

RANCANGAN ALAT PENGAMAN INSTALASI LISTRIK MENGGUNAKAN SISTEM PROTEKSI RELAY TERHADAP BEBAN LEBIH DAN HUBUNG SINGKAT BERBASIS MIKROKONTROLER

Hasnawi Badri, Zuraidah Tharo, Solly Aryza, Pristisal Wibowo, Siti Anisah
Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi

ABSTRACT

Electrical safety is very important to maintain safety and electrical short circuit. One of the electrical safety used is the overload protection system. The author builds a tool that can decide the use of electric current if it passes the specified load to protect the KWh Meter. This prototype works by using a maximum load of 200-watt so that if the use exceeds the specified load, the electric current that flows will be disconnected automatically by the relay. If after the relay comes back on and there is no decrease in the use of electric current, this tool will automatically disconnect the current through the installed relay. With this safety, the KWh load can be anticipated and can maintain the condition of the KWh meter and MCB.

Keywords: Arduino, safety, relay, protection, electricity

ABSTRAK

Pengaman listrik sangat penting untuk menjaga keamanan dan korsleting listrik. Salah satu pengaman listrik yang digunakan adalah sistem proteksi pengaman beban berlebih. Penulis membangun suatu alat yang dapat memutuskan penggunaan arus listrik jika melewati beban yang ditentukan untuk melindungi KWh Meter. Prototype ini bekerja dengan menggunakan beban maksimal sebesar 200-watt sehingga apa bila penggunaan melebihi beban yang telah ditentukan, maka arus listrik yang mengalir akan diputuskan secara otomatis oleh relay. Apabila setelah relay hidup kembali dan tidak ada penurunan penggunaan arus listrik, maka alat ini secara otomatis memutuskan kembali arus melalui relay yang terpasang. Dengan pengaman ini, beban KWh dapat diantisipasi dan dapat menjaga kondisi KWh meter dan MCB.

Kata Kunci: Arduino, pengaman, relay, proteksi, listrik

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setiap rumah memiliki jumlah beban yang dapat ditangani oleh suatu KWh meter. Kelebihan beban dapat berefek pada tagihan listrik yang berlebih juga. Pemutusan arus secara tiba-tiba dapat mengakibatkan kerusakan pada MCB dan KWh Meter. Hal ini juga dapat mengakibatkan kerusakan ataupun hubungan singkat terhadap alat-alat yang mengalami kejutan listrik pada saat kembali dihidupkan secara tiba-tiba setelah listrik tersebut putus pada saat beban berlebih melewati batas kemampuan MCB yang terpasang pada KWh Meter.

Dalam menjaga agar pemakaian listrik lebih aman, diperlukan adanya suatu sistem proteksi untuk menghindari beban berlebih yang bekerja secara otomatis yang dapat memutuskan penggunaan arus listrik sehingga tidak mengakibatkan kerusakan pada KWh Meter. Alat ini akan mendeteksi pemakaian arus menggunakan sensor arus PZEM-004T.

Pengaman arus listrik adalah suatu alat dalam instalasi listrik yang berfungsi untuk melindungi alat-alat elektronik yang terpasang di luar dari alat tersebut dari mati secara tiba-tiba dan juga menjaga agar listrik tetap aman apabila digunakan dengan beban KWh yang dianjurkan pada jaringan listrik tersebut. Penggunaan alat seperti sering digunakan pada kamar yang banyak seperti tempat kos, dimana alat tersebut dipasang di setiap kamar sehingga menjaga peralatan yang terpasang di luar kamar. Kegagalan jika tidak menggunakan sistem proteksi berpotensi menimbulkan hal-hal yang tidak diinginkan seperti kerusakan pada alat-alat elektronik, percikan api ketika alat kembali dihidupkan secara tiba-tiba atau hubungan singkat lainnya yang dapat menimbulkan kebakaran.

