

## Analisis Arus, Tegangan, Daya, Energi, Dan Biaya Pada Sensor PZEM-004T Berbasis NODEMCU ESP8266

Made Adi Surya Antara<sup>1</sup>, I Wayan Arsa Suteja<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Teknik Elektro, Politeknik Nasional Denpasar Bali  
adisuryaantara.huawei@gmail.com, 4rs41982@gmail.com

### Abstrak

Readings of the amount of current, voltage and electric power can be done using a sensor. One of the sensors for the amount of voltage, power and energy is in the form of the PZEM-004T model which is connected to the installed electrical load. The microcontroller used is the NodeMCU esp8266 microcontroller which functions as the main control system that will be connected to a computer, with the aim of being able to monitor it in real time in the future. By conducting experiments on the assembly of the PZEM-004T sensor module with NodeMCU esp8266 and making comparisons of the current measurements obtained from the PZEM-004T model sensor readings with the clamp meter current measuring instrument. The results of this study are a data measurement of current, voltage, power, energy, and the cost of household electrical energy consumption as well as the percentage error results from the comparison of current readings, on the PZEM-004T sensor with a reading from a clamp meter measuring instrument. By holding this research, researchers hope to obtain data on how much error percentage is obtained from the application of the PZEM-004T sensor, so that later from the results of the experiment, the PZEM-004T sensor is able to properly and properly monitor the use of electricity in household loads.

**Keywords :** NodeMCU esp8266, sensor PZEM-004T, clamp meter, household electricity house

### Abstrak

Pembacaan besaran arus, tegangan dan daya listrik, dapat dilakukan dengan menggunakan sebuah alat sensor. Sensor besaran tegangan, daya, dan energi salah satunya dalam bentuk model PZEM-004T yang dihubungkan dengan beban listrik yang terpasang. Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler NodeMCU esp8266 yang berfungsi sebagai sistem kontrol utama yang akan dihubungkan dengan komputer, dengan tujuan kedepan nantinya agar bisa di monitoring secara real time. Dengan melakukan eksperimen perakitan modul sensor PZEM-004T dengan NodeMCU esp8266 dan melakukan perbandingan dari pengukuran arus yang diperoleh dari pembacaan sensor model PZEM-004T dengan alat ukur arus clamp meter. Hasil penelitian ini adalah sebuah data pengukuran arus, tegangan, daya, energi, dan biaya pemakaian energi listrik rumah tangga serta hasil persentase error dari perbandingan pembacaan arus, pada sensor PZEM-004T dengan pembacaan dari alat ukur clamp meter. Dengan diadakannya penelitian ini, peneliti berharap dapat memperoleh data berapa besar persentase error yang diperoleh dari penerapan sensor PZEM-004T, sehingga nantinya dari hasil percobaan tersebut sensor PZEM-004T mampu memonitoring dengan baik dan benar pemakaian listrik pada beban rumah tangga.

**Kata kunci :** NodeMCU esp8266, sensor PZEM-004T, clamp meter, Beban Listrik Rumah Tangga

### PENDAHULUAN

Pada saat ini dunia teknologi berkembang dengan pesat di segala bidang. Dengan semakin majunya ilmu pengetahuan dan ilmu teknologi saat ini ditandai dengan banyak bermunculnya

alat-alat yang menggunakan sistem kontrol digital dan otomatisasi. Di era globalisasi sekarang ini, teknologi sangat membantu aktivitas manusia agar lebih mudah dan lebih efisien. Teknologi alat elektronika adalah salah satu teknologi

yang tentunya akan sangat membantu manusia dalam melakukan berbagai hal terutama dalam mengontrol pemakaian listrik. Salah satu sistem kontrol sederhana untuk mengukur penggunaan listrik yang bisa kita kembangkan yaitu sistem kontrol berbasis NodeMCU esp8266 dengan menggunakan sensor arus, tegangan, daya, dan energi yaitu sensor dengan model PZEM-004T berbasis NodeMCU esp8266. Dengan menggunakan sistem kontrol berbasis NodeMCU esp8266 ini, diharapkan mampu mendapatkan hasil pengukuran yang tepat dan sesuai.

