

Pengembangan Alat Kontrol Pemakaian Energi Listrik Berbasis Internet of Things (IoT) Pada kWh Meter Pascabayar

B.A. Ashad¹, Mansur², Ramdaniah³, Sriwijanaka⁴

^{1,4} Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muslim Indonesia, ² Program Studi Teknik Elektro, Universitas Halu Oleo Kendari

⁴ Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muslim Indonesia

Copresponder Author : Bayu Adrian Ashad (bayuardrianashad@umi.ac.id)

Abstract — The aim of this research is to create a tool to calculate the cost of electrical energy used. This tool will be used in homes that use analog kilowatt hour meters and measure the amount of electrical energy in kilowatt hours (kwh) converted into rupiah. The volt-ampere measurement method is used in this research to calculate kilowatt-hour power. In addition, this device can show hourly price changes and monitor electricity usage prices. This study is based on the many complaints submitted by pln (state electricity company) consumers that they have to pay more money for electricity than expected because consumers do not know how much electricity each house uses. Apart from that, usually pln does not record kwh meters every month or does not do it at a certain time period. This research applies the concept of the internet of things (iot). The stages in the research are hardware and software development, as well as testing and measuring control equipment. At the hardware development stage, the components used include: esp8266, 20x4 lcd, and pzem-004t sensor. Meanwhile, at the software development stage, the graphical user interface (gui) was designed for the blynk application to monitor the control device. The testing stage is carried out by ensuring that the control tool can retrieve data correctly and can display data in real time via the blynk application. At the measurement stage, the percentage error in the tool is the result of comparing the output of the control tool with the standard measuring tool. The research results show that the error percentage in the electrical energy consumption control device is 2.49%. Research can streamline the process of acquiring electrical energy consumption data because it uses the right and fewer components and has a low error percentage.

Keyword — Energy, Internet of Things, kWh Meters, Monitoring kWh Meters, Esp8266.

ABSTRAK — Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat alat penghitung biaya energi listrik yang digunakan. Alat ini akan digunakan pada rumah yang menggunakan meter kilowatt jam analog dan mengukur jumlah energi listrik dalam kilowatt jam (kWh) yang dikonversikan ke dalam rupiah. Metode pengukuran volt-ampere digunakan dalam penelitian ini untuk menghitung daya kilowatt-jam. Selain itu, perangkat ini dapat menunjukkan perubahan harga setiap jam dan memonitor harga pemakaian listrik. Studi ini didasarkan pada banyaknya keluhan yang disampaikan oleh konsumen PLN (Perusahaan Listrik Negara) bahwa mereka harus membayar lebih banyak uang untuk listrik daripada yang diperkirakan karena konsumen tidak tahu berapa banyak listrik yang digunakan setiap rumah. Selain itu biasanya pihak PLN tidak melakukan pencatatan kWh meter setiap bulan atau tidak dilakukan pada periode waktu yang pasti. Penelitian ini menerapkan konsep *Internet of Things* (IoT). Adapun tahapan pada penelitian yaitu pengembangan *hardware* dan *software*, serta pengujian dan

pengukuran alat kontrol. Pada tahap pengembangan hardware, komponen yang digunakan antara lain: ESP8266, LCD 20x4, dan sensor PZEM-004t. Sedangkan pada tahap pengembangan software, dilakukan perancangan *Graphical User Interface* (GUI) pada aplikasi Blynk untuk melakukan monitoring alat kontrol. Tahap pengujian dilakukan dengan memastikan bahwa alat kontrol dapat mengambil data dengan benar dan dapat menampilkan data secara realtime melalui aplikasi Blynk. Pada tahap pengukuran, persentasi error pada alat yang merupakan hasil perbandingan output dari alat kontrol dengan alat ukur standar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentasi error pada alat kontrol pemakaian energi listrik yaitu 2.49%. Penelitian dapat mengefisiensikan proses akuisisi data konsumsi energi listrik karena menggunakan komponen yang tepat dan lebih sedikit serta memiliki persentasi error yang rendah

Kata kunci — Energi, Internet of Things, kWh Meter, Moniroting kWh Meter, Esp8266.