Penulis ingin membuat alat untuk memberikan proteksi dalam penggunaan arus listrik sehingga kedepannya dapat melindungi penggunaan listrik dengan baik. *Arduino UNO* adalah salah satu mikrokontroler yang penulis gunakan dalam memberikan perintah kepada sensor dan relay dalam melaksanakan pendeteksian beban berlebih. *Relay* bertujuan untuk memutuskan arus tersebut apabila kelebihan beban. Dalam menguji beban agar fungsi *relay* bekerja, maka digunakan empat bola lampu pijar sebesar 75, 75, 100 dan 100 watt. Berdasarkan permasalahan yang sudah dijelaskan, maka penulis ingin mengangkat judul “**Rancangan Alat Pengaman Instalasi Listrik Menggunakan Sistem Proteksi Relay Terhadap Beban Lebih dan Hubung Singkat Berbasis Mikrokontroler**”.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Proteksi

Sistem proteksi adalah suatu alat yang berfungsi untuk mendeteksi atau memberikan umpan balik pada suatu keadaan yang normal atau gangguan pada jaringan instalasi. Secara umum sistem proteksi berfungsi untuk melepaskan dengan cepat berbagai elemen saat sistem tersebut mengalami gangguan saat bekerja dalam keadaan normal (An Nisa et al., 2019).

2.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sirkuit terpadu ringkas yang dirancang untuk mengatur operasi tertentu dalam sistem tertanam. Mikrokontroler yang khas mencakup prosesor, memori, dan *input / output* (I/O) periferil pada satu chip. Kadang-kadang disebut sebagai pengendali tertanam atau unit mikrokontroler (MCU), mikrokontroler ditemukan di kendaraan, robot, mesin kantor, perangkat medis, transceiver radio ponsel, mesin penjual otomatis, dan peralatan rumah tangga, di antara perangkat lainnya. Mereka pada dasarnya adalah komputer pribadi miniatur sederhana (PC) yang dirancang untuk mengontrol fitur kecil dari komponen yang lebih besar, tanpa sistem operasi front-end yang kompleks.

2.3 Arduino

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *wiring* platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Perangkat kerasnya memiliki prosesor Atmel AVR dan perangkat lunaknya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Dengan kata lain, Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik open source yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR. Mikrokontroler itu sendiri adalah chip atau IC (integrated circuit) yang bisa diprogram menggunakan komputer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan. Jadi mikrokontroler bertugas sebagai ‘otak’ yang mengendalikan input, proses dan output sebuah rangkaian elektronik.

2.4 Arduino UNO

Arduino UNO adalah sebuah mikrokontroler berbasis pada ATmega168. *Arduino UNO* memiliki 14 pin input dan output digital (yang mana 6 pin bisa digunakan sebagai PWM output), 6 *analog inputs*, sebuah *on-board resonator*, tombol *reset*, dan lubang untuk memasang

header pin. *Header* enam pin dapat dihubungkan ke kabel FTDI atau papan *breakout Sparkfun* untuk memberikan daya USB dan komunikasi ke *board* (Arduino, 2019).

Berikut ini adalah tabel spesifikasi dari sebuah mikrokontroler *Arduino UNO*.

Tabel 2.1 Spesifikasi *Arduino UNO*

Fitur	Implementasi
Mikrokontroler	ATmega168
Daya	3.3 V atau 5 V (tergantung pada model)
Tegangan Input	3.35-12 V (model 3.3 V) - atau 5-12 V (model 5V)
Pin Input atau Output Digital	14 (dimana 6 menyediakan <i>output PWM</i>)
Pin Input Analog	6
Arus DC per pin I/O	40 Ma
Memori <i>flash</i>	16 KB (dimana 2 KB digunakan oleh <i>bootloader</i>)
SRAM	1 KB
EEPROM	512 <i>bytes</i>
Kecepatan <i>clock</i>	8 MHz (model 3.3V) atau 16 MHz (model 5V)

Sumber: (Arduino, 2019)

2.4.1 Catu Daya

Arduino UNO bisa diberikan daya dengan sebuah kabel FTDI atau *breakout board* yang terkoneksi pada *header* 6 pinnya, atau dengan pasokan 3.3V atau 5V yang diatur (tergantung pada model) pada pin Vcc atau pasokan yang tidak diatur pada pin RAW.

