

Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Internet of Things

Abdul Hakim Prima Yuniarto^{*}, Elvinda Bendra Agustina, Inayatul Inayah,
Nur Rohman, Mufidah Rizqiyah

Prodi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Institut Teknologi dan Sains Nahdlatul Ulama
Pekalongan

*E-mail korespondensi: a.hakim.py@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.20527/flux.v21i1.15366>

Submitted: 9th January, 2023; Accepted: 24th January, 2024

ABSTRAK- Rancang bangun sistem monitoring penggunaan daya listrik berbasis *internet of things* telah berhasil dilaksanakan. Perancangan ini bertujuan untuk memantau peralatan penggunaan daya listrik di laboratorium elektronika dan instrumentasi, program studi Fisika, ITSNU Pekalongan. Perancangan dimulai dengan merancang pusat dari sistemnya yang terdiri atas modul ESP32 dan sensor daya PZEM-004T, pusat sistem tersebut dihubungkan dengan terminal listrik. Monitoring penggunaan daya listrik melalui platform *Thingsboard*. Sistem saling terhubung melalui jaringan internet, sehingga dapat diakses dimanapun dan kapanpun. Pengujian sistem dilakukan dengan mengukur daya pada beberapa jenis peralatan elektronik dengan menggunakan sensor PZEM-004T. Kemudian data tersebut dibandingkan dengan data pengukuran menggunakan alat ukur yang sudah umum di pasaran, seperti *multimeter* dan *wattmeter*. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan yaitu pembacaan data oleh sensor PZEM-004T cukup akurat dengan error dibawah 5% jika dibandingkan dengan alat ukur yang sudah beredar dipasaran.

KATA KUNCI: daya listrik; *internet of things*; PZEM-004T; *thingsboard*

ABSTRACT- The design of an *internet of things*-based electricity usage monitoring system has been successfully implemented. This design aims to monitor the use of electric power equipment in the electronics and instrumentation laboratory of the Physics study program at ITSNU Pekalongan. The design begins by designing the center of the system, which consists of the ESP32 module and the PZEM-004T power sensor. The center of the system is connected to an electric terminal. Monitoring the use of electric power through the *Thingsboard* platform. The systems are connected to each other via the internet network, so they can be accessed anywhere and anytime. System testing is carried out by measuring the power of several types of electronic equipment using the PZEM-004T sensor. Then the data is compared with measurement data using measuring instruments that are common in the market, such as *multimeters* and *wattmeters*. Based on the results of the tests carried out, the reading of data by the PZEM-004T sensor is quite accurate, with an error rate below 5% when compared to other measuring instruments that are already on the market.

KEYWORDS : electrical power; *internet of things*; PZEM-004T; *thingsboard*

PENDAHULUAN

Teknologi berkembang sangat pesat dan hal ini seiring juga dengan peningkatan penggunaan listrik sebagai sumber energi setiap tahun (Pangestu et al., 2019). Ruang laboratorium di gedung perkuliahan ITSNU Pekalongan menggunakan banyak peralatan elektronik dalam keperluan praktikum. Konsumsi energi listrik dipantau dengan besarnya nilai kWh meter, yaitu alat yang

digunakan untuk mengukur konsumsi energi listrik dan memiliki satuan kilo watt hour (kWh) atau kilo watt per jam. Alat tersebut biasanya terpasang atau terinstalasi pada perumahan maupun skala industri (Badruzzaman, 2012). Oleh karena itu, masyarakat dihimbau memiliki kesadaran dalam menghemat penggunaan listrik, misalnya dengan mematikan peralatan

elektronik jika sedang tidak digunakan (Putra & Mukhaiyar, 2020).

Dalam mengurangi konsumsi energi listrik yang berlebih diperlukan sebuah sistem, yaitu sebuah sistem yang dapat memantau dan mengontrol penggunaan daya listrik pada peralatan elektronik (Subekti & Akhyari, 2013).

Sistem tersebut juga harus dapat diakses dari mana dan kapanpun oleh penggunaanya sehingga sistem tersebut harus dirancang berbasis *Internet of Things*. Sistem berbasis *Internet of Things* dapat terhubung dengan *device* seperti *smartphone* dan laptop melalui jaringan internet. Sistem tersebut menggunakan mikrokontroler sehingga dapat terhubung dengan jaringan internet, misalnya Wemos, ESP8266, ESP32, NodeMCU, dll. Penelitian ini melakukan perancangan sistem monitoring daya listrik berbasis *Internet of Things* yang diharapkan dapat membantu dalam monitoring penggunaan daya listrik di ruang laboratorium dalam upaya menghemat energi listrik.

Internet of Things

Internet of Things atau biasa disebut dengan IoT adalah suatu teknologi yang walaupun tidak ada bantuan dari komputer ataupun manusia namun dapat memindahkan suatu data melalui jaringan internet. Oleh karena itu IoT termasuk dalam sistem cerdas (Laghari et al., 2022). Konsep kerja dari IoT yaitu dengan menjalankan kode pemrograman komputer untuk interaksi antar sistem yang saling terhubung dengan jarak tak terhingga karena terhubung pada jaringan internet (Burange & Misalkar, 2015).

