

PERANCANGAN SISTEM PERHITUNGAN BIAYA PEMAKAIAN ENERGI LISTRIK PADA ALAT RUMAH TANGGA BERBASIS IOT

Muhammad Alfarisyi^{1*}, Sadrina²

^{1,2}Pendidikan Teknik Elektro, Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Keywords:

IoT, Household Electricity Monitoring, Energy Consumption.

Correspondent Email:

200211026@Student.ar-raniry.ac.id

Abstrak. Konsumsi energi listrik rumah tangga yang semakin meningkat menuntut sistem pemantauan yang efisien guna menghindari pemborosan dan meningkatkan kesadaran pengguna. Namun, sistem pencatatan konsumsi listrik konvensional sering kali tidak memberikan informasi secara real-time, sehingga menyulitkan pengguna dalam mengontrol penggunaan energi. Penelitian ini bertujuan merancang sistem pencatat biaya pemakaian energi listrik berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat digunakan pada peralatan rumah tangga. Metode yang digunakan adalah model pengembangan Waterfall, dimulai dari tahap perencanaan, desain, implementasi, verifikasi, hingga pemeliharaan. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu sensor PZEM-016, NodeMCU ESP8266, TTL to RS485, dan LCD I2C. Data konsumsi energi ditampilkan secara lokal melalui LCD dan dikirimkan ke aplikasi Telegram menggunakan konektivitas internet, memungkinkan pemantauan jarak jauh secara real-time. Hasil pengujian terhadap beberapa alat rumah tangga seperti televisi, kulkas, blender, dan pompa air menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan data konsumsi energi dan estimasi biaya yang akurat. Estimasi biaya dihitung berdasarkan tarif listrik Rp1.444/KWh. Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem berhasil memberikan solusi pemantauan energi yang informatif, efisien, dan mudah diakses oleh pengguna. Meskipun masih memiliki keterbatasan seperti ketergantungan terhadap jaringan internet dan belum adanya fitur kontrol otomatis, sistem ini dapat menjadi dasar pengembangan perangkat smart home di masa mendatang.



Copyright © [JITET](http://www.jitet.org) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstract. Household electricity consumption is steadily increasing, demanding an efficient monitoring system to prevent waste and raise user awareness. However, conventional electricity recording systems often fail to provide real-time information, making it difficult for users to control energy usage. This study aims to design an Internet of Things (IoT)-based system for recording household electricity usage costs. The research method employed is the Waterfall development model, which includes planning, design, implementation, verification, and maintenance stages. The system consists of several main components: the PZEM-016 sensor, NodeMCU ESP8266, TTL to RS485, and an I2C LCD. Energy consumption data is displayed locally through the LCD and transmitted to the Telegram application via internet connectivity, allowing remote real-time monitoring. Testing on several household appliances such as televisions, refrigerators, blenders, and water pumps showed that the system is capable of providing accurate energy consumption data and cost estimation. The cost estimation is calculated based on an electricity tariff of IDR 1,444/KWh. The findings indicate that the system

successfully provides an informative, efficient, and user-friendly energy monitoring solution. Although it still has limitations, such as dependence on internet connectivity and the absence of automatic control features, this system can serve as a foundation for the development of smart home devices in the future.

1. PENDAHULUAN

Konsumsi energi listrik rumah tangga terus mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan penggunaan perangkat elektronik[1]. Namun, peningkatan konsumsi energi ini disertai dengan tantangan dalam efisiensi penggunaan energi, khususnya pada sektor industri rumahan yang kerap kali kurang terpantau serta belum dikelola secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan energi Listrik berbasis Internet of Things (IoT) yang bertujuan meningkatkan efisiensi energi di lingkungan industri rumahan[2].

