



## Sistem Monitoring dan Proteksi pada Stop Kontak Berbasis IoT

Syaifurrahman<sup>#1</sup>, Abqori Aula<sup>#2</sup>

<sup>#</sup>Jurusan Teknik Elektro Universitas Tanjungpura Potianak  
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak, Indonesia

<sup>1</sup>syiaifurrahman@untan.ac.id

<sup>2</sup>abqoriaula@ee.untan.ac.id

**Abstrak**— Pemasangan stop kontak pada instalasi listrik merupakan suatu keharusan dikarenakan banyak beban listrik yang diaktifkan melalui stop kontak. Penggunaan berbagai macam beban listrik pada stopkontak dapat menyebabkan stop kontak menjadi panas, cepat rusak dan menimbulkan terjadinya kebakaran akibat suhu lubang terminal meningkat. Stop kontak dapat dikembangkan tidak saja sebagai penyambung tetapi juga dapat dimanfaatkan sebagai media untuk mendeteksi besarnya daya beban dan energi listrik serta suhu terminal stop kontak dari jarak jauh. Metode yang digunakan pada sistem monitoring dan proteksi stopkontak dengan menambahkan perangkat elektronik(hardware) dan Software yang dapat mendeteksi daya beban listrik serta kenaikan suhu pada terminal stopkontak. Perangkat utama pada sistem elektronik adalah modul Node MCU ESP8266 yang memiliki fitur Wifi dengan sebuah open source platform IoT. Node MCU ESP8266 dihubungkan dengan sensor suhu DHT 22, dan sensor daya PZEM 004. Modul Node MCU8266 ditanamkan perangkat lunak yang berisi instruksi dan kode-kode program agar sinyal yang dikirimkan dari sensor-sensor dapat dikonversikan menjadi angka-angka yang dapat dipahami oleh pengguna. Nilai yang terbaca oleh sensor kemudian ditampilkan pada LCD dan dikirimkan melalui media internet ke smartphone melalui aplikasi Blynk. Hasil pengujian terhadap sensor suhu dan daya diperoleh Sistem stop kontak berbasis IoT dapat memberikan informasi penggunaan daya listrik serta suhu terminal/lubang stop kontak. Rata-rata kesalahan pembacaan daya pada sensor PZEM 004 sekitar 3,5% dan rata-rata kesalahan pembacaan suhu DHT 22 sebesar 0,3%. Sistem stop kontak akan memutuskan beban listrik apabila daya beban melebihi 500 W atau suhu terminal melebihi 50°C.

**Kata kunci**— Stop kontak, IoT, MCU ESP8266, PZEM 004, DHT22

### I. PENDAHULUAN

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) stop kontak adalah tempat menghubungkan arus listrik atau tempat steker ditusukkan atau kontak-kontak. Stop kontak (Socket outlet) berfungsi sebagai tempat menghubungkan aliran listrik dengan berbagai alat listrik atau elektronik rumah tangga. Stopkontak selalu berhubungan dengan steker. Stopkontak yang umum digunakan oleh

masyarakat adalah stop kontak biasa yang hanya terdiri dari dua buah kuningan tempat colokan steker yang dikemas menjadi satu dalam bahan plastik/PVC isolator.

Stop kontak merupakan peralatan listrik yang sangat banyak digunakan dalam instalasi listrik baik itu di rumah, gedung, kantor maupun industri. Stop kontak merupakan alat listrik yang digunakan sebagai media untuk menyambungkan beban listrik ke sumber listrik. Beban listrik yang dihubungkan melalui stop kontak sangat bervariasi baik jenis maupun daya, sehingga tidak jarang dapat menghasilkan panas pada terminal kuningan yang dapat mempercepat kerusakan stop kontak atau menimbulkan sumber api [1]. Penggunaan peralatan listrik yang tidak mengikuti standar PUIL 2000 dapat mempercepat kerusakan pada instalasi dan peralatan listrik dan terjadi korsleting listrik sehingga menimbulkan kebakaran [2].

Perancangan sistem stop kontak cerdas bukanlah hal yang baru ditemukan. Dipasaran sudah tersedia berbagai macam stop kontak “cerdas” yang dijual dalam berbagai bentuk dan jenis. Namun hasil penelusuran pemakaian istilah cerdas pada stop kontak dipasaran lebih menekankan pengendalian ON/OFF pada jarak jauh menggunakan smartphone android.

