

RANCANG BANGUN DAN IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING PEMAKAIAN DAYA LISTRIK BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

Arni Litha¹⁾, Misnawati²⁾, Ibrahim Abduh²⁾, Kurnia Ilahi³⁾, A. Raiza Amini⁴⁾

^{1, 2)} Dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

^{3, 4)} Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

This study aims to design hardware and software tools for monitoring electrical power consumption and controlling sockets based on the Internet of Things (IoT) as well as implementing the design results in homes and lodges.

In this system there is a Wemos D1 mini that gets a 5V supply from the power supply. This Wemos D1 Mini functions as the main controller which is connected to several components such as the PZEM-004T sensor which functions as a voltage, power, and energy reader that is connected to the load at the socket. This sensor gets a voltage supply from the PLN grid. The current transformer from PZEM-004T which is inserted into the socket cable functions as a current reader from the load connected to the socket, the current, voltage, power, and energy readings on the PZEM-004T will be sent to Wemos as the main controller. The Relay Module connected to the socket serves to turn off the design tool automatically when it exceeds the power capacity that has been set as well as a switch to ON/OFF the socket which is controlled on the application that has been made on the smartphone. The test results show that the IoT-based electrical power usage monitoring system helps in monitoring electricity consumption. Comparison of the performance of the design tool with standard measuring instruments produces an average error percentage of 0.43% for voltage, 3% for current and 3.6% for power.

Keywords: *monitoring, power consumption, Internet of Things*

1. PENDAHULUAN

Perusahaan Listrik Negara saat ini menggunakan dua pengukur daya manual dan digital. Alat ukur manual menggunakan prinsip kemagnetan dengan mekanisme berupa piringan yang berputar yang dikonversikan jumlah putaran kedalam angka yang dapat menunjukkan besarnya pemakaian daya. Sedangkan alat ukur digital diterapkan sensor daya yang terhubung dengan minimum sistem atau mikrokontroler yang dapat menghitung daya. Dengan sistem digital ini pelanggan membayar terlebih dahulu dan memasukan dalam bentuk pulsa yang disebut dengan token. Konsumsi daya dapat digunakan selama masih ada token dan akan berkurang sesuai dengan besar kecilnya penggunaan. Dari kWh meter yang digunakan PLN semua pengguna harus melihat langsung ke tampilan didalamnya untuk mengetahui konsumsi listrik yang telah digunakan atau sisa deposit pulsa yang masih tersedia. Namun, kenyataannya pencatatan kWh listrik juga tidak dapat dikontrol secara real-time, sering kali terjadi pemakaian yang over budget, sehingga pelanggan harus membeli pulsa kWh lagi.

Masalah lain pada pemondokan yang memiliki beberapa kamar, dengan setiap kamar memiliki konsumsi daya listrik yang berbeda-beda, sehingga menyulitkan pemilik pemondokan untuk menentukan tarif listrik bagi tiap penghuni sesuai dengan pemakaiannya.

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi saat ini yang sangat pesat seperti penerapan teknologi yang berkembang dalam era revolusi industri 4.0 2 yaitu Internet of Things (IoT). Kementerian Perindustrian Republik Indonesia meyakini IoT menjadi penentu dalam mewujudkan Making Indonesia 4.0. IoT adalah sebuah konsep dimana suatu objek mampu mentransfer data melalui konektivitas internet tanpa perlu interaksi manusia ke manusia ataupun manusia ke komputer secara manual. Dari konsep tersebut muncul suatu ide untuk memanfaatkan teknologi IoT yang diaplikasikan untuk memberi informasi terkait parameter kelistrikan pada rumah tinggal atau pemondokan secara real time. Ide tersebut berupa sistem monitoring dan pengontrolan stop kontak yang dapat diakses diaplikasi smartphone, data yang dimunculkan berupa nilai tegangan, arus, daya, kWh meter, beserta biaya yang dibebankan atas penggunaan daya tersebut, sehingga pelanggan dapat memantau penggunaan daya listrik setiap saat secara *real time*.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun perangkat keras dan perangkat lunak alat monitoring pemakaian daya listrik dan pengontrolan stop kontak berbasis IoT dan mengimplementasikan hasil rancangan pada rumah dan pemondokan.