Dalam beberapa penelitian sebelumnya, telah dikembangkan sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor PZEM-004T atau modul GSM untuk mencatat biaya pemakaian listrik[3]. Hasilnya menunjukkan kemampuan dalam menampilkan data konsumsi energi serta estimasi biaya, namun masih terdapat keterbatasan dari sisi akurasi, fleksibilitas perangkat, serta keterhubungan dengan platform komunikasi jarak jauh. Oleh karena itu, dibutuhkan pengembangan sistem monitoring dengan perangkat yang lebih efisien, akurat, dan mudah diakses pengguna[3][4].

IoT menawarkan peluang besar dalam pemantauan energi listrik dengan menghubungkan sensor, mikrokontroler, dan aplikasi berbasis internet untuk menghadirkan data konsumsi secara real-time. Dengan teknologi ini, pengguna dapat mengetahui perangkat rumah tangga yang mengonsumsi energi terbesar, sehingga memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih bijak dalam penggunaan listrik[5][6].

Penelitian ini bertujuan merancang sistem pencatat biaya pemakaian energi listrik berbasis IoT menggunakan sensor PZEM-016, NodeMCU ESP8266, TTL to RS485, dan LCD I2C. Data hasil monitoring ditampilkan secara lokal melalui LCD dan dikirimkan ke aplikasi Telegram, sehingga dapat diakses kapan saja

dan dari jarak jauh. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi dalam pengembangan perangkat rumah pintar (smart home) serta meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap efisiensi energi listrik[7].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Monitoring Energi Listrik

Monitoring energi listrik merupakan proses pengumpulan dan analisis data konsumsi daya dengan tujuan meningkatkan efisiensi serta mengurangi pemborosan[8]. Sistem ini memanfaatkan sensor untuk mendeteksi tegangan, arus, daya, dan energi yang digunakan, kemudian diolah oleh mikrokontroler dan ditampilkan melalui antarmuka pengguna. Dengan adanya sistem monitoring, pengguna dapat mengetahui pola konsumsi energi, mengidentifikasi pemborosan, dan mengoptimalkan penggunaan listrik[9].

2.2. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah konsep integrasi perangkat fisik dengan jaringan internet sehingga memungkinkan pertukaran data secara real-time. Dalam konteks rumah tangga, IoT mendukung otomatisasi dan pemantauan jarak jauh, termasuk pengendalian peralatan elektronik. Keunggulan IoT adalah kemampuannya memberikan data secara instan dan mudah diakses melalui smartphone atau platform berbasis cloud, sehingga memudahkan pengguna dalam mengontrol konsumsi energi[10].

2.3. Komponen Sistem Monitoring

Teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan pengumpulan dan analisis data konsumsi energi secara real-time dengan menghubungkan sensor, mikrokontroler, dan aplikasi berbasis internet[11][12]. Beberapa penelitian terdahulu, seperti yang telah mengembangkan sistem monitoring berbasis sensor PZEM-004T atau modul GSM dan menampilkan data melalui platform tertentu, namun masih memiliki keterbatasan dari sisi

fleksibilitas dan akurasi. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan pendekatan berbeda dengan menggunakan sensor PZEM-016 yang lebih stabil serta integrasi NodeMCU ESP8266 dan Telegram Bot, sehingga mampu memberikan solusi monitoring energi rumah tangga yang lebih akurat, efisien, dan mudah diakses[13].

2.4. Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian telah mengembangkan sistem monitoring energi berbasis IoT. Menggunakan sensor PZEM-004T dengan platform Ubidots dan LCD, menghasilkan akurasi pengukuran di atas 97%. Mengimplementasikan modul GSM berbasis Arduino UNO untuk monitoring listrik kamar kos, dengan error 0,2–1,3%. Hamami et al. (2020) merancang prototipe monitoring rumah kos berbasis IoT yang dilengkapi fitur relay dan pengingat pembayaran. Chairunnisa & Wildian (2022) mengembangkan sistem berbasis PZEM-004T dan aplikasi Blynk dengan tingkat error sangat rendah.

