keadaan terpasang rapi agar tidak terjadi kebocoran karena jika terjadi kebocoran maka bahan pendingin akan hilang.

1. Kompresor

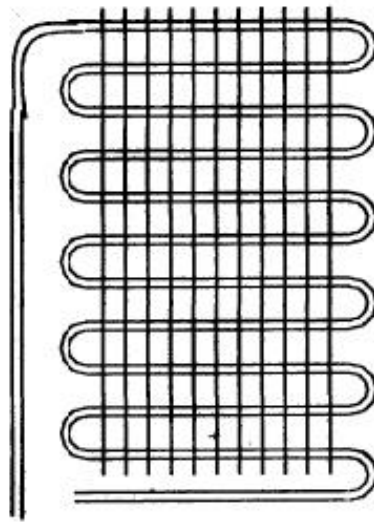
Kompresor adalah bagian terpenting dari refrigerator yang berfungsi untuk menekan bahan pendingin kesemua bagian dari sistem. Kompresor dapat diumpamakan sebagai jantung yang memompakan darah ke seluruh tubuh. Fungsi kompresor secara umum adalah :

- a. Menurunkan tekanan didalam *evaporator*, sehingga bahan pendingin cair di *evaporator* dapat mendidih atau menguap pada suhu yang lebih rendah dan menyerap lebih banyak panas dari sekitarnya.
- b. Menghisap bahan pendingin gas dari evaporator dengan suhu rendah dan tekanan rendah. Lalu memampatkan gas tersebut sehingga menjadi gas dengan suhu tinggi dan tekanan tinggi kemudian mengalirkannya ke kondensor sehingga gas tersebut dapat memberikan panasnya kepada gas yang mendinginkan kondensor lalu mengembun.

Bahan pendingin cair dapat mengalir melalui alat pengatur bahan pendingin pipa kapiler ke evaporator karena adanya perbedaan tekanan bahan pendingin Antara sisi tekanan tinggi dengan sisi tekanan rendah kompresor.

2. Kondensor

Kondensor adalah suatu alat penukar kalor. Kondensor berfungsi untuk membuang kalor dan mengubah wujud bahan pendingin dari gas menjadi cair. Kondensor adalah alat untuk membuat kondensasi bahan pendingin gas dari kompresor dengan suhu tinggi dan tekanan tinggi. Bahan pendingin didalam kondensor, dapat mengeluarkan kalor yang diserap dari evaporator dan panas yang ditambahkan oleh kompresor.



Gambar 2.11 : kondensor

3. Filter

Filter (Pengering/saringan) berfungsi untuk menyaring kotoran yang datang dari kondensor dan menyerap uap air yang terdapat pada bahan pendingin. Filter yang dipakai adalah filter yang didalamnya terdapat butiran *silicagel*, berfungsi sebagai pengering dan penyaring yang mempengaruhi dalam mengontrol jumlah bahan pendingin yang mengalir ke dalam evaporator.

Pengering dipasang secara permanen. Yang penting, bukannya berapa banyak uap air yang telah dapat diambil dari dalam sistem tetapi berapa banyak uap air yang masih tertinggal didalam sistem. Pengering harus dipakai pada semua refrigerator (lemari pendingin) karena apabila tidak memakai pengering maka dapat mengalami kejadian yang tidak diinginkan seperti :

- a. Uap air didalam sistem dapat membeku dan membuat sistem menjadi buntu.
- b. Uap air akan bereaksi dengan bahan pendingin dan minyak pelumas kompresor, yang dapat membentuk dan menyebabkan korosi.
- c. Air dan asam dapat merusak minyak pelumas kompresor sehingga membentuk endapan yang dapat membuat buntu saringan dan pipa kapiler, serta dapat merusak dan mengganggu kompresor.



Gambar 2.12 : *Filter*

4. Pipa Kapiler

Pipa kapiler terbuat dari pipa tembaga. Dengan lubang sangat kecil, panjang dan lubang pipa kapiler dapat mengontrol jumlah bahan

pendingin yang mengalir ke *evaporator*. Pipa kapiler tidak boleh dibengkokkan terlalu tajam karena menyebabkan lubang pipa tersebut menjadi buntu. Pipa kapiler menghubungkan *filter* dengan *evaporator*, yang merupakan batasan Antara sisi tekanan tinggi dan sisi tekanan rendah dari sistem.

Fungsi dari pipa kapiler adalah menurunkan tekanan bahan pendingin. Mengatur jumlah bahan pendingin yang mengalir didalam kondensor dan membangkitkan tekanan bahan pendingin didalam kondensor.

5. Evaporator

Evaporator berfungsi untuk menyerap panas dari udara atau benda di dalam *refrigerator* dan mendinginkannya, kemudian membuang kalor tersebut melalui kondensor diruang yang tidak diinginkan. Kompresor yang sedang bekerja menghisap bahan pendingin gas dari evaporator sehingga tekanan didalam *evaporator* menjadi rendah.

Fungsi *evaporator* merupakan kebalikan dari kondensor, tidak membuang panas ke udara sekitarnya tetapi untuk mengambil panas dari udara disekitar *evaporator*. *Evaporator* ditempatkan didalam ruangan yang sedang didinginkan. Sedangkan kondensor diletakkan diantara kompresor dan pipa kapiler pada sisi tekanan tinggi dari sistem.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Jadwal dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan *refrigerator* mini untuk mendapatkan hasil yang *real* untuk sebuah *monitoring* kerusakan refrigerator yang sering terjadi. Dengan memodifikasi kerusakan yang sering terjadi pada sebuah *refrigerator* dan memberikan sensor-sensor pada setiap komponen yang rentan akan kerusakan. Perubahan suhu dingin didalam ruangan refrigerator diukur menggunakan sensor suhu LM35. Perubahan suhu pada tiap-tiap selang pada kompresor juga diukur untuk mendeteksi apakah mesin bekerja dengan baik. Waktu penelitian direncanakan berlangsung selama 5 (lima) bulan, dimulai dari perencanaan alat, pembuatan alat, pengujian alat, pengambilan data hingga pengolahan data.

3.2 Peralatan dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

- a. Alat – Alat
 1. Multimeter
 2. Bor PCB dan bor listrik
 3. Solder
 4. Attractor
 5. Hands tool (alat tangan)

6. Software Arduino
7. Project board
8. Larutan FeCl₃

b. Bahan - Bahan

1. Sensor Tegangan ZMPT101B
2. Sensor arus ZHT103
3. Sensor LM35
4. Mikrokontroler ATmega328
5. Adaptor Supply 12 Volt 1 Ampere
6. Timah
7. LCD 20 × 4
8. Kabel pelangi
9. Kabel motor
10. Terminal male dan female
11. PCB
12. Capacitor
13. Transistor
14. Dioda.
15. Resistor
16. Led

3.3 Data Perancangan

3.3.1 Daftar Input dan Output yang Digunakan

Perancangan alat ini menggunakan beberapa input dan output perangkat yang akan bekerja dengan perintah dari sebuah controller yakni Arduino-Uno. Perangkat input berupa Sensor ZMPT101B sebagai pengukur arus dan tegangan, sensor LM35 sebagai detektor pengukur panas matahari, dan bahasa pemrograman Arduino-Uno. Outputnya berupa LCD display dan beberapa buah LED.

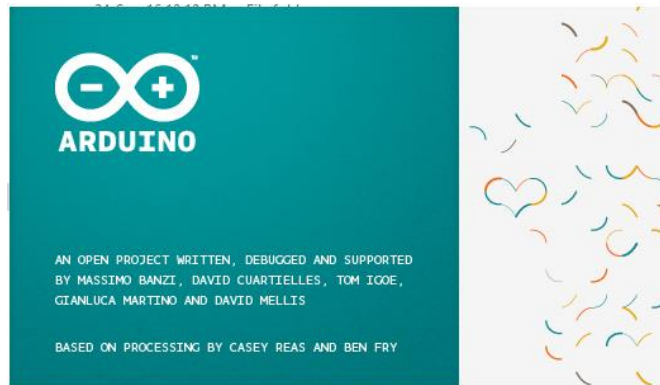
3.3.2 Perancangan Program Arduino

Persiapan yang akan dilaksanakan dalam memasukan program ke dalam board Arduino-Uno adalah sebagai berikut :

1. Merakit seluruh rangkaian.
2. Memasukkan program *bootloader* agar mikrokontroler dapat memprogram dirinya sendiri dan dapat diprogram dengan menggunakan *software* arduino.
3. Mengetik program menggunakan software Arduino (dalam penelitian ini penulis menggunakan versi 1.0.5).
4. Melakukan pengecekan (Verify) program yang telah ditulis, untuk mengetahui apakah ada kesalahan dalam penulisan atau tidak.
5. Mengupload program ke board Arduino
6. Menjalankan program