Dari sensor tersebut nantinya akan didapatkan kekurangan dan kelebihan, didalam proses untuk memperoleh hasil pengukurannya. Terkait dengan adanya kekurangan dan kelebihan dari sensor tersebut pada studi kasus ini, maka diperlukan sebuah metoda perbandingan seberapa besar nilai presentase kesalahan atau error dari perbandingan alat ukur, baik itu sensor PZEM-004T dengan alat ukur tang clamp meter. Dengan diperolehnya hasil kesalahan atau error ini, diharapkan mampu mendapatkan korelasi kesalahan dari alat sensor PZEM-004T, sehingga nantinya mampu memonitoring pemakaian listrik rumah tangga ( arus, tegangan, daya, dan energi) dengan benar dan sesuai dengan hasil monitoring yang didapatkan.

Energi listrik merupakan penggerak dasar dari semua komponen elektronika yang terintegrasi dalam sebuah bentuk sistem kelistrikan, yang nantinya akan mendorong setiap kegiatan pada dunia industri maupun instansi. Pemakaian energi listrik tentunya perlu dikontrol mengingat program efisiensi energi yang senantiasa disampaikan pemerintah kepada masyarakat secara luas. Salah satu cara kontrol energi listrik adalah dengan monitoring secara real time ataupun pencatatan pada alat ukur yang terpasang pada sistem dari rangkaian listrik yang dimonitoring. Dengan melakukan monitoring terhadap pemakaian energi listrik diharapkan penggunaan energi sesuai dengan kebutuhan yang ada serta tidak adanya pemakaian yang berlebihan atau pun pemborosan.

Ada beberapa besaran listrik yang umumnya diukur dan dimonitoring penggunaannya antara lain besaran arus, tegangan, energi, dan daya. Dari keempat besaran listrik tersebut penulis melakukan pengkajian terhadap keempat besaran ditambah dengan biaya yang akan dibayarkan oleh pengguna nantinya, besaran tersebut bisa berubah nilainya terhadap jumlah beban yang terpasang pada sistem kelistrikan yang akan diukur ataupun dimonitoring penggunaannya. Proses monitoring besaran ini dilakukan dengan pemasangan alat sensor pada point koneksi yang menghubungkan sumber beban dan sumber daya. Dengan diadakannya penelitian ini, diharapkan kedepannya didapatkan sensor yang tepat untuk mendapatkan hasil pembacaan pemakaian arus listrik yang sesuai dengan alat ukur besaran listrik, sehingga penggunaannya mampu memonitoring pemakaian listrik dan menghitung biaya pemakaian sistem kelistrikan secara tepat.

## KAJIAN LITERATUR

Ada beberapa penelitian yang sudah dilakukan, terkait penggunaan sensor PZEM-004T sebagai alat bantu monitoring penggunaan energi listrik yang dipakai oleh pengguna baik dari rumah tangga, industri, maupun instansi.

Penelitian pertama dengan judul “Sistem kWh Meter Digital Menggunakan Modul PZEM-004T” (Andriana, Zulkarnain dan Hadi Baehaqi 2019). Penelitian ini menggunakan modul PZEM-004T adalah sebuah sistem yang dirancang dan dimanfaatkan untuk membaca jumlah pemakaian energi listrik yang meliputi tegangan, arus, daya aktif dan akumulasi energi. Alat monitoring dikoneksikan pada smartphone android yang digunakan sebagai media interface user yang menampilkan konsumsi energi listrik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat monitoring pemakaian energi listrik menggunakan modul PZEM-004T dapat mengukur dan menampilkan nilai arus, tegangan, daya aktif serta akumulasi energi, selain itu alat monitoring pemakaian energi listrik menggunakan modul PZEM004T dapat memonitor secara

real time serta tersimpan pada basis data. Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa hasil perancangan alat monitoring energi listrik memiliki angka simpangan (error) 0.29 % untuk tegangan (volt), 4.63 % untuk arus (ampere), 4.92 % untuk daya aktif (watt) , 1.36 % untuk  $\cos \phi$  dan 3.3 % untuk perhitungan total energi dalam durasi 1 jam (watthour).

Penelitian kedua dengan judul “Alat Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Android Menggunakan Modul PZEM-004T” (Fatoni Nur Habibi, Sabar Setiawidayat, Mochammad Mukhsim 2017). Penelitian ini Menggunakan Modul PZEM 004T adalah sebuah system yang dirancang dan dimanfaatkan untuk membaca jumlah pemakaian energi listrik yang meliputi tegangan, arus, daya dan energi. Alat monitoring dikoneksikan pada Smartphone Android yang digunakan sebagai media interface user yang menampilkan konsumsi energi listrik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat monitoring pemakaian energi listrik menggunakan modul PZEM-004T dapat mengukur dan menampilkan nilai arus, tegangan, daya serta akumulasi energi, selain itu alat monitoring pemakaian energi listrik menggunakan modul PZEM-004T dapat memonitor secara real time serta tersimpan pada basis data. Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa hasil perancangan alat monitoring energi listrik memiliki angka simpangan (error) sebesar 1.07%, arus 3.45%, daya nyata 3.93%. dan energi yang dikonsumsi 18.6%.