2.5. Research Gap

Dari penelitian-penelitian sebelumnya, sebagian besar masih terbatas pada penggunaan sensor PZEM-004T atau modul GSM, serta pemanfaatan platform tertentu yang belum fleksibel. Perbedaan penelitian ini terletak pada penggunaan sensor PZEM-016, yang memiliki kestabilan lebih baik dan integrasi komunikasi RS485, serta pengiriman data melalui Telegram Bot sebagai aplikasi komunikasi real-time yang ringan, praktis, dan mudah diakses oleh pengguna. Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan solusi monitoring energi yang lebih akurat, informatif, dan efisien untuk rumah tangga.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak berbasis Internet of Things (IoT) dengan model pengembangan *Waterfall*[14]. Model ini dipilih karena sesuai untuk sistem yang membutuhkan tahapan pengembangan terstruktur, mulai dari analisis kebutuhan hingga pemeliharaan[15]. Tahapan penelitian terdiri dari beberapa langkah utama, yaitu:

3.1. Analisis Kebutuhan

Pada tahap ini dilakukan identifikasi permasalahan dan kebutuhan sistem. Masalah utama yang dihadapi adalah keterbatasan sistem

pencatatan listrik konvensional yang tidak mampu memberikan data konsumsi energi secara real-time. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem monitoring berbasis IoT yang mampu menampilkan informasi penggunaan listrik rumah tangga secara akurat dan dapat dipantau jarak jauh melalui aplikasi digital.

3.2. Perancangan Sistem

Desain sistem dilakukan dengan menentukan arsitektur perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras terdiri atas sensor PZEM-016 untuk mengukur parameter listrik (tegangan, arus, daya, energi), NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler dengan koneksi Wi-Fi, TTL to RS485 sebagai konverter komunikasi, dan LCD I2C untuk menampilkan informasi lokal. Dari sisi perangkat lunak, digunakan Arduino IDE sebagai platform pemrograman mikrokontroler serta integrasi dengan Telegram Bot sebagai media komunikasi data.

3.3. Implementasi

Implementasi dilakukan dengan merakit seluruh komponen perangkat keras menjadi satu sistem monitoring. Mikrokontroler NodeMCU diprogram agar dapat membaca data dari sensor PZEM-016, memproses hasil pengukuran, menampilkan informasi pada LCD I2C, serta mengirimkan data ke aplikasi Telegram melalui konektivitas internet. Integrasi dengan Telegram memungkinkan pengguna memantau konsumsi energi listrik dari jarak jauh secara real-time dengan tampilan antarmuka sederhana.

3.4. Pengujian dan Verifikasi

Pengujian sistem dilakukan menggunakan beberapa perangkat rumah tangga seperti televisi, kulkas, blender, dan pompa air. Setiap perangkat diuji dengan cara mencatat data tegangan, arus, daya, energi, dan biaya pemakaian yang dihitung secara otomatis oleh sistem. Biaya dihitung berdasarkan tarif listrik PLN sebesar Rp1.699/KWh. Hasil pengukuran sistem dibandingkan dengan perhitungan manual sebagai verifikasi akurasi. Pengujian ini bertujuan menilai keandalan sistem dalam memberikan informasi konsumsi energi dan biaya secara tepat.

3.5. Pemeliharaan dan Evaluasi

Setelah sistem diuji, dilakukan analisis terhadap kelebihan dan keterbatasan. Sistem terbukti mampu memberikan data konsumsi energi dan biaya secara akurat serta mudah

diakses melalui aplikasi Telegram. Namun, terdapat keterbatasan berupa ketergantungan terhadap koneksi internet dan belum adanya fitur kontrol otomatis perangkat. Evaluasi ini menjadi dasar pengembangan lebih lanjut menuju implementasi smart home system yang lebih komprehensif.