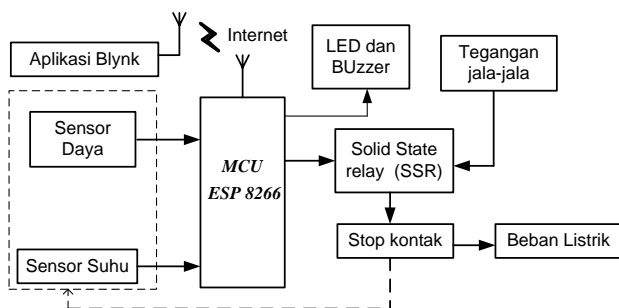
Beberapa penelitian telah mengembangkan makna smart stopkontak menjadi lebih luas. Pemanfaatan stop kontak sebagai media pemantau energi berbasis IoT telah dirancang oleh Fahrudin Nur Iksan, Gunawan Tjahjadin tahun 2018, sistem ini mampu memantau besar arus beban serta suhu pada jarak jauh melalui media internet, namun istilah stopkontak yang digunakan dalam perancangan ini bukan dalambentuk fisik stopkontak [3]. Smart Stop kontak merupakan stopkontak yang dapat dikendalikan ON/OFF secara terjadwal (berdasarkan setting timer) dari jarak jauh dengan menggunakan aplikasi android dan situs web [4]. Shelsa Foiqotul Himmah beserta tim, 2018, telah merancang sebuah stop kontak yang dapat mengklasifikasikan perangkat elektronik yang terhubung pada stop kontak. Metode yang digunakan adalah dengan implementasi algoritma Naive Bayes yang ditanamkan pada mikrokontroler [5]. Aldiansyah Fanni Saputra dan tim tahun 2019 melalui

artikel yang dupload pada <https://www.researchgate.net/publication> telah mengembangkan stopkontak cerdas berbasis arduino yang menekankan pada otomatisasi penggunaan beban listrik sehingga penggunaan energi menjadi lebih hemat pada skala rumah tangga [6]. Doly Handali dan jefri Lianda telah membuat sistem pemantauan daya listrik berbasis IoT dengan mendeteksi arus fan tegangan pada beban. Sistem pemantauan ini tidak mendeteksi suhu pada beban dan proteksi pada stop kontak [7]. Tanto dan Darmuji juga sudah membuat penggunaan Internet of Things pada alat monitoring energi listrik. Penelitian ini menggunakan LCD sebagai tampilan pembacaan energi dan tanpa menggunakan smartphone untuk memonitoring dari jarak jauh [8].

II. METODE

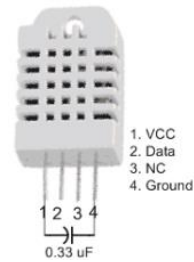
Stopkontak cerdas ini terdiri atas komponen utama yakni Node MCU sebagai mikrontroler berbasis IoT yang dapat terhubung ke jaringan internet. Sehingga informasi yang diperoleh terhadap penggunaan sistem stopkontak dapat diketahui oleh pengguna pada jarak jauh dengan menggunakan smartphone. Selain memonitoring sistem ini juga dapat mengatur nyala/mati beban listrik pada jarak jauh.

Terdapat 2 buah sensor yang dipasang pada alat ini antara lain sensor suhu DHT22 dan sensor daya (lihat Gambar 1). Sensor daya terdapat 2 besaran yang diukur, yaitu tegangan dan arus dikemas dalam satu sistem menjadi sensor daya AC tipe PZEM-004.



Gambar. 1 Diagram Blok Stop kontak cerdas

DHT-22 merupakan sensor suhu dan kelembaban yang sangat akurat, sensor ini memiliki keluaran berupa sinyal digital dengan konversi dan perhitungan dilakukan oleh MCU 8-bit terpadu. Sensor ini memiliki kalibrasi akurat dengan kompensasi suhu ruang penyesuaian dengan nilai koefisien tersimpan dalam memori OTP terpadu. Gambar 2 memperlihatkan sensor DHT22 yang memiliki rentang pengukuran suhu dan kelembaban yang luas, DHT22 mampu mentransmisikan sinyal keluaran melewati kabel hingga 20 meter sehingga sesuai untuk ditempatkan di mana saja, tapi jika kabel yang panjang di atas 2 meter maka antara pin#1 (VCC) dengan pin#4 (GND) pada MCU perlu ditambahkan kapasitor 0,33µF.



Gambar. 2 Sensor Suhu DHT22

Sensor DHT22 dipasang melekat pada terminal logam stopkontak. Kenaikan suhu terminal stopkontak akibat penggunaan beban menyebabkan bit data (suhu) keluaran DHT 22 menjadi meningkat. Spesifikasi sensor suhu kelembaban DHT22 [9] :

- Tegangan input : 3,3 – 6 VDC
- Sistem komunikasi : Serial (single – Wire Two way)
- Range suhu : -40°C – 80°C
- Range kelembaban : 0% – 100% RH
- Akurasi : ±2°C (temperature) ±5% RH (humidity)

Untuk mengakses sensor suhu DHT22 dalam proses pemrograman, terlebih dahulu memanggil *library-library* yang dibutuhkan dan mendeklarasikan variabel-variabel yang akan digunakan. Kode program 1 memperlihatkan beberapa library seperti *OneWire.h* dan *DHT.h* yang digunakan untuk mengoperasikan sensor tersebut. Pin yang digunakan untuk menghubungkan sensor ke mikrokontroler menggunakan pin digital yang terletak pada GPIO 0 ESP8266.