Pin-pin daya adalah sebagai berikut:

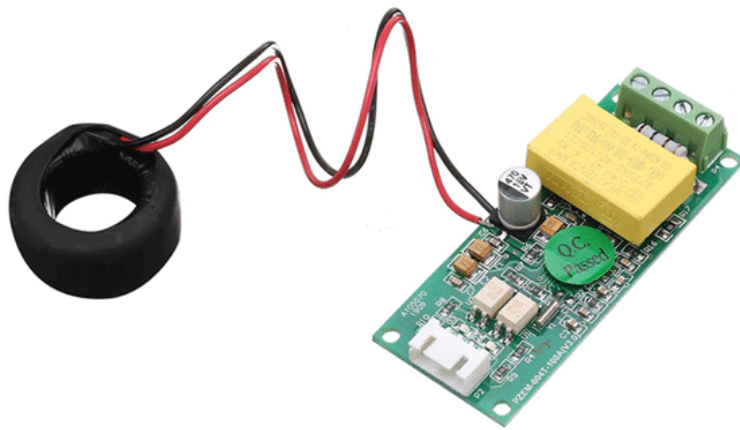
1. RAW. Untuk menyuplai sebuah tegangan *raw* pada sebuah *board*.
2. VCC. Pasokan pada tegangan 3.3 atau 5 yang telah diatur.
3. GND. Pin-pin *ground*.

2.4.2 Memori

ATmega168 memiliki memori *flash* 16 KB untuk menyimpan kode (yang 2 KB digunakan untuk *bootloader*). Ini memiliki 1 KB SRAM dan EEPROM 512 *byte* (yang dapat dibaca dan ditulis dengan EEPROM *library*).

2.5 Sensor Arus PZEM-004T

PZEM-004T merupakan sensor yang presisi sebagai sensor arus AC dalam pembacaan arus di dalam dunia industri, otomotif, komersil dan sistem-sistem komunikasi. Pada umumnya aplikasi sensor ini biasanya digunakan untuk mengontrol motor, deteksi beban listrik, *switched-mode power supplies* dan proteksi beban berlebih.



Gambar 2.1 Sensor Arus PZEM-004T
Sumber: (Škultéty et al., 2018)

PZEM-004T adalah sensor arus yang bekerja berdasarkan efek medan. Sensor arus ini dapat digunakan untuk mengukur arus AC. Modul sensor ini telah dilengkapi dengan rangkaian penguat operasional, sehingga sensitivitas pengukuran arusnya meningkat dan dapat mengukur perubahan arus yang kecil. Sensor ini memiliki pembacaan dengan ketepatan yang tinggi, karena di dalamnya terdapat rangkaian offset rendah linier medan dengan satu lintasan yang terbuat dari tembaga. Cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat di dalamnya yang menghasilkan medan magnet yang di tangkap oleh IC medan terintegrasi dan diubah menjadi tegangan proporsional. Ketelitian dalam pembacaan sensor dioptimalkan dengan cara pemasangan komponen yang ada di dalamnya antara penghantar yang menghasilkan medan magnet dengan transducer medan secara berdekatan.

Tabel 2.2 Spesifikasi sensor arus PZEM-004T

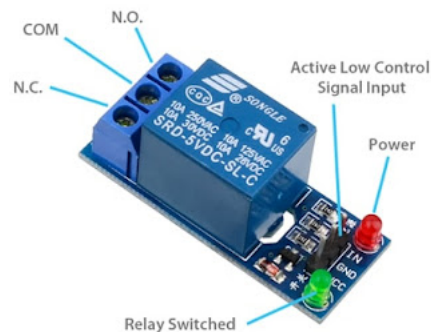
Pin Sensor PZEM-004T	Keterangan
IP+	Terminal yang mendeteksi arus, terdapat sekering didalamnya
IP-	Terminal yang mendeteksi arus, terdapat sekring didalamnya
GND	Terminal sinyal ground
FILTER	Terminal untuk kapasitor eksternal yang berfungsi sebagai pembatas bandwidth
Viout	Terminal keluaran sinyal analog
Vcc	Terminal masukan catu daya

Sumber: (Škultéty et al., 2018)