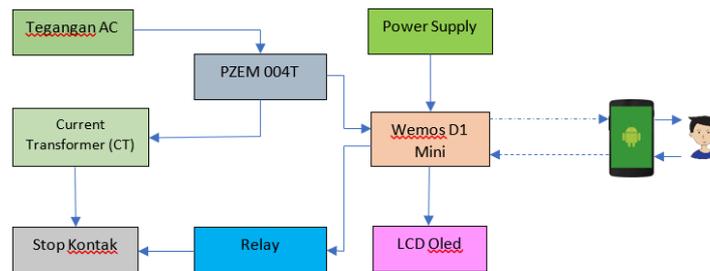
¹ Korespondensi penulis: Arni Litha, Telp 082395982387, arnilitha@poliupg.ac.id

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikroprosesor dan Pengolahan Sinyal Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Ujung Pandang selama 8 bulan dari bulan April sampai dengan November 2021. Instrumen yang digunakan untuk menunjang penelitian ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak seperti laptop/PC, smartphone Android, digital clamp meter, multimeter digital, wemos D1 Mini, Modul PZEM-004T, relay 1 channel, oled display, Arduino uno, thingsboard.

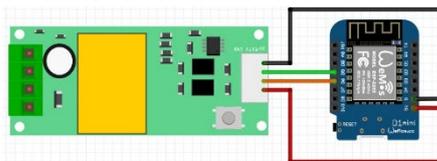
Perancangan Perangkat Keras

Pada gambar 1 di atas terdiri dari tiga input, yang pada masing-masing input tersebut terdapat satu Wemos D1 Mini yang mendapat *supply* 5V dari *Power Supply*. Peran dari Wemos D1 Mini ini sebagai pengontrol utama yang dihubungkan ke Modul PZEM-004T yang berfungsi sebagai sensor pembaca tegangan, arus, dan daya yang terhubung pada beban di stop kontak. Modul PZEM-004T ini akan berfungsi apabila telah mendapat *supply* tegangan dari PLN. Kemudian, *Current Transformer* (CT) yang merupakan bagian dari Modul PZEM-004T yang dilewatkan pada kabel stop kontak berfungsi sebagai pembaca arus dari beban. Nilai pembacaan tegangan, arus, dan daya pada Modul PZEM-004T akan dikirim ke Wemos D1 Mini yang selanjutnya akan dimonitoring melalui ThingsBoard yang telah terkoneksi dengan jaringan, dan hasil monitoring tersebut akan disimpan ke *Database*. Relay yang terhubung dengan stop kontak berfungsi untuk mematikan dan menghidupkan alat rancangan apabila terdapat perintah dari *button* pada ThingsBoard. Oled display yang terhubung pada Wemos D1 Mini juga berfungsi untuk menampilkan hasil pembacaan dari sensor PZEM-004T. Wemos D1 Mini ini juga berfungsi untuk menghubungkan perangkat keras (*Hardware*) dengan perangkat lunak (*Software*) yaitu ThingsBoard pada *smartphone* ataupun PC yang telah terhubung dengan jaringan internet sehingga perangkat keras ini dapat dimonitor dan dikontrol melalui *smartphone* ataupun PC dari jarak jauh.



Gambar 1. Blok diagram sistem

Sensor PZEM-004T merupakan bagian input yang digunakan untuk membaca tegangan, arus, daya, dan energi. Sensor ini dihubungkan dengan Wemos D1 Mini yang berfungsi sebagai mikrokontroler agar data

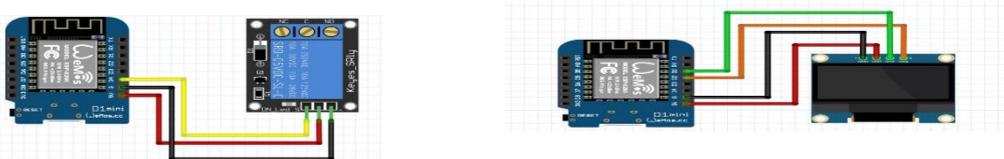


Gambar 2. Rangkaian PZEM-004T dengan Wemos D1 Mini

yang telah dibaca oleh sensor tersebut dapat ditampilkan pada ThingsBoard yang merupakan *platform* IoT yang dapat diakses melalui *smartphone* ataupun PC serta akan tersimpan di *database*. Pin RX PZEM-004T dihubungkan dengan pin D6 Wemos D1 Mini, pin TX PZEM-004T dihubungkan dengan pin D5 Wemos D1 Mini, pin VCC PZEM-004T dihubungkan dengan pin 5V Wemos D1 Mini, dan pin GND PZEM-004T dihubungkan dengan pin GND Wemos D1 Mini. Rangkaian sensor PZEM-004T dapat dilihat pada gambar 2.