Kode Program 1. Deklarasi dan Inisial Sensor DHT22

```
#include <OneWire.h>
#include < DHT.h >
#define DHTPIN 0
#define DHTTYPE DHT22
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
```

Setelah melakukan inialisasi dan deklarasi, sensor tersebut harus diaktifkan dengan menggunakan perintah *dht.begin()* dan *Wire.begin()* yang diletakan pada bagian setup program seperti yang terlihat Kode program 2. Bagian setup hanya akan membaca program 1 kali ketika mikrokontroler baru dinyalakan.

Kode Program 2. Bagian Setup Sensor DHT22

```
void setup()
{
  dht.begin();
  Wire.begin();
}
```

Pada bagian loop, sensor akan melakukan proses pembacaan dan menampilkan hasil pembacaan secara virtual di aplikasi Blynk. Variabel sensor menggunakan tipe data float yang artinya nilai yang ditampilkan merupakan bilangan desimal yang mengandung angka koma.

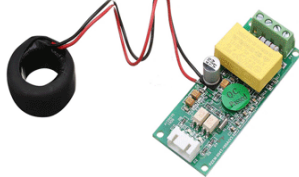
**Kode Program 3.** Bagian Loop Sensor DHT22

```
void loop()
{
  float celcius_1 = dht.readTemperature();
  Blynk.virtualWrite(V21, celcius_1);
}
```

Pembacaan sensor DHT22 menggunakan perintah `dht.readTemperature()`; yang akan membuat sensor bekerja untuk membaca nilai suhu dan mengirimkan data tersebut ke mikrokontroler. Kemudian data sensor tersebut disimpan dalam sebuah variabel virtual Blynk (V21) yang membuat data tersebut dapat dibaca di aplikasi Blynk menggunakan perintah `Blynk.virtualWrite(V21, celcius_1)`.

Sensor daya AC menggunakan tipe PZEM-004 yang dapat mendeteksi tegangan AC bolak-balik dan arus beban yang dapat dikonversikan menjadi daya nyata, energi, frekuensi dan  $\cos \theta$  pada suatu jaringan listrik AC. Sensor ini memiliki spesifikasi [10] sebagai berikut:

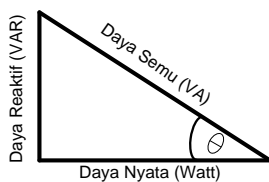
- Working voltage: 80 ~ 260VAC
- Rated power: 100A / 22000W
- Working Frequency: 45-65Hz
- Measurement accuracy: 1.0



Gambar. 3 Sensor daya

Modul PZEM-004T pada Gambar 3 sangat mudah untuk digunakan dalam pemrograman dengan menggunakan berbagai jenis board Mikrokontroler seperti Arduino, ESP8266, STM32, WeMos, NodeMCU, Raspberry Pi dll karena menggunakan komunikasi serial TTL.

Ada tiga jenis daya listrik, yaitu daya semu, daya nyata dan daya reaktif yang terangkum menjadi satu dalam segi tiga daya [11] seperti diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar. 4 Segitiga daya

Daya nyata (P) merupakan daya listrik yang digunakan untuk beban listrik atau peralatan listrik yang memiliki satuan Watt. Daya inilah yang membuat beban listrik dapat berfungsi dapat berupa penerangan, putaran motor listrik atau panas. Daya aktif pada sistem 1 fasa dinyatakan dengan persamaan 1.

$$P = V.I.Cos \theta \dots\dots\dots 1$$

Daya semu (S) adalah sekumpulan daya listrik yang berjalan di penghantar distribusi atau transmisi dan

memiliki satuan Volt-Ampere (VA). Daya semu merupakan total kapasitas daya yang belum terpakai pada instalasi rumah tangga atau gedung. Daya semu dapat dinyatakan dengan persamaan 2.

$$S = V.I \dots\dots\dots 2$$

Daya reaktif (Q) meruapakan daya yang muncul akibat beban listrik yang digunakan memiliki sifat kapasitif ataupun induktif. Hal ini menyebabna terjadinya pergeseran fasa antara tegangan dan arus listrik yang menimbulkan beda fasa sebesar  $\theta$ . Persamaan daya reaktif.

$$Q = V.I.Sin \theta \dots\dots\dots 3$$

Keterangan:

- P = Daya nyata (Watt)
- S = Daya semu (VA)
- Q = Daya reaktif (VAR)
- V = Tegangan jala-jala AC (Volt)
- I = Arus (Ampere)
- $\theta$  = Beda fasa
- Cos  $\theta$  = Faktor Daya