ESP32

ESP32 merupakan sistem SoC yang dilengkapi *wifi* dan *bluetooth* dengan daya rendah. Mikroprosesor yang digunakan pada ESP32 yaitu *Tensilica Xtensa LX6 dual-core* atau *single-core* yang mempunyai *clock rate* maksimum 240 MHz. Pada ESP32 terdapat beberapa modul yang sudah built-in di dalamnya, seperti *power amplifier*, *antenna switches*, *low noise receive amplifier*, *RF balun*, *power management modules*, dan *filters* (Budijono & Felita, 2021). ESP32 adalah pengembangan dari ESP8266 yang sudah umum digunakan

pada teknologi IoT. Perkembangannya yaitu pada ESP32 mempunyai CPU *core* dan *wifi* yang lebih cepat, mendukung *Bluetooth low energy*, dan *port GPIO* yang lebih banyak (Muliadi et al., 2020).

Modul PZEM-004T

PZEM-004T adalah modul yang dikembangkan oleh *Peacefair*. Modul ini berfungsi untuk mengukur arus listrik, tegangan listrik, daya listrik, dan kWh (Harahap et al., 2020). Modul yang digunakan pada penelitian ini merupakan versi yang ketiga. Versi 3.0 adalah penerus dari V2.0 dimana pada versi terbaru ini dapat melakukan pembacaan data dari *Close Current Transformer* (CT) dengan lebih cepat dari versi sebelumnya (Ikwan & Djaksana, 2020).

Thingsboard

Thingsboard merupakan salah satu platform *Internet of Things* (IoT) yang bersifat *open source*. *Thingsboard* mempunyai beberapa fungsi seperti manajemen perangkat, pengumpulan data, visualisasi, dan pemrosesan (Ilyas et al., 2021). Melalui *Thingsboard* konektivitas antar perangkat dapat dilakukan dengan protokol IoT standar industri seperti, HTTP, CoAP, dan MQTT. *Thingsboard* juga mendukung penyimpanan pada *cloud* maupun lokal. *Thingsboard* memenuhi aspek skalabilitas, toleransi kesalahan dan kinerja sehingga dapat terhindar dari kehilangan data (De Paolis et al., 2018). Pada *Thingsboard* terdapat dua cara untuk mengirimkan data yaitu melalui jaringan *wifi* maupun jaringan seluler seperti 3G/4G/5G. Proses pengiriman data tersebut menggunakan *library PubSubClient* pada *Thingsboard*. Setelah data terkirim, maka *thingsboard* akan memproses data tersebut untuk ditampilkan pada *Dashboard Thingsboard* dalam bentuk grafik maupun *chart* (Alfaviaga, 2018).

METODE PENELITIAN

Penelitian tentang perancangan sistem monitoring daya listrik mempunyai prosedur-prosedur seperti yang terlihat pada Gambar 1. Prosedur yang pertama adalah dengan kajian pustaka untuk mengetahui kebutuhan komponen dan sistem yang akan dirancang. Kemudian prosedur selanjutnya adalah

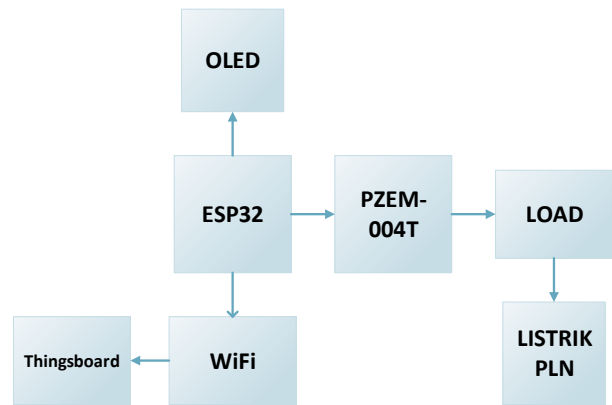
mempersiapkan peralatan dan bahan yang dibutuhkan untuk membuat sistem tersebut. Tahap selanjutnya, perancangan sistem monitoring yang terdiri atas perancangan rangkaian ESP32 dan komponen-komponennya, mengkonfigurasi *platform Thingsboard*, dan memrogram mikrokontroler. Tahap terakhir adalah melakukan pengujian-pengujian pada sistem tersebut untuk memastikan bekerjanya fungsi dari sistem.