Penelitian ketiga dengan judul “Rancang Bangun Alat Monitoring Biaya Listrik Terpakai Berbasis Internet Of Things” (Asep Muhamad Alipudin, Didik Notosudjono, Dimas Bangun Fiddiansyah 2018). Penelitian ini membahas perancangan alat yang mampu memonitoring penggunaan energi listrik secara real time dan dapat menampilkan biaya pemakaian energi listrik. Alat monitoring biaya listrik terpakai ini bekerja ketika suplai listrik dari PLN memberikan tegangan kepada catu daya untuk menghidupkan mikrokontroler ATmega2560, Modul Wi-Fi Esp8266, Sensor PZEM-004T, dan LCD Display. Pembacaan

nilai besaran listrik (tegangan, arus, daya aktif, energi) yang dilakukan oleh Sensor PZEM-004T selanjutnya dikirimkan kepada mikrokontroler, pada mikrokontroler nilai besaran listrik tersebut dikonversi kedalam harga rupiah dan di tampilkan pada LCD Display. Modul Wi-Fi Esp8266 digunakan sebagai penghubung antara mikrokontroler dengan jaringan internet sehingga penggunaan energi listrik dapat di monitoring melalui smartphone. Alat monitoring biaya listrik terpakai ini dapat menjadi indikator ketika pemakaian energi listrik dalam harga rupiah tertentu telah tercapai.

Penelitian keempat dengan judul “Desain Sistem Kendali dan Monitoring Berbasis Teknologi Wifi untuk Otomasi Ruang Kerja Dosen” (Misbah Sulaiman Nura, Yuwaldi Away, Fardian 2020). Penelitian ini ini bertujuan untuk mendapatkan rancangan prototipe ruang kerja dosen sesuai dengan konsep smart office dan juga dapat memantau dan mengontrol penggunaan peralatan di ruang dosen melalui web server. Prototipe smart office dibangun dengan menggunakan Wemos D1-R2 yang berbasis ESP-8266, sensor DHT11, PZEM-004t, Relay 8 channel, solenoid door lock, dan Lithium ion battery (Li-ion) 12V. Hasil pengujian prototipe didapatkan sistem smart office ini dapat menghemat waktu dengan selisih 52,19 detik saat memasuki ruangan dan 57,25 detik saat keluar ruangan, serta dapat menghemat penggunaan energi listrik sebesar 45,89% atau sebesar 4.121,08 Wh.

Penelitian kelima dengan judul “Rancang Bangun Alat Pengendali dan Monitoring Konsumsi Pemakaian Listrik Berbasis Arduino dan Aplikasi Blynk” (Firza Istighfar, Rudy Kurniawan, M Yonggi Puriza 2019). Penelitian ini membahas pembuatan suatu sistem monitoring dan kontrol secara jarak jauh terhadap penggunaan daya listrik yang ada di rumah tangga dengan menggunakan smartphone Android. Hasil pengujian menunjukkan perangkat monitoring dan kontrol konsumsi listrik berhasil dibuat dengan menggunakan Arduino dan Platform Blynk. Informasi yang disajikan pada aplikasi

adalah berupa pengukuran Vrms, Irms, daya aktif, dan total pemakaian energi. Waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk memperbarui data di aplikasi Blynk adalah sebesar 311.5 ms. Fungsi kontrol berhasil dibuat dengan fungsi berupa kontrol manual, kontrol beban secara otomatis dengan masukan waktu dan berdasarkan pembatasan daya. Waktu rata-rata yang dibutuhkan oleh sistem ketika beroperasi mengontrol beban dari aplikasi Blynk adalah sebesar 844 ms. Pengujian keakuratan pengukuran oleh sensor memiliki persentase kesalahan relatif rata-rata 0.1847% untuk pengukuran Vrms, 12.357% untuk pengukuran Irms, dan pengukuran daya efektif sebesar 0.7172%.