Sama seperti proses pembacaan pada sensor suhu, sensor daya PZEM004T terlebih dahulu dilakukan deklarasi dan inialisasi pada tahap awal pemrograman. Kode program 4 memperlihatkan beberapa library yang digunakan seperti `<SoftwareSerial.h>`, `<PZEM004Tv30.h>` dan `LiquidCrystal_I2C.h` yang diletakan pada bagian `header` program. Pin yang digunakan pada mikrokontroler untuk mengaktifkan PZEM004T menggunakan GPIO 12 dan 13 sebagai RX TX sebagai komunikasi serial virtual.

**Kode Program 4.** Bagian Inialisasi dan Deklarasi PZEM004T

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <PZEM004Tv30.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
PZEM004Tv30 pzem(12,13);
```

Kode program 5 memperlihatkan bagian loop untuk menjalankan sensor daya PZEM004T menggunakan beberapa perintah untuk melakukan pembacaan beberapa besaran listrik tegangan, arus, daya, energi, frekuensi dan faktor daya. Semua data tersebut disimpan dalam variabel dengan tipe data float yang akan dapat menampilkan nilai desimal.

**Kode Program 5.** Bagian Loop PZEM004T

```
void loop()
{
  float voltage = pzem.voltage();
  float current = pzem.current();
  float power = pzem.power();
  float energy = pzem.energy();
  float frequency = pzem.frequency();
  float pf = pzem.pf();

  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print(voltage);
  lcd.print("V ");
  lcd.print(current);
  lcd.print("A ");
  lcd.setCursor(0,1);
```

```

lcd.print(power);
lcd.print("W ");
lcd.setCursor(8,1);
lcd.print("PF:");
lcd.print(pf);