Perancangan Wemos D1 Mini dengan Relay

Relay memiliki prinsip kerja yang sama dengan saklar yaitu dapat memutus dan menyambungkan arus listrik. Relay ini berfungsi sebagai *output* dari perintah *button* pada ThingsBoard. Jika terdapat perintah untuk menyalakan stop kontak, Wemos D1 Mini akan mengirim sinyal Low maka relay akan aktif dan tegangan



Gambar 3. Rangkaian Wemos D1 Mini dengan PZEM-004T dan Oled display

listrik akan terhubung layaknya saklar otomatis. Oled display ini berfungsi untuk menampilkan hasil pembacaan dari sensor PZEM-004T pada perangkat keras. Pin SCL dan SDA Oled akan terhubung pada pin D1 dan D2 pada Wemos D1 Mini

Perancangan ThingsBoard

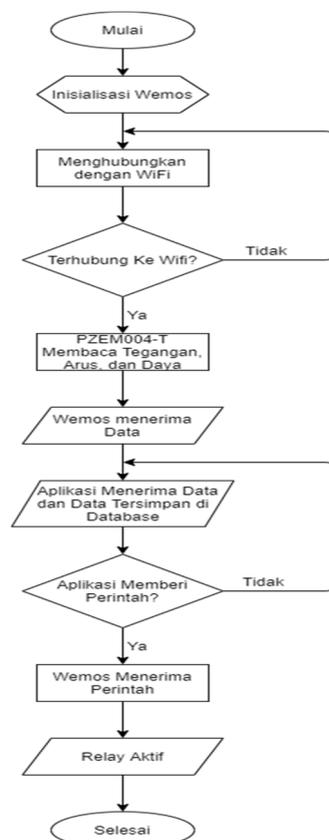
Thingsboard merupakan sebuah *platform Internet of Things (IoT)* yang bersifat *open source*. ThingsBoard ini berupa *web server* yang dapat digunakan sebagai *platform manajemen device*, pengumpulan data, dan visualisasi data berbasis *website*. Dari *platform* inilah maka dapat dilakukan monitoring dan *control* dari jarak jauh tanpa dibatasi waktu selama perangkat dalam jangkauan internet. ThingsBoard ini juga merupakan *platform yang user friendly* karena memiliki *compability* atau kecocokan dengan *smartphone* maupun *browser* serta dapat diakses oleh banyak *user*. Berikut merupakan langkah-langkah dalam membuat webserver ThingsBoard.

1. Buka *website* ThingsBoard <http://demo.thingsboard.io> menggunakan *web browser*, kemudian klik menu *sign up* atau *login* menggunakan akun *google*.
2. Buat *devices* baru yang akan digunakan untuk monitoring dengan cara klik *Devices > icon + > Add new device*, seperti pada gambar 3.6 dibawah ini
3. Buat nama *device* baru berdasarkan kebutuhan dan pilih *device type default*, setelah itu klik *add*.
4. Kemudian, untuk membuat tampilan pada ThingsBoard klik *Dashboard* dan atur *widget* sesuai dengan kebutuhan monitoring
5. Setelah rancangan proyek selesai, untuk mengirim data dari Wemos D1 Mini ke ThingsBoard diperlukan token *devices* ThingsBoard. Token dapat diakses dengan klik nama *device* yang telah dibuat *> details > copy access token*. Token tersebut yang akan dipaste ke program yang telah dibuat di Arduino IDE.

Perancangan Google Spreadsheet

Google Spreadsheet dibuat sebagai penyimpanan data yang telah dimonitoring melalui ThingsBoard. Berikut merupakan langkah-langkah pembuatan Google Spreadsheet:

1. Masuk ke halaman <https://docs.google.com/spreadsheets> dan login menggunakan akun Google.
2. Buat Spreadsheet baru dengan klik *Blank* dan ubah nama spreadsheet sesuai kebutuhan dengan mengetik di bagian *Untitled Spreadsheet*.
3. Setelah menulis heading pada table data klik *Alat > editor skrip*



Gambar 4 Flowchart

- Setelah rancangan spreadsheet selesai, untuk mengirim data yang telah dimonitoring melalui ThingsBoard ke google spreadsheet diperlukan token. Token dapat diakses dengan menyalin URL spreadsheet. Token tersebut yang akan dipaste ke program yang telah dibuat di Arduino IDE.