I. PENDAHULUAN

Dalam era kemajuan teknologi dan komunikasi saat ini, listrik adalah kebutuhan vital manusia. Perangkat yang digerakkan oleh listrik digunakan hampir di setiap aspek kehidupan manusia. Meter kilowatt-jam digunakan untuk mengukur jumlah energi listrik yang digunakan. Sementara sistem pembayarannya dilakukan melalui sistem prabayar atau pascabayar, dua jenis meter kilowatt-jam yang biasa digunakan di Indonesia adalah pascabayar (analog mekanik dan analog elektronik) dan prabayar (token meter). Untuk mengetahui tingkat pemakaian daya listrik pada beberapa pengguna listrik perumahan, diperlukan informasi tentang jumlah daya listrik yang digunakan setiap saat. Untuk mengurangi penggunaan energi listrik yang berlebihan dan tidak bermanfaat, pengawasan perlu dilakukan terhadap pemakaian energi [1].

Selama penggunaan, penting untuk mengawasi penggunaan energi. Tidak cukup hanya menggunakan kilowatt-hour meter untuk mengawasi dan membatasi jumlah energi yang digunakan rumah. Oleh karena itu, sangat penting untuk benar-benar menghemat energi listrik. Penghematan energi dapat dicapai dengan menggunakan alat yang melacak jumlah energi yang dikonsumsi oleh perangkat elektronik seperti televisi, kulkas, pemanas nasi, mesin cuci, dan pendingin ruangan.

Andriana dkk membuat sistem kWh meter digital menggunakan modul pzem-004t. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memantau penggunaan energi listrik. Modul

pzem-004t hanya dapat menampilkan beberapa nilai, seperti arus, tegangan, daya aktif, faktor daya, dan akumulasi biaya penggunaan listrik. Peneliti juga menggunakan beberapa komponen antara lain: SD Card, Real Time Clock (RTC), relay, dan LCD 16x2. Peneliti tidak mengakumulasikan rata-rata error untuk setiap sampel atau elektronik yang digunakan, hanya menjelaskan nilai error untuk beberapa parameter seperti: error untuk tegangan = 0.29%, error ampere = 4.63%, error watt = 4.92%, error $\cos \phi$ = 1.36% [2]. Penelitian lain dilakukan Elly Mufida dkk pada tahun 2021 dengan judul perancangan alat pendeteksi kWh meter berbasis arduino uno r3 dan esp8266. Penelitian yang dilakukan juga memiliki tujuan yang sama dengan penelitian sebelumnya namun peneliti tersebut menggunakan komponen alat yang berbeda dan lebih banyak seperti: Arduino Uno R3, ESP8266, LCD 16x2, PZEM-004t, dan Buzzer. Peneliti tersebut tidak melakukan pengujian untuk menghitung persentase error pada alat kontrol yang dibuat [3]. Penelitian lain dilakukan oleh Pangestu dkk tahun 2019 dengan tujuan yang sama dengan peneliti sebelumnya. Peneliti tersebut menggunakan beberapa komponen alat kontrol antara lain: Nodemcu ESP8266, LCD keypad shield, dan sensor ACS712. Peneliti tersebut tidak melakukan pengujian untuk menghitung persentase error pada alat tapi menyatakan tingkat akurasi pada alat berkisar 96% sampai dengan 99% [4]. Berdasarkan pada penelitian sebelumnya penulis menilai penelitian sebelumnya kurang efisien karena menggunakan banyak komponen pada alat kontrol namun, tingkat error masih tinggi dengan demikian penulis melakukan penelitian yang bertujuan untuk menghitung penggunaan energi listrik beserta biaya pemakaian listrik. Adapun komponen yang digunakan antara lain: Esp8266, LCD 20x4, dan Sensor PZEM-004t. diharapkan penelitian yang dilakukan lebih efisien karena menggunakan komponen yang sedikit namun memiliki persentase error yang lebih rendah dimana alat tersebut menerapkan konsep Internet of Things (IoT) sehingga dapat monitoring alat secara real time dan dapat dikendalikan dari jarak jauh menggunakan aplikasi blynk yang merupakan aplikasi berbasis mobile.