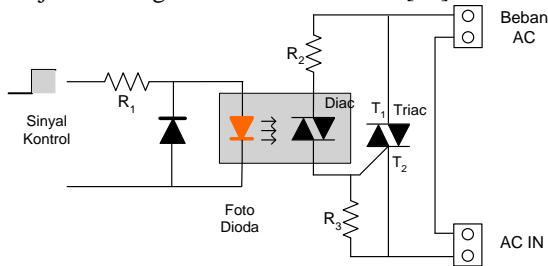
Blynk.virtualWrite(V20, fahrenheit_1);
Blynk.virtualWrite(V19, voltage);
Blynk.virtualWrite(V18, current);
Blynk.virtualWrite(V17, power);
Blynk.virtualWrite(V16, energy);
Blynk.virtualWrite(V15, frequency);
Blynk.virtualWrite(V14, pf);
}

```

Data sensor yang telah didapat tadi kemudian ditampilkan ke LCD dengan terlebih dahulu membersihkan tampilan LCD menggunakan perintah `lcd.clear()` dan dilanjutkan dengan menentukan posisi kursor `lcd.setCursor()` dan menentukan data yang ditampilkan `lcd.print()`. Semua data tersebut juga ditampilkan di aplikasi Blynk melalui variabel virtual menggunakan perintah `Blynk.virtualWrite()` sehingga data-data tersebut dapat dipantau dalam jarak yang jauh.

Pada penelitian ini sensor daya akan menentukan daya nyata dengan mendeteksi besarnya arus yang mengalir ke beban listrik dan tegangan jala-jala AC.

Solid State Relay (SSR) adalah perangkat semikonduktor yang memiliki kemampuan arus besar yang digunakan untuk mengontrol beban listrik tanpa terhubung langsung dengan sinyal pengontrol. SSR tidak memiliki bagian yang bergerak tetapi sebaliknya menggunakan sifat listrik dan optik semikonduktor solid state. Untuk melakukan input ke fungsi isolasi dan pensaklaran. SSR dapat dirancang untuk mengalihkan arus AC dengan menggunakan komponen thyristor atau triac sebagai komponen kendali besaran AC. Gambar 5 menunjukkan rangkaian dalam dari SSR [12].



Gambar. 5 Rangkaian dalam SSR

Pada Gambar 5 jika sinyal kontrol pada keadaan tinggi (+5V) maka foto dioda akan mengirimkan cahaya ke diac, diac memicu triac sehingga  $T_1$  dan  $T_2$  terhubung. Penggunaan foto dioda atau foto triac dimaksudkan untuk memisahkan antara sumber tegangan AC dengan sinyal kontrol. Saat ini Rangkaian SSR sudah dikemas dalam satu modul yang lengkap dan ringkas tipe OMRON G3 MB seperti diperlihatkan pada Gambar 6. SSR ini bekerja pada arus maksimal 2 A dengan tegangan AC maksimal 240 V dan tegangan sinyal input DC 5 V. Pada sistem stop

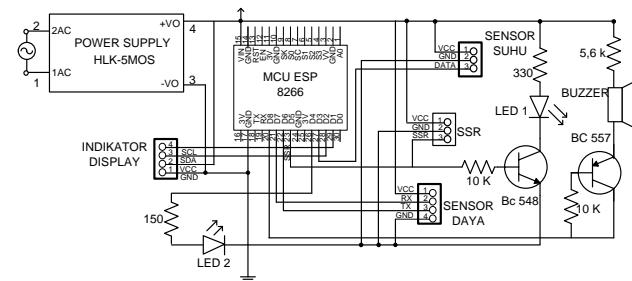
kontak ini juga terdapat beberapa indikator keluaran seperti LED dan buzzer.



Gambar. 6 Modul SSR Omron G3 MB

Sensor suhu untuk mendeteksi panas pada terminal tembaga stop kontak akibat penggunaan beban listrik. Panas yang melebihi dari batas yang ditentukan mengakibatkan LED atau buzzer akan aktif. Selain itu informasi suhu terminal Stop kontak dapat juga diketahui secara langsung oleh pengguna pada jarak jauh.

Diagram skematik untuk, rangkaian stop kontak berbasis IoT diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar. 7 Rangkaian sistem stopkontak

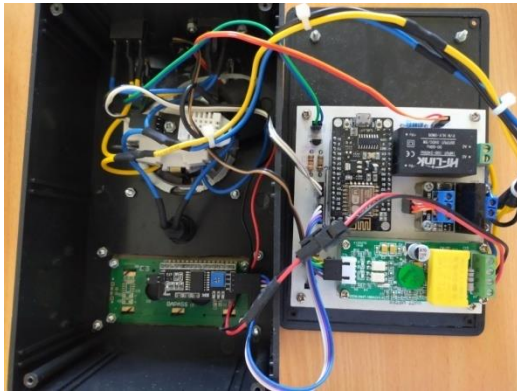
Pada Gambar 6 terdapat IC MCU ESP 8266 sebagai jantung dari sistem stopkontak cerdas. Setiap kaki-kaki IC terhubung dengan perangkat modul elektronik seperti LCD display, sensor daya (sensor **PZEM-004**), sensor suhu, dan LED melalui terminal header. Penggunaan terminal rangkaian ini agar memudahkan pelepasan modul jika modul mengalami kerusakan atau kegagalan dalam fungsi. Selain itu IC MCU ESP 8266 juga dihubungkan ke Solid State Relay (SSR) HLK-5MOS yang merupakan saklar elektronik untuk menghubungkan antara beban dengan sumber AC PLN.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

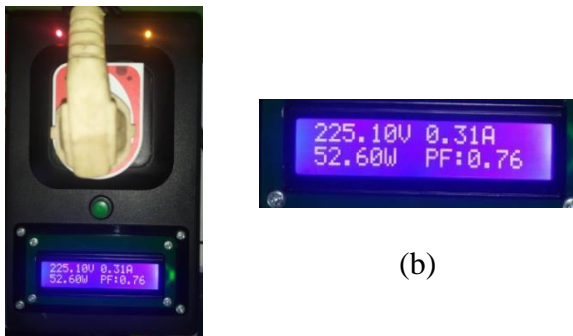
Gambar 8 memperlihatkan bentuk fisik sistem stopkontak pada bagian dalam. Pada gambar tersebut terdapat beberapa modul elektronik yang dihubungkan dengan modul IoT MCU 8266 yang dikemas menjadi satu pada bok ukuran  $4 \times 12 \times 8 \text{ cm}^3$ .

Gambar 9 memperlihatkan tampilan stop kontak bagian atas. Pada Gambar 8 terdapat satu buah stop kontak yang dilengkapi dengan LCD yang berfungsi untuk menampilkan informasi mengenai informasi kelistrikan (daya beban, arus listrik, PF dan tegangan AC). Terdapat dua buah indikator lampu *Light Emitting Dioda* (LED) pada alat tersebut masing-masing berwarna merah dan kuning. LED merah menunjukkan status jaringan yang terhubung pada alat stop kontak, sedangkan LED kuning menunjukkan status saklar manual pada stopkontak.

