

Implementasi Sistem Proteksi Arus Beban Lebih pada Rumah Tinggal Sederhana menggunakan *Internet of Things* (IoT) dengan Aplikasi Blynk

Ahmad Kurniawan¹, Amirullah^{1*})

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Surabaya¹⁾
Jl. Ahmad Yani Frontage Road Ahmad Yani No.114,
Surabaya, Jawa Timur 60231
amirullah@ubhara.ac.id^{*)}

Diterima : 03 Januari 2024

Disetujui : 01 Februari 2024

Abstract— Proteksi dengan kendali jarak jauh diperlukan untuk menjaga pasokan listrik dan melindungi peralatan listrik rumah tinggal ketika konsumen berada di luar rumah. Sistem proteksi beban lebih yang baik mampu memutuskan bagian yang terganggu saja, sedangkan bagian yang tidak mengalami gangguan tetap mendapat pasokan daya listrik. Kendali dari sistem proteksi sendiri harus cepat dan sensitif ketika merespon gangguan sehingga langsung memerintahkan sistem proteksi supaya mampu bekerja diawal terjadinya gangguan. Tujuan penelitian adalah melakukan implementasi sistem proteksi beban lebih berbasis Internet of Things (IoT) yang bekerja pada nilai arus melebihi setting 2 A, menggunakan PZEM 004-t sebagai sensor pembaca arus, dan NodeMCU ESP8266 sebagai modul WiFi untuk mengontrol pemakaian beban dari jarak jauh. Aplikasi BLYNK pada Smartphone berbasis Android berfungsi melakukan monitor memutus beban, dan mengendalikan pemakaian beban listrik pada rumah tinggal dari jarak jauh dengan koneksi internet. Sistem proteksi arus beban lebih menggunakan satu rele utama sebagai proteksi dan empat rele bantu sebagai kendali beban berupa stop-kontak. Tegangan beban dari sensor arus diprogram sebelumnya menggunakan Arduino-Uno, sebagai variabel operasi rele sehingga mampu memutuskan arus beban ketika nilainya melebihi 2 A. Sistem mampu memonitor 10 beban listrik masing-masing: setrika, kipas-angin, lemari-es, solder, charger smartphone, charger laptop, raket nyamuk, lampu hemat-energi, lampu LED, dan lampu pijar. Sedangkan pada pengujian 4 kombinasi peralatan listrik meliputi kipas-angin, solder, setrika, dan lemari dengan beban 2.95 A, rele arus lebih mampu memutuskan arus beban karena sudah melebihi setting arus sebesar 2 A.

Keywords — *Arduino-Uno, ESP8266, PZEM 004-t, Blynk, Rele Proteksi*

I. PENDAHULUAN

Teknologi saat ini telah berkembang dengan pesat, tidak dapat diabaikan bahwa kemajuan teknologi yang sedemikian pesat harus dapat dipahami dan dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu contoh kemajuan teknologi yang bisa dirasakan adalah dibidang sistem kendali, yaitu menggunakan sistem SmartPhone. Penggunaan sistem SmartPhone akan membuat kinerja lebih efisien dalam segi waktu dan jarak. Media yang dapat dimanfaatkan dalam

meningkatkan efisiensi kerja adalah internet. Internet menyediakan berbagai fasilitas yang dapat dimanfaatkan sebagai suatu media informasi dan komunikasi masa kini. Perkembangan teknologi yang bisa dimanfaatkan dari internet adalah kemampuan mengakses beban listrik seperti beban setrika, lampu, dan kipas angin yang dapat dioperasikan secara online melalui Smartphone Android. Perangkat ini mampu mempermudah pengguna dalam mengendalikan beban listrik kapanpun dan dimanapun dengan

pertimbangan dilokasi tersebut harus terdapat koneksi internet yang stabil.

NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat opensource. Terdiri dari perangkat keras berupa System On Chip ESP8266 dari ESP8266 buatan Espressif System dan bisa dianalogikan sebagai board arduino yang terkoneksi dengan ESP8266. NodeMCU telah me-package ESP8266 ke dalam sebuah board yang sudah terintegrasi dengan berbagai feature selayaknya mikrokontroler dan kapasitas akses terhadap wifi dan juga chip komunikasi yang berupa universal serial bus (USB) to serial. Sehingga dalam pemrograman hanya dibutuhkan kabel data USB. NodeMCU bisa dimanfaatkan untuk mengendalikan rele yang berfungsi sebagai saklar. Perangkat tersebut bisa diakses melalui smartphone android dengan memanfaatkan layanan internet sehingga bisa mengaktifkan dan menonaktifkan beban listrik tanpa harus berada dilokasi.