Gambar 1 Flowchart penelitian

Diagram blok sistem

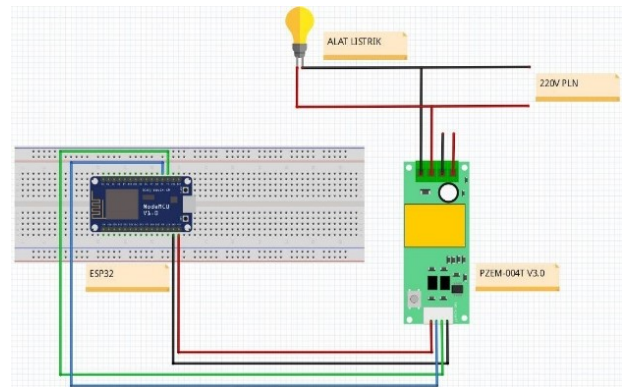
Diagram blok menjelaskan tentang cara kerja alat secara keseluruhan, mulai dari input, proses, dan output (Arrahman, 2022). Diagram blok dari sistem monitoring daya listrik ditunjukkan pada Gambar 2. Sistem tersebut berpusat pada modul ESP32 sebagai otak dari sistem. Modul ESP32 terhubung dengan platform Thingsboard melalui jaringan internet (WiFi). Selain itu, modul ESP32 juga terhubung secara langsung dengan layar monitor OLED dan modul PZEM-004T. Modul PZEM-004T berperan sebagai pengukur daya, arus, energi, dan tegangan listrik. Modul PZEM-004T tersebut terhubung dengan beban (*load*) yaitu peralatan elektronik. Data yang terbaca kemudian ditampilkan pada layar monitor OLED dan juga pada *dashboard* pada Thingsboard.



Gambar 2 Diagram blok

Perancangan sistem monitoring

Perancangan sistem terdiri atas mikrokontroler yang berperan sebagai pusat sistem dan dihubungkan dengan beberapa modul yang saling berhubungan membentuk suatu sistem yang saling terintegrasi. Peralatan elektronik pada penelitian ini dihubungkan dengan beberapa modul yaitu modul ESP32 dan modul PZEM-004T.



Gambar 3 Perancangan sistem

Perancangan sistem terlihat pada Gambar 3. ThingsBoard dirancang dengan membuat *device* baru yang dapat membaca data berupa nilai tegangan, arus, daya, dan energi. Data-data dari *device* tersebut ditampilkan pada *dashboard* Thingsboard. Tampilan pada *dashboard* dibuat menggunakan *widget* dengan berbagai jenis, misalnya *timeseries table*, *digital gauge*, *analog gauge*, dll. yang mana data yang muncul pada *dashboard* dapat diekspor dalam file format *excel*.

Pengujian sistem

Pada tahap pengujian sistem, dilakukan pengujian meliputi fungsi dan akurasi. Pengujian dilakukan pada beberapa peralatan elektronik dengan berbagai jenis variasi beban. Data pengujian berupa hasil pengukuran daya,

arus, energi, dan tegangan listrik yang digunakan dengan menggunakan sensor PZEM-004T. Pada saat yang sama juga dilakukan pengukuran menggunakan alat ukur standar, yaitu *multimeter* dan *wattmeter*. *Multimeter* digunakan untuk mengukur arus (A) dan tegangan (V), sedangkan *wattmeter*

digunakan untuk mengukur daya (W) dan energi (KwH) yang dihasilkan oleh pembebanan beberapa peralatan elektronika. Data hasil pengukuran kemudian dihitung nilai eror hasil terukur dengan menggunakan Pers. 1. (Shodiq et al., 2021):

$$\% \text{ Error} = \frac{| \text{Pengukuran Sensor} - \text{Pengukuran Alat} |}{\text{Pengukuran Alat}} \times 100\% \quad (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prototype sistem

Sistem yang telah dirancang dikemas dalam bentuk prototype sistem monitoring daya listrik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Komponen yang ada pada sistem meliputi ESP32 sebagai mikrokontroler yang berfungsi untuk mengatur sistem secara menyeluruh dan sebagai media penghubung sistem ke jaringan internet, kemudian modul PZEM-004T yang berperan sebagai sensor pembacaan data daya, arus, energi, dan tegangan listrik. Komponen-komponen tersebut diatur secara rapih di dalam box warna hitam berukuran 14,5 x 9,5 x 5 cm dan dipasangkan layar OLED dengan resolusi 128 x 64pixel untuk menampilkan berbagai data yang terukur oleh sensor PZEM-004T.