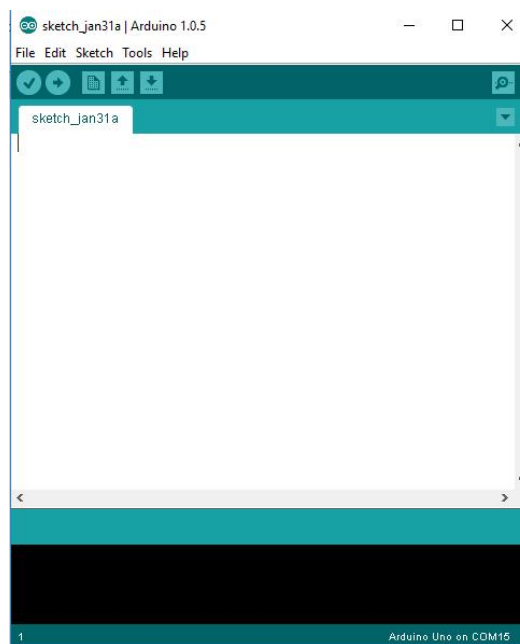
Adapun Langkah-langkah yang dilakukan:

1. Klik *Local Disk C* → *Program Files* → *arduino-nightly* → *arduino.exe*



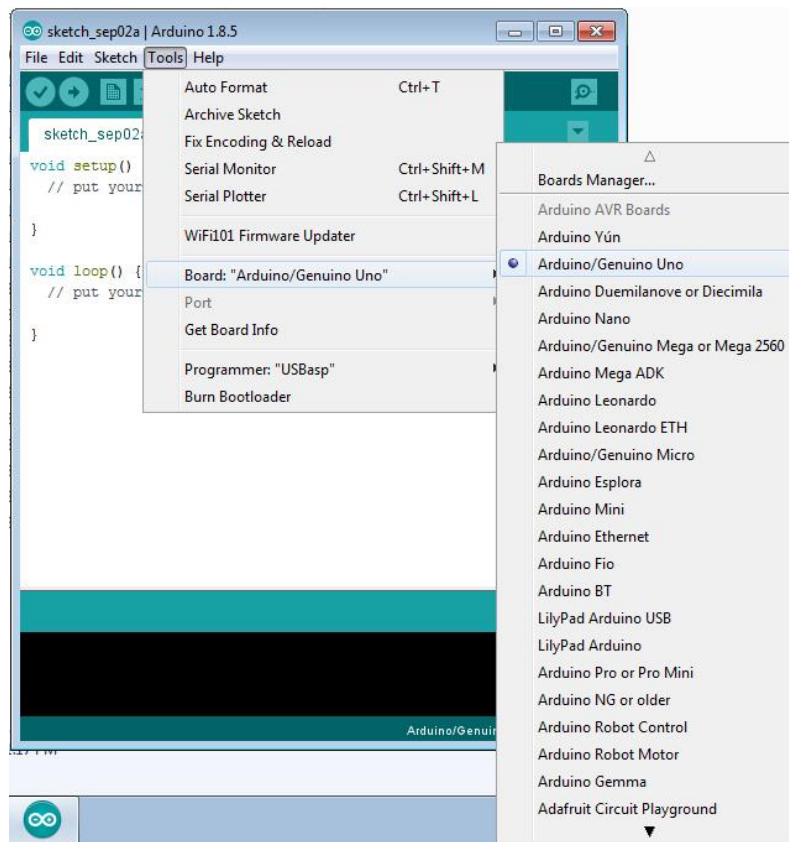
Gambar 3.1: Software Arduino 1.8.5

2. Pada software Arduino, *Klik File* → *New*
3. Muncul kotak dialog seperti gambar dibawah ini:



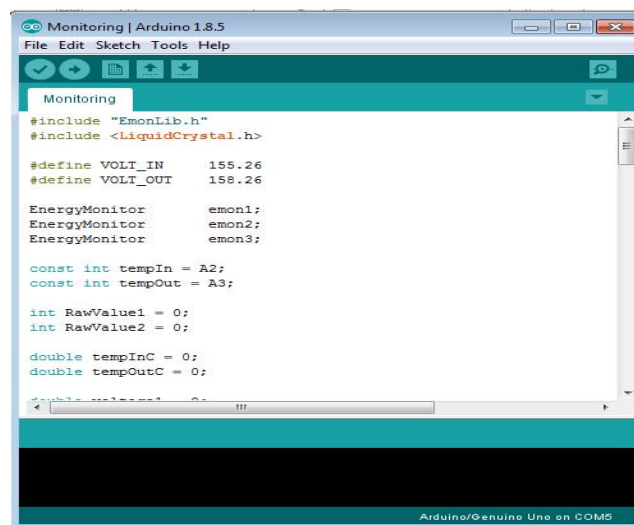
Gambar 3.2: Menu File Baru

4. Sebelum mulai menuliskan sintax, pilih dahulu jenis board Arduino yang akan di gunakan (penulis menggunakan Arduino-Uno). *Klik Tools* → *Board* → *Arduino Uno*.



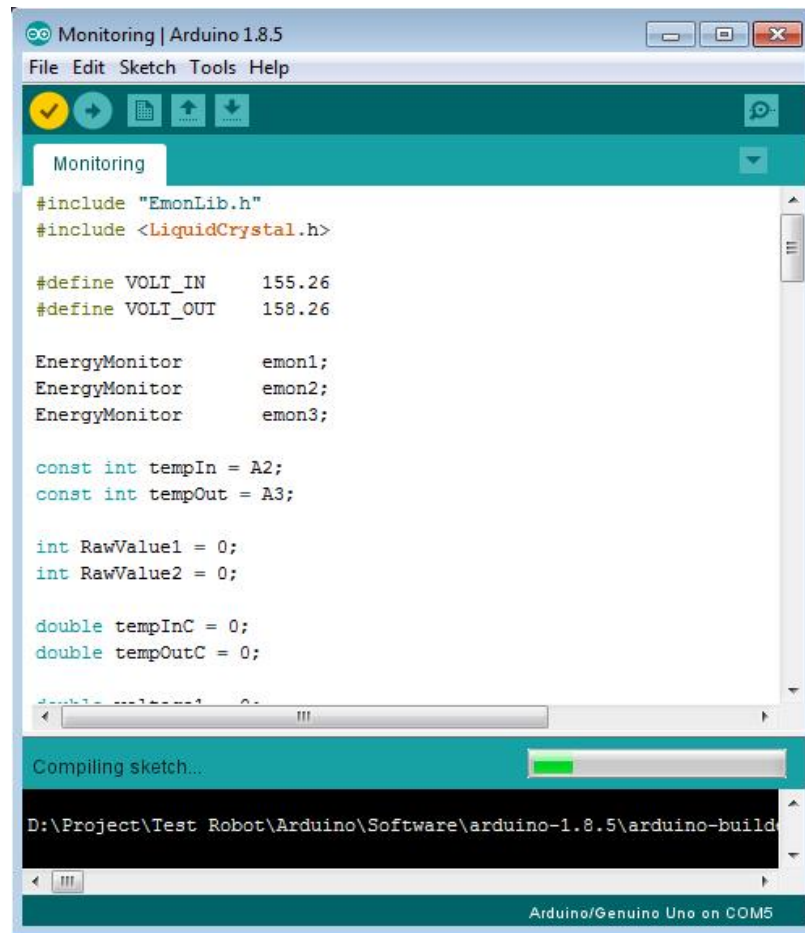
Gambar 3.3: Pemilihan Board Arduino

- Setelah board dipilih, untuk membuat proyek baru, langsung masukkan syntax pemrograman pada kotak dialog Arduino