2.6 Relay Arduino

Salah satu komponen yang sering digunakan dalam membuat *project* elektronika adalah modul *relay Arduino*. Cara kerja relay adalah memutus dan menyambung aliran listrik dalam rangkaian. Bisa dibilang, fungsi *relay* yaitu sebagai sakelar otomatis (Turang, 2015). Selain digunakan pada rangkaian *project Arduino*, modul relay 5V juga bisa ditemukan pada jenis kendaraan seperti motor maupun mobil. Modul relay adalah salah satu piranti yang beroperasi berdasarkan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontaktor guna memindahkan posisi *ON* ke *OFF* atau sebaliknya dengan

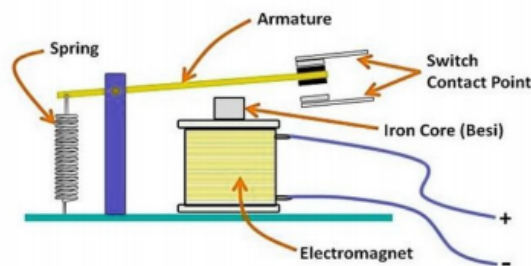
memanfaatkan tenaga listrik. Berikut adalah gambar dan juga simbol dari komponen *relay*.



Gambar 2.2 Relay Arduino

Sumber: (Škultéty et al., 2018)

Setelah mengetahui pengertian dan fungsi *relay*, berikut adalah cara kerja atau prinsip kerja *relay* yang juga harus di ketahui. Dalam sebuah *relay* terdapat 4 buah bagian penting yakni *Electromagnet (Coil)*, *Armature*, *Switch Contact Point* (Saklar), dan *Spring*. Lebih jelasnya lihat gambar di bawah ini.



Gambar 2.3 Prinsip Kerja Relay

Sumber: (Škultéty et al., 2018)

2.7 *Miniature Circuit Breaker (MCB)*

Miniature Circuit Breaker (MCB) adalah perangkat elektromagnetik yang membawa bahan isolasi lengkap yang dicetak. Fungsi utama perangkat ini adalah untuk mengganti sirkuit. Ini berarti untuk secara otomatis membuka rangkaian (yang telah terhubung dengannya) ketika arus yang melewati rangkaian melampaui nilai atau batas yang ditetapkan. Perangkat dapat dihidupkan atau dimatikan secara manual sama seperti sakelar normal bila perlu.



Gambar 2.4 Beberapa Model MCB

Sumber: (Jones, 2016)

2.8 *Hubung Singkat*

Hubungan pendek (kadang-kadang disingkat menjadi pendek atau s/c) adalah sirkuit listrik yang memungkinkan arus mengalir di sepanjang jalur yang tidak diinginkan tanpa atau dengan impedansi listrik yang sangat rendah. Ini menghasilkan arus berlebih

yang mengalir melalui rangkaian. Kebalikan dari korsleting adalah "sirkuit terbuka", yang merupakan resistansi tak terbatas antara dua *node*.