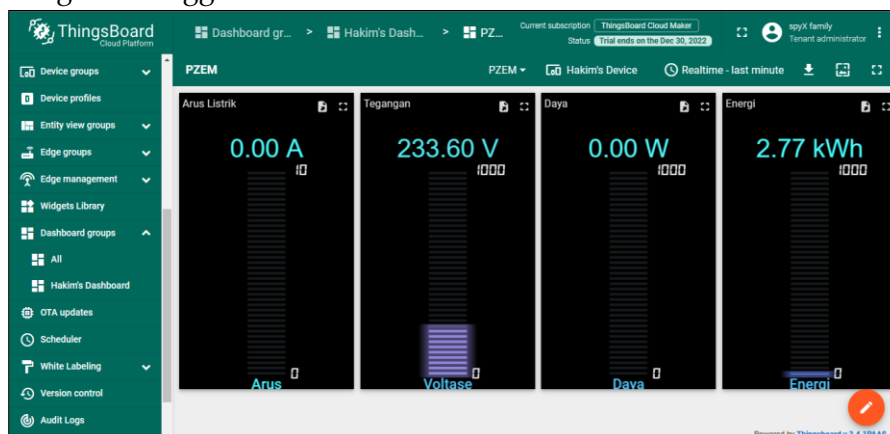
Tampilan Antarmuka

Antarmuka pada *dashboard thingsboard* ditunjukkan oleh Gambar 5. Tampak terdapat empat buah *gauge* sebagai penunjuk data. Data yang ditampilkan pada *Dashboard* meliputi data daya, arus, energi, dan tegangan listrik yang diukur dengan menggunakan sensor

PZEM-004T. Data tersebut dikirimkan dari modul ESP32 ke *server thingsboard cloud* melalui jaringan internet. Data pada *dashboard thingsboard* tersimpan dalam *database thingsboard* dan dapat diakses selama akun *thingsboard* belum *expired*. Data tersebut dapat diekspor atau diunduh ke dalam format *excel* dengan jangka waktu yang dapat ditentukan, misalnya data 1 jam terakhir, data 1 hari terakhir, dsb



Gambar 4 Prototype sistem



Gambar 5 Tampilan dashboard thingsboard

Pengujian arus

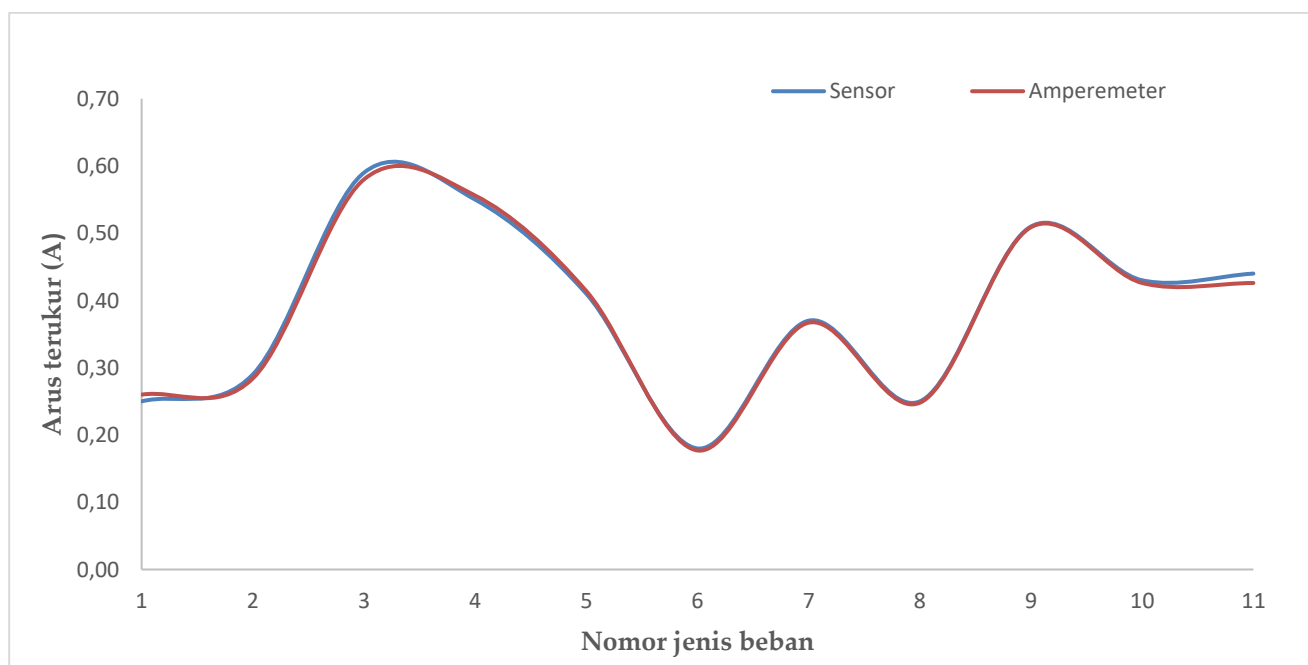
Pengujian sensor arus dilakukan dengan membandingkan data antara hasil pengukuran sensor PZEM-004T dengan hasil pengukuran dengan *amperemeter*. Pengujian dilakukan pada sebelas perangkat elektronika yang disebut sebagai jenis beban. Hasil pengujian arus dengan

sensor arus yang telah dibuat dengan alat standar ditunjukkan pada Tabel 1.

Hasil pengukuran arus yang dirancang menunjukkan error yang kecil untuk tiap-tiap jenis beban. Hal ini juga ditunjukkan oleh Gambar 6, dimana garis pada grafik tampak berimpit. Error terbesar pada beban komputer 1 sebesar 3,85%.