Apabila LED merah menunjukkan hidup-mati secara perlahan maka alat tersebut sudah berhasil terhubung ke jaringan sedangkan apabila LED merah mengalami kedip (*blinking*) artinya alat gagal terhubung ke jaringan. Indikator kuning akan menyala jika kontak saklar terhubung, apabila kontak saklar terputus maka indikator kuning akan mati.



Gambar. 8 Rangkaian sistem stopkontak



(a)

(b)

Gambar. 9 Bentuk fisik sistem stop kontak IoT

Gambar 9 menunjukkan tampilan LCD yang menginformasikan tampilan penggunaan beban listrik. Tampilan tersebut memperlihatkan pembacaan daya listrik sebesar 52,60 W, tegangan AC PLN sebesar 225,10 V, arus beban 0,31 A dan faktor daya sebesar 0,76. Besaran pembacaan ini akan berubah seiring dengan perubahan beban terutama daya listrik dan arus beban. Tampilan pembacaan penggunaan stopkontak juga dapat dimonitor dengan aplikasi Blynk melalui smartphone seperti diperlihatkan pada gambar 10.

Pada layar smartphone diperlihatkan adanya tombol ON/OFF (segiempat warna kuning), beberapa besaran listrik seperti nilai tegangan AC sebesar 240,00 V, Faktor daya 0,9, arus beban 1,46 A, frekuensi 50 Hz, penggunaan energi listrik sebesar 86,432 KWh, serta tampilan nilai suhu 34,0°C dan Daya beban 347,0 W.

Selain itu sistem stop kontak berbasis IoT akan memberikan respon kepada pengguna apabila ada hal-hal yang tidak diinginkan terjadi pada stopkontak tersebut,

seperti kenaikan suhu dan penggunaan daya yang melebihi batas nilai yang telah diatur.



Gambar. 10 Tampilan Blynk pada smartphone

Ada 2 pengujian yang dilakukan, yaitu pengujian pembacaan suhu dan pembacaan daya. Selain itu pengujian juga bertujuan untuk melihat penggunaan aplikasi Blynk pada smartphone untuk melihat hasil pembacaan suhu, daya, tampilan proteksi serta sistem penyimpanan data.

#### A. Pengujian Sensor Suhu

Suhu terminal stopkontak dapat meningkat seiring penggunaan beban. Ada beberapa faktor stop kontak menjadi panas di antaranya steker dan stop kontak tidak standar, penggunaan beban yang besar, penggunaan terminal yang banyak pada stop kontak, dan kesalahan dalam pemasangan kabel. Suhu yang meningkat pada stop kontak dapat menimbulkan bungan api dan menyebabkan terjadinya kebakaran.

Pengujian sensor suhu bertujuan untuk melihat responsibilitas sensor terhadap kenaikan suhu pada terminal stop kontak. Pada pengujian ini sumber panas yang digunakan berasal dari lampu halogen yang diletakkan pada sekitar terminal stop kontak. Pengukuran suhu pada terminal stop kontak menggunakan alat ukur thermometer digital dan dapat juga ditampilkan pada smartphone yang sudah terkoneksi dengan sistem IoT pada stop kontak. Untuk pembacaan nilai suhu, pada smartphone sudah dibuat program pembacaan suhu dengan aplikasi Blynk. Tabel 1 memperlihatkan hasil pengukuran dan pembacaan suhu pada terminal stop kontak.

TABEL I  
KENAIKAN SUHU PADA TERMINAL STOP KONTAK

No	Thermometer (°C)	Smartphone	Error (%)
1	29,5	29,8	1,02
2	30,5	30,6	0,67
3	31,1	31	0,33

No	Thermometer (°C)	Smartphone	Error (%)
4	32,6	32,4	0,65
5	33	32,9	0,32
6	33,7	33,8	0,95
7	34,1	34,2	0,61
8	34,9	34,8	0,00
9	35,5	35,6	0,30
10	36,4	36,2	0,00
11	36,9	37	0,30
12	37,6	37,4	0,30
13	37,9	37,8	0,00
14	38,2	38,2	0,29
15	38,6	38,6	0,29
Rata-rata selisih pembacaan			0,3%

Hasil pengukuran suhu terminal stop kontak pada thermometer digital dan smartrphone menunjukkan nilai yang tidak terlalu berbeda, rata-rata persentase selisih dari dua pengukuran tersebut sebesar 0,3% masih berada di bawah 5%. Hasil ini menunjukkan perubahan suhu pada terminal stop kontak dapat diamati secara akurat dengan menggunakan smartphone dari jarak jauh.

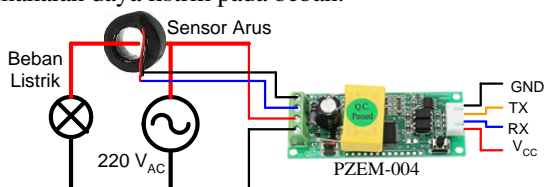