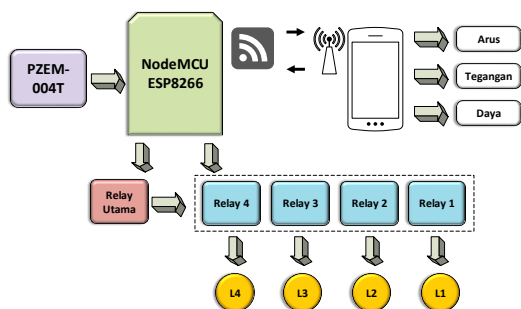
Penelitian berkaitan dengan implementasi sistem kendali jarak jauh berbasis IoT sudah dilakukan oleh sejumlah peneliti. Implementasi Aplikasi IoT pada android dengan software Blynk untuk kendali Led, Relay, dan Suhu sudah dilakukan [1]. Prototipe sistem kendali perangkat elektronik berbasis IoT menggunakan voice control dan Blynk sudah diimplementasikan [2]. Penggunaan IoT untuk monitor dan kendali lingkungan industri sudah diperkenalkan [3]. Perancangan dan implementasi lengan robot serta pengendalian pergerakan melalui IoT dengan Arduino ESP32 sudah diobservasi [4]. Prototipe perangkat lunak sistem kendali peralatan elektronik berbasis komputer sudah dirancang [5]. Data akuisisi dan monitoring pembangkit listrik tenaga mikrohidro Sengkaling berbasis PZEM004T dan Ethernet sudah diobservasi [6]. Pengujian kotak hitam terhadap prototipe sistem monitoring kualitas air berbasis IoT sudah dikerjakan [7]. Perancangan alat indikator Level Tegangan Baterai Berbasis Operational Amplifier (Op-Amp) sudah dikerjakan [8]. Aplikasi Blynk untuk monitoring dan kontrol jarak jauh pada sistem kompos pintar berbasis IoT sudah diimplementasikan [9].

Pada perkembangan selanjutnya penelitian berkembang menuju kendali peralatan listrik rumah tangga berbasis IoT dengan kendali jarak jauh atau smart home system. Modul WiFi Nodemcu ESP8266 untuk model Smart Home System sudah diperkenalkan [10, 11]. Model implementasi sistem proteksi dan monitoring konsumsi daya listrik rumah tangga sudah diobservasi [12, 13]. Selanjutnya sistem kendali rumah pintar berbasis web sudah diimplementasikan [14]. Kelemahan penelitian [10-14] adalah model yang diusulkan masih berupa monitoring dan kendali jarak jauh serta hanya dilakukan pada peralatan listrik rumah tangga secara terbatas. Penelitian ini bertujuan melakukan implementasi sistem monitoring dan proteksi beban listrik rumah tinggal sederhana. Berbeda dari beberapa penelitian sebelumnya, pengujian dilakukan pada 10 beban listrik rumah tangga antara-lain setrika, kipas-angin, lemari es, solder, charger smartphone, charger laptop, raket nyamuk, lampu hemat-energi, lampu LED, dan lampu pijar. Pengujian terhadap banyak beban dilakukan untuk memperoleh variasi pengukuran tegangan, arus, dan daya supaya mampu memberikan performansi hasil pengukuran lebih akurat.

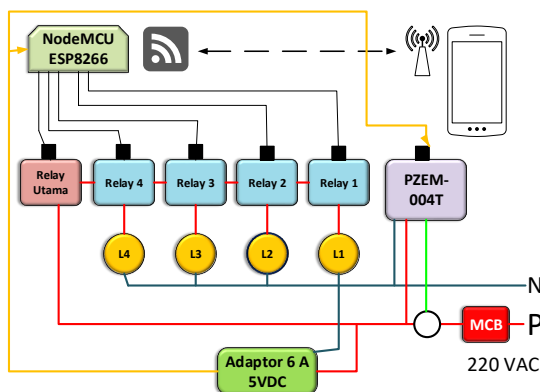
II. METODE PENELITIAN

2.1. Perancangan Sistem

Analisa kebutuhan sistem dibutuhkan untuk analisa data dan teknologi yang diperlukan meliputi data ukuran desain yang akan dibuat dan spesifikasi komponen yang akan dipasang. Komponen yang dibutuhkan untuk mendukung penelitian terdiri dari tujuh bagian meliputi: PC Laptop, NodeMCU ESP8266, Sensor PZEM 004t, Power Suply 5V dan 6 A, Rele 5 V, MCB 2 A, Stop-Kontak, dan Akrilik. Jika semua data, desain dan bahan peralatan tersebut sudah tersedia, maka perancangan dan pembuatan prototipe alat sesuai yang telah direncanakan sebelumnya. Konfigurasi blok sistem dan rangkaian diagram pengkawatan alat ditunjukkan pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Konfigurasi sistem



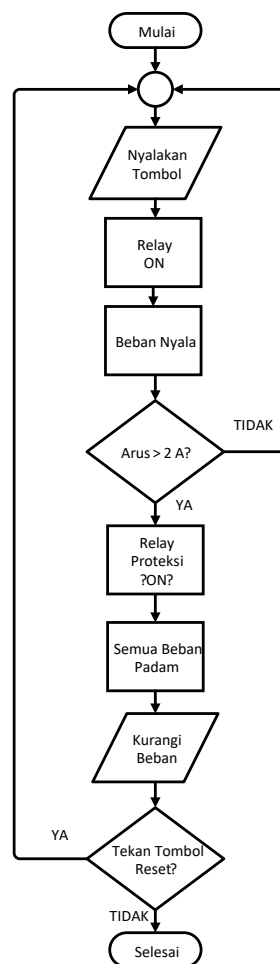
Gambar 2. Diagram Pengkawatan

Gambar 1 dan Gambar 2 menunjukkan bahwa implementasi peralatan sistem proteksi arus beban lebih pada rumah tinggal sederhana terdiri dari 6 bagian utama yaitu: Stop-kontak, Main circuit breaker (MCB), Power supply, NodeMCU ESP 8266, Sensor PZEM-004t, dan Modul Rele. Stop-kontak berfungsi sebagai kontak hubung listrik dari PLN ke beban peralatan listrik rumah tangga. MCB (2A) sebagai pemutus dan pengaman hubung singkat pada unit instalasi listrik.