Tabel 1 Pengukuran arus

No Jenis beban	Waktu (menit)	Jenis Beban	Energi kWh		Error (%)
			Sensor	kWh meter	
1	10	Komputer 1	0,25	0,26	3,85
2	10	Komputer 1 & komputer 2	0,29	0,28	2,11
3	10	Komputer 1, Komputer 2, Laptop	0,59	0,58	1,72
4	10	Komputer 1, Komputer 2, Laptop, Handphone	0,55	0,56	1,08
5	10	Komputer 1, Handphone, Laptop	0,41	0,41	0,97
6	10	Handphone, Laptop	0,18	0,18	1,69
7	10	Laptop, Solder, Oscilloscop	0,37	0,37	0,82
8	10	Oscilloscop, Laptop	0,25	0,25	0,81
9	10	Oscilloscop, Komputer 1, Komputer 2	0,51	0,51	0,20
10	10	Solder, Oscilloscop, Komputer 1	0,43	0,43	0,94
11	10	Komputer 1, Komputer 2, Komputer 3	0,44	0,43	3,29



Gambar 6 Grafik pengujian arus

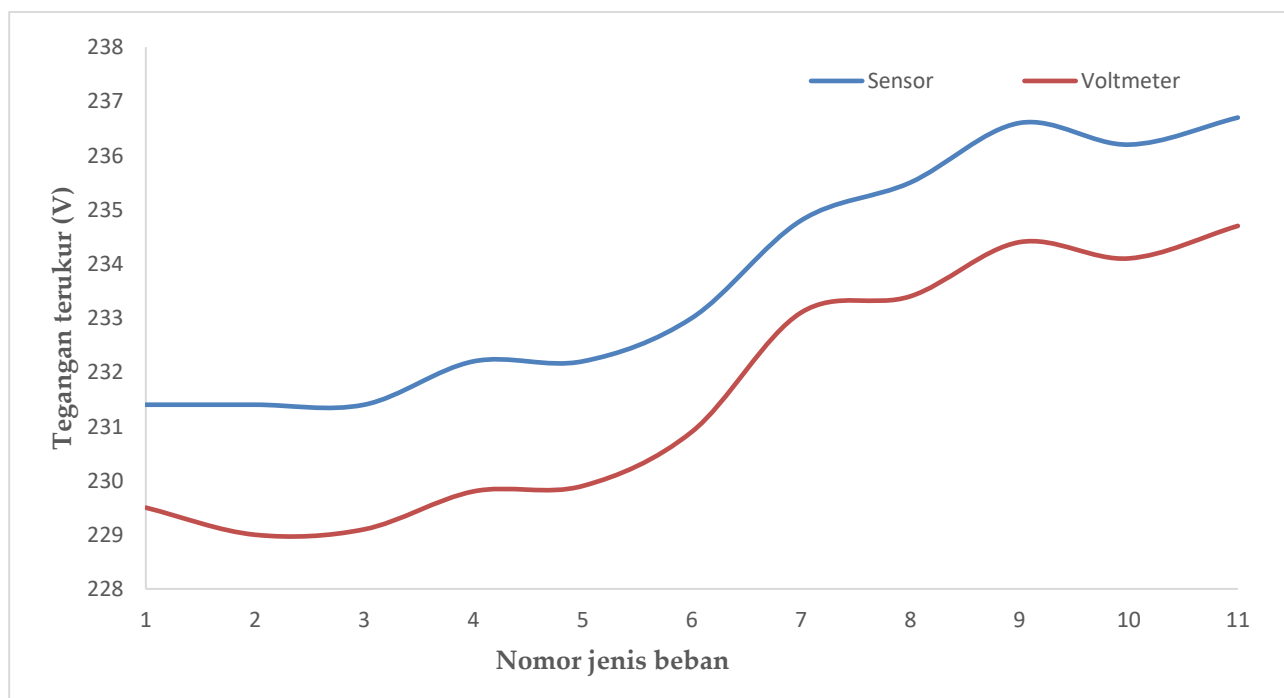
Pengujian tegangan

Pengujian sensor tegangan dilakukan dengan membandingkan data antara hasil pengukuran sensor PZEM-004T dengan hasil pengukuran pada alat *voltmeter*. Saat pengujian

sensor tegangan dilakukan dengan memvariasikan jenis beban yang diukur dengan jumlah sebelas variasi. Hasil pengujian sensor tegangan pada Tabel 2.