Perancangan Program Arduino IDE

Mikrokontroler hanya dapat beroperasi apabila telah memiliki instruksi yang ditulis dalam bentuk bahasa pemrograman sesuai dengan kontroler yang digunakan. Olehnya itu, dibutuhkan *software* yang dapat digunakan untuk mengcompile bahasa pemrograman yang dipahami oleh kontroler tersebut. Untuk kontroler Wemos D1 Mini digunakan *software* Arduino IDE untuk menuliskan perintah yang akan dijalankan. Berikut merupakan langkah-langkah untuk memprogram Wemos pada *Software* Arduino IDE.

1. *Install* driver CH340 pada PC. Driver tersebut berfungsi untuk mengubah USB *serial* menjadi *serial interface*.
2. Hubungkan Wemos D1 Mini dengan PC menggunakan kabel USB.
3. *Download* dan *install software* Arduino IDE sesuai dengan *Operation System*.
4. Buka *Software* Arduino IDE, klik *menu file > preference*, pada bagian “Additional Board Manager URL’s” dan masukkan *link board* ESP8266 untuk mendownload *board* tersebut. Selanjutnya *install board* ESP8266 dengan klik “Board Manager” pada menu *menu tools > board > boards manager*. Lanjut cari dan *install board* ESP8266. Setelah *board* terinstall, pilih modul Wemos D1 Mini pada *menu board*.
5. Pilih *port* pada *menu tools* sesuai dengan *port* yang digunakan oleh *board* mikrokontroler
6. Klik *Sketch > include library > manage library* dan *Install library* yang diperlukan, yakni: *library* ESP8266WiFi, *library* PZEM004Tv30, *library* ThingsBoard, dan *library* Adafruit_SSD1306.
7. Setelah semua telah disetting, tulis program yang dibutuhkan dari Implementasi Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis IoT.
8. *Verify* terlebih dahulu program tersebut untuk memastikan coding telah sesuai dengan Bahasa pemrograman yang ada. Setelah *verify* berhasil, *upload* program untuk melakukan kompilasi program menjadi bahasa yang dapat dipahami oleh Wemos.
9. Setelah proses *upload* selesai, wemos akan menjalankan perintah berdasarkan program yang telah dibuat. Mekanisme sistem kerja alat ini dijabarkan dengan alur diagram pada gambar 4.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Jarak

Tabel 1 menunjukkan bahwa dimanapun alat rancangan dan *user* berada, data yang ditampilkan pada OLED display akan diterima juga oleh ThingsBoard selama alat rancangan dan *smartphone/ PC* yang digunakan untuk memonitoring berada dalam koneksi internet. Hal ini membuktikan bahwa alat rancangan bekerja sesuai dengan konsep Internet of Things (IoT).

Tabel 1. Pengujian Jarak

Posisi Alat Rancangan	Jarak alat rancangan dengan <i>Smartphone</i>		Status
	Posisi <i>Smartphone</i>	Jarak (Km)	
Lab Mikrokontroller Kampus 1 PNUP	Ruang rapat Teknik Telekomunikasi	0,08	Diterima
Kedai Titik Nol	Perumahan Bukit Baruga, Antang	7,1	Diterima
Perumahan Istana Permai, Takalar	Bone	170	Diterima

Pengujian Sensor PZEM-004T

Pengujian akurasi modul PZEM-004T dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran beban pada alat rancangan dengan alat ukur standar. Pengujian ini menggunakan sensor PZEM-004T yang hasilnya dapat dilihat pada OLED display dan juga pada ThingsBoard dan Power Clamp Meter digunakan sebagai alat pembanding. Untuk hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 2 yang menampilkan hasil perbandingan tegangan, arus, dan daya dari alat rancangan dengan alat ukur standar. Dari Informasi kedua perbandingan pengukuran tersebut maka dapat dihitung nilai *error* dengan rumus sebagai berikut

$$\%Error = \frac{|Alat Rancangan - Alat Ukur Standar|}{Alat Ukur Standar} \times 100\%$$