II. RINGKASAN FORMAT MANUSKRIP

Metode penelitian yang digunakan adalah perancangan hardware dan desain tampilan software. Pada tahap perancangan hardware yang merupakan prototype alat menggunakan Esp8266 sebagai mikrokontroler utama yang dapat membaca data hasil dari sensor Pzem-004 kemudian ditampilkan dengan LCD display 20x4. Sedangkan pada perancangan software menggunakan aplikasi Blynk sebagai media untuk monitoring alat secara realtime dan monitoring dari jarak jauh menggunakan Internet of Things (IoT). Tahap desain tampilan software dalam hal ini menggunakan aplikasi Blynk, Penulis merancang Graphical User Interface (GUI) agar memudahkan user mengatur atau mengontrol alat dari jarak jauh. Informasi yang ditampilkan pada GUI dari aplikasi Blynk meliputi informasi tentang tegangan, arus, daya aktif, faktor daya, energi aktif, frekuensi, dan biaya

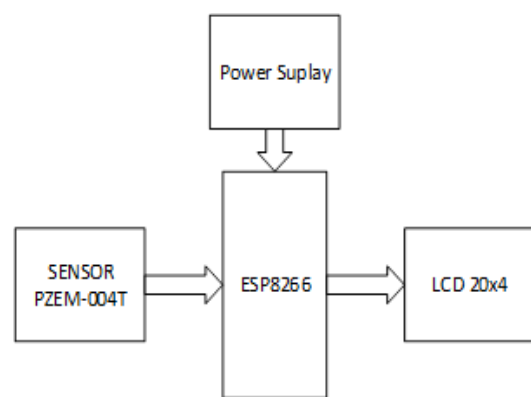
konsumsi energi listrik. Tahap selanjutnya yang dilakukan setelah tahap perancangan hardware dan software adalah tahap pengujian dan pengukuran. Tujuan dari pengujian dan pengukuran adalah untuk mengetahui ketepatan dari pembuatan modul atau untuk memastikan bagian (komponen) dari rangkaian modul bekerja sesuai dengan fungsinya. Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan sensor PZEM-004T dapat menampilkan hasil pembacaan data sedangkan tahap pengukuran dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan data dari alat kontrol yang telah dibuat dengan alat ukur standar. Perhitungan tingkat error alat kontrol di tahap pengukuran dapat dilihat pada rumus (1).

$$\% \text{ error} = \left| \frac{X_n - \bar{x}}{X_n} \right| \times 100\% \quad (1)$$

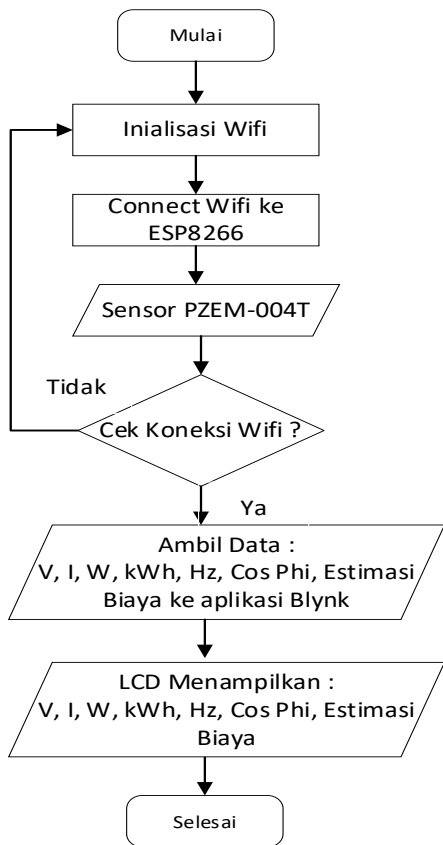
Rumus (1) digunakan untuk menghitung nilai error pada alat kontrol. X_n menunjukkan nilai alat ukur standar, \bar{x} adalah nilai dari alat kontrol pemakaian energi listrik, sedangkan % error yaitu nilai tingkat error alat kontrol