Berdasarkan kelima penelitian yang sudah dilakukan tersebut yang keseluruhannya mengangkat permasalahan monitoring energi listrik yang kita konsumsi setiap hari dan berkesinambungan. Adapun topik yang akan penulis teliti dalam penelitian ini adalah berjudul “Analisis Arus, Tegangan, Daya, Energi, dan Biaya Pada Sensor PZEM-004T Berbasis NodeMCU esp8266”. Dalam hal ini, penulis mencoba untuk menggunakan sensor yang bertipe PZEM-004T. Penelitian tentang sensor dengan tipe PZEM-004T masih minim diteliti dan hal ini layak untuk dikaji lebih lanjut tentang akurasi maupun error yang didapatkan ketika penggunaan sensor tipe PZEM-004T. Perlu diketahui bahwa setiap pembacaan sensor mempunyai perbandingan nilai error yang berbeda beda diperbandingkan dengan kesesuaian hasil pengukuran dari penggunaan alat ukur arus seperti clamp meter. Hal ini perlu kita ketahui untuk melihat seberapa besar nilai presentase kesalahan atau error dari masing alat ukur sensor terhadap alat ukur besaran listrik yang ada yaitu clamp meter, didalam memonitoring pemakaian energi listrik yang kita gunakan.

#### A. Modul PZEM-004T

PZEM-004T adalah sensor yang dapat digunakan untuk mengukur mengukur daya, tegangan, arus dan energi aktif yang terdapat pada sebuah aliran listrik dan

dapat dihubungkan melalui arduino ataupun platform open source lainnya. Modul ini sudah dilengkapi sensor tegangan dan sensor arus (CT) yang sudah terintegrasi. Dimensi fisik dari papan PZEM-004T adalah 3,1 × 7,4 cm. Modul pzem-004t dibundel dengan kumparan trafo arus diameter 3mm yang dapat digunakan untuk mengukur arus maksimal sebesar 100A. Dalam penggunaannya, alat ini khusus untuk penggunaan dalam ruangan (indoor) dan beban yang terpasang tidak diperbolehkan melebihi daya yang sudah ditetapkan. Sensor PZEM-004T dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Modul PZEM-004T

#### B. Node MCU ESP8266

NodeMCU merupakan platform yang sangat murah tetapi benar-benar efektif untuk digunakan berkomunikasi atau kontrol melalui internet baik digunakan secara standalone (berdiri sendiri) maupun dengan menggunakan mikrokontroler tambahan dalam hal ini Arduino sebagai pengendalinya. Dipasaran ada beberapa tipe dari keluarga ESP8266 yang beredar, tetapi yang paling banyak dan mudah dicari di Indonesia yaitu tipe ESP-01, ESP-07, dan ESP-12. Secara fungsi modul ini hampir menyerupai dengan platform modul arduino, tetapi yang membedakan yaitu dikhususkan untuk “Connected to Internet”. Modul Node MCU ESP8266 dapat dilihat pada gambar 2

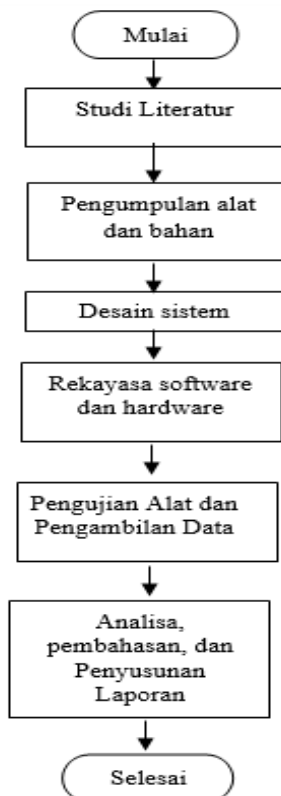


Gambar 2. Node MCU ESP8266

## METODE PENELITIAN

Pendekatan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif, karena penelitian ini banyak menampilkan angka angka. Hal ini menyesuaikan dengan penjelasan penelitian kuantitatif yang mana dituntut menggunakan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran data, serta menampilkan data.