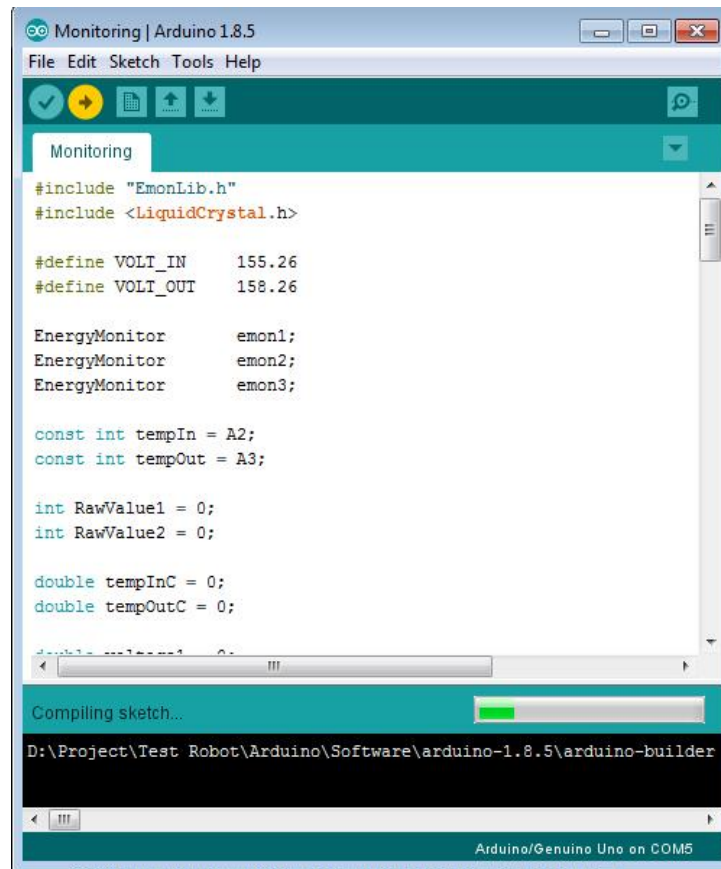
Gambar 3.4: Membuat File Proyek Baru

- Setelah syntax pemrograman selesai dibuat, maka langkah berikutnya adalah mengecek (Verify) program tersebut dengan cara mengklik button Verify berlogo centang (✓) di kiri atas Menu Bar software Arduino.



Gambar 3.5: Proses Verify program

- Setelah proses Verify berhasil dan penulisan program dinyatakan benar oleh software arduino, maka langkah berikutnya adalah mengupload program ke board Arduino. Caranya adalah dengan menghubungkan board Arduino ke PC / Laptop menggunakan kabel USB, kemudian mengklik button Upload berlogo (⇨) pada Menu Bar software Arduino.



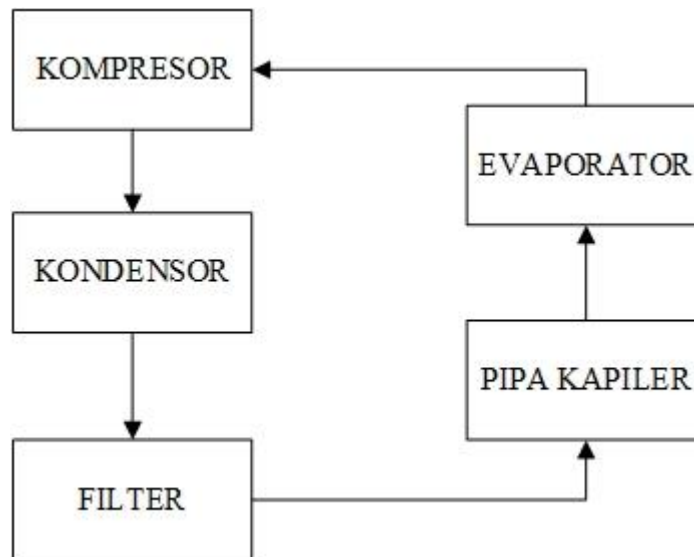
Gambar 3.6: Proses Upload program ke Arduino

8. Setelah selesai di Upload, simpan syntax pemrograman yang telah dibuat dengan cara *File* → *Save As* atau *Ctrl+Shift+S*, kemudian pilih lokasi penyimpanan yang diinginkan. Lalu lepas board Arduino dari PC / Laptop kemudian jalankan rangkaian sistem yang telah dirakit sebelumnya.

Setelah membuat program, sebelum program diuji coba pada rangkaian yang sebenarnya, program diuji dahulu pada *proteus 7 professional* untuk menghindari kesalahan-kesalahan yang terjadi dan untuk memastikan keseluruhan program dapat

3.4.1 Perancangan Blok Diagram Sistem

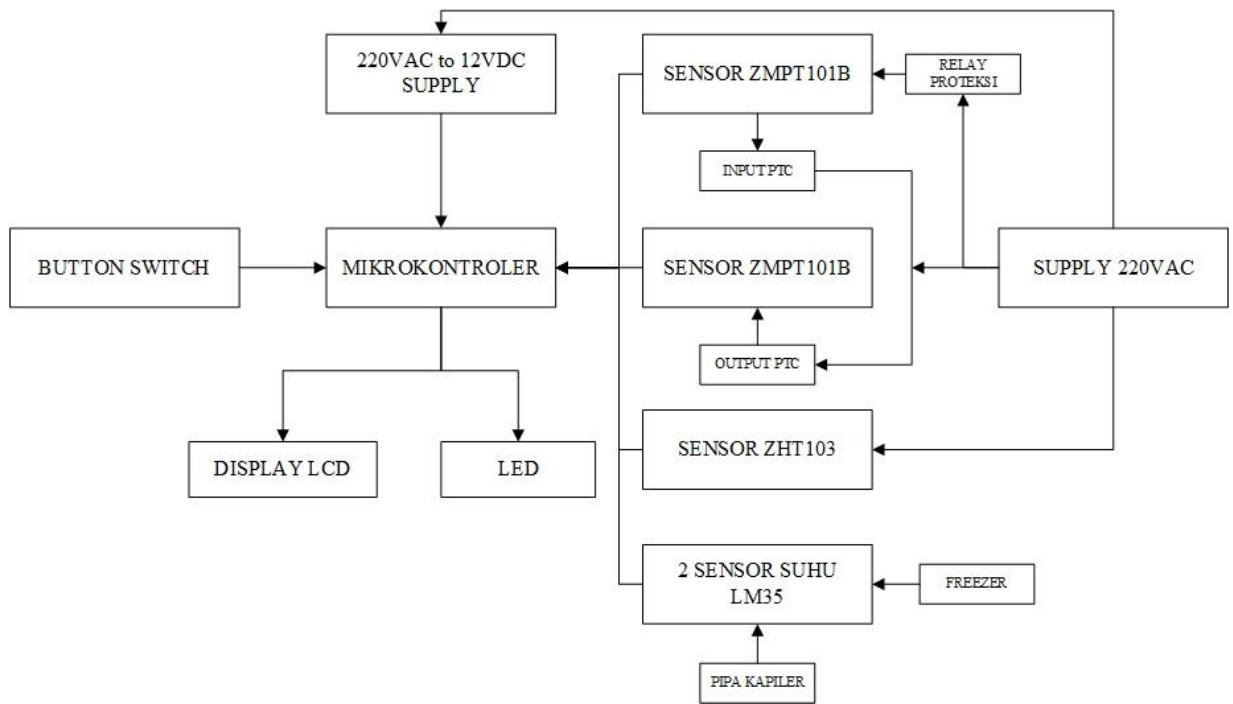
Sebelum membahas blok diagram rangkaian monitoring kerusakan refrigerator, hal pertama yang harus diketahui adalah blok diagram dari *refrigerator*. Hal ini perlu diketahui untuk dapat memahami sistem kerja dari *refrigerator* secara lebih jauh. Blok diagram refrigerator secara umum dapat dilihat pada gambar dibawah:



Gambar 3.8: Blok Diagram Sistem Refrigerator

Pada gambar diatas terdapat beberapa blok yang masing-masing berfungsi membentuk suatu koordinasi supaya tercapai tujuan yang diinginkan, yaitu input, proses, dan output. Input adalah merupakan *setpoint* sistem, yaitu suatu nilai atau besaran yang dimasukkan agar diperoleh output yang diinginkan.