III. FORMAT TULISAN LENGKAP

Blok diagram prototype pemakaian energi listrik Internet of Things (IoT) digambarkan pada Gambar 1. Esp8266 adalah pengendali proses yang memiliki komponen untuk menghubungkan wifi. Sensor PZEM-004T membaca data tegangan, arus, daya aktif, faktor daya, energi aktif, frekuensi, dan biaya konsumsi energi. Komponen LCD 20x4 berfungsi sebagai display dan data tentang penggunaan energi rumah tangga dikirim ke server melalui wifi secara real time.

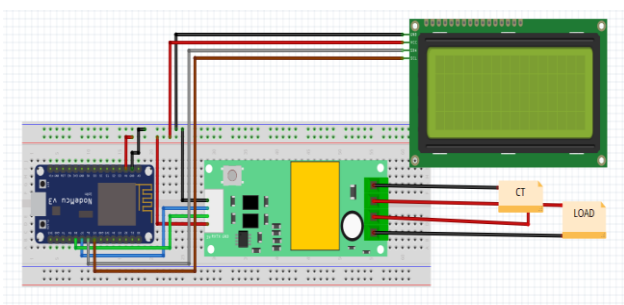


Gambar 1. Blok Diagram Pemakaian Energi Listrik Berbasis Internet of Things (IoT)



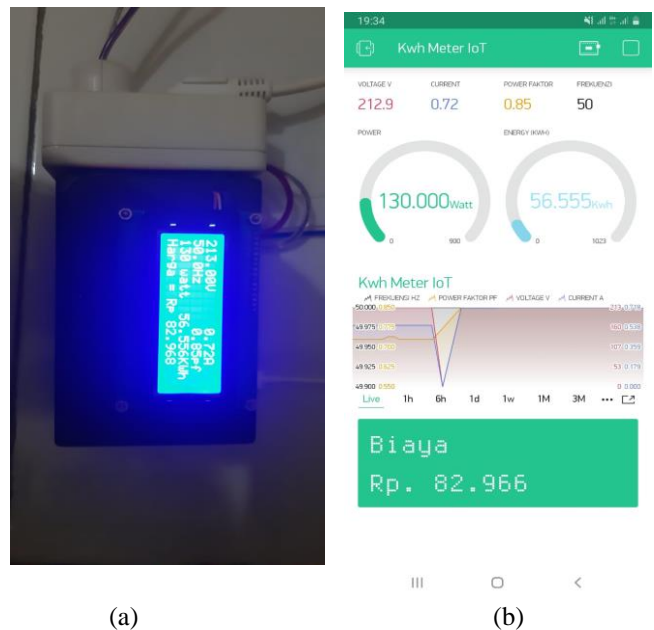
Gambar 2. Flowchart Sister Kerja Alat

Pada gambar 2 Flowchart diagram alir yang ditunjukkan dimana proses dijalankan program akan melakukan inialisasi wifi diteruskan proses koneksi wifi mikrokontroler ESP8266 dan sensor PZEM-004T akan mengolah data nilai hasil dari pemrosesan data pada sensor ESP8266 mengirim data ke android melalui wifi dan ditampilkan pada LCD 20x4 berupa tegangan, arus, daya aktif, faktor daya, energi aktif, frekuensi, dan biaya konsumsi energi Listrik.



Gambar 3. Skema Rangkaian Alat

Gambar 3 menunjukkan rangkaian alat yang dibuat. Adaptor memberikan tegangan 5 volt, yang digunakan untuk modul sensor PZEM-004T, LCD 20x4, dan ESP8266, masing-masing. Mikrokontroler ESP8266 menjalankan semua proses, dan aplikasi Blynk mengirimkan semua hasil pembacaan data dari sensor PZEM-004T.