Adapun langkah langkah pada penelitian berikut, dapat dijelaskan pada gambar 3

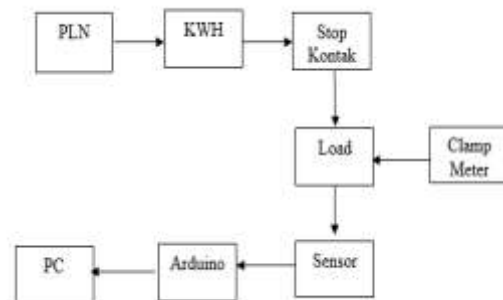


Gambar 3. Alur Analisis

Pada gambar 3 dapat dijelaskan bahwa semua proses dijalankan secara terurut dimulai dengan melakukan studi literatur pendukung sesuai dengan permasalahan

penelitian dan dirangkum sebagai bahan acuan penulis. Kemudian menyusun kebutuhan apa saja yang harus dipenuhi dalam membangun sistem. Selanjutnya, dilakukan perancangan software dan hardware dan dilanjutkan dengan implementasi hardware maupun implementasi software sesuai dengan perancangan. Proses selanjutnya setelah sistem selesai dibuat dilanjutkan dengan melakukan pengujian serta menganalisis hasil yang diperoleh. Langkah paling terakhir adalah melakukan penarikan kesimpulan.

Pada selanjutnya dilakukan analisa mengenai proses pengambilan data yang terdapat dalam sensor PZEM-004T. yang akan dijalankan oleh sistem yang terdapat pada mikrokontroller NodeMCU esp8266. Analisis desain sistem akan dijelaskan pada Gambar 4, dengan tujuan alur proses sistem dapat lebih mudah dipahami. Berikut ini merupakan alur dari proses pengambilan data dari sensor PZEM-004T yang terdapat pada sistem yang akan dibangun:



Gambar 4. Analisis Desain Sistem

Cara kerja rangkaian seperti pada diagram blok pada gambar 4 adalah sebagai berikut. Sumber daya utama didapatkan dari jaringan listrik PLN yang tersambung pada panel KWH meter. Panel KWH yang terpasang pada instalasi rumah tangga akan mendistribusikan penyaluran daya ke masing masing stop kontak. Jika beban sudah terpasang pada stop kontak maka sensor PZEM-004T akan memonitoring arus, tegangan, daya, energi, dan biaya yang lewat dan sekaligus menampilkan besaran fisis arus, tegangan, daya, energi yang dikonsumsi oleh beban

yang terpasang. Selanjutnya, besaran arus, tegangan, daya, energy, dan biaya diproses melalui pemrograman NodeMCU esp8266 maka hasil arus, teganga, daya, energy serta biaya dapat di tampilkan pada layar monitoring NodeMCU esp8266.

Pada proses pemerograman pada modul mikrokontroler yang dibutuhkan pada sistem ini yaitu NodeMCU esp8266 yang digunakan untuk membuat program serta melakukan kontrol secara keseluruhan yang nantinya akan menampilkan nilai hasil pengukuran dari modul dan sensor PZEM-004T. Berikut tampilan program untuk pembacaan arus, tegangan, daya, energy, dan biaya disistem PZEM-004T:

```

#include <PZEM004Tv30.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>

//variabel untuk koneksi ke blynk
char auth [] =
"CJYJsolnX9WesAveLJhWyeNJKctNdEFT";
char ssid [] = "balikul";
char pass [] = "adelia4416";

//inisialisasi objek untuk PZEM
//12=D6(Rx) 13=D7(Tx)
PZEM004Tv30 pzem(12, 13);

//variabel penampung untuk nilai sensor
// arus
float Power, Energy, Voltase, Current;
long Biaya = 0;

void setup() {
  //aktifkan serial monitor
  Serial.begin(9600);
  pzem.resetEnergy();
  //koneksi ke blynk
  Blynk.begin (auth, ssid, pass);
}

void loop() {
  //baca nilai power
  Power = pzem.power ();
  //jika gagal membaca power
  if (isnan (Power)){
    Serial.println ("Gagal membaca
power");
  }else {
    Serial.print ("Power \t\t: ");
    Serial.print (Power);
    Serial.println ("kW");
  }

  //baca nilai energy
  Energy = pzem.energy ();
  //jika gagal membaca energy
  if (isnan (Energy)){
    Serial.println ("Gagal membaca
energy");
  }else {
    Serial.print ("Energy \t: ");
    Serial.print (Energy);
    Serial.println ("kWh");
  }

  //baca nilai voltase
  Voltase = pzem.voltage ();
  //jika gagal membaca voltase
  if (isnan (Voltase)){
    Serial.println ("Gagal membaca
voltase");
  }else {
    Serial.print ("Voltase \t: ");
    Serial.print (Voltase);
    Serial.println ("V");
  }

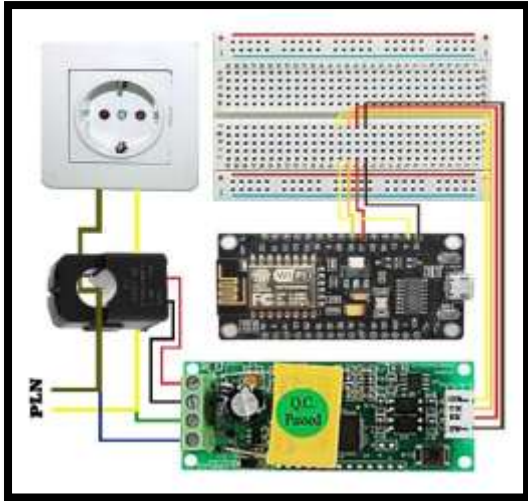
  //baca nilai current
  Current = pzem.current ();
  //jika gagal membaca power
  if (isnan (Current)){
    Serial.println ("Gagal membaca
current");
  }else {
    Serial.print ("Current \t: ");
    Serial.print (Current);
    Serial.println ("A");
  }

  //Biaya pemakaian
  Biaya = Energy*1352;
  Serial.print ("Biaya \t\t: Rp. ");
  Serial.println (Biaya);

  Serial.println ();
  //kirim data ke blynk
  //Power = V0, Energy = V1, Voltase = V2
  dan Current = V3
  Blynk.virtualWrite (V0, Power);
  Blynk.virtualWrite (V1, Energy);
  Blynk.virtualWrite (V2, Voltase);
  Blynk.virtualWrite (V3, Current);
  Blynk.virtualWrite (V4, Biaya);
  Blynk.run ();
  delay (2000);
}