Secara keseluruhan, metode penelitian ini menekankan pada perancangan sistem monitoring energi listrik berbasis IoT yang mampu memberikan informasi real-time, akurat, serta dapat diakses dengan mudah oleh pengguna rumah tangga. Dengan menggabungkan sensor PZEM-016, NodeMCU ESP8266, dan Telegram Bot, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi monitoring energi yang lebih efisien dan mendukung penerapan konsep rumah pintar di masa depan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menjelaskan hasil pembuatan dan penjelasan mengenai alat yang digunakan untuk mencatat pengeluaran energi listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) yang sudah dikembangkan. Sistem ini dibuat untuk mengawasi penggunaan listrik pada peralatan di rumah dan juga menghitung perkiraan biaya penggunaannya berdasarkan tarif listrik yang sudah ditetapkan. Perancangan alat melibatkan penggabungan antara komponen fisik dan program agar sistem berjalan dengan baik, tepat, dan nyaman digunakan oleh orang yang memakai.

Hasil pengembangan perangkat keras menunjukkan bahwa semua komponen utama dapat tergabung dengan lancar dalam satu sistem. Sensor PZEM-016 berfungsi sebagai bagian penting untuk mengukur berbagai parameter listrik, seperti tegangan, arus, daya aktif, serta jumlah energi listrik yang terukur dalam satuan kilowatt-hour (kWh). Sensor ini dipilih karena memiliki akurasi yang bagus dan mendukung komunikasi RS485, sehingga data bisa dikirim dengan stabil dan terpercaya. Data hasil dari sensor kemudian dikirim ke NodeMCU ESP8266 yang bertugas sebagai pusat pemrosesan data serta penghubung ke jaringan internet.

NodeMCU ESP8266 bertugas menerima data dari sensor, menghitung penggunaan energi dan perkiraan biaya listrik, serta

mengirimkan informasi tersebut ke layar tampilan dan aplikasi Telegram. Karena perbedaan cara berkomunikasi antara NodeMCU dan PZEM-016, maka digunakan modul TTL ke RS485 sebagai penghubung agar proses pengiriman dan penerimaan data berjalan lancar. Selain itu, LCD I2C berfungsi sebagai layar lokal yang digunakan untuk menampilkan informasi penggunaan energi dan biaya secara langsung, sehingga pengguna bisa melihat hasil pengukuran secara real-time tanpa harus menggunakan alat tambahan. Seluruh sistem terhubung melalui stop kontak yang bertindak sebagai jalur masuk arus listrik serta titik pemantauan penggunaan energi dari alat elektronik rumah tangga yang digunakan.

Hasil pembuatan perangkat lunak dilakukan dengan menggunakan aplikasi Arduino IDE sebagai alat untuk menulis program. Program yang terpasang di NodeMCU melibatkan pembacaan data dari sensor PZEM-016, menghitung jumlah energi listrik yang digunakan serta biaya listrik berdasarkan harga Rp1.500 per kWh, dan mengirimkan hasilnya ke layar LCD serta aplikasi Telegram. Sistem Telegram BOT dibuat agar pengguna bisa memperoleh informasi tentang penggunaan listrik secara jarak jauh dengan mengirimkan perintah tertentu, misalnya perintah "Status" untuk menampilkan data penggunaan dan perkiraan biaya, serta perintah "Reset" untuk mengatur ulang data tersebut. Dengan fitur ini, pengguna bisa memantau penggunaan energi kapan saja asalkan perangkat terhubung ke internet.

Pengujian alat dilakukan dengan menghubungkan sistem ke beberapa peralatan rumah tangga, seperti kipas angin, kulkas, rice cooker, dan pompa air, dengan durasi pengujian berkisar antara 30 hingga 60 menit. Hasil pengujian menunjukkan alat tersebut dapat secara terus-menerus mencatat penggunaan energi dari setiap perangkat dan menampilkan perkiraan biaya yang sesuai dengan durasi penggunaan serta daya masing-masing perangkat. Data hasil pengukuran muncul secara langsung di layar LCD dan juga terkirim ke aplikasi Telegram tanpa ada gangguan apa pun. Ini menunjukkan bahwa sistem tersebut sudah bekerja sesuai dengan tujuan yang ditetapkan saat dirancang.