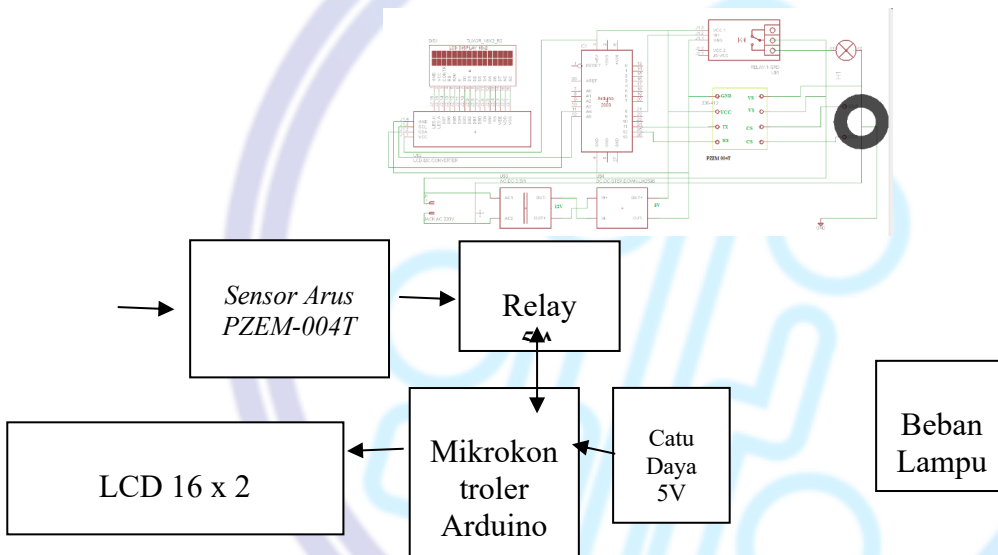
2.9 Beban Berlebih

Beban berlebih adalah kelebihan pemakaian daya pada arus listrik. Beban berlebih ini dapat memberikan kerusakan kepada perangkat MCB atau dapat mengurangi daya tahan kabel penghantar diakibatkan oleh suhu yang lebih dari seharusnya dan terjadi hubung singkat (H. et al., 2018). Secara definisi beban berlebih (*overloading*) adalah suatu kondisi alat-alat elektronik yang dibebankan pada listrik melebihi kemampuan MCB yang digunakan pada jaringan listrik (Handayasari & Cahyani, 2019).

METODE PENELITIAN

3.1 Blok Diagram

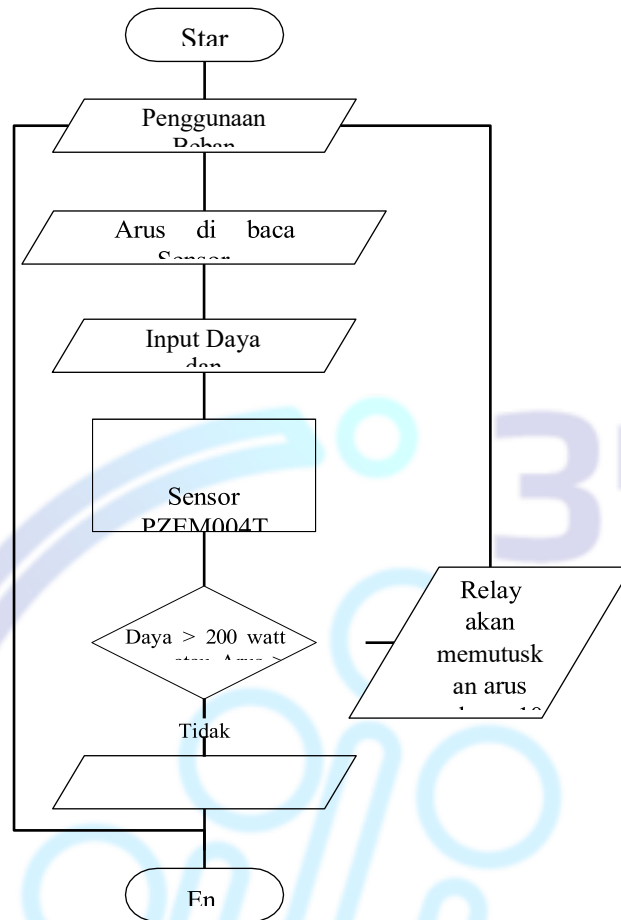
Blok diagram merupakan gambaran skema dari pembuatan alat proteksi beban berlebih. Gambar 3.1 adalah skema blok diagram yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 3.1 Diagram Blok Rangkaian

3.2 Flowchart Sistem Pengaman Listrik

Berikut ini adalah *flowchart* yang digunakan penulis dalam membangun sistem alat pengaman listrik. Gambar 3.9 adalah *flowchart* yang digunakan.



Gambar 3.2 Flowchart sistem pengaman instalasi listrik

3.2.1 Program Utama

Program utama adalah kode program yang mengatur semua kerja sensor tegangan dan komponen lainnya. Kode program ini merupakan program yang berulang tanpa henti dikerjakan oleh *Arduino* tersebut. Pada saat program berjalan, program akan melakukan inialisasi data dan variabel. *Delay* yang digunakan pada proses inialisasi adalah 500 milidetik.

```

#include <SoftwareSerial.h> //
Arduino IDE <1.6.6
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
int pemutus= 8 ;

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  lcd.begin();
  lcd.backlight();
  pinMode(pemutus,OUTPUT);
  digitalWrite(pemutus,HIGH);
}

void loop()
{
  else {
    #include <PZEM-004Tv30.h>
    PZEM-004Tv30 pzem(11, 12);
    {
      float voltage = pzem.voltage();
      if(voltage != NAN){
        Serial.print("Voltage: ");
        Serial.print(voltage); Serial.println("V");
      }
      else {
        Serial.println("Error reading voltage");
      }
      float current = pzem.current();
      if(current != NAN){
        Serial.print("Current: ");
        Serial.print(current); Serial.println("A");
      }
      Serial.println("Error reading current");
    }
  }
}
  