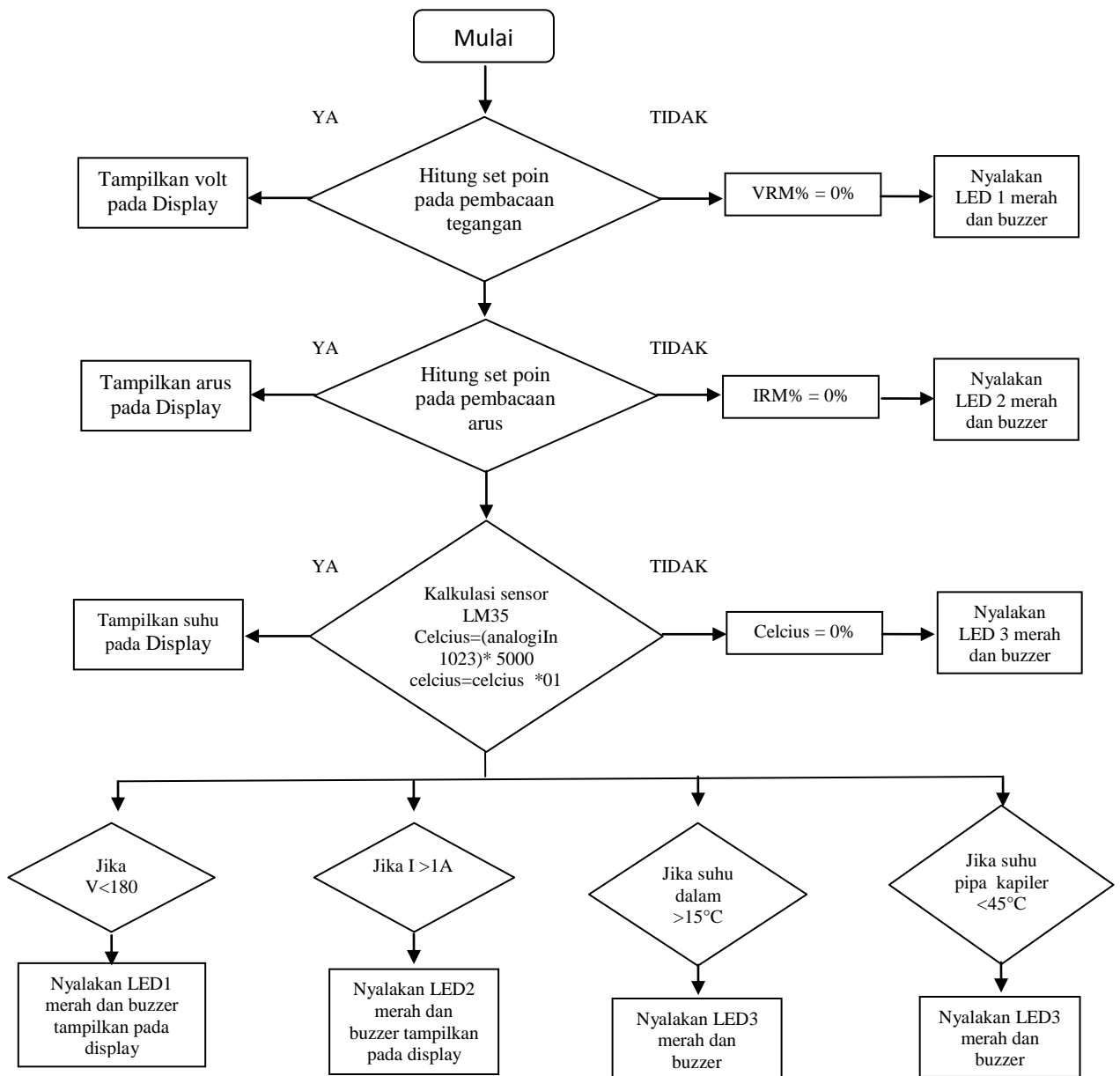
Perencanaan sensor tegangan akan digunakan untuk mengukur tegangan *input* AC PLN. Kemudian sensor tegangan juga akan dipasang pada *output* tegangan dari PTC (*Positive Temperature Coefficient*). Pada bagian PTC jika rusak, tidak akan menghantarkan tegangan menuju kompresor. Untuk itu tegangan keluaran pada PTC relay harus diberi sensor untuk mengetahui apakah PTC relay dalam keadaan baik atau rusak. Kemudian sensor arus juga harus dipasang pada input tegangan PLN. Hal ini juga untuk mengetahui apakah refrigerator dalam keadaan baik atau tidak. Selanjutnya sensor suhu digunakan untuk mengukur pada pada pipa kapiler. Jika *refrigerator* dalam keadaan baik, pipa kapiler dalam keadaan panas sekitar 40 sampai dengan 50 derajat celcius. Selanjutnya adalah pemberian sensor suhu pada bagian *freezer* refrigerator. Pada bagian ini, suhu berada pada temperatur yang cukup dingin. Untuk diagram blok kerja sistem *monitoring* ini dapat dilihat pada gambar dibawah :



Gambar 3.9 : Diagram Blok Kerja Sistem

3.4.2 Diagram Alir Perancangan Sistem

Adapun diagram alir (*flowchart diagram*) untuk mempermudah memahami perancangan alat ini dan juga mempermudah dalam pembuatan program adalah sebagai berikut :



Gambar 3.10 Flowchart sistem perangkat

Pada pemrograman C, pembacaan program dimulai dari baris pertama hingga baris terakhir. Biasanya awal pembacaan program dimulai dari dimulai dari void main dan diikuti dengan program selanjutnya. Pada *Flowchart* diatas, pembacaan program diawali dengan inisialisasi

input/output, ini adalah proses dimana program mendaftarkan pin-pin mikrokontroler yang akan digunakan. Selanjutnya adalah pembacaan data dari sensor, pada bagian ini banyak variabel-variabel program yang dibuat untuk kepentingan perhitungan matematika yang nantinya akan digunakan untuk mengkonversi nilai-nilai pembacaan data dari sensor yang masih hanya dikenali oleh mesin pemroses itu sendiri, variabel-variabel tersebut kemudian mengolah data-data yang didapatkan kemudian menampilkannya dalam nilai arus, tegangan, suhu dan lain-lain.

Pada penelitian ini, perhitungan pembacaan nilai tegangan dan arus menggunakan *library OpenEnergyMonitoring*. *Library* ini dapat diunduh secara gratis pada situs *Github.com*. Dasar perhitungan pembacaan tegangan yang dimuat didalam *library* adalah pertama-tama tegangan diturunkan pada skala aman, kemudian dibagi lebih lanjut sebelum diterapkan ke salah satu pin analog mikrokontroler. Output trafo pada sensor ZMPT101B biasanya sekitar 9V AC pada tegangan input nominal untuk tegangan beban penuh. Ketika digunakan untuk mengukur tegangan secara efektif berjalan tanpa beban, berkisar Antara 20-25% lebih tinggi (dikarenakan pengaruh transformator). Untuk mengurangi tegangan lebih lanjut agar dapat diinputkan ke pin analog mikrokontroler, biasanya diperlukan resistor pembagi potensial yang dibentuk oleh dua resistor pembagi potensial yang dapat diinputkan pada pin ADC mikrokontroler. Untuk mikrokontroler ATmega 328P yang berjalan pada kondisi 5V untuk *high* referensi ADC (*Analog to Digital Converter*). Pada sensor, tegangan untuk aturan standar

akan menjadi sekitar 1.6 V rms dan relatif terhadap tegangan referensi ADC. Dalam Arduino atau emonTX/emonPi, tegangan *supply* biasanya sebesar 5 V atau 3.3 V. Tegangan bolak-balik dari *transformator* memiliki bias konstan sehingga tidak didapati arus negatif. Bias tidak mempengaruhi kalibrasi, efeknya dihapus oleh filter didalam *library* sehingga dapat diabaikan ketika menghitung konstanta kalibrasi.

Proses selanjutnya adalah menampilkan data-data yang telah dikonversi ke dalam tampilan LCD 20x4. Pada proses ini data tidak langsung ditampilkan ke dalam LCD, tetapi diolah kembali menjadi data I2C. Data I2C tersebut kemudian dikirimkan ke modul I2C untuk dikembalikan menjadi data awal dan ditampilkan ke LCD. Selanjutnya program diulang kembali ke baris awal untuk dibaca dari awal kembali dan begitu seterusnya.

3.5 Prosedur Uji Coba Rangkaian

Setelah rangkaian selesai dikerjakan maka penulis perlu melakukan pengujian terhadap rangkaian secara keseluruhan dengan bergantian

Adapun hal-hal yang perlu penulis lakukan untuk pengujian sebagai berikut:

1. Siapkan alat atau rangkaian yang akan di uji coba.
2. Menyiapkan catu daya
3. Menghubungkan rangkaian atau alat dengan catu daya
4. Setelah rangkaian atau alat terhubung dengan catu daya, maka alat telah siap di uji.

5. Untuk memberikan inputan pada Arduino-Uno, dengan cara memberi inputan melalui sensor ZMPT101B, pemberian tegangan AC bertahap mulai dari tegangan yang kecil yang didapat dari transformator tambahan untuk mengurangi resiko kesalahan yang dapat terjadi.
6. LCD digunakan sebagai tampilan dari pembacaan tegangan, arus, dan suhu yang akan diukur.

BAB 4

ANALISIS DAN HASIL PEMBAHASAN

Pengujian dan pengukuran dilakukan untuk membuktikan apakah rangkaian yang sudah di buat bekerja sesuai dengan yang direncanakan . pertama sekali pengujian dilakukan pada setiap bloknnya dan pengujian beberapa blok yang saling berkaitan. Dalam setiap pengujian dilakukan dengan pegukuran yang nantinya akan digunakan untuk menganalisa hardware pendukungnya. Setelah semua komponen dipasang dan semua instalasi selesai, lalu dilakukan pemeriksaan ulang terhadap jalur PCB, solderan dan pengawatan agar pengujian dan pengukuran dapat dilaksanakan dengan cepat dan baik.