Power Supply (5VDC 6A) berfungsi untuk mengubah tegangan PLN 220 Volt menjadi 5 Volt DC 6 Ampere sebagai power untuk mengaktifkan NodeMCU ESP 8266, PZEM-004t, dan Rele 5 VDC. Sensor PZEM-004t (Max 100A) sebagai pembaca arus dan tegangan AC. NodeMCU ESP 8266 berfungsi sebagai pengolah data sensor arus dan tegangan sekaligus modul wifi untuk mengirim data dari sensor ke Smartphone. Sensor PZEM-004t (Max 100A) berfungsi sebagai pembaca arus dan tegangan AC. Modul rele (5VDC, 10A) berfungsi sebagai kontak penghubung tegangan PLN 220 V dari perintah NodeMCU, yang selanjutnya akan mengalirkan arus ke empat buah stop-kontak jika terhubung pada beban listrik. Smartphone selanjutnya

berfungsi membaca tampilan nilai tegangan, arus, dan daya beban listrik menggunakan aplikasi Blynk.

Gambar 3 menunjukkan bagan alir sistem proteksi arus lebih peralatan listrik rumah tinggal sederhana.



Gambar 3. Diagram Alir Sistem Proteksi

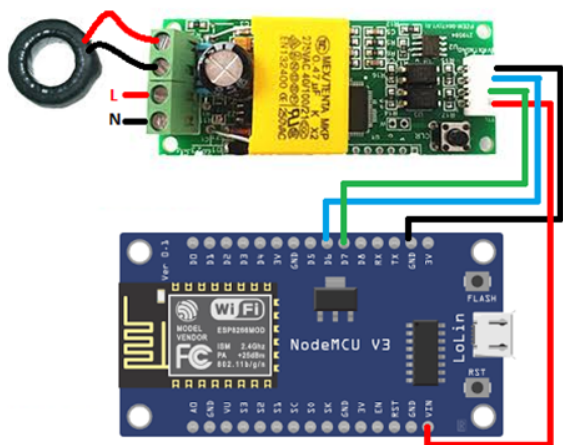
Gambar 3 menunjukkan ketika tombol ON ditekan maka beban menyala. Ketika nilai arus beban melebihi 2 Ampere maka rele akan bekerja (trip) dengan memutuskan MCB sehingga beban akan padam atau OFF. Untuk memulihkan sistem proteksi supaya kembali bekerja normal maka operator harus menekan tombol RESET.

2.2. Perancangan Perangkat

Perancangan Perangkat keras atau hardware rangkaian keseluruhan sistem proteksi meliputi: (a) Pengkawatan atau wiring diagram sensor arus dan tegangan PZEM-004t, (b) Pengkawatan diagram Rele 5v, (c) Rangkaian pengawatan arus AC.

2.2.1. Diagram Pengkawatan Sensor Arus dan Tegangan

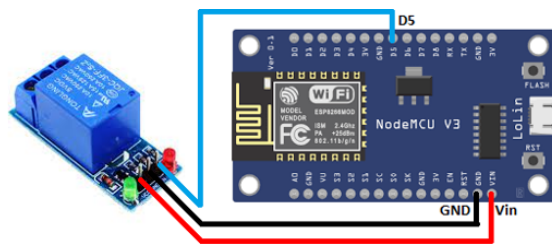
Diagram pengkawatan sensor arus dan tegangan dilakukan melalui tahap berikut: (a) Hubungkan pin “GND” PZEM-004t ke pin “GND” pada Nodemcu ESP 8266, (b) Hubungkan pin “Vin” PZEM-004t ke pin “Vin” pada Nodemcu ESP 8266, (c) Hubungkan pin “RX” PZEM-004t ke pin “D7” pada Nodemcu ESP 8266, (c) Hubungkan pin “TX” PZEM-004t ke pin “D6” pada Nodemcu ESP 8266. Gambar 4 menunjukkan pengkawatan detail diagram sensor arus dan tegangan [15].



Gambar 4. Diagram detail pengkawatan sensor arus dan tegangan

2.2.2. Diagram Pengkawatan Rele 5V

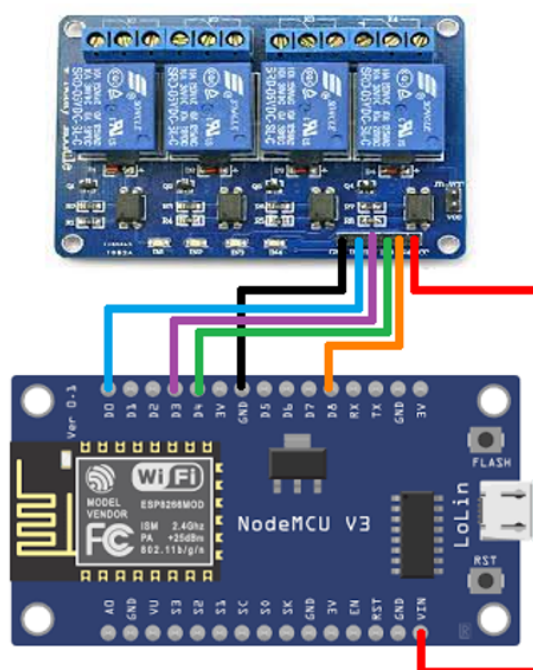
Gambar 5 menunjukkan diagram detail pengkawatan rele 5V [15].



Gambar 5. Diagram detail pengkawatan rele 5V

Pengkawatan diagram rele 5V dilakukan melalui tahap sebagai berikut: (a) hubungkan pin “GND” Rele ke pin “GND” pada Nodemcu ESP 8266, (b) Hubungkan pin “VCC” Rele ke pin “Vin” pada Nodemcu ESP 8266, (c) Hubungkan pin “In” Rele ke pin “D5” pada Nodemcu ESP 8266.