Pengujian juga dilakukan untuk melihat sistem proteksi apabila suhu stop kontak meningkat melebihi dari batas yang ditentukan. Pada penelitian ini suhu maksimal stopkontak di atur pada 50°C. Kenaikan suhu melebihi 50°C akan menyebabkan stopkontak terputus dan buzzer indikator berbunyi serta pada LCD tertulis “PERHATIAN PROTEKSI SUHU” seperti diperlihatkan pada Gambar 11.



Gambar. 11 Indikator proteksi kenaikan suhu

**B. Pengujian Sensor Daya**

Sensor daya menggunakan komponen tipe PZEM-004 dengan susunan pemasangan seperti diperlihatkan pada Gambar 12 sensor daya digunakan untuk memantau pemakaian daya listrik pada beban.



Gambar. 12 Rangkaian sensor daya

Sensor daya bekerja dengan mendeteksi arus beban melalui trafo arus (sensor arus) dan tegangan ac. Terminal TX dan RX dihubungkan dengan terminal TX dan RX

pada rangkaian stopkontak gambar 6. Pada pengujian ini, daya yang ditampilkan adalah daya nyata. Perkalian antara tegangan AC, arus beban dan  $\cos \phi$  akan menghasilkan daya nyata beban. Pengujian sensor daya menggunakan tiga alat untuk pembacaan nilai daya, yaitu wattmeter dari Digital Instrumen, LCD pada stop kontak dan smartphone. Pengujian terhadap sensor daya dilakukan dengan menambah beban listrik dari beban kecil sedang hingga besar pada stop kontak. Ada beberapa tipe beban listrik yang digunakan yaitu Lampu, Elemen pemanas dan motor listrik. Gambar 13 memperlihatkan hasil pembacaan daya menggunakan wattmeter sebesar 214 W dan smartphone sebesar 212,6 W.



Gambar. 13 Tampilan pembacaan daya

Tabel 2 memperlihatkan hasil pengujian pada sensor daya. Pengujian menggunakan berbagai jenis beban listrik, baik beban resistif maupun beban induktif.

TABEL II  
PENGUJIAN SENSOR DAYA

No	Beban Listrik	Daya (watt)	Hasil Pembacaan/ pengukuran (Watt)			Error (%)
			LCD Stop Kontak	Watt meter	Smart phone	
1	L. Neon	5	4,9	6	4,9	18,33
2	L. LED	3	1,1	1	1,1	10,00
3	L. Pijar	25	27,1	28	27,1	3,21
4	L. Pijar	60	64,5	64	64,5	0,78
5	L. Pijar	100	105,7	105	105,7	0,67
6	L. Pijar	40	42,2	42	42,2	0,48
7	Solder	60	26	26	26	0,00
8	Heat Gun	1600	1561	1562	1561	0,06
9	Zigsaw	450	212	214	212,6	0,93
10	Halogen	25	32	31	32	3,23
11	Gerinda	670	347	350	347	0,86
Rata-rata selisih pembacaan						3,5%

Hasil pengujian pada rangkaian sensor daya menunjukkan selisih nilai yang tidak terlalu jauh antara pembacaan wattmeter dengan tampilan pada LCD stop kontak. Pada pengukuran beban-beban rendah tingkat kesalahan pembacaan lebih besar dibanding pengukuran

pada beban-beban tinggi. Lampu Neon dan LED memiliki kesalahan pembacaan paling besar sekitar 18% dan 10%. Hal ini disebabkan pada dua lampu tersebut terdapat rangkaian elektronik yang mempengaruhi pembacaan pada alat ukur. Pada beban solder, zigsaw dan gerinda terjadi perbedaan yang jauh antara daya yang tertera dengan hasil pengukuran. Hal ini disebabkan pada saat pengujian dua beban listrik tersebut tidak digunakan secara maksimal. Berdasarkan hasil perhitungan Rata-rata persentase kesalahan pembacaan daya sebesar 3,5%. Hasil persentase ini menunjukkan bahwa pengukuran daya dengan menggunakan sensor daya memberikan nilai yang mendekati akurat. Ketidakakuratan ini dipengaruhi oleh jenis beban yang digunakan seperti beban induktif maupun kapasitif yang dapat memperbesar faktor daya. Ketidakakuratan juga dapat disebabkan pada pembacaan pada wattmeter tidak dapat menunjukkan angka dibelakang tanda koma sehingga terdapat selisih beberapa angka dibelakang koma. Namun demikian perubahan daya beban masih dapat dideteksi oleh sensor dengan menunjukkan perubahan nilai yang tertera pada LCD stop kontak. Besar daya yang tampil pada smartphone juga sama dengan daya yang ditunjukkan pada LCD stopkontak. Jika daya beban meningkat hingga melebihi 500 W maka system akan memberikan sinyal keluaran pada indikator buzzer serta tampilan LCD akan tertulis "PERHATIAN! PROTEKSI DAYA" seperti diperlihatkan pada Gambar 14.