4.1 Hasil Uji Coba Rangkaian

Untuk menguji apakah rangkaian yang dirancang berjalan dengan baik, maka perlu dilakukan pengujian. Pengujian rangkaian meliputi pengujian tiap-tiap komponen dan sensor yang akan diuji satu persatu. Agar tidak terjadi kesalahan yang fatal maka pengujian secara satu-persatu harus dilakukan.

4.1.1 Pengujian Sensor Tegangan ZMPT101B

Pengujian pada sensor tegangan ZMPT101B adalah dengan cara memberikan tegangan AC kepada sensor dengan cara bertahap, walaupun sensor ini dapat langsung dihubungkan pada tegangan AC 220 volt, tetapi untuk menghindari kesalahan dan resiko yang besar pengujian dilakukan mulai dari tegangan yang terkecil keluaran dari trafo standar. Setelah itu dilakukan pengujian dengan pembacaan nilai *ADC output* yang dikeluarkan sensor. Tetapi ternyata sinyal ADC yang dikeluarkan sensor tidak terlampau besar, maka sebuah library

digunakan untuk memudahkan dalam pembacaan nilai ADC yang dikonversi menjadi nilai tegangan pada sensor ZMPT101B. Lalu nilai tegangan ditampilkan pada LCD. Program dasarnya adalah sebagai berikut :

```
#include "EmonLib.h"
#include <LiquidCrystal.h>

#define VOLT_CAL1 155.26
float teg;

EnergyMonitor emon1;

const int rs = 2, en = 3, d4 = 4, d5 = 5, d6 = 6, d7 = 7;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);

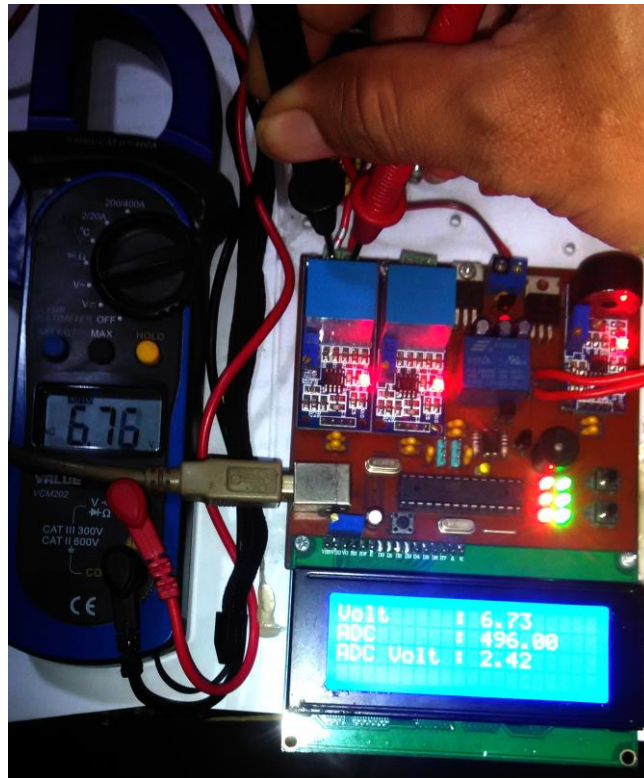
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(20, 4);
  pinMode(A5, INPUT);
  emon1.voltage(5, VOLT_CAL1, 1.7);
  //emon2.voltage(4, VOLT_CAL2, 1.7);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  emon1.calcVI(20,2000);
  float supplyVoltage1 = emon1.Vrms;
  lcd.print("Volt  :");
  lcd.print(supplyVoltage1);

  teg = analogRead(A5);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("ADC  :");
  lcd.print(teg);

  teg = teg/1024*5.0;
  lcd.setCursor(0,2);
  lcd.print("ADC Volt : ");
  lcd.print(teg);
  delay(500);
  lcd.clear();
}
```

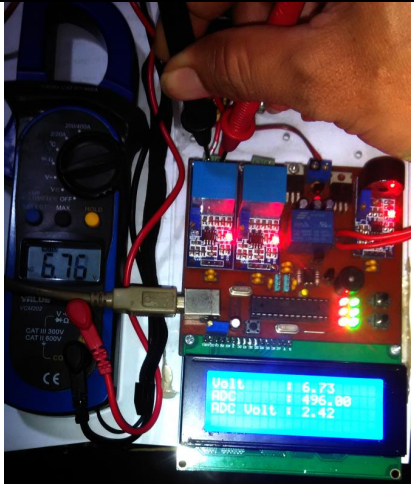
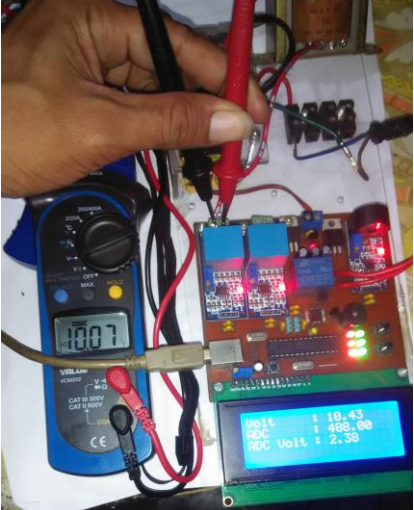
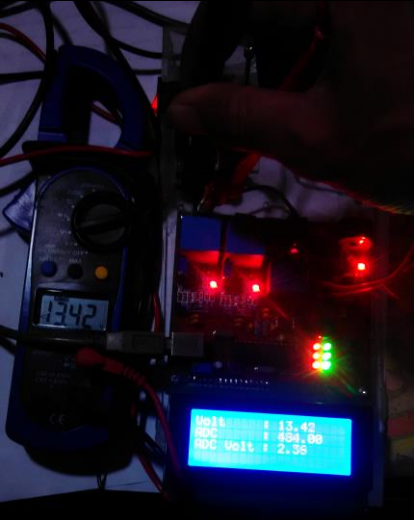
Hasil pengujian sensor ZMPT101B dapat dilihat pada gambar dibawah :

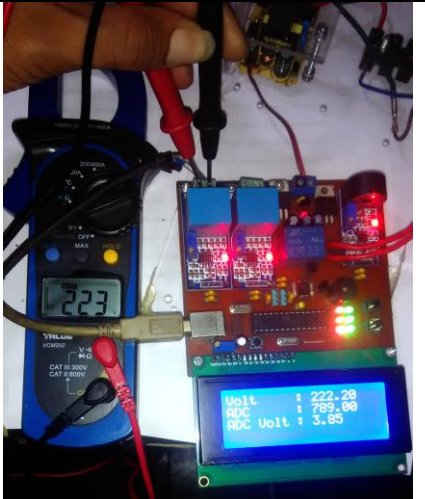


Gambar 4.1 : Pengujian Sensor Tegangan ZMPT101B

Pada gambar diatas, pengujian tegangan bertahap telah dilakukan dan terakhir adalah dengan menghubungkan tegangan AC 220 volt PLN langsung kepada sensor. Hasil pengukuran tegangan yang didapatkan cukup akurat.

Tabel 4.1 Hasil Uji Coba Sensor Tegangan ZMPT101b

| Pin ADC | Tegangan AC | Data ADC | Tegangan AC | Gambar |
|---------|-------------|----------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 | 6.73 | 496 | 2.42 |  |
| 5 | 10.43 | 488 | 2.30 |  |
| 5 | 13.42 | 484 | 2.36 |  |

| | | | | |
|---|--------|-----|------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 | 222.20 | 789 | 3.85 |  |
|---|--------|-----|------|------------------------------------------------------------------------------------|

4.1.2 Pengujian Sensor Arus ZHT103

Pada umumnya *module* sensor ini menggunakan rangkaian dan IC Op-Amp yang sama dengan sensor ZMPT101B. Perbedaan terletak pada sensor yang digunakan. Dilihat dari keterangan yang tertulis pada badan sensor, tertulis kode ZHT103. Sensor berbentuk “*Donute*” yang mempunyai lubang pada tengah sensor untuk melewati kabel pada sensor agar arus dari induksi kabel dapat terbaca. Untuk pemrograman juga menggunakan *library EnergyMonitor.h*. Didalam *library* juga terdapat kalkulasi untuk perhitungan arus. Program dasar untuk membaca arus dapat terlihat pada program dibawah :

```
#include "EmonLib.h"
#include <LiquidCrystal.h>

EnergyMonitor emon3;

const int rs = 2, en = 3, d4 = 4, d5 = 5, d6 = 6, d7 = 7;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);

const int rly = 11;
const int bt = 13;

int buttonState = 0;

void setup() {
```

```

// put your setup code here, to run once:
Serial.begin(9600);
lcd.begin(20, 4);
pinMode(rly, OUTPUT);
pinMode(bt, INPUT_PULLUP);
emon3.current(1,111.1); //Current : input pin, calibration.
}

void loop() {
// put your main code here, to run repeatedly:
  buttonState = digitalRead(bt);
  if(buttonState == LOW){
    digitalWrite(rly, HIGH);
  }else{
    digitalWrite(rly, LOW);
  }

  double Irms = emon3.calcIrms(1480); //calculate Irms only

  Serial.print(Irms*230.0);
  lcd.print("IRMS = ");
  lcd.print(Irms*230.0);
  Serial.print(" ");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("I = ");
  lcd.print(Irms);
  Serial.println(Irms);
  delay(300);
  lcd.clear();
}

```

Hasil pengujian sensor arus dapat terlihat pada gambar dibawah :



Gambar 4.2 : Hasil Pengujian Sensor Arus ZHT103

4.1.3 Pengujian Sensor Suhu LM35

Untuk melakukan pengukuran, maka lebih dahulu input dari sensor suhu LM35 dihubungkan ke probe positif dan ground ke probe negatif dari voltmeter. Pada rangkaian sensor LM35 terdapat tiga kaki sensor yang utama yaitu Vin, Vout, dan Ground.