Tabel 2 Pengukuran Tegangan

No Jenis beban	Waktu (menit)	Jenis Beban	Energi kWh		Error (%)
			Sensor	kWh meter	
1	10	Komputer 1	231,4	229,5	0,83
2	10	Komputer 1 & komputer 2	231,4	229,0	1,05
3	10	Komputer 1, Komputer 2, Laptop	231,4	229,1	1,00
4	10	Komputer 1, Komputer 2, Laptop, Handphone	232,2	229,8	1,04
5	10	Komputer 1, Handphone, Laptop	232,2	229,9	1,00
6	10	Handphone, Laptop	233,0	230,9	0,91
7	10	Laptop, Solder, Osciloscop	234,8	233,1	0,73
8	10	Osciloscop, Laptop	235,5	233,4	0,90
9	10	Osciloscop, Komputer 1, Komputer 2	236,6	234,4	0,94
10	10	Solder, Osciloscop, Komputer 1	236,2	234,1	0,90
11	10	Komputer 1, Komputer 2, Komputer 3	236,7	234,7	0,85

**Gambar 7 Grafik pengujian tegangan**

Hasil pengukuran tegangan untuk berbagai jenis beban dengan sensor tegangan PZEM-004T dan alat voltmeter ditunjukkan oleh Tabel 2 dan ditampilkan oleh Gambar 7. Error yang dihasilkan juga kecil dan error terbesar hanya sekitar 1,05% pada saat pengukuran dengan beban komputer 1 dan komputer 2.

Pengujian Daya

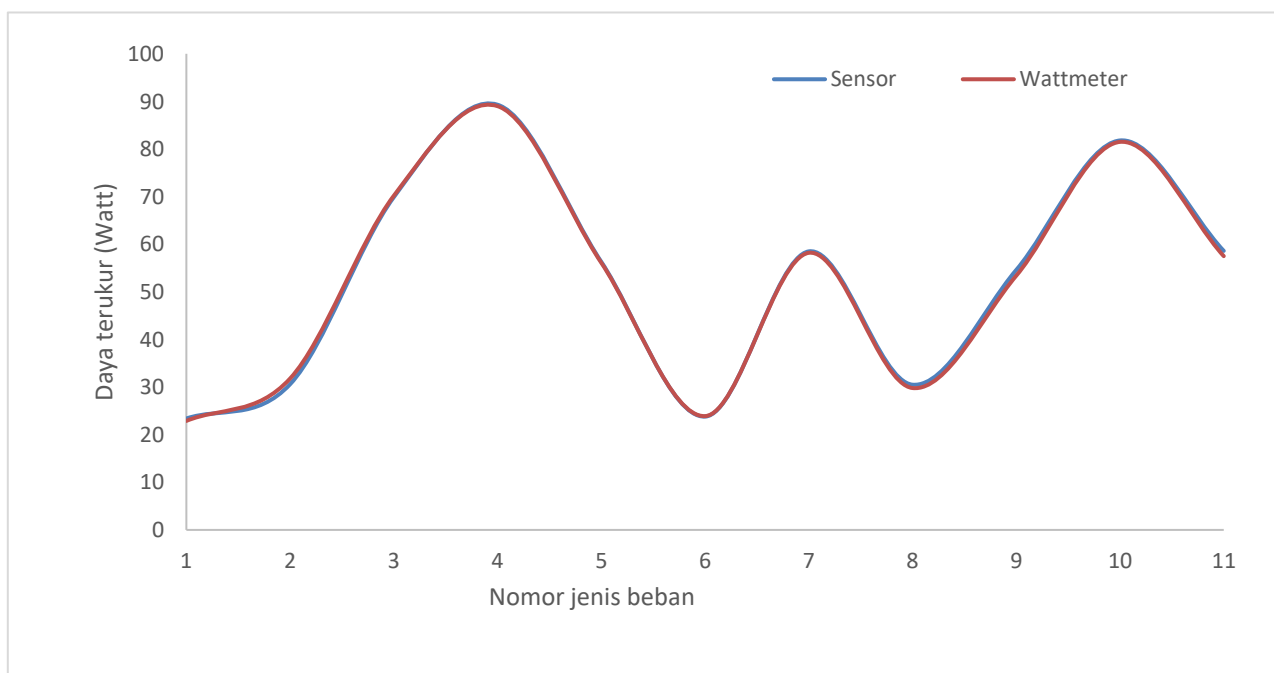
Pengujian sensor daya dilakukan dengan membandingkan data antara hasil pengukuran sensor PZEM-004T dengan hasil pengukuran

pada alat *wattmeter*. Saat pengujian sensor daya dilakukan dengan memvariasikan jenis beban yang diukur dengan jumlah sebelas variasi. Hasil pengujian sensor daya pada Tabel 3

Pengukuran daya untuk berbagai jenis beban dengan sensor daya PZEM-004T dan alat standar *wattmeter* ditunjukkan oleh Tabel 3. Gambar 8 adalah grafik pengukuran dan tampak saling berhimpit, hal ini juga ditunjukkan oleh error yang kecil. Terdapat lima error hasil pengukuran daya bernilai nol dan error terbesar hanya sekitar 3,77% pada