Hasil pengukuran tegangan pada tabel 2 terdapat rata-rata presentase kesalahan disebabkan resolusi pembacaan sensor tegangan AC pada modul PZEM-004T berbeda dengan alat ukur standar yang digunakan, serta disebabkan oleh ketidakstabilan tegangan pada saat proses pengukuran sehingga terdapat selisih pembacaan

tetapi masih dalam skala wajar. Rata-rata presentase kesalahan dalam mengukur tegangan pada alat monitoring ini sebesar 0.43%.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Perbandingan Alat Rancangan dengan Alat Ukur Standar

Jenis Beban	Alat Rancangan			Power Clamp Meter (Alat Ukur Standar)			Error (%)		
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Tegangan	Arus	Daya
Tanpa Beban	221.20	0.00	0	220.2	0	4.40	0.45	0	0
Solder 60W	222.60	0.25	55.65	221.6	0.22	48.75	0.45	13	14
Solder 40W	222.40	0.16	35.58	221.4	0.15	33.21	0.45	6	7
Laptop	221.30	0.07	15.49	220.3	0.07	15.42	0.45	0	0.45
HP	221.30	0.06	13.27	220.4	0.06	13.25	0.40	0	0.15
Power Bank	222.70	0.09	20.04	221.8	0.09	19.96	0.40	0	0.40
Rata-rata							0.43	3	3.6

Untuk pengukuran arus pada tabel 2 terjadi penyimpangan pembacaan arus yang sangat berbeda antara alat rancangan dan alat ukur standar pada saat mengukur Solder. Sama halnya saat membaca tegangan, resolusi pembacaan sensor arus modul PZEM-004T berbeda dengan resolusi alat ukur standar. Selain itu, karena solder sifatnya panas oleh karena itu, panas yang dihasilkan oleh solder juga menambah beban sehingga pembacaan arus juga berbeda. Namun, pada pembacaan arus pada beban yang lainnya dalam hal ini *charge* Laptop, *charge* HP, dan Power Bank tidak ada presentase kesalahan. Maka, dari data tersebut diperoleh rata-rata presentase kesalahan sebesar 3% sehingga pembacaan sensor arus pada modul PZEM-004T masih dalam batas wajar.

Untuk daya pada setiap beban yang diukur berbanding lurus dengan tegangan dan arus yang dihasilkan oleh alat ukur. Semakin besar tegangan dan arus yang dihasilkan, maka semakin besar pula dayanya.

Pengujian Alat Secara Real-Time

Pengujian alat ini dilakukan selama kurang lebih 15 menit dengan menggunakan beban yang berbeda-beda pada setiap titik dengan menggunakan dua jenis Kwh yaitu, Kwh pra-bayar dan Kwh pasca-bayar.



Gambar 5.1 Tampilan hasil pengukuran secara real time

Tabel 3. Hasil Pengukuran pada kWh pra-bayar

Alat	Jam	I (Ampere)	V (Volt)	P (Watt)	Energi (kWh)	Tarif pada Things Board (Rp)	Tarif Perhitungan (Rp)	Error (%)
A	13.03	0.89	229.30	157.60	0.051	69	68.952	0.07
	13.15	0.89	228.90	157.00	0.083	112	112.216	0.19
	13.32	0.92	229.10	160.00	0.126	171	170.352	0.38
	13.50	0.94	228.80	164.80	0.174	237	235.248	0.74
	14.14	0.91	228.50	160.50	0.242	327	327.184	0.05
B	13.03	0.49	229.20	68.70	0.013	18	17.576	2.41
	13.15	0.51	228.90	90.60	0.038	52	51.376	1.21
	13.32	0.50	229.10	69.00	0.056	76	75.712	0.38
	13.50	0.50	228.90	68.70	0.077	106	104.104	1.82
	14.14	0.06	228.69	6.70	0.083	115	112.216	2.48
C	13.03	0.24	229.50	51.00	0.019	25	25.688	2.67
	13.15	0.24	229.10	50.60	0.03	40	40.56	1.38
	13.32	0.24	229.30	50.90	0.044	59	59.499	0.82
	13.50	0.24	229.10	50.40	0.059	79	79.768	0.96
	14.14	0.24	228.70	50.60	0.08	108	108.16	0.14