Selain menguji fungsi sistem, alat tersebut juga diverifikasi oleh dua orang ahli

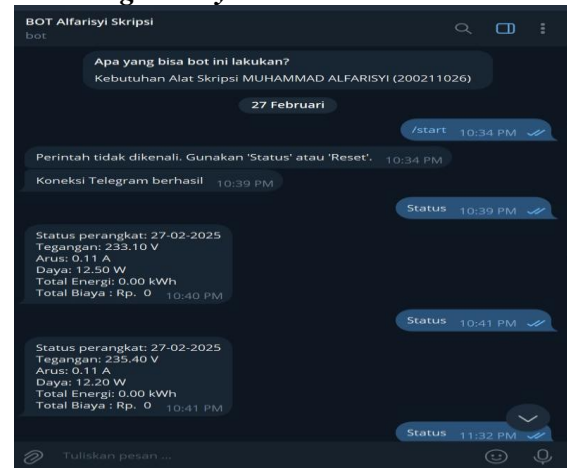
untuk mengevaluasi apakah sistem yang dibuat layak digunakan. Hasil pengecekan menunjukkan bahwa validator pertama memberikan skor layak sebesar 95%, sedangkan validator kedua memberikan skor sebesar 92%, dan rata-rata persentase layak yang diperoleh adalah 93,5%. Berdasarkan kategori penilaian yang digunakan, hasil tersebut masuk ke dalam kategori “sangat layak”. Alat pengukur penggunaan energi listrik berbasis IoT yang telah dikembangkan ini menunjukkan bahwa alat tersebut sudah memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai media pengawasan penggunaan energi listrik pada peralatan rumah tangga.

Pada bagian pembahasan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi antara sensor, mikrokontroler, dan sistem komunikasi melalui internet berhasil menciptakan sistem pemantauan konsumsi listrik yang terbukti efektif dan hemat energi. Sistem ini tidak hanya memberikan data penggunaan energi, tetapi juga membantu pengguna lebih memahami cara menggunakan listrik dan besarnya biaya yang harus dibayarkan. Keunggulan utama dari sistem ini adalah kemampuannya menampilkan data secara langsung, mudah diakses melalui aplikasi Telegram, serta menggunakan komponen yang harganya terjangkau dan mudah ditemukan. Namun, sistem ini masih ada kekurangan, khususnya bergantung pada koneksi internet dan belum ada fitur pengendalian otomatis terhadap peralatan listrik. Keterbatasan ini bisa menjadi acuan untuk memperbaiki sistem agar tidak hanya digunakan sebagai alat pengawasan, tetapi juga menjadi sistem manajemen energi yang lebih pintar.

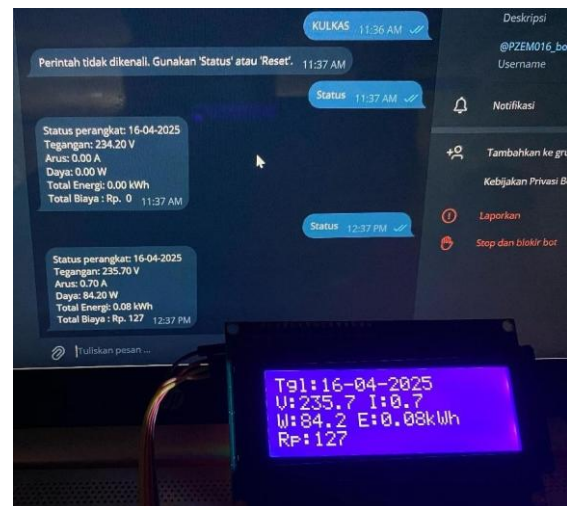
4.1. Implementasi Sistem

Sistem monitoring energi listrik berbasis IoT berhasil dirancang dengan mengintegrasikan sensor PZEM-016 sebagai perangkat akuisisi data, NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler, modul TTL to RS485 sebagai konverter komunikasi, dan LCD I2C sebagai media tampilan lokal. Perangkat keras dirakit menjadi satu rangkaian, sementara perangkat lunak diprogram melalui Arduino IDE dengan protokol komunikasi serial. Data yang diperoleh ditampilkan secara real-time pada LCD dan dikirimkan ke Telegram Bot, sehingga pengguna dapat memantau konsumsi energi dari jarak jauh.