Gambar 4. Tampilan hasil pada alat kontrol (a) dan tampilan hasil pada aplikasi Blynk (b)

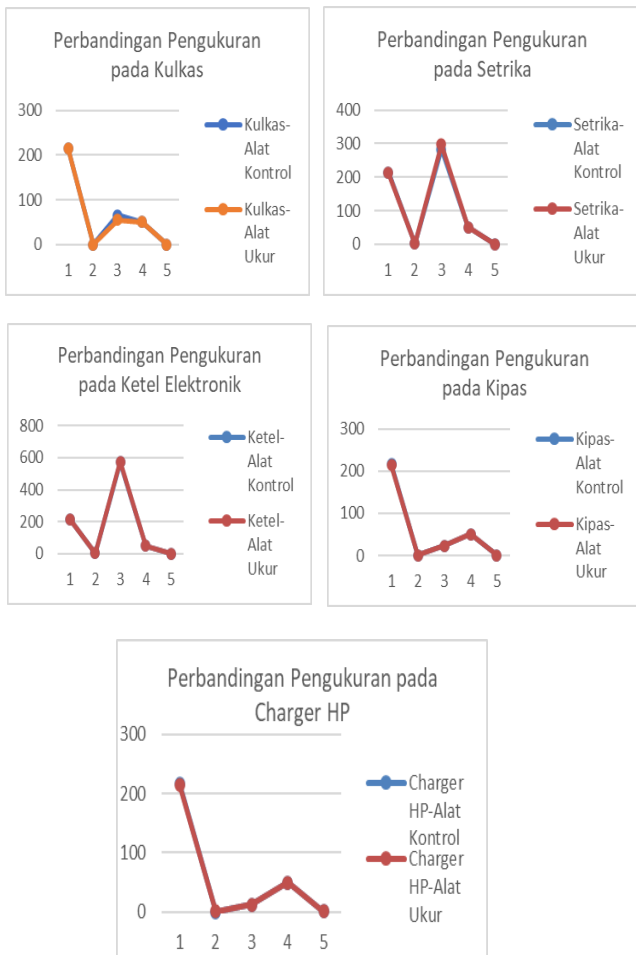
Berdasarkan gambar 4, hasil pembacaan data dari sensor PZEM-004T pada alat kontrol sama dengan pembacaan data yang ditampilkan oleh aplikasi Blynk.

TABEL I
HASIL PENGUJIAN ALAT KONTROL PEMAKAIAN ENERGI LISTRIK DENGAN ALAT UKUR STANDAR

Alat Elektronik	Alat Kontrol Pemakaian Energi					Alat Ukur Standar					Error (%)					Rata-rata error
	V	A	P	Hz	Cos φ	V	A	P	Hz	Cos φ	V	A	P	Hz	Cos φ	
Kulkas Sharp SJ-C165M	216	0.47	66	50	0.63	215	0.53	55	50	0.53	-0.47	11.32	-20.00	0.00	-18.87	-5.60
Setrika Kirin Kei-330N	214	1.33	284	50	1	212	1.36	297	50	0.99	-0.94	2.21	4.38	0.00	-1.01	0.93
Kipas Sekai HFN 1210	216	0.16	23	50	0.91	214	0.12	23	50	1	-0.93	-33.33	0.00	0.00	9.00	-5.05
Ketel Elektrik DMA10	213	2.66	570	50	1	212	2.74	576	50	0.99	-0.47	2.92	1.04	0.00	-1.01	0.50
Charger HP Samsung	217	0.12	12	50	0.48	215	0.9	12	50	0.62	-0.93	86.67	0.00	0.00	22.58	21.66
Rata-rata error keseluruhan alat elektronik																2.49