Hasil pengukuran pada tabel 3 di atas dilakukan selama kurang lebih 2 jam yang dipantau setiap 15 menit menggunakan daya yang berbeda-beda pada tiap beban dengan menggunakan kwh pra-bayar golongan 900VA. Pengukuran ini bertujuan untuk memonitoring tegangan, arus, daya, dan energi agar estimasi biaya konsumsi daya dapat ditentukan. Tabel 3 menyatakan bahwa tegangan, arus, dan daya selalu berubah-ubah sesuai dengan beban yang digunakan. Sedangkan, untuk pengukuran energy terjadi peningkatan nilai kWh seiring berjalannya waktu. Hal ini terjadi karena konsumsi daya pada beban dilakukan secara terus menerus dengan sifat konsumsi daya yang dinamis. Adapun jumlah energi yang digunakan pada titik A sebesar 0,242 kwh, pada titik B sebesar 0.083 kwh, dan pada titik C sebesar 0.08 kwh.

Untuk mempermudah dalam menghitung biaya konsumsi pemakaian daya listrik, maka estimasi biaya juga ditampilkan pada ThingsBoard dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Tarif} = \text{Energi} \times 1352 \text{ (untuk 900VA)}$$

Dari Informasi kedua perbandingan tersebut maka dapat dihitung nilai presentase kesalahan dengan rumus sebagai berikut

$$\%Error = \frac{| \text{Tarif Pada ThingsBoard} - \text{Tarif Perhitungan Teori} |}{\text{Tarif Perhitungan Teori}}$$

Berdasarkan rumus di atas maka diperoleh presentase *error* pada tarif yang digunakan selama pengukuran beban. Nilai presentase *error* yang telah dihitung menggunakan rumus dapat dilihat pada table 5.

Beban yang mengkonsumsi daya besar maka akan menghasilkan kWh yang berbanding lurus dengan tarif yang harus dibayarkan oleh pelanggan. Berdasarkan data pada tabel 3 di atas membuktikan bahwa implementasi alat monitoring yang telah dirancang mampu mencatat besarnya kWh yang digunakan, serta mampu menghitung estimasi biaya yang harus dikeluarkan karena penggunaan daya pada peralatan yang telah atau sedang dipantau menggunakan alat monitoring ini.

Tabel 4. Hasil Pengukuran pada kWh pasca-bayar

Alat	Jam	I (Ampere)	V (Volt)	P (Watt)	Energi (kWh)	Tarif pada ThingsBoard (Rp)	Tarif Perhitungan (Rp)	Error (%)
A	23.21	0.05	231.20	1.60	0.01	14	14.44	3
	23.37	0.38	235.10	55.30	0.014	20	20.22	1
	00.38	0.41	233	59,18	0.075	109	108.35	0.5
	01.43	0.49	232.90	70.90	0.14	202	202.25	0.1
	02.14	0.05	233.80	1,68	0.173	251	249.93	0.4
B	23.21	0.15	231.00	17	0.003	5	5.77	13
	23.37	0.15	235.00	15.80	0.004	7	7.22	3
	00.38	0.10	233.40	9.70	0.02	29	28.89	0.3
	01.43	0.10	233.10	9.40	0.031	45	44.78	0.4
	02.14	0.10	234.00	9.30	0.036	52	52	0
C	23.21	0.38	231.20	70.90	0.012	18	17.33	3
	23.37	0.37	235.20	71.20	0.019	27	27.44	1.6
	00.38	0.30	233.60	59.10	0.082	118	118.46	0.3
	01.43	0.25	233.00	50.40	0.138	199	199.36	0.1
	02.14	0.24	233.90	50.60	0.162	234	234.04	0.01

Namun, estimasi biaya yang ditampilkan pada ThingsBoard memiliki presentase kesalahan disebabkan kestabilan dalam memprediksi biaya atau tarif konsumsi daya dipengaruhi oleh naik dan turunnya tegangan listrik yang digunakan oleh alat elektronik. Hal tersebut terjadi karena sensor arus dan tegangan pada modul PZEM-004T memiliki ketidakpastian (*error* pengukuran).