Gambar. 14 Tampilan proteksi daya pada LCD

Pada sistem stopkontak berbasis IoT menggunakan SSR dengan kemampuan arus beban maksimal 2 A, sehingga kemampuan beban yang dapat dihubungkan pada stop kontak maksimal 440 W. Namun pada saat pengujian penggunaan daya dapat melebihi dari 440 W tetapi dalam waktu yang singkat dan tidak diizinkan dalam waktu lama.

#### IV. KESIMPULAN

1. Sistem stop kontak berbasis IoT dapat berfungsi dan bekerja sesuai hasil rancangan.
2. Sistem stopkontak cerdas dapat diaktifkan secara langsung (manual) dengan menekan tombol pada alat ataupun dengan menggunakan smartphone.
3. Rata-rata selisih pembacaan suhu antara termometer dengan smartphone sebesar 0,3%

4. Rata-rata selisih pembacaan daya antara wattmeter dengan smartphone sebesar 3,5%.
5. System stopkontak cerdas akan memberikan peringatan kelebihan daya jika daya beban melebihi 500 W.
6. System stopkontak cerdas akan memberikan peringatan kenaikan suhu jika suhu terminal (tembaga) melebihi 50°C.

#### REFERENSI

- [1] H. Ririn, Upaya Tertib Listrik terhadap Instalasi Kabel di daerah padat penduduk, *Jurnal Kilat*, Vol. 7 No. 1, hal 24—29, tahun 2018
- [2] S. Budi, Korsleting Listrik Penyebab kebakaran pada Rumah Tinggal atau Gedung, *Edu Elekrika Journal*, Vol. 3 No.2, 2014.
- [3] N. I. Fahrudin, dan T. Gunawan, Perancangan Stop Kontak Pengendali Energi Listrik Dengan Sistem Keamanan Hubung Singkat Dan Fitur Notifikasi Berbasis Internet Of Things (Iot), *JURNAL ELEKTRO*, Vol. 11, No. 2, hal 83-92, Oktober 2018.
- [4] Suraidi, dan N. Shinta, Sistem Pengendali Smart stopkontak dengan Aplikasi Android dan Web, *Jurnal Tesla Volume 21 Nomor 02*, hal 37-48 Tahun 2019.
- [5] F. H. Shelsa, S. Dahnia, dan M. H. H. Ichsan, Implementasi Metode Naïve Bayes pada Sistem Stop Kontak untuk Klasifikasi Perangkat Elektronik dalam Kamar, *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* Vol. 2, No. 12, hlm 6000-6007, Desember 2018.
- [6] F. S. Aldiansyah, dan A. Hafidh, Rancang Bangun Smart Saklar Guna Hemat Pemakaian Listrik Di Kawasan Rumah, artikel pada <https://www.researchgate.net/publication>.
- [7] H. Dolly, dan L. Jefri, Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (*Internet of Thing*), *Journal of Electrical Electronic Control and Automotive Engineering (JEECAE)*, Vol.3, No.2, November 2018.
- [8] Tanto, dan Darmuji, Penerapan Internet of Things (IoT) Pada Alat Monitoring Energi Listrik, *Jurnal Elektronika, Listrik dan Teknologi Informasi Terapan(ELTI)*, Volume 1, Terbitan 1, pp 45-51, Juli 2019 .
- [9] Arduino, Sensor Suhu Kelembaban DHT22 dan Arduino, <https://www.ardutech.com/sensor-suhu-kelembaban-dht22-dan-arduino/>, tanggal akses 9 Juli 2021.
- [10] A. Salwin, A. Tri, Nasrul, Dasrul, dan A. Fadli, Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM 004T, *Prosiding seminar Nasional Politeknik negeri Lhokseumawe* Vol. 3 No. 1 , 2019.
- [11] T. ChiKong, Analisis rangkaian Linier, Penerbit Erlangga, 2002.
- [12] Artikel, Solid State Relay, <https://www.electronics-tutorials.ws/power/solid-state-relay.html>, tanggal akses 8 Juni 2021.
- [13] S. P. Anggoro, P. Pances, Suhendar, Pengendali Listrik Alat Rumah Tangga untuk Menjaga Stabilitas Beban Lebih, *Prosiding SENTIA- Politeknik Negeri Malang Volume 7 – ISSN: 2085-2347*, 2015.
- [14] C. B. Vincentius P, R. A. Peter Rhatodirdjo, G. Albert, dan L. Diana, Rasional Sitepu, AFL Tobing, Sistem Pengendalian Aliran Listrik Dalam Ruangan Melalui Jaringan Intranet Dalam Rangka Penghematan Energi, *Jurnal Ilmiah Widya Mandala* Vol. 16 No.1, 2017.
- [15] Malvino, dan S. Joko, Prinsip-Prinsip Elektronika Buku Satu, Penerbit Salemba Teknik, 2003.
- [16] H. Taufik, F. Dwiki, Rancang bangun Smart Meter Berbasis IoT Untuk Aplikasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya, 2019.
- [17] A. R. Margunadi, Teori rangkaian, Penerbit Erlangga, 1991.