```

```

float power = pzem.power();
if(current != NAN){
  Serial.print("Power: ");
  Serial.print(power); Serial.println("W");
}
else
{
  Serial.println("Error reading power");
}
Serial.println();
delay(500);

if( power <= 200 && current <= 1)
  lcd.print(current);
}
if( current <= 1)
{
  digitalWrite(pemutus, HIGH);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Power : ");
  lcd.setCursor(8,0);
  lcd.print(power);
  lcd.setCursor(15,0);
  lcd.print("W");

  lcd.print(power);
  lcd.setCursor(15,0);
  lcd.print("W");
  delay(10000);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("A : ");
}

{
  digitalWrite(pemutus,HIGH);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Power : ");
  lcd.setCursor(8,0);
  lcd.print(power);
  lcd.setCursor(15,0);
  lcd.print("W");

  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("A : ");
  lcd.setCursor(8,1);
  lcd.print(current);
}
if( current >= 1)
{
  digitalWrite(pemutus,LOW);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Power : ");
  lcd.setCursor(8,0);

  lcd.setCursor(8,1);
  lcd.print(current);
}
}

```

HASIL DAN PEMBAHASAN

1.1 Cara Kerja Alat

Pembuatan alat akan dilakukan berdasarkan perancangan dan skema diagram yang sudah dibahas pada bab sebelumnya. Alat ini akan bekerja dengan cara menampilkan nilai besar arus secara kontinue melalui *LCD* yang sudah terpasang. Pada saat alat pengaman bekerja, data yang diperoleh dari sensor tersebut akan menentukan apakah *relay* yang terhubung akan diputus atau tidak. Sensor ini akan menghasilkan nilai besar arus. Sensor bekerja dengan cara mengirimkan nilai besar arus ke *Arduino UNO* untuk kemudian diproses melalui program aplikasi yang sudah terpasang pada *Arduino UNO* tersebut. Apabila nilai yang dihasilkan sensor PZEM-004T melebihi batas yang ditentukan, *Arduino UNO* akan memerintahkan *relay* untuk memutus arus dalam beberapa saat. Dalam beberapa saat, *relay* akan terhubung kembali.

Pada saat pemutusan terjadi, perangkat yang melebihi beban akan dilepas dari alat tersebut agar penggunaan arus tetap dibawah beban maksimal yang ditentukan. Kegiatan ini akan terjadi secara terus menerus dan berulang-ulang sesuai dengan nilai arus yang dibaca pada *LCD*. Apabila penggunaan beban pada alat pengaman listrik tidak mengalami perubahan atau berada dalam batas yang normal, maka *relay* tidak akan diputus oleh *Arduino UNO* dan penggunaan beban dapat bekerja secara normal. Dalam proses pembacaan arus listrik, sensor PZEM-004T tetap melakukan secara terus-menerus.

1.2 Hasil Analisa

Berdasarkan pengujian-pengujian yang dilakukan oleh sensor PZEM-004T, dapat dinyatakan sistem proteksi beban listrik secara otomatis dapat bekerja tanpa harus diputus

secara manual. *Arduino UNO* berfungsi untuk melakukan *looping* secara terus-menerus dalam membaca arus yang masuk melalui alat tersebut. Apabila ada penggunaan beban yang berlebih, secara otomatis *Arduino UNO* memerintahkan *Relay* untuk melakukan pemutusan arus listrik yang masuk dari PLN. Proteksi juga dapat dilakukan apabila ada kabel yang terkontak oleh *ground* atau tangan manusia. Jika sensor menemukan perbedaan arus, maka secara otomatis *Arduino UNO* juga memerintahkan *Relay* untuk memutuskan arus yang datang dari PLN. Dengan demikian alat ini sangat baik untuk melakukan proteksi terhadap arus dan dapat menjaga perangkat elektronik bekerja dengan baik.