Gambar 6 menunjukkan diagram detail pengkawatan rele pembagi [15]. Diagram detail pengkawatan rele pembagi dilakukan melalui tahapan berikut: (a) Hubungkan pin “GND” Rele ke pin “GND” pada Nodemcu ESP 8266, (b) Hubungkan pin “VCC” Rele ke pin “Vin” pada Nodemcu ESP 8266, (c) Hubungkan pin “In1” Rele ke pin “D0” pada Nodemcu ESP 8266, (d) Hubungkan pin “In2” Rele ke pin “D3” pada Nodemcu ESP 8266, (d) Hubungkan pin “In3” Rele ke pin “D4” pada Nodemcu ESP 8266, € Hubungkan pin “In4” Rele ke pin “D8” pada Nodemcu ESP 8266.



Gambar 6. Diagram detail pengkawatan rele pembagi

2.2.3. Rangkaian Pengkawatan Arus AC

Rangkaian pengkawatan arus AC sudah ditunjukkan sebelumnya pada Gambar 2. Gambar tersebut menunjukkan bahwa NodeMCU ESP 8266 terhubung kepada modul rele utama dan empat rele bantu. NodeMCU ESP 8266 juga berfungsi sebagai modul wifi yang terhubung secara nirkabel untuk mengirim data dari sensor ke Smartphone. Sensor PZEM-004t terhubung kepada power supply dan empat buah stop-kontak terhubung beban. MCB berfungsi sebagai pemutus dan pengamanan hubung singkat terhubung pada unit instalasi listrik.

2.3. Perancangan Perangkat Lunak

Pada bagian ini dilakukan perancangan pembuatan perangkat lunak atau software atau program pada mikrokontroler terhadap komponen sensor PZEM-004t, dan Rele pada Arduino IDE yang terdiri dari Editor Program, Compiler dan Uploader. Gambar 7 dan Gambar 8 masing-masing menunjukkan bagian program NodeMCU ESP 8266 dan bagian program pengaturan batas arus pada NodeMCU ESP 8266.

```
#include <PZEM004Tv30.h>
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <SoftwareSerial.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#define BLYNK_TEMPLATE_ID
"TMPLJ6Xjq806"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME
"Quickstart Template"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN
"2P6qss8WEUaIsigG8-hT8Fk0T7ggiXIA"

// ===== CONNECT TO WIFI
=====
char auth[] = "2P6qss8WEUaIsigG8-
hT8Fk0T7ggiXIA"
;
// Ganti dengan WiFi dan Password anda
char ssid[] = "TP-LINK";
char pass[] = "tp-link2020*#*";

PZEM004Tv30 pzem(12, 13); // D6(rx),
D7(tx)

const int rele = 14; // D5
const int r1 = 4;
BLYNK_WRITE (V5) {
  digitalWrite (14, param.asInt()); //
  14 = D5 RELE UTAMA
```

```
}
BLYNK_WRITE (V4) {
  digitalWrite (4, param.asInt()); //
  4 = D2 RELE 1
}
```

Gambar 7. Bagian program NodeMCU ESP 8266

```
BLYNK_WRITE (V6) {
  digitalWrite (16, param.asInt()); //
  16 = D0 RELE 2
}

BLYNK_WRITE (V7) {
  digitalWrite (0, param.asInt()); //
  0 = D3 RELE 3
}

BLYNK_WRITE (V8) {
  digitalWrite (15, param.asInt()); //
  15 = D8 RELE 4
}

float Power, Energi, Tegangan, Arus;

void setup() {
  pinMode (4, OUTPUT);
  pinMode (14, OUTPUT);
  pinMode (16, OUTPUT);
  pinMode (0, OUTPUT);
  pinMode (15, OUTPUT);
  // put your setup code here, to run
  once:
  Serial.begin(115200);

  pinMode(rele,OUTPUT);

  //blnk
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
```

Gambar 8. Bagian program pengaturan batas arus pada NodeMCU ESP 8266

2.4. Analisis Toleransi Pengukuran

Pada penelitian ini, pengukuran tegangan, arus, dan daya dilakukan menggunakan perangkat keras sensor PZEM-004t yang dimonitoring oleh aplikasi Blynk divalidasi oleh Digital Clamp-meter. Hasil pengukuran tersebut selanjutnya masing-masing dibandingkan hasilnya, sehingga didapat nilai selisih atau toleransi pengukuran tegangan, arus dan daya yang dinyatakan dalam Persamaan 1, 2, dan 3.

$$\text{Toleransi } V (\%) = \frac{|V_{\text{Clamp-meter}} - V_{\text{out Sensor}}|}{V_{\text{out Clamp-meter}}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Toleransi } I (\%) =$$

$$\frac{|I_{out\ Clamp-meter} - I_{out\ Sensor}|}{I_{out\ Clamp-meter}} \times 100\% \quad (2)$$

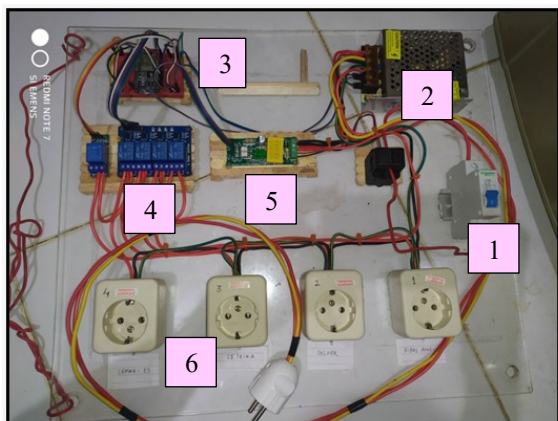
Toleransi P (%) =

$$\frac{|P_{out\ Clamp-meter} - P_{out\ Sensor}|}{P_{out\ Clamp-meter}} \times 100\% \quad (3)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perancangan Perangkat

Gambar 9 menunjukkan hasil desain perangkat keras sistem proteksi arus lebih rumah tinggal.