Tabel 4.2 Hasil Uji Coba Sensor Suhu LM35

| Suhu (Celsius) | Output (V) |
|----------------|------------|
| 31°-33° | 0,30V |
| 34°-36° | 0,34V |

Dari pengujian diketahui tegangan keluaran sensor naik sebesar 0,1V untuk setiap 3°Celsius, maka sensor telah bekerja dengan baik. Untuk membuktikan lebih dalam dikarenakan tidak didapat suhu yang beragam pada

sebuah lingkungan, maka pengujian dibuat dengan menggunakan simulasi dengan program dasar sebagai berikut :

```
const int analogIn = A0;
int RawValue = 0;
double Voltage = 0;
double tempC = 0;
double tempF = 0;

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  RawValue = analogRead(analogIn);
  Voltage = (RawValue/1023.0) * 5000;
  tempC = Voltage * 0.1;
  tempF = (tempC * 1.8) + 32;
  Serial.print("Raw Value = ");
  Serial.print(RawValue);
  Serial.print("\t\t milli volts = ");
  Serial.print(Voltage,0);
  Serial.print("\t\t Temperature in C = ");
  Serial.print(tempC,1);
  Serial.print("\t\t Temperature in F = ");
  Serial.println(tempF,1);
  delay(500);
}
```


Pada pemrograman Arduino, setiap library yang digunakan harus didaftarkan terlebih dahulu. Program dapat dilihat dibawah :

```
#include "EmonLib.h"
#include <LiquidCrystal.h>
```

LiquidCrystal.h digunakan untuk memproses tampilan pada LCD. Kemudian adalah program untuk pengenalan pin-pin mikrokontroler yang digunakan serta pembentukan variabel-variabel pada program. program seperti di bawah :

```
const int tempIn    = A2;
const int tempOut   = A3;

//led hijau = 1, led merah = 0;
const int led1      = 9;
const int led2      = 10;
const int led3      = 8;

const int buzz      = 12;
const int rly       = 13;

int RawValue1 = 0;
int RawValue2 = 0;

double tempInC = 0;
double tempOutC = 0;

double voltage1 = 0;
double voltage2 = 0;

const int rs = 2, en = 3, d4 = 4, d5 = 5, d6 = 6, d7 = 7;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);
```

Didalam program juga tertera untuk penggunaan pin-pin yang terhubung ke LCD. Kemudian adalah penggunaan karakter-karakter khusus atau symbol-simbol yang dibentuk untuk menghemat penggunaan tampilan pada LCD 20x4. Pembentukan karakter-karakter khusus harus membentuk bit per bit pada program untuk membentuk sebuah symbol. Programnya dapat terlihat seperti gambar dibawah :

```
byte energy[8] = {0b01010, 0b01010, 0b11111, 0b11111, 0b11111, 0b01110, 0b00100, 0b00100};
byte noenergy[8] = {0b01010, 0b01010, 0b11111, 0b10001, 0b10001, 0b01110, 0b00100, 0b00100};
byte temps[8] = {0b00100, 0b01010, 0b01010, 0b01110, 0b01110, 0b11111, 0b11111, 0b01110};
byte amps[8] = {0b00010, 0b00100, 0b01000, 0b11111, 0b00010, 0b00100, 0b01000, 0b00000};
```

Karakter khusus digunakan untuk membentuk simbol atau lambang dari tegangan, arus dan temperatur. Selanjutnya adalah *void setup*. *Void setup* adalah bagian program dalam bahasa C dimana fungsinya hanya dijalankan satu kali pada saat mikrokontroler baru menyala. Didalam program terdapat pengenalan-pengenalan terhadap pin-pin yang digunakan serta tampilan untuk pemberian nama perangkat dan versi dari program. Programnya dapat dilihat dibawah :

```

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  //Serial.begin(9600);
  lcd.begin(20, 4);
  lcd.createChar(0, energy);
  lcd.createChar(1, noenergy);
  lcd.createChar(2, amps);
  lcd.createChar(3, temps);

  emon1.voltage(5, VOLT_IN, 1.7);
  emon2.voltage(4, VOLT_OUT, 1.7);
  emon3.current(0, 60);

  pinMode(led1, OUTPUT);
  digitalWrite(led1, HIGH);
  pinMode(led2, OUTPUT);
  digitalWrite(led2, HIGH);
  pinMode(led3, OUTPUT);
  digitalWrite(led3, HIGH);

  pinMode(buzz, OUTPUT);
  pinMode(rly, OUTPUT);

  lcd.clear();
  lcd.print(" Monitoring Error V1");
  lcd.setCursor(2, 1);
  lcd.print("For Reqrigerator");
  delay(1000);
  lcd.clear();
}

```

Selanjutnya adalah *void loop*. *Void loop* merupakan bagian program yang berfungsi sebagai subrutin atau program fungsi utama dimana sistem dijalankan. Didalam *void loop* terdapat pemanggilan nama-nama variabel yang bekerja untuk menghitung nilai tegangan, arus, temperatur dan lain sebagainya. Programnya seperti dibawah :

```

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:

  volt();
  temp();
  current();

}

```

Program utama diatas terlihat sangat sederhana karena merupakan pemanggilan nama fungsi yang ditulis diluar *void loop*. Sebuah fungsi dapat ditulis didalam ataupun diluar *void loop*. Pada program ini, jika fungsi-fungsi setiap bagian ditulis didalam *void loop* akan terlampau panjang. Untuk itu pemrograman ditulis diluar *void loop* satu persatu untuk nantinya akan dipanggil didalam *void loop*.

Fungsi yang pertama adalah pembacaan tegangan. Programnya dapat terlihat pada bagian bawah :

```

void volt(){
  emon1.calcVI(20, 2000);
  emon2.calcVI(20, 2000);

  float supplyVoltageIn = emon1.Vrms;
  float supplyVoltageOut = emon2.Vrms;

  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.write(byte(0));
  lcd.print(" = ");
  lcd.print(supplyVoltageIn);
  lcd.print("V");

  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.write(byte(0));
  lcd.print(" = ");
  lcd.print(supplyVoltageOut);
  lcd.print("V");

  if(supplyVoltageIn <= 180.0){
    while(supplyVoltageIn < 180.0){
      lcd.clear();
      digitalWrite(led1, LOW);
      digitalWrite(buzz, HIGH);
      digitalWrite(rly, HIGH);
      lcd.print("Voltage INPUT LOW");
      delay(500);
      lcd.clear();
      digitalWrite(led1, HIGH);
      digitalWrite(buzz, LOW);
    }
  }
}