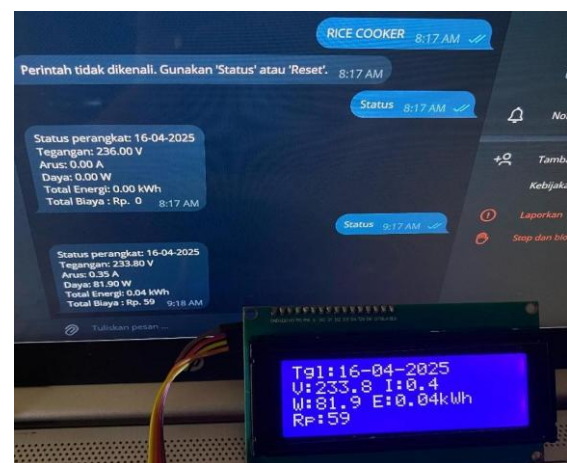
4.2. Hasil Perancangan Software Perhitungan Biaya



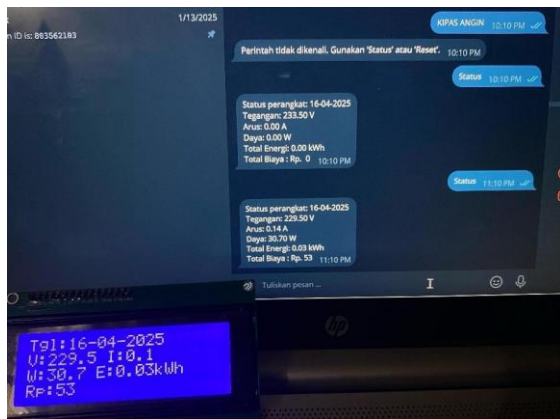
Gambar 1. Tampilan Room Chat BOT



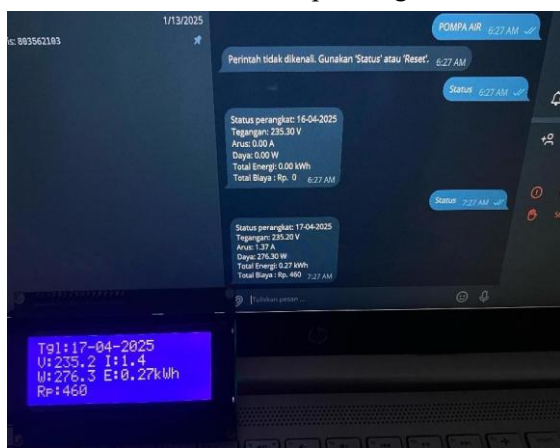
Gambar 2. Kulkas



Gambar 3. Rice Cooker



Gambar 4. Kipas Angin



Gambar 5. Pompa Air

Rangkuman hasil data dari alat pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

No	Data Hasil Pengujian	Tegangan	Arus	Daya	Total energi	Total biaya
1.	Kulkas	235,70 V	1,4 A	84,20 W	0,08 kWh	Rp.127
2.	Rice Cooker	233,80 V	0,1 A	81,90 W	0,04 kWh	Rp.59
3.	Kipas angin	229,50 V	0,4 A	30,70 W	0,03 kWh	Rp.53
4.	Pompa air	235,20 V	0,7 A	276,30 W	0,27 kWh	Rp.460

Gambar 6. Tabel Rangkuman Data Hasil Pengujian pada Alat

Berdasarkan tabel hasil pengujian beberapa peralatan rumah tangga, dapat disimpulkan bahwa penggunaan energi listrik bervariasi sesuai jenis perangkat. Kulkas beroperasi pada tegangan 235,70 V dengan arus 1,4 A sehingga menghasilkan daya 84,20 W dan total energi 0,08 kWh dengan biaya sekitar Rp127. Rice cooker memiliki konsumsi daya 81,90 W pada arus 0,1 A dan tegangan 233,80

V, dengan energi 0,04 kWh dan biaya Rp59. Kipas angin, pada tegangan 229,50 V dan arus 0,4 A, membutuhkan daya 30,70 W dengan total energi 0,03 kWh serta biaya Rp53. Sedangkan pompa air menampilkan penggunaan daya paling tinggi, yakni 276,30 W pada arus 0,7 A dan tegangan 235,20 V, dengan energi 0,27 kWh dan biaya Rp460.