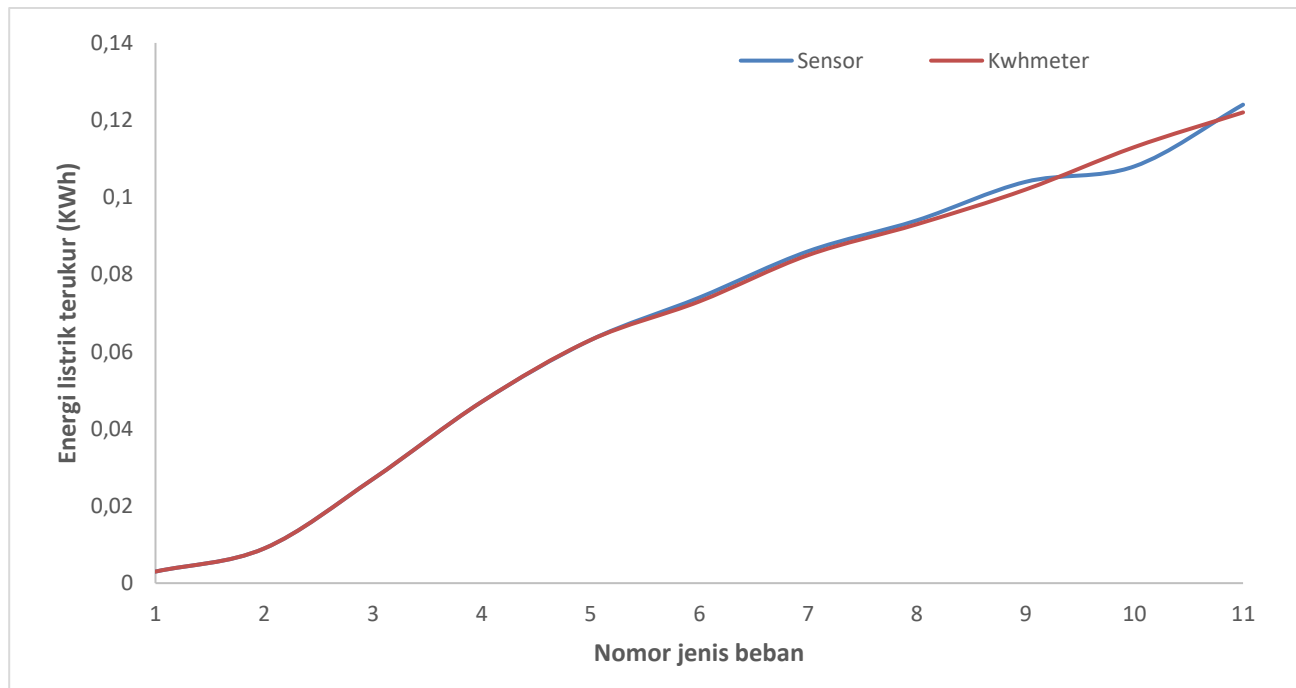
Tabel 3 Pengukuran Daya

No Jenis beban	Waktu (menit)	Jenis Beban	Energi kWh		Error (%)
			Sensor	kWh meter	
1	10	Komputer 1	23,4	22,9	2,18
2	10	Komputer 1 & komputer 2	30,6	31,8	3,77
3	10	Komputer 1, Komputer 2, Laptop	69,9	70,2	0,43
4	10	Komputer 1, Komputer 2, Laptop, Handphone	89,3	89,0	0,34
5	10	Komputer 1, Handphone, Laptop	56,3	56,1	0,36
6	10	Handphone, Laptop	23,8	23,9	0,42
7	10	Laptop, Solder, Osciloscop	58,5	58,2	0,52
8	10	Osciloscop, Laptop	30,5	29,8	2,35
9	10	Osciloscop, Komputer 1, Komputer 2	54,6	53,4	2,25
10	10	Solder, Osciloscop, Komputer 1	81,8	81,5	0,37
11	10	Komputer 1, Komputer 2, Komputer 3	58,6	57,5	1,91

**Gambar 8 Grafik pengujian daya****Tabel 4 Pengukuran Energi**

No Jenis beban	Waktu (menit)	Jenis Beban	Energi kWh		Error (%)
			Sensor	kWh meter	
1	10	Komputer 1	0,003	0,003	0,00
2	10	Komputer 1 & komputer 2	0,009	0,009	0,00
3	10	Komputer 1, Komputer 2, Laptop	0,027	0,027	0,00
4	10	Komputer 1, Komputer 2, Laptop, Handphone	0,047	0,047	0,00
5	10	Komputer 1, Handphone, Laptop	0,063	0,063	0,00
6	10	Handphone, Laptop	0,074	0,073	1,37

No Jenis beban	Waktu (menit)	Jenis Beban	Energi kWh		Eror (%)
			Sensor	kWh meter	
7	10	Laptop, Solder, Osciloscop	0,086	0,085	1,18
8	10	Osciloscop, Laptop	0,094	0,093	1,08
9	10	Osciloscop, Komputer 1, Komputer 2	0,104	0,102	1,96
10	10	Solder, Osciloscop, Komputer 1	0,108	0,113	4,42
11	10	Komputer 1, Komputer 2, Komputer 3	0,124	0,122	1,64



Gambar 9 Grafik pengujian energi

beban komputer 1 dan komputer 2.