```



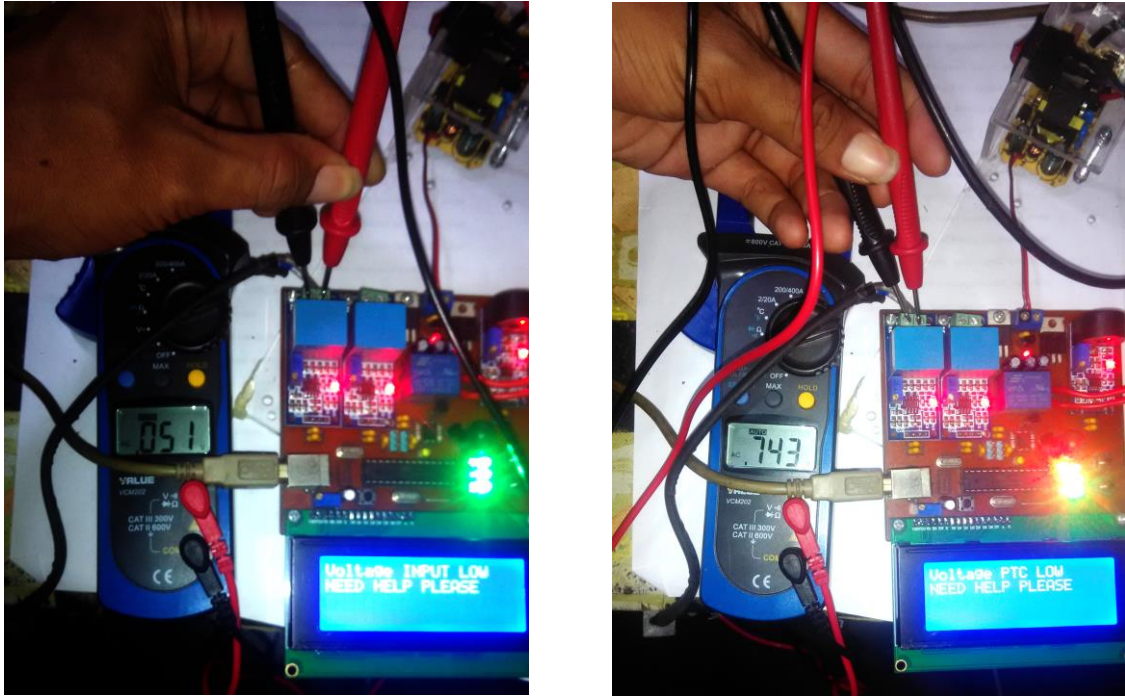
```

digitalWrite(rly, HIGH);
lcd.print("NEED HELP PLEASE");
delay(500);
}
if(supplyVoltageOut <= 180.0){
  while(supplyVoltageOut < 180.0){
    lcd.clear();
    digitalWrite(led1, LOW);
    digitalWrite(buzz, HIGH);
    digitalWrite(rly, HIGH);
    lcd.print("Voltage PTC LOW");
    delay(500);
    lcd.clear();
    digitalWrite(led1, HIGH);
    digitalWrite(buzz, LOW);
    digitalWrite(rly, HIGH);
    lcd.print("NEED HELP PLEASE");
    delay(500);
  }
}
}
}

```

Program diatas digunakan untuk membaca nilai tegangan dan deteksi kesalahan dari pembacaan tegangan masuk melalui listrik PLN dan tegangan keluar yang telah melalui PTC (*Passive Temperature Coefficient*) yang terdapat pada bagian kompressor *refrigerator*. Jika didapati pembacaan tegangan masuk dibawah 180 volt AC, maka dipastikan ada kerusakan pada tegangan PLN. Untuk itu LED 1 akan menyala berkedip disertai dengan bunyi *beep* dari *buzzer* serta tampilan LCD yang memberikan keterangan tegangan input mengalami kerusakan. Kemudian adalah pembacaan tegangan keluaran dari PTC (*Passive Temperature Coefficient*). Jika dialami PTC mengalami kerusakan atau pembacaan tegangan dibawah 180 volt AC, maka LED 1 juga menyala berkedip disertai dengan bunyi *beep* dari *buzzer* dan LCD juga memberikan keterangan bahwa tegangan dari PTC mengalami kerusakan.

4.3. Pengujian Secara Keseluruhan



Gambar 4.4 Tampilan untuk Tegangan Input Drop dan PTC Drop

Programnya selanjutnya adalah pembacaan temperatur dalam ruangan *freezer* dan temperatur pada pipa kapiler. Programnya dapat dilihat dibawah :

```
void temp(){
  RawValue1 = analogRead(tempIn);
  voltage1 = (RawValue1/1023.0) * 5000;
  tempInC = voltage1 * 0.1;

  RawValue2 = analogRead(tempOut);
  voltage2 = (RawValue2/1023.0) * 5000;
  tempOutC = voltage2 * 0.1;

  lcd.setCursor(0, 3);
  lcd.write(byte(3));
  lcd.print(tempInC);
  lcd.print((char)223);
  lcd.print("C");

  lcd.setCursor(11, 3);
  lcd.write(byte(3));
  lcd.print(tempOutC);
  lcd.print((char)223);
  lcd.print("C");

  if(tempInC >= 25.0){
    while(tempInC > 25.0){
```

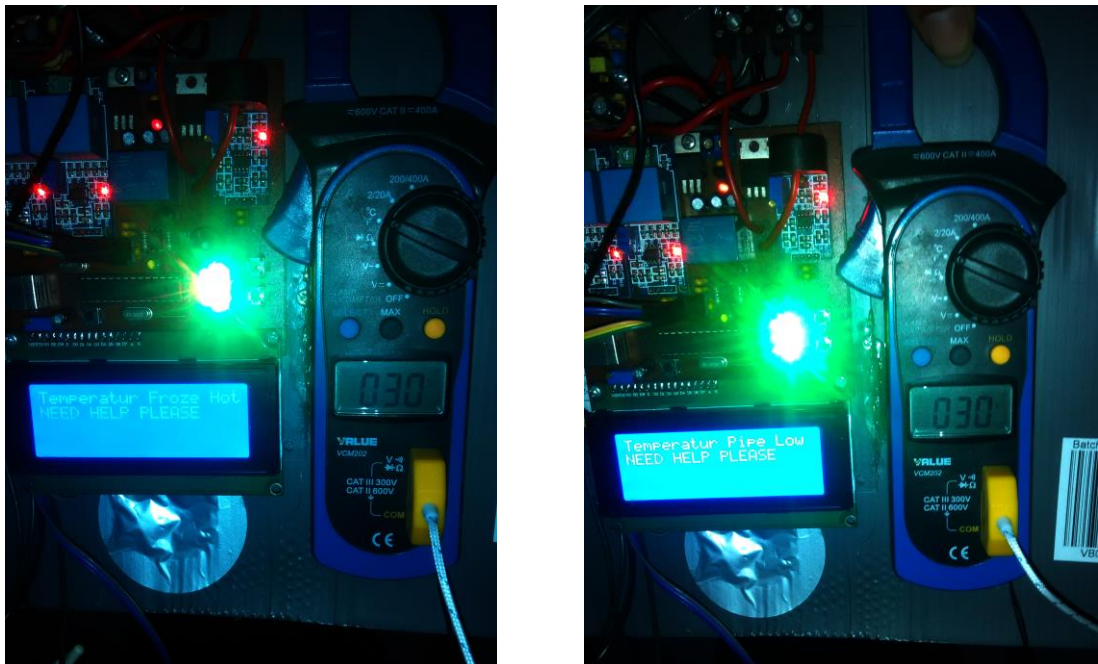
```

    lcd.clear();
    digitalWrite(led2, LOW);
    digitalWrite(buzz, HIGH);
    digitalWrite(rly, HIGH);
    lcd.print("Temperatur Froze Hot");
    delay(500);
    lcd.clear();
    digitalWrite(led2, HIGH);
    digitalWrite(buzz, LOW);
    digitalWrite(rly, HIGH);
    lcd.print("NEED HELP PLEASE");
    delay(500);
}
if(tempOutC <= 35){
  while(templnC > 35.0){
    lcd.clear();
    digitalWrite(led2, LOW);
    digitalWrite(buzz, HIGH);
    digitalWrite(rly, HIGH);
    lcd.print("Temperatur Pipe Low");
    delay(500);
    lcd.clear();
    digitalWrite(led2, HIGH);
    digitalWrite(buzz, LOW);
    digitalWrite(rly, HIGH);
    lcd.print("NEED HELP PLEASE");
    delay(500);
  }
}
}
}
}

```

Pada temperatur *freezer* (ruangan pembeku), temperatur harus bernilai dibawah 10 °C. Jika temperatur diatas 10 °C, berarti *freezer* sedang dalam keadaan tidak bekerja. Untuk itu LED 2 akan menyala berkedip disertai dengan bunyi *beep* pada *buzzer* dan LCD akan menampilkan keterangan bahwa suhu *freezer* tidak dalam keadaan dingin. Begitu juga dengan suhu yang ada pada pipa kapiler. Suhu yang ada pada pipa kapiler seharusnya berada pada suhu panas sekitar 40 °C keatas yang menandakan bahwa kompresor bekerja untuk memompa *freylon* di dalam pipa kapiler. Jika didapati suhu pada pipa kapiler berada pada suhu dibawah 40 °C atau berada pada suhu ruangan, maka dipastikan kompresor tidak bekerja untuk memompa *freylon* di dalam pipa kapiler. Untuk itu LED 2 juga akan menyala disertai dengan bunyi *beep* pada *buzzer* dan LCD akan menampilkan keterangan