Dalam melihat hasil percobaan terhadap empat buah lampu yang dijadikan sebagai beban penggunaan listrik, penulis menampilkan hasil percobaan tersebut dalam bentuk tabel uji coba yang dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.1 Hasil Percobaan

No.	Beban	Pembacaan Sensor PZEM-004T	Besar Arus	Relay	Hasil
1	Sebuah lampu 100 watt	101,60 watt	0,49A	Off	Normal
2	Dua buah lampu 75 dan 100 watt	177,20 watt	0,79A	Off	Normal
3	Dua buah lampu 100 dan 100 watt	200,40 watt	0,9A	On	Listrik Putus Selama 10 Detik
4	Tiga buah lampu 75, 75 dan 100 watt	277,90 watt	1,24A	On	Listrik Putus Selama 10 Detik

Tabel 4.2 Perbandingan perhitungan pembacaan sensor dan teori

No.	Beban	Pembacaan Sensor PZEM-004T		Perhitungan Secara Teori		Akurasi
		P	I	P	I	
1	Sebuah lampu 100 watt	101,60 watt	0,49 A	100 watt	0,45 A	98,42%
2	Dua buah lampu 75 dan 100 watt	177,20 watt	0,79 A	175 watt	0,79 A	98,75%
3	Dua buah lampu 100 dan 100 watt	200,40 watt	0,90 A	200 watt	0,90 A	99,80%
4	Tiga buah lampu 75, 75 dan 100 watt	277,90 watt	1,24 A	250 watt	1,113 A	89,96%

Tabel 4.3 menjelaskan hasil percobaan yang penulis lakukan untuk menguji apakah alat pemutus listrik bekerja dengan baik. Ada empat buah beban yang digunakan dalam percobaan tersebut. Percobaan pertama dan kedua, alat tersebut tidak melakukan pemutusan arus listrik karena beban yang digunakan tidak mencapai 200 watt. Fungsi *relay* pemutus dapat dilihat pada percobaan ketiga dan keempat pada saat beban melebihi 200 watt. *Relay* bekerja sesuai dengan perintah yang diprogram yaitu memutuskan aliran listrik ke stop kontak penggunaan beban dan *fitting* lampu apabila telah melewati maksimal beban yang ditentukan. Relay akan memutuskan listrik selama 10 detik sebelum menghidupkan listrik tersebut kembali. Dalam 10 detik beban dapat dikurangkan sehingga penggunaan beban tersebut dapat dikurangkan untuk memastikan penggunaan arus listrik berada di bawah batas yang ditentukan. Terdapat toleransi yang

menyatakan perbedaan antara pengukuran alat dengan pengukuran arus sesuai dengan teori. Pada lampu berkekuatan 75 dan 100 watt, pada saat diukur oleh PZEM-004T akan mengalami perbedaan dengan yang tertulis di lampu tersebut.

Dari hasil perhitungan pembacaan sensor pada Tabel 4.4, terjadi perbedaan *watt* pada perhitungan secara teori. Percobaan dengan sebuah lampu pada sensor mengeluarkan nilai 101,60 watt sedangkan menurut teori, hasil yang dikeluarkan adalah 100 watt, terdapat perbedaan yang menyebabkan nilai akurasi menjadi $\frac{100}{101,6} = 98,42\%$. Percobaan dengan dua buah lampu 75 dan 100 watt menghasilkan nilai 177,20 watt dengan akurasi $\frac{175}{177,20} = 98,75\%$. Percobaan dengan dua buah lampu 100 watt menghasilkan nilai 200,40 watt dengan akurasi $\frac{200}{200,4} = 99,80\%$. Percobaan terakhir dengan menggunakan tiga buah lampu 75, 75, dan 100 watt menghasilkan 277,90 watt dengan akurasi $\frac{100}{101,6} = 89,96\%$.