```

Proses kalibrasi sensor dilakukan agar mendapatkan nilai pembacaan nilai arus yang lebih tepat setiap satuan persentase arus yang terbaca dan juga mengetahui tingkat akurasi pada sensor PZEM-004T. Pengujian dimulai dengan memasang rangkaian pada gambar 5, kemudian memberikannya program.



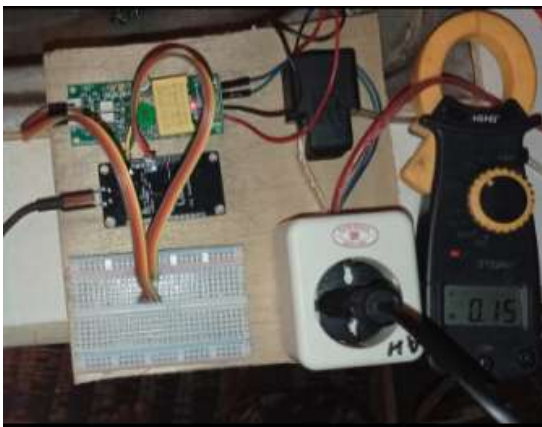
Gambar 5. Rangkaian Sensor PZEM-004T

Kalibrasi sensor dilakukan dengan mengambil salah satu sample dari sensor PZEM-004T kemudian membandingkannya dengan pembacaan alat ukur *digital clamp meter*. Pengujian dilakukan dalam keadaan tanpa beban atau beban nol. Kemudian mengamati perubahan keluaran nilai arus.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras pada sistem ini dimulai dari menghubungkan semua komponen yang dibutuhkan dalam membangun sistem monitoring. Tampilan perangkat keras sistem monitoring arus, tegangan, daya, energi dan biaya dengan mikrokontroller NodeMCU esp8266 dapat dilihat pada gambar 6



Gambar 6 Implementasi Perangkat Keras

Pada gambar 6 diatas merupakan implementasi sistem sistem monitoring arus, tegangan, daya, energi, dan biaya.

Terlihat bahwa prototype sistem ini hanya menggunakan komponen yang minim sehingga tidak akan memakan banyak tempat ketika dihubungkan dengan stop kontak.

Terdapat skematik perangkat keras dari keseluruhan sistem yang terdiri dari beberapa komponen untuk membuat sebuah perangkat elektronik yang memonitoring pembacaan arus, tegangan, daya, dan energi listrik. Mikrokontroler NodeMCU esp8266 akan disambungkan dengan sensor PZEM-004T melalui rangkaian pembaca arus, tegangan, energi, daya atau modul sebagai penghubung. Sensor PZEM-004T nantinya akan dihubungkan dengan kabel pada stop kontak untuk dapat membaca arus yang melewatinya. Sistem mikrokontroller NodeMCU esp8266 ini akan bekerja ketika mendapat sumber daya melalui komputer atau laptop yang terhubung.