Gambar 9. Hasil desain perangkat keras sistem proteksi arus lebih rumah tinggal

Penomoran pada Gambar 9 menunjukkan enam nomer yang menunjukkan bagian detail peralatan sistem proteksi arus lebih rumah tinggal sederhana. Nomor dan fungsi masing-masing bagian alat meliputi: (1) Main Circuit Breaker (MCB) (2A) berfungsi sebagai pemutus dan pengaman hubung singkat pada unit instalasi, (2) Power Supply (5VDC 6A) berfungsi untuk mengubah tegangan PLN 220 Volt menjadi 5 Volt DC 6 Ampere sebagai power untuk mengaktifkan NodeMCU ESP 8266, PZEM-004t, dan Rele 5 VDC, (3) NodeMCU ESP 8266 berfungsi sebagai pengolah data sensor arus dan tegangan sekaligus modul wifi untuk mengirim data dari sensor ke Smartphone, (4) Modul Rele (5VDC, 10A) berfungsi sebagai kontak penghubung tegangan PLN 220 V dari perintah NodeMCU, yang selanjutnya akan mengalirkan arus ke Stopkontak, (5) Sensor PZEM-004t (Max 100A) sebagai pembaca arus dan tegangan AC, dan (6) Stop-kontak berfungsi sebagai kontak hubung listrik dari PLN ke beban peralatan listrik rumah tangga.

3.2. Pengujian Tegangan dan Arus

Tahap pertama pengujian alat adalah pengukuran nilai tegangan pada beban tertentu. Pengujian dilakukan masing-masing menggunakan Digital Clamp-meter dan sensor alat menggunakan aplikasi Blynk. Nilai masing-masing tegangan dari kedua alat ukur tersebut selanjutnya dibandingkan untuk menentukan prosentase nilai error. Hasil error pengukuran digunakan sebagai dasar untuk melihat kemampuan akurasi pembacaan sensor PZEM-004t terhadap pengukuran tegangan AC menggunakan Clamp-meter. Hasil pengukuran tegangan masing-masing menggunakan Clamp-meter dan aplikasi Blynk adalah:

Nilai Tegangan pada Clamp-meter: 201 V
Nilai Tegangan pada Aplikasi blink: 213 V
Dengan menggunakan Persamaan 1, maka:

$$Toleransi V = \frac{|201 - 213|}{201} \times 100\% = 5.97\%$$

Hasil error pengukuran menunjukkan bahwa akurasi pembacaan tegangan sensor PZEM-004T bernilai toleransi 5,97 %.



Gambar 10. Pengujian tegangan menggunakan Clamp-meter dan sensor PZEM-004t-Blynk

Dengan menggunakan prosedur sama selanjutnya peneliti melakukan pengukuran nilai arus beban menggunakan Digital Clamp Meter dan sensor dengan aplikasi Blynk. Hasil pengujian bertujuan untuk melihat kemampuan akurasi pembacaan sensor PZEM-004t dibanding pengukuran Clamp-meter terhadap arus pada beban. Hasil pengukuran tegangan masing-masing menggunakan Clamp-meter dan aplikasi Blynk adalah:

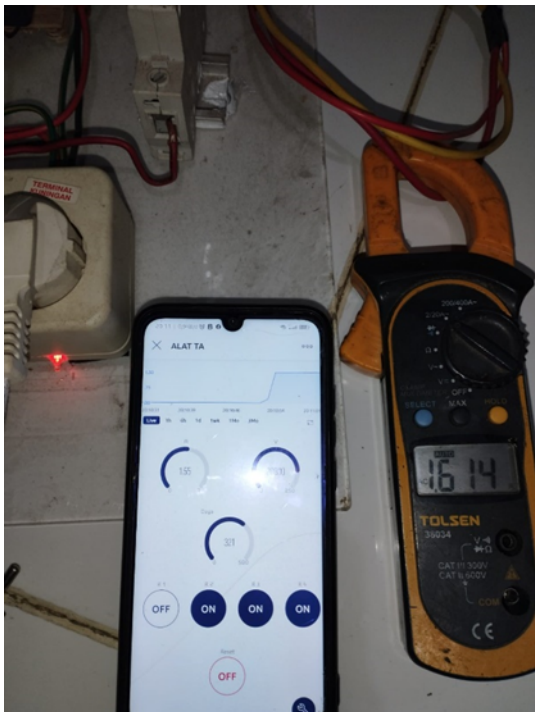
Nilai arus pada Clamp meter : 1.61 A

Nilai arus pada Aplikasi Blynk : 1.55 A

Dengan menggunakan Persamaan 2, maka:

$$\text{Toleransi } I = \frac{|1.61-1.55|}{1.61} \times 100 \% = 3.72\%$$

Hasil error pengukuran menunjukkan bahwa akurasi pembacaan arus sensor PZEM-004T bernilai toleransi 3,72 %.