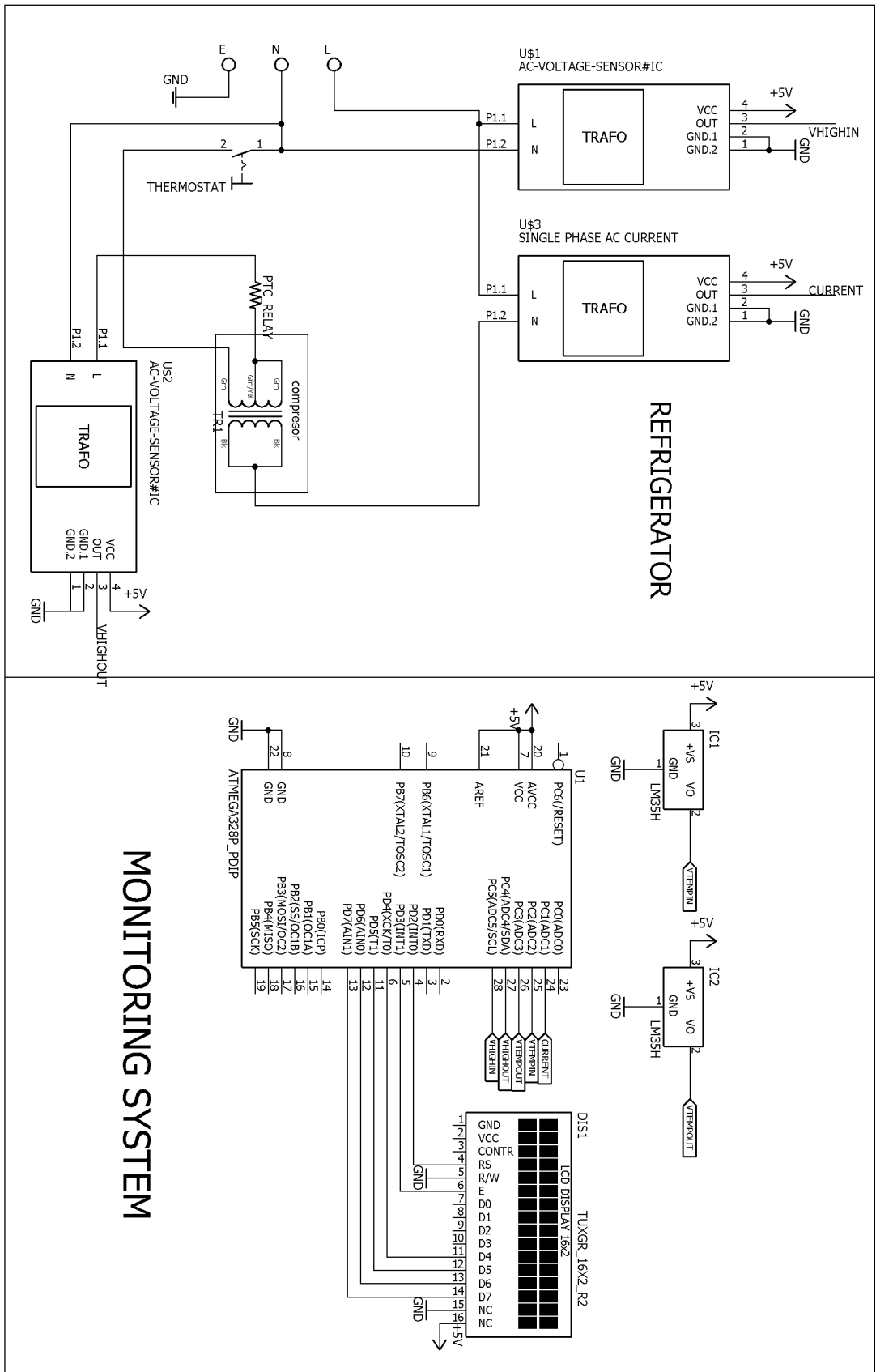
bahwa pipa kapiler tidak dalam keadaan panas. Semua gejala kerusakan yang dideteksi akan memicu relay untuk memutuskan arus listrik yang masuk ke dalam *refrigerator*.



Gambar 4.5 Pengukuran Temperatur dan Tampilan pada Frezer dan Pipa Kapiler

Rangkaian simulasi pada *software proteus 7 professional* dapat dilihat pada gambar dibawah :

Dimana dengan sistem kerja yang sederhana akan memudahkan dalam merancang sistem monitoring kerusakan lemari es yang sering terjadi. Dimana telah dijelaskan pada bab sebelumnya tentang monitoring *refrigerator* atau lemari es. Perancangan ini menitik beratkan pada pengukuran tegangan masuk AC dari PLN, tegangan keluar pada PTC (*Positive Temperature Coefficient*), arus beban keseluruhan, suhu temperatur pada *frizer* (ruangan pendingin), dan suhu pada pipa kapiler. Untuk rangkaian keseluruhan hasil penggabungan antara *refrigerator* dan sistem monitoring yang dirancang dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.8 : Skematik Keseluruhan Refrigerator dan Sistem Monitoring



Gambar 4.9 Hasil Uji Coba Tampilan dengan Pengukuran Rangkaian
Keseluruhan



Gambar 4.10 Hasil Tampak Keseluruhan

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, pengujian dan analisa yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sensor tegangan ZMPT101B digunakan untuk mengetahui voltase tegangan pada masukan dan keluaran dan diperoleh selisih perbedaan yang cukup kecil Antara hasil pengukuran menggunakan sensor tegangan ZMPT 101B dengan *voltmeter* yang sebenarnya.
2. Sensor arus yang digunakan adalah ZHT103 dengan hasil yang cukup baik dan selisih perbedaan pengukuran arus menggunakan modul sensor dan pengukuran yang sebenarnya menggunakan *AmpMeter* juga cukup kecil.
3. Sensor suhu digunakan untuk memantau suhu pada pipa kapiler dan didalam *box freezer* untuk memantau apakah kompresor memompa *freon* didalam pipa kapiler.

5.2 Saran

Penulis dalam merancang sistem ini menyadari banyak kekurangan yang terdapat pada sistem ini, dan untuk itu penulis memberikan beberapa saran agar sistem ini lebih baik dan efektif. Pada penelitian selanjutnya dapat digunakan sebuah IoT (*Internet of Things*) agar sistem dapat dimonitoring dari jarak jauh oleh teknisi. Selanjutnya adalah penambahan metode-metode cerdas untuk memantau sistem seperti perbandingan antara tegangan sumber PLN dengan tegangan yang bekerja didalam sistem *refrigerator* maupun arus beban kerja yang berjalan didalam sistem. Kemudian adalah metode perbandingan suhu pipa kapiler

dengan suhu luar ruangan dikarenakan sewaktu *refrigerator* baru menyala, suhu pada pipa kapiler tidak langsung memanas tetapi bertahap. Untuk itu perlu sebuah metode perbandingan yang cerdas untuk menunjang kinerja sistem agar lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiharto, Widodo dan Sigit Firmansyah.2008, *Elelektronika Digital + Mikroprosesor*, Penerbit, Andi Offset Yogyakarta.
- Winarno dan Deni Arifianto.2011, *Bikin Robot Itu Gampang*, Penerbit, Kawan Pustaka Jakarta.
- Blocher, Richard. 2004, *Dasar Elektronika*, Penerbit, Andi Offset Yogyakarta.
- Sidik Nurcahyo. 2012, *Mikrokontroler AVR Atmel*, Penerbit. Andi Yogyakarta
- Abdul Kadir. 2014, *Buku Pintar Pemrograman Arduino*, Penerbit. MediaKom
- Noveri Lysbetti M, *Analisis Perancangan Lemari Es Hot and Cool*, Teknik Elektro Universitas Riau.
- Afrizal Fitriandi, Endah Komalasari, Herri Gusmedi (2016), *Rancang Bangun Alat Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler dengan SMS Gateway*. Teknik Elektro Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Mukhlas Arihutomo, M. Rivai, Suwito (2012), *Sistem Monitoring Arus Listrik Jala – jala Menggunakan Power Line Carrier*, Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Abubakar, et al (2017), *Calibration of ZMPT101B Voltage Sensor Module Using Polynomial Regression For Accurate Load Monitoring*, Faculty of engineering University Teknologi Malaysia.
- Moh Subchan, Ritzkal (2017), *Sistem Monitoring Suhu Kulkas Penyimpanan Darah Berbantuan Aplikasi WEB*. STMIK Muhammadiyah Banten.
- Bunayya Ibnu Gaza, et al, *Rancang Bangun COOLBOX Portable dengan Pengaturan Suhu Menggunakan Arduino Uno*, FMIPA Universitas Pakuan, Bogor.

Eko Feri Susanto (2018), *Otomatisasi Monitoring AIR CONDITION (AC) Berbasis Arduino dan SMS Gateway*, Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.