Untuk menghubungkan sensor PZEM-004T ke NodeMCU esp8266 diperlukan beberapa komponen, antara lain:

1. Modul NodeMCU esp8266
2. Sensor PZEM-004T
3. Kabel NYY 2x1.5 mm
4. Stop kontak
5. Kabel jumper
6. Papan PCB atau Breadboard

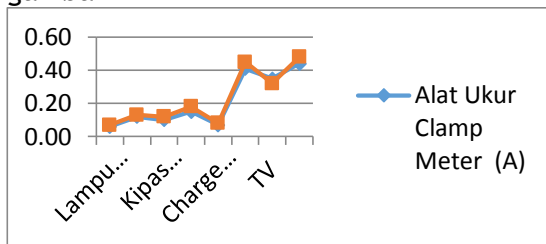
### B. Pengujian sensor PZEM-004T dengan *digital clamp meter*

Perbandingan atau pengujian arus dan tegangan antara sensor PZEM-004T dan digital clamp meter dapat dilihat pada table 1 berikut.

Tabel 1. Pengujian perbandingan sensor PZEM-004T dengan digital clamp meter

NO	Beban	Alat Ukur Clamp Meter (A)	Sensor PZEM-004T (A)
1	Lampu 6W	0.06	0.07
2	Speaker	0.12	0.13
3	Kipas Angin	0.10	0.12
4	Rice cooker	0.15	0.18
5	Charger HP	0.07	0.08
6	PS 3	0.41	0.45
7	TV	0.35	0.32
8	KULKAS	0.44	0.48

Berdasarkan pengambilan data besaran arus yang sudah didapatkan dari alat sensor PZEM-004T dengan *digital clamp meter* pada tabel 1, maka dapat kita susun grafik perbandingan sensor PZEM-004T dengan digital clamp meter sesuai dengan gambar 7



Gambar 7. Grafik perbandingan arus sensor PZEM-004T dengan digital clamp meter.

Pada gambar 8 dapat dilihat proses pengukuran yang tertampil antara monitor pengukuran beban yang terpasang pada rangkaian mikrokontroler NodeMCU esp8266 yang terhubung dengan sensor PZEM-004T terhadap pengukuran yang dilakukan dengan digital clamp meter.



Gambar 8. Percobaan pengukuran digital clamp meter dan sensor PZEM-004T

Pada gambar 9 dapat dilihat nilai besaran arus, tegangan, daya, energi, dan biaya yang tertampil pada monitor pengukuran beban yang terpasang pada rangkaian mikrokontroler NodeMCU esp8266 yang terhubung dengan sensor PZEM-004T. Besaran arus, tegangan, daya, energi, dan biaya nilainya akan berubah ubah mengikuti besaran beban yang terpasang atau terhubung pada rangkaian mikrokontroler NodeMCU esp8266 dengan sensor PZEM-004T. Perubahan besarnya sebelumnya sudah dilakukan pencatatan dalam tabel 1



Gambar 4.4 Tampilan monitor mikrokontroler NodeMCU esp8266 dengan sensor PZEM-004T terhadap nilai arus, tegangan, daya, energi, dan biaya yang dikonsumsi.

Dari hasil pengukuran pada tabel 1 bahwa pada sensor PZEM-004T ini sudah bekerja dengan baik. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan menggunakan clamp meter pada beban yang terpasang. Misal pada beban speaker sensor PZEM-004T arus yang terukur adalah 0,13 ampere sedangkan hasil pengukuran pada tang ampere adalah 0,12 ampere. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa alat prototipe sudah dapat digunakan sebagai alat monitoring arus pada beban listrik. Error pada pengukuran pada sensor arus PZEM-004T dibandingkan dengan tang ampere dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\%Error = \frac{[(\text{Nilai terbaca} - \text{Nilai sebenarnya}) / \text{Nilai terbaca}] \times 100\%}{1}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan rata-rata error pada masing-masing beban untuk speaker sebesar 7.7 %. Untuk pengukuran sensor PZEM-004T terhadap clamp meter. Sedangkan untuk hasil pengujian perangkat beban yang lain dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 2. Hasil pengujian persentase kesalahan dari pengukuran.