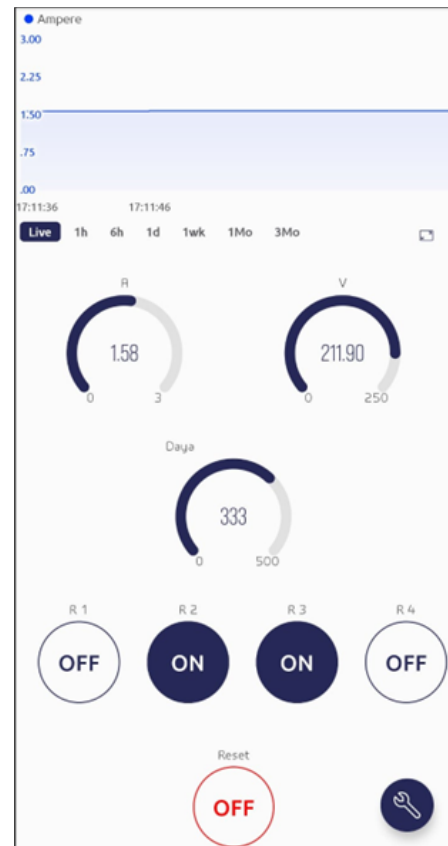
Gambar 11. Pengujian arus menggunakan Clamp-meter dan sensor PZEM-004t-Blynk

3.3. Pengujian Berbeban

Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian menggunakan 10 beban listrik. Peralatan dan daya teraan masing-masing beban listrik tersebut antara-lain: Setrika (395 W), Kipas angin (45 W), Lemari Es (90 W), Solder (25 W), Charger HP (10W), Charger Laptop (65), Raket

nyamuk (1W), Lampu hemat energi (5 W), Lampu LED (4 W), dan Lampu pijar (5).

Pengujian pertama dilakukan pada beban setrika. Sebagaimana prosedur pada Sub-bab 3.2, pengujian dilakukan pada parameter tegangan dan arus masing-masing menggunakan Clamp-meter dan sensor PZEM-004T. Selanjutnya nilai tegangan dan arus dari masing-masing pengukuran dikalikan untuk mendapatkan nilai daya aktif dengan asumsi faktor daya beban bernilai satu. Nilai tegangan dan arus hasil pengukuran Clamp-meter dan Sensor PZEM-004T selanjutnya dibandingkan untuk mendapatkan nilai teloransi pengukuran. Gambar 12 menunjukkan hasil pengukuran tegangan dan arus menggunakan Sensor PZEM-004T dimonitor oleh aplikasi Blynk.



Gambar 12. Tampilan monitor tegangan dan arus beban setrika dengan aplikasi Blynk

Hasil pengukuran tegangan masing-masing menggunakan Clamp-meter dan aplikasi Blynk pada beban setrika adalah:

Nilai Tegangan pada Clamp meter : 204 V

Nilai Tegangan pada Aplikasi Blynk : 211 V

Dengan menggunakan Persamaan 1, maka:

$$\text{Toleransi } V = \frac{|204-211|}{204} \times 100 \% = 3.43\%$$

Hasil error pengukuran menunjukkan bahwa akurasi pembacaan tegangan sensor PZEM-004T pada beban setrika bernilai toleransi 3.44 %.

Selanjutnya pada pengukuran arus masing-masing menggunakan Clamp-meter dan aplikasi Blynk adalah:

Nilai arus pada Clamp meter : 1.57 A

Nilai arus pada Aplikasi Blynk : 1.58 A

Dengan menggunakan Persamaan 2, maka:

$$\text{Toleransi } I = \frac{|1.57-1.58|}{1.57} \times 100 \% = 0.64\%$$

Hasil error pengukuran menunjukkan bahwa akurasi pembacaan arus menggunakan sensor PZEM-004T beban setrika dibandingkan Clamp-meter menghasilkan nilai toleransi 0,63 %.

Hasil pengukuran daya berdasarkan nilai tegangan dan arus menggunakan Clamp-meter dan sensor PZEM-004T pada beban setrika masing-masing adalah 320 W dan 333 W.

Dengan menggunakan Persamaan 3, maka:

$$\text{Toleransi } P = \frac{|320 - 333|}{320} \times 100\% = 4.06\%$$

Hasil error pengukuran menunjukkan bahwa akurasi pembacaan daya menggunakan sensor PZEM-004T beban setrika menghasilkan nilai toleransi 4.06 %.

Dengan menggunakan prosedur yang sama, maka nilai tegangan, arus, daya, dan toleransi parameter pengukuran diperoleh dan hasilnya disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan analisis perhitungan pada Tabel 1 diperoleh bahwa menggunakan clamp-meter dan sensor PZEM-004t-Blynk menghasilkan toleransi pengukuran tegangan, arus, dan daya rata-rata pada 10 beban listrik masing-masing sebesar 1,406 %, 13,140 %, dan 13,552 %. Hasil ini memberikan petunjuk bahwa pengukuran tegangan pada 10 beban listrik, mampu menghasilkan toleransi rata-rata pengukuran paling rendah yaitu dibawah angka 5% dibandingkan pengukuran arus dan daya.