Secara keseluruhan, pompa air merupakan peralatan dengan konsumsi energi dan biaya terbesar, sedangkan kipas angin menjadi yang paling rendah dalam hal penggunaan daya maupun biaya listrik.

4.3. Analisis Kinerja

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja secara stabil dalam menampilkan data konsumsi energi baik melalui LCD maupun Telegram. Keunggulan utama sistem adalah kemampuannya memberikan informasi secara real-time, akurat, dan mudah diakses. Selain itu, penggunaan Telegram Bot dinilai lebih praktis dibandingkan platform lain karena tidak memerlukan aplikasi tambahan yang kompleks dan dapat diakses melalui smartphone pengguna.

Namun, terdapat beberapa keterbatasan. Pertama, sistem masih bergantung pada koneksi internet sehingga apabila jaringan tidak stabil, data tidak dapat dikirim secara optimal. Kedua, sistem hanya berfungsi sebagai monitoring dan belum dilengkapi fitur kontrol otomatis untuk mengatur pemakaian listrik secara langsung. Meski demikian, penelitian ini dapat menjadi dasar pengembangan lebih lanjut menuju implementasi sistem smart home yang lebih komprehensif.

4.4. Diskusi

Dibandingkan dengan penelitian terdahulu yang menggunakan sensor PZEM-004T atau modul GSM (Suryanto & Rijanto, 2019; Adiwiranto & Waluyo, 2021; Chairunnisa & Wildian, 2022), sistem ini menunjukkan perbaikan dari sisi kestabilan pengukuran dan fleksibilitas integrasi. Pemanfaatan PZEM-016 dan komunikasi RS485 membuat pembacaan data lebih konsisten, sementara penggunaan Telegram Bot memberikan nilai tambah berupa kemudahan akses bagi pengguna tanpa biaya tambahan. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi dalam menyediakan solusi monitoring energi rumah tangga yang lebih efisien, akurat, dan user-friendly.