Pengujian energi

Pengujian sensor energi dilakukan dengan membandingkan data antara hasil pengukuran sensor PZEM-004T dengan hasil pengukuran pada alat kWh meter. Saat pengujian sensor energi dilakukan dengan memvariasikan jenis beban yang diukur dengan jumlah sebelas variasi. Hasil pengujian sensor energi pada Tabel 4

Berdasarkan hasil pengukuran energi yang terlihat pada Tabel 4 untuk berbagai jenis beban diperoleh hasil pembacaan energi dari sensor energi PZEM-004T dan alat kWh meter tidak berbeda jauh dan pada Gambar 9 terlihat grafiknya saling berhimpit. Selisih dari keduanya relatif kecil, sehingga eror yang dihasilkan juga kecil. Eror terbesar hanya sekitar 4,42% pada saat pengukuran dengan beban solder, osciloscop, dan komputer 1.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakuakn, maka diperoleh kesimpulan: Monitoring data arus, tegangan, daya, dan energi dapat dilakukan secara realtime melalui platform *Thingsboard* yang dapat diakses dimanapun dan kapanpun melalui *web* atau *smartphone* karena data tersebut tersimpan dalam *database thingsboard* dan dapat diakses selama akun *thingsboard* belum *expired*. Pembacaan arus, tegangan, daya, dan energi oleh sensor PZEM-004T cukup akurat dengan eror dibawah 5% jika dibandingkan dengan alat ukur yang sudah beredar dipasaran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diberikan pada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat atau LPPM kampus ITSNU Pekalongan yang telah memfasilitasi dan mendanai penelitian,

sehingga penelitian berjalan dengan baik dan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfaviga, S. P. (2018). Sistem Monitoring Kadar Gas Berbahaya Berdasarkan Amonia Dan Metana Pada Peternakan Ayam Broiler Menggunakan Protokol MQTT Pada Realtime System. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(10), 56–63.
- Arrahman, R. (2022). Rancang Bangun Pintu Gerbang Otomatis Menggunakan Arduino Uno R3. *Jurnal Portal Data*, 2(2), 1–14.
- Badruzzaman, Y. (2012). Real Time Monitoring Data Besaran Listrik Gedung Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang. *Jurnal Teknik Elektro Terapan*, 1(2).
- Budijono, S., & Felita. (2021). Smart Temperature Monitoring System Using ESP32 and DS18B20. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 794(1).
- Burange, A., & Misalkar, H. (2015). Review of Internet of Things in Development of Smart Cities with Data Management and Privacy. *International Conference on Advances in Computer Engineering and Applications*, 189–195.
- De Paolis, L. T., De Luca, V., & Paiano, R. (2018). Sensor data collection and analytics with thingsboard and spark streaming. *Environmental, Energy, and Structural Monitoring Systems*, 1–6.
- Harahap, P., Pasaribu, F. I., & Adam, M. (2020). Prototype Measuring Device for Electric Load in Households Using the Pzem-004T Sensor. *Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx)*, 2(3), 347–361.
- Ikwan, & Djaksana, Y. M. (2020). Perancangan Sistem Monitoring Dan Kontroling Penggunaan Daya Listrik Berbasis Android. *JURSISTEKNI*, 2(3), 13–24.
- Ilyas, T. F., Arkan, F., Kurniawan, R., Budianto, T. H., & Putra, G. B. (2021). Thingsboard-based prototype design for measuring depth and pH of kulong waters. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 926(1).
- Laghari, A. A., Wu, K., Laghari, R. A., Ali, M., & Khan, A. A. (2022). A Review and State of Art of Internet of Things (IoT). *Archives of Computational Methods in Engineering*, 29(3), 1395–1413.
- Muliadi, Imran, A., & Rasul, M. (2020). Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan ESP32. *Jurnal Media Elektrik*, 17(2), 73–79.
- Pangestu, A., Ardianto, F., & Alfaresi, B. (2019). Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino Nodemcu ESP8266. *Jurnal Ampere*, 4(1), 187–197.
- Putra, D. A., & Mukhaiyar, R. (2020). Monitoring Daya Listrik Secara Real Time. *Jurnal Vote Teknik*, 8(2), 26–34.
- Shodiq, A., Baqaruzi, S., & Muhtar, A. (2021). Perancangan Sistem Monitoring dan Kontrol Daya Berbasis Internet Of Things. *ELECTRON: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 2(1), 18–26.
- Subekti, L., & Akhyari, A. (2013). Prototipe Sistem Prabayar Energi Listrik Untuk Kamar Kost Berbasis Mikrokontroler. *Simposium Nasional Ke 12 Rekayasa Aplikasi Perancangan Dan Industri*.