Tabel 1. Pengukuran tegangan, arus, daya, dan toleransi dengan clamp-meter dan sensor PZEM-004T-Blynk

No	Beban Listrik	Alat Ukur	Tegangan (V)	Tol. (%)	Arus (A)	Tol. (%)	Daya (W)	Tol. (%)
1	Setrika	Clamp-meter	204,0	3,43	1,57	0,64	320.80	4,06
		Sensor-Blynk	211,0		1.58		333.38	
2	Kipas angin	Clamp-meter	207,0	0,77	0,23	8,70	47,6	13,87
		Sensor-Blynk	208,6		0,21		41,0	
3	Lemari Es	Clamp-meter	200,0	4,00	2,42	9,09	484	1,24
		Sensor-Blynk	208,0		2,64		490	
4	Solder Solder	Clamp-meter	195,0	1.08	0,09	11,11	17,5	2,86
		Sensor-Blynk	197,1		0,10		17,0	
5	Charger HP	Clamp-meter	196,0	0,15	0,07	28,57	13,7	34,31
		Sensor-Blynk	195,7		0,09		9,0	
6	Charger Laptop	Clamp-meter	190,0	1,32	0,27	7.41	51,3	8.97
		Sensor-Blynk	192,5		0,29		55.9	
7	Raket nyamuk	Clamp-meter	209,0	0,91	0,08	12.50	16,70	13,65
		Sensor-Blynk	210,9		0,09		18,98	
8	Lampu hemat energi	Clamp-meter	194,0	1,39	0,06	33.34	11,64	35,22
		Sensor-Blynk	196,7		0,08		15.74	
9	Lampu LED	Clamp-meter	200,0	0,10	0,05	20.0	10,0	20,0
		Sensor-Blynk	200,2		0,06		12,0	
10	Lampu pijar	Clamp-meter	197,0	0,91	0,08	0.0	15,70	1,34
		Sensor-Blynk	198,8		0,08		15.91	

Toleransi rata-rata	1.406		13.140		13.552
---------------------	-------	--	--------	--	--------

3.4. Pengujian Rele Beban Maksimal

Pengujian dilakukan dengan cara menaikkan arus beban supaya rele proteksi mampu bekerja ketika arus melebihi nilai 2 A. Selanjutnya, ketika nilai arus melebihi nilai 2 A, maka rele utama akan membuka (trip), sehingga beban listrik yang terhubung pada semua stop kontak akan padam. Untuk mendapatkan kondisi tersebut, kombinasi beban harus dinyalakan sehingga nilai arus melebihi 2 A. Selanjutnya tombol rele bantu yang terhubung ke stop kontak beban dinyalakan (di-ON-kan) dan dimatikan (di-OFF-kan). Gambar 13 menunjukkan tampilan tombol R2, R3 dan R4 kondisi ON dan R1 kondisi OFF. Tabel 2 menunjukkan perhitungan nilai arus beban pada kipas-angin, solder, dan setrika.

4	Setrika	1,51
	Total Arus	1,81

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai total arus beban masih kurang dari 2 A, sehingga rele utama masih kondisi ON. Gambar 14 menunjukkan bahwa beban yang menyala adalah Kipas-angin, Solder, dan Setrika, namun lampu indikator trip pada rele utama belum menyala karena arus kurang dari 2 Ampere.



Gambar 14. Rele 1, 2 dan 3 kondisi ON



Gambar 13. Tampilan tombol R2, R3 dan R4 kondisi ON dan R1 kondisi OFF

Tabel 2. Perhitungan nilai arus beban pada kipas-angin, solder, dan setrika

Stop Kontak	Beban	Arus (A)
2	Kipas angin	0,2
3	Solder	0,1



Gambar 15 menunjukkan tampilan tombol R1, R2, R3 dan R4 kondisi OFF. Tabel 2 menunjukkan perhitungan nilai arus beban pada kipas-angin, solder, setrika, dan lemari es.

Gambar 15 Tampilan tombol R1, R2, R3 dan R4 kondisi ON

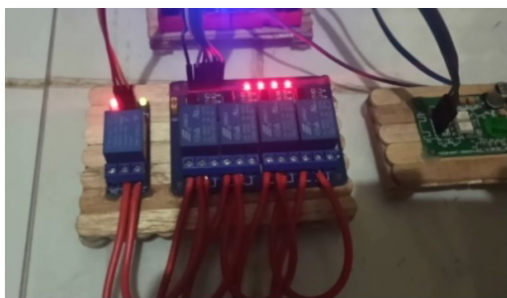
Tabel 3. Perhitungan nilai arus beban pada kipas-angin, solder, setrika, dan lemari es

Stop Kontak	Beban	Arus (A)
1	Kipas angin	0.2
2	Solder	0.1
3	Setrika	1.51
4	Lemari Es	1,14
	Total Arus	2.95

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai total arus pada beban lebih dari 2 Ampere sehingga rele utama kondisinya OFF.



Gambar 16. Grafik arus melebihi nilai 2 A



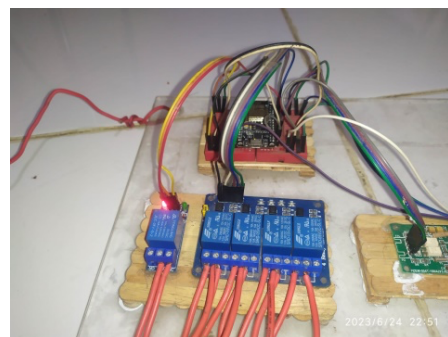
Gambar 17. Rele 1, 2 3, dan 4 “ON” dan Rele utama “OFF”



Gambar 18. Kondisi MCB tidak trip ketika rele utama trip

Gambar 17 dan 18 menunjukkan bahwa beban yang menyala adalah kipas-angin, solder, setrika, dan lemari-es sehingga nilai arus melebihi 2 A dan lampu indikator rele utama menyala berwarna hijau. Indikator warna tersebut menunjukkan bahwa rele utama sudah trip namun kondisi MCB masih ON. Gambar 16 menunjukkan bahwa ketika semua tombol ditekan arus sudah mencapai 2,95 A sehingga sistem sensor mendeteksi maka terjadilah trip pada rele utama dengan indikator grafik arus yang menurun tajam menuju 0.05 A.