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah pengujian alat pengamanan beban diuji, ada beberapa kesimpulan yang dapat dipaparkan dari hasil penelitian ini, antara lain:

1. Pengukuran sensor PZEM-004T dalam empat kali percobaan menggunakan lampu 75 watt dan 100 watt menghasilkan toleransi yang akurat di atas 94%.
2. Pembatasan arus listrik menggunakan perangkat *Arduino* yang dapat diprogram dalam memberikan besar daya maksimal.
3. Pemutusan arus listrik dengan *Relay* dengan waktu 10 detik dapat memberikan kesempatan dalam melakukan penurunan beban berlebih yang digunakan pada alat tersebut

5.2 Saran

Ada beberapa saran yang dapat dikemukakan berdasarkan hasil penelitian yang capai, antara lain:

1. Sebaiknya alat dapat dimonitor dari jarak jauh secara *wireless* menggunakan Bluetooth, Wi-Fi atau modul lainnya.
2. Sebaiknya alat dapat dikemas menjadi bentuk yang lebih kecil sehingga dapat memudahkan pemasangan pada jaringan listrik.

REFERENSI

- [1]. An Nisa, A. N., Marwan, M., & Idris, A. R. (2019). Analisis sistem proteksi di PT. PLN (Persero) sektor pembangkitan kendari unit PLTD Wua Wua. *TEKNO*, 29(2), 177. <https://doi.org/10.17977/um034v29i2p177-189>
- [2]. Arduino. (2019). *Arduino Pro Mini*. <https://store.arduino.cc/usa/arduino-pro-mini>
- [3]. H., M. S., Sofyan, S., & Idris, A. R. (2018). Analisis Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah pada Sistem Distribusi PT. PLN Rayon Belopa. *Jurnal Teknologi Elekterika*, 15(2), 46. <https://doi.org/10.31963/elekterika.v15i2.2006>
- [4]. Handayasari, I., & Cahyani, R. D. (2019). Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Umur Rencana Perkerasan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Soekarno Hatta Palembang). *Jurnal Kajian Ilmu Dan Teknologi*, 5(1), 25–32. <https://doi.org/10.33322/kilat.v5i1.676>
- [5]. Ilham Akhsanu Ridlo. (2017). Pedoman Pembuatan Flowchart. In *Academia.Edu* (p. 14).
- [6]. Jones, C. (2016). *MCB (Miniature Circuit Breaker), Construction, Working, Types & Uses*. Electrical Technology. <https://www.electricaltechnology.org/2016/02/mcb-miniature-circuit-breaker-types-construction-working-uses.html>
- [7]. Laney, S. R. (2017). A General-Purpose Microcontroller-Based Framework for Integrating Oceanographic Sensors, Instruments, and Peripherals. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 34(2), 415–427. <https://doi.org/10.1175/JTECH-D-16-0069.1>
- [8]. Saputra, A. W., Susano, A., & Astuti, P. (2018). Rancang Bangun Aplikasi Edukasi Hardware Komputer Berbasis Teknologi Augmented Reality dengan Menggunakan Android. *Faktor Exacta*, 11(4), 310. <https://doi.org/10.30998/faktorexacta.v11i4.3100>

- [9]. Škultéty, E., Pivarčiová, E., & Karrach, L. (2018). The Comparing of the Selected Temperature Sensors Compatible with the Arduino Platform. *Management Systems in Production Engineering*, 26(3), 168–171. <https://doi.org/10.1515/mspe-2018-0027>
- [10]. Sofyan, A. A., Gustomi, L. F., & Fitrianto, S. (2016). Perancangan Sistem Informasi Perencanaan dan Pengendalian Bahan Baku Pada PT. Hema Medhajaya. *Jurnal Sisfotek Global*, 6(1), 87–95.
- [11]. Syamsiah. (2019). Perancangan Flowchart dan Pseudocode Pembelajaran Mengenal Angka dengan Animasi untuk Anak PAUD Rambutan. *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 4(1), 86. <https://doi.org/10.30998/string.v4i1.3623>
- [12]. Turang, D. A. O. (2015). Pengembangan Sistem Relay Pengendalian dan Penghematan Pemakaian Lampu Berbasis Mobile. *Seminar Nasional Informatika 2015 (SemnasIF 2015)*.