NO	Beban	Alat Ukur Clamp Meter (A)	sensor PZEM-004T (A)	Error (%)
1	Lampu 6W	0.06	0.07	14.3%
2	Speaker	0.12	0.13	7.7%
3	Kipas Angin	0.10	0.12	16.7%
4	Rice cooker	0.15	0.18	16.7%
5	Charger HP	0.07	0.08	12.5%
6	PS 3	0.41	0.45	8.9%
7	TV	0.35	0.32	9.4%
8	KULKAS	0.44	0.48	8.3%



Dari hasil pengujian pada tabel 2 diatas. bahwa ketelitian sensor arus hampir mendekati pada alat ukur atau clamp meter yang digunakan. Misal pada beban *speaker* sensor PZEM-004T yang terukur pada alat prototype adalah 0,13 A sedangkan pada tang ampere adalah 0,12 A. Yang berarti error pada pengukuran pada sensor arus PZEM-004T dibandingkan dengan *digital clam meter* sudah mendekati.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan pada tahapan penelitian yang dilakukan mulai dari perancangan hardware, perancangan software, implementasi, hingga tahap pengujian perangkat monitoring arus, tegangan, daya, energi, dan biaya pada beban listrik rumah tangga dapat ditarik kesimpulan yaitu Pada penelitian ini dapat dibuat perangkat monitoring arus, tegangan, daya, energi, dan biaya listrik pada beban rumah tangga berbasis NodeMCU esp8266. Perangkat monitoring arus, tegangan, daya, energi, dan biaya pada beban rumah tangga dapat memberikan informasi tingkat perubahan arus listrik secara real time. Sistem seluruhnya telah dapat melakukan monitoring perubahan arus, tegangan, daya, energi, dan biaya listrik pada beban rumah tangga dengan nilai rata-rata presentase error yang rendah, menyamai alat ukur arus *digital clamp meter*. Dari proses penelitian yang dilakukan dalam membangun perangkat monitoring arus, tegangan, daya, energi, dan biaya pada beban listrik rumah tangga, didapat ide yang menjadi saran untuk penelitian selanjutnya. Adapun saran pengembangan perangkat ini pada penelitian selanjutnya antara lain: Penggunaan jalur komunikasi nirkabel (wireless) dapat digunakan untuk meminimalisir penggunaan kabel dalam menampilkan hasil monitoring arus pada beban listrik rumah tangga. *Pada penelitian kedepan dapat dibuat perangkat monitoring arus listrik menggunakan mikrokontroler NodeMCU esp8266 dengan antarmuka berbasis website.*

#### REFERENSI

- [1] Andriana, Zulkarnain dan Hadi Baehaqi (2019). *Sistem kWh Meter Digital Menggunakan Modul PZEM-004T*. Jurnal TIARSIE Vol.16 No.1 Tahun 2019 ISSNp 1411-2248 ISSNE 2623-2391
- [2] Asep Muhamad Alipudin, Didik Notosudjono, Dimas Bangun Fiddiansyah (2018). *Rancang Bangun Alat Monitoring Biaya Listrik Terpakai Berbasis Internet Of Things*. Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Elektronika. Vol 1, No 1 (2018)
- [3] Fatoni Nur Habibi, Sabar Setiawidayat, Mochammad Mukhsim (2017). *Alat Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Android Menggunakan Modul PZEM-004T*. Jurnal Prosiding Seminar Nasional Teknologi Elektro Terapan 2017 Vol.01 No.01, ISSN: 2581-0049
- [4] Firza Istighfar, Rudy Kurniawan, M Yonggi Puriza (2016). *Rancang Bangun Alat Pengendali dan Monitoring Konsumsi Pemakaian Listrik Berbasis Arduino dan Aplikasi Blynk*. . Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Pada Masyarakat ISBN: 978-602-61545-0-7
- [5] I Wayan Arsa Suteja, Made Adi Surya Antara (2019). *Sistem Pencatatan Pemakaian Listrik Menggunakan Aplikasi Arduino*. Jurnal PROtek Volume 06. No 2, September 2019
- [6] Misbah Sulaiman Nura, Yuwaldi Away, Fardian (2020). *Desain Sistem Kendali dan Monitoring Berbasis Teknologi Wifi untuk Otomasi Ruang Kerja Dosen*. Jurnal Online Teknik Elektro (KITEKTRO). Vol.5 No.3 2020:1-9 e-ISSN: 2252-7036 Vol.5 No.3 2020: 1-9