Gambar 19 menunjukkan bahwa supaya beban menyala kembali, maka harus dilakukan pengurangan beban dengan menekan OFF tombol 1, 2, 3, dan 4, kemudian tekan tombol reset (5), sehingga lampu indikator hijau pada rele utama akan padam.



Gambar 19. Semua rele kembali ke kondisi normal

IV. SIMPULAN

Implementasi sistem proteksi arus beban lebih berbasis IoT dengan kendali jarak jauh sudah dilakukan. Aplikasi Blynk pada Smartphone berbasis Android berfungsi melakukan monitor memutuskan beban, dan mengendalikan pemakaian beban listrik pada rumah tinggal dari jarak jauh dengan koneksi internet. Sistem yang diusulkan

mampu memonitor 10 beban listrik masing-masing: setrika, kipas-angin, lemari-es, solder, charger smartphone, charger laptop, raket nyamuk, lampu hemat-energi, lampu LED, dan lampu pijar. Sedangkan pada pengujian 4 kombinasi peralatan listrik meliputi kipas-angin, solder, setrika, dan lemari dengan beban 2.95 A, rele arus lebih mampu memutuskan arus beban karena sudah melebihi setting arus sebesar 2 A.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Parinduri, "Pembelajaran Aplikasi Iot Di Android Dengan Software Blynk (Kontrol Led, Relay, dan Suhu)", Seminar Nasional Sains & Teknologi Informasi (SENSASI), hal. 431-435, 2019
- [2] N. Afiat, M. Hariadi, D.A. Hakim, dan Muhammad, "Prototipe Sistem Pengendalian Perangkat Elektronik Berbasis IoT (Internet of Things) menggunakan Voice Control dan Blink", Jurnal Resistor, Vol. 4 No. 1, hal. 93-104, April 2021.
- [3] A. A. Jaber, F. K. Ibrahim Al-Mousawi, dan H. S. Jasem, "Internet of things based industrial environment monitoring and control: a design approach", International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE), Vol.9, No.6, hal. 4657-4667, December 2019.
- [4] A. S. Ahmed, H. A. Marzog, dan L. A. Abdul-Rahaim, "Design and implement of robotic arm and control of moving via IoT with Arduino ESP32", International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE), Vol.11, No.5, hal. 3924-3933, October 2021.
- [5] D. Kurniadi dan A. Mulyani, "Prototipe Perangkat Lunak Sistem Kendali Peralatan Elektronik Berbasis Komputer", Jurnal Wawasan Ilmiah, Vol. 7, No. 12, hal. 1-11, Maret 2015
- [6] H. N. Utami, M. N., dan M. Effendy, "Data Acquisition for Monitoring Microhydro Power Plant Sengkaling I Based on PZEM004T and Ethernet", EasyChair preprints 6026, hal. 1-6, 6 Juli 2021.
- [7] A. N. Fathoni dan U. Y. Oktiawati, "Blackbox Testing terhadap Prototipe Sistem Monitoring Kualitas Air Berbasis IoT", Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Vol. 10, No. 4, hal. 362-368, November 2021.
- [8] M. Pauzan, "Rancangan Alat Indikator Level Tegangan Batere Berbasis Operational Amplifier (Op-Amp)", Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sistem Komputer (TEKNOKOM), Vol. 2 No. 1, hal. 11-16, Maret 2019.
- [9] I. Syukron, R. Rahmadewi, dan Ibrahim, "Penggunaan Aplikasi Blynk Untuk Monitoring dan Kontrol Jarak Jauh pada Sistem Kompos Pintar Berbasis IoT", ELECTRICIAN – Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro, Vol. 15, No.1, hal. 1-11, Januari 2021.
- [10] M. F. Wicaksono, "Implementasi Modul Wifi NodeMCU ESP8266 untuk Smart Home", Jurnal Teknik Komputer Unikom – Komputika – Vol. 6, No.1, hal 1-6, 2017.
- [11] N. H. Lusita Dewi, M. F. Rohmah, dan S. Zahara. "Prototipe Smart Home dengan Modul NodeMCU ESP8266 Berbasis Internet of Things (IoT)", hal. 1-9, 2019.
- [12] Mario, B.P. Lapanporoa, dan Muliadi, "Rancang Bangun Sistem Proteksi dan Monitoring Penggunaan Daya Listrik Pada Beban Skala Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler ATmega328P", PRISMA FISIKA, Vol. 6, No. 1, hal. 26-33, 2018.
- [13] K. Luechaphonthara dan Vijayalakshmi A, "IOT based Application for Monitoring Electricity Power Consumption in Home Appliances, International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE) Vol. 9, No. 6, hal. 4988-4992, December 2019.
- [14] F. Marzuq, S. J. Irzal Ismail, dan T. Gunawan, "Sistem Kendali Rumah Pintar Berbasis Web, e-Proceeding of Applied Science", e-Proceeding of Applied Science, Vol. 6, No.2, hal. 3518- 3526, Desember 2020.
- [15] L. Louis, "Working Principle of Arduiono and using It as Tool for Study and Research", International Journal of Control, Automation, Communication and Systems (IJACS), Vol.1, No.2, hal. 21-29, April 2016.