5. KESIMPULAN

- a. Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa alat perhitungan biaya pemakaian energi listrik berbasis Internet of Things (IoT) yang dikembangkan dalam penelitian ini mampu berfungsi dengan baik sesuai dengan tujuan. Sistem ini secara efektif dapat memantau konsumsi energi listrik pada peralatan rumah tangga, menghitung estimasi biaya berdasarkan tarif listrik yang ditentukan, dan menyampaikan hasil perhitungan tersebut baik secara lokal melalui layar LCD maupun secara jarak jauh melalui aplikasi Telegram dengan bantuan Bot. Penggunaan komponen seperti sensor PZEM-016, NodeMCU ESP8266, TTL to RS485, dan LCD I2C telah terintegrasi secara optimal untuk membentuk sistem monitoring yang akurat, responsif, dan efisien. Pengujian terhadap beberapa peralatan rumah tangga seperti televisi, kulkas, blender, dan pompa air menunjukkan bahwa sistem ini mampu memberikan data pemakaian energi dan estimasi biaya yang konsisten dan reliabel.
- b. Keunggulan utama dari sistem ini adalah kemampuannya dalam memberikan informasi real-time, penggunaan komponen yang ekonomis dan mudah didapat, serta kemudahan akses informasi melalui perangkat mobile berbasis internet. Sistem ini juga mendukung peningkatan kesadaran pengguna terhadap konsumsi energi yang digunakan sehari-hari, sehingga berpotensi mendukung penghematan energi. Namun demikian, sistem ini masih memiliki beberapa keterbatasan, terutama dalam hal ketergantungan terhadap koneksi internet dan belum tersedianya fitur kontrol langsung terhadap perangkat rumah tangga. Oleh karena itu, untuk pengembangan selanjutnya, sistem ini dapat ditingkatkan dengan menambahkan fitur kontrol otomatis, integrasi dengan smart home system, serta optimalisasi antarmuka pengguna agar lebih interaktif dan informatif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Sadrina selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama proses penyusunan skripsi ini, serta kepada rekan-rekan yang turut membantu dengan dukungan, semangat, dan doa sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Laporan Kinerja PT PLN (Persero) Tahun 2020.
- [2] Dedi Tri Laksono, Rien Afrianti, Mira Welly Fatma, Maresa Prasafitri, Hamdi Alchudri, "RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN ENERGI LISTRIK DENGAN AUTOMATIC TRANSFER SWITCH," *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, vol. 13, no. 1, hlm. 62, 2025, Penerbit: Politeknik Negeri Padang, doi: 10.23960/jitet.v13i1.5492.
- [3] Budi Setiawan, Tahun: 2019 "Pengelolaan Konsumsi Energi: Peran Sistem Pencatat dalam Pemantauan dan Penghematan Energi.
- [4] Djodjodhardjo, H. & Manurung, A.H. (2021). Electricity Consumption Analysis for Energy Saving Potential in a Manufacturing Industry.
- [5] Nurjannah, I., Susanto, A., & Sulistiawan, R. (2021). The Influence of Energy Monitoring on Energy Efficiency in Indonesian Hotels.
- [6] Munandar, D., & Puspita, D. (2020). Kesadaran dan Perilaku Efisiensi Energi Rumah Tangga di Kota Bandung, Indonesia.
- [7] Simarmata, R. dan Sembiring, T. 2019 "Evaluasi Sistem Pencatat Listrik dan Dampaknya terhadap Tagihan Pelanggan" (*Jurnal Rekayasa Elektrika*, Vol. 15, No. 1).
- [8] Hidayat, I. R., & Sopian, M. (2019). Analisis Keterbatasan Sistem Monitoring Pemakaian Listrik Skala Rumah Tangga di Indonesia.
- [9] Liem, C., & Susanto, D. (2021). "Perancangan Sistem Pendukung Keputusan untuk Manajemen Rantai Pasok" - *Jurnal Teknik Industri dan Manajemen*, Vol. 2, No. 2.
- [10] Bambang Suharno (2020). "Implementasi Sistem Pencatatan Biaya dengan Metode Activity-Based Costing pada Industri Kecil"- *Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi (REMBA)*, Volume 4, Nomor 2.
- [11] Aji P. Wibowo dan Dian Palupi Rini, 2021, "IoT Adoption in Indonesia: Opportunities, Challenges, and Future Perspectives.
- [12] Andriani, Y. F., Noor, M. F., Salim, A. S., & Hanafi, H. (2019). Internet Of Things (Iot)- Tantangan Dan Keamanan Iot Menggunakan Enkripsi AES. *Jurnal Informa: Jurnal*

- Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, 5(1), 76-83.
- [13] Dianita Savitri, 2021, "Analisis Perilaku Penggunaan Alat Rumah Tangga di Lingkungan Perkotaan" Jurnal Ilmiah Teknik Industri (JITI).
- [14] Taufiqur Rahman, Agus Haryono, dan Fitri Yuli Zulkiflik 2021, "Pemodelan dan Analisis Dampak Penyisipan Kendali Energi Listrik Terdistribusi pada Sistem Kelistrikan", Jurnal Teknik Elektro dan Komputer Terapan (JTEKTRO).
- [15] Wahid, A. A. (2020). Analisis metode waterfall untuk pengembangan sistem informasi. *J. Ilmu-ilmu Inform. dan Manaj. STMIK*, no. November, 1-5.
- [16] Emzir. Metodologi Penelitian Kualitatif Analisis Data. (Jakarta: PT Raja Grafindo Persada Pusat, 2011).