Sama halnya pada pengukuran yang telah dilakukan pada tabel 3, hasil pengukuran pada tabel 4 dilakukan selama kurang lebih 3 jam dengan menggunakan daya yang berbeda-beda pada tiap beban dengan menggunakan kWh pasca-bayar golongan 2200VA. Pengukuran ini bertujuan untuk memonitoring tegangan, arus, daya, dan energi agar estimasi biaya konsumsi daya dapat ditentukan. Untuk perhitungan estimasi biaya penggunaan listrik pada kWh pasca-bayar ini sama dengan perhitungan estimasi biaya penggunaan listrik pada

kWh pasca-bayar. Letak perbedaannya hanya pada tarif per kWh. Dan untuk kWh pasca-bayar ini dikenakan dengan tarif Rp.1444.70/kWh. Perbedaan biaya yang ditampilkan pada ThingsBoard dengan yang dihitung secara teori disebabkan kestabilan dalam memprediksi biaya atau tarif konsumsi daya dipengaruhi oleh naik dan turunnya tegangan listrik yang digunakan oleh alat elektronik (beban). Hal tersebut terjadi karena sensor arus dan tegangan pada modul PZEM-004T memiliki ketidakpastian (*error* pengukuran) serta adanya *delay* pada ThingsBoard yang menampilkan estimasi biaya. Selain itu, apabila alat monitoring ini akan digunakan pada golongan kWh yang berbeda, maka program energy pada Arduino IDE diganti berdasarkan harga/kWh yang berlaku pada golongan kWh yang digunakan.

4. KESIMPULAN

1. Sistem monitoring penggunaan daya listrik dengan konsep IoT dapat bekerja dan dikontrol pada jarak jauh selama alat rancangan dan *user* berada dalam koneksi internet.
2. Hasil perbandingan tegangan, arus, dan daya dari alat rancangan dengan alat ukur standar diperoleh rata-rata error sebesar 0,43% untuk tegangan, 3% untuk arus, dan 3,6% untuk daya.
3. Data yang ditampilkakan pada ThingsBoard sama dengan data yang ditampilkan pada OLED Display yang diperoleh *secara real-time*.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adam, Jefri Lianda dan Dolly Handarly, Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Jarak Jauh Berbasis Internet of Things. Jurnal Teknologi Rekayasa, 4, 79. DOI: 10.31544, 2019.
- [2] Ardan, Dani. LCD Oled Display 1.3" 128x64 to Arduino. <http://www.belajarduino.com/2016/08/lcd-oled-display-13-128x64-toarduino.html>, 2018 (diakses tanggal 10 Februari 2021)
- [3] Fajar, "Rancang Bangun Alat Monitoring Pemakaian Daya Dan Gangguan Listrik Pada Rumah Tinggal Berbasis Internet Of Things", Proyek Akhir. FT, Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Yogyakarta 56, 2019
- [4] Faudin, Agus, Pengenalan Tentang Wemos D1 Mini. <https://www.nyebarilmu.com/pengenalan-tentang-wemos-d1-mini/>, 2018. (diakses tanggal 10 Februari 2021)
- [5] Hudan, Ivan Safril dan Tri Rijianto, Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik pada Kamar Kos Berbasis IoT. Universitas Negeri Surabaya: Surabaya, 2019.
- [6] Marniati, Yessi, dan Emilia Hesti, Rancang Bangun Kendali Terminal Stop Kontak Otomatis via SMS (Short Message Service) Berbasis Mikrokontroler. Jurnal Teknik Elektro ITP. 7, 46. DOI: 10.21063, 2018.
- [7] Mustamin, IP, Evi, "Sistem Kontrol KWH Meter Pelanggan Satu Phasa Berbasis Internet of Things". Laporan Tugas Akhir. Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar, 2019.
- [8] Sitepu, Jimmi, Membaca Sensor PZEM-004T dengan Nodemcu Arduino. <https://mikroavr.com/sensor-pzem-004t-arduino/> 2019. (diakses tanggal 10 Februari 2021)
- [9] Suryaningsih, Sri, Sahrul Hidayat dan Faisal Abid, Rancang Bangun Alat Pemantau Penggunaan Energi Listrik Rumah Tangga Berbasis Internet. 57 Volume V. Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran, 2016

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya kegiatan pengabdian pada masyarakat ini terutama kepada Unit Program Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (UP3M) Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah mewadahi kegiatan ini. Penulis menyadari masih banyak kekurangan baik dalam pelaksanaan maupun dalam hal pelaporan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun kami harapkan demi sempurnanya laporan ini..