Tabel 1 menampilkan beban penggunaan listrik dari beberapa sampel atau alat elektronik yang diukur menggunakan alat kontrol pemakaian energi dan alat ukur standar. Presentasi *error* merupakan perbandingan pengukuran pada alat standar dan alat kontrol pemakaian energi listrik. Rata-rata *error* pada tabel menunjukkan rata-rata presentasi *error* pada setiap alat elektronik dihitung dari rata-rata *error* nilai V, A, P, Hz, dan Cos φ. Nilai rata-rata *error* per alat elektronik antara lain: Kulkas Sharp SJ-C165MG = -5.60, Setrika Kirin Kei-330N = 0.93, Kipas Sekai HFN 1210 = -5.05, Ketel Elektrik DMA10 = 0.50, dan Charger HP Samsung = 21.66. Berdasarkan hasil rata-rata *error* pada setiap alat elektronik, didapatkan nilai rata-rata

error untuk keseluruhan alat elektronik tersebut sebesar 2.49%. Ringkasan perbandingan pembacaan data menggunakan alat ukur standar dan alat kontrol pemakaian energi listrik pada alat elektronik dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 4. Perbandingan Pembacaan Data Menggunakan Alata Kontrol dan Alat Ukur Standar

Berdasarkan gambar 5, dapat diketahui bahwa pembacaan data oleh sensor pada alat kontrol pemakaian energi listrik hampir mirip dengan pembacaan data pada alat ukur standar. Gambar 5 menunjukkan diagram perbedaan pembacaan data pada alat kontrol dan alat ukur standar yang diuji pada

beberapa sampel alat elektronik diantaranya kulkas, setrika, kipas angin, ketel elektrik, dan *charger handphone*. Gambar 5 menunjukkan bahwa pembacaan data pada alat kontrol pemakaian energi listrik sangat mendekati nilai pembacaan data pada alat ukur standar. Hal tersebut juga dibuktikan dengan nilai presentasi *error* yang rendah = 2.49%, sehingga alat kontrol dapat bekerja dengan baik.

VII. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan pengukuran yang telah dilakukan, maka ditarik beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Berdasarkan hasil pengujian alat ini dapat mengukur dan menampilkan ukuran tegangan, arus, daya aktif, factor daya, frekuensi, dan biaya konsumsi energi pada alat kontrol pemakaian energi dan aplikasi Blynk.
2. Persentasi *error* yang diperoleh berdasarkan perbandingan antara alat kontrol pemakaian energi listrik dan alat ukur standar menunjukkan nilai *error* sebesar 2,49%.
3. Penelitian yang telah dilakukan Penulis mencapai nilai *error* yang kecil dengan penggunaan komponen yang lebih sedikit dari pada penelitian-penelitian sebelumnya sehingga dapat lebih efisien dalam menyelesaikan masalah.

DAFTAR ACUAN

- [1] Noviandi, K., Ya coub, R. R., & Juna idi. (2020). Perancangan Alat Penghitung Penggunaan Daya Listrik Pada Lampu Penerangan Jalan Umum Berbasis Sensor Arus Dan Mikrokontroler. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*
- [2] Andriana, A., Z. Zuklarnain, and H. Baehaqi, *Sistem kWh Meter Digital Menggunakan Modul PZEM-004T*. *Jurnal TIARSIE*, 2019. **16**(1): p. 29-34.
- [3] Mufida, E., et al., *Perancangan Alat Pendeteksi KWH Meter Berbasis Arduino Uno R3 dan ESP8266*. *Insantek*, 2021. **2**(1): p. 28-34.
- [4] Pangestu, A.D., F. Ardianto, and B. Alfaresi, *Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino Nodemcu Esp8266*. *Jurnal Ampere*, 2019. **4**(1): p. 187-197.
- [5] Hasan, T., D.K. Elwarin, and S. Sesa, *Pengaruh Kondisi Wiring Terhadap Persentase Kesalahan (Error) Pada KWH Meter*. *JURNAL ELKO (ELEKTRIKAL dan KOMPUTER)*, 2020. **1**.

