

IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING BIAYA LISTRIK DAN AIR BERBASIS IOT MENGGUNAKAN METODE UNIFIED MODELING LANGUAGE (UML)

M. Al-Hafizh A¹, Ir. Ridwan, S.ST, M.Tr.T.², Afif Nuril Musthofa, M.Tr.T.³, Mishthafiyatillah, S.Si., M.Sc.⁴

¹²³⁴ Program Studi Teknologi Rekayasa Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam, Batam, Indonesia

Email penulis pertama: fhizh40@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan masyarakat terhadap listrik dan air bersih terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan penggunaan peralatan elektronik rumah tangga yang semakin kompleks. Namun, kurangnya kesadaran dan ketiadaan sistem pemantauan yang memadai sering kali menyebabkan konsumsi energi yang berlebihan serta pemborosan biaya. Studi ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring konsumsi listrik dan air berbasis Internet of Things (IoT) yang membantu pengguna memantau penggunaan energi secara real-time serta memperoleh estimasi biaya secara otomatis. Perancangan sistem dilakukan menggunakan metode Unified Modeling Language (UML) untuk memodelkan struktur dan alur kerja sistem melalui sequence diagram. Perangkat keras utama yang digunakan meliputi mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sensor PZEM-004T untuk parameter kelistrikan, dan sensor flowmeter YF-S201 untuk debit air. Data dari sensor diproses oleh mikrokontroler dan dikirim ke Firebase Realtime Database untuk ditampilkan melalui antarmuka web monitoring. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memantau parameter kelistrikan dengan akurasi tinggi, di mana rata-rata error tegangan tercatat sebesar 0,06% dan error arus di bawah 3% pada beban nominal rumah tangga. Sementara itu, pengujian sensor air menunjukkan adanya variasi akurasi yang signifikan tergantung pada stabilitas debit air, sehingga disarankan penggunaan jenis sensor yang lebih presisi untuk aliran rendah di masa mendatang. Secara keseluruhan, sistem ini berhasil menyajikan informasi konsumsi dan estimasi biaya secara real-time, sehingga diharapkan dapat membantu masyarakat dalam mengelola efisiensi energi dan mengurangi biaya operasional rumah tangga.

Kata kunci: Internet of Things, Monitoring Energi, Konsumsi Listrik dan Air, NodeMCU ESP8266, UML, Web Monitoring, Firebase.

I. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi, kemajuan teknologi telah mengubah pola hidup manusia secara fundamental. Inovasi digital yang terus berkembang turut mentransformasi cara berkomunikasi dan sistem kerja di berbagai sektor. Saat ini, kesadaran masyarakat akan pentingnya efisiensi listrik dan air di lingkungan rumah tangga mulai tumbuh. Namun, ironisnya, konsumsi energi justru cenderung meningkat seiring pertumbuhan populasi dan adopsi perangkat elektronik.

Minimnya sistem pemantauan yang efektif sering kali menjadi penyebab utama pemborosan energi dan pembengkakan biaya. Oleh karena itu, sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) hadir sebagai solusi untuk memantau konsumsi energi secara real-time. Melalui sensor yang terintegrasi, pengguna dapat mengakses statistik penggunaan dan estimasi biaya langsung melalui perangkat seluler, sehingga pengelolaan efisiensi dan pengeluaran menjadi lebih terkendali.

Penelitian ini merancang sistem yang dapat diakses melalui antarmuka web guna memberikan kemudahan

akses bagi pengguna, menyajikan visualisasi data yang lebih modern, serta menjamin penyimpanan data yang terstruktur. Proses perancangan sistem dilakukan dengan menerapkan metode Unified Modeling Language (UML). Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan sistem monitoring biaya listrik dan air berbasis web dengan ESP8266, sensor PZEM-004T, serta YF-S201, dan menguji akurasi pengukurannya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Internet of Things (IoT)

Sistem monitoring berbasis IoT terbukti membantu meningkatkan efisiensi penggunaan energi hingga 20%, memudahkan pengguna mengelola estimasi biaya pemakaian serta mendukung perilaku penghematan sumber daya berkelanjutan. Protokol komunikasi HTTP dan Firebase Realtime Database memfasilitasi sinkronisasi data yang cepat dan andal.

B. Komponen Sensor

Sistem menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai pusat pengendali utama. Untuk kelistrikan, Sensor PZEM-004T digunakan karena mampu membaca parameter tegangan, arus, daya, dan energi listrik secara

presisi serta mengkalkulasi *Power Factor* (PF). Untuk air, digunakan Flow Meter YF-S201 berbasis efek Hall untuk mengukur debit aliran.

C. Unified Modeling Language (UML)

Pemodelan UML, khususnya *Sequence Diagram*, diterapkan untuk memvisualisasikan interaksi komponen (Sensor, NodeMCU, Firebase, Web Monitoring) berdasarkan urutan waktu, sehingga logika alur data dapat dirancang tanpa tumpang tindih.

III. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian mengacu pada pendekatan pengembangan sistem berbasis IoT. Perancangan dibagi menjadi desain mekanikal, elektrik, dan antarmuka web.

A. Desain Kelistrikan dan Air

Jalur kelistrikan mengambil sumber dari PLN melalui MCB, arus dibaca menggunakan *Current Transformer* (CT) dari modul PZEM-004T. Jalur pipa air dihubungkan ke sensor YF-S201 secara seri terhadap keran utama. Kedua data sensor dikirim ke ESP8266, kemudian diproses dan diunggah ke Firebase.

B. Perhitungan Kalkulasi

Kalkulasi daya dan energi listrik mengacu pada persamaan daya aktif $P = V \times I \times PF$, sedangkan akumulasi energi dihitung dalam kWh. Untuk air, volume dihitung dari konversi pulsa sensor (1 Liter = ±379,85 pulsa hasil kalibrasi). Total tagihan listrik maupun air dikalikan secara proporsional dengan tarif dasar masing-masing.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor Listrik

Pengujian sensor PZEM-004T divalidasi dengan membandingkan nilai pembacaan terhadap Clamp Meter konvensional pada berbagai beban.

Beban	V	I (Sensor)	I (Clamp)	Error (%)
AC (1/2 PK)	224.3	2.66 A	2.69 A	1.04%
Setrika	224.6	1.76 A	1.72 A	2.45%
Rice Cooker	224.2	1.80 A	1.76 A	2.44%
Air Fryer	223.5	3.45 A	3.41 A	1.82%

Tabel 1. Pengujian PZEM-004T vs Clamp Meter

Hasil menunjukkan bahwa rata-rata error untuk beban rumah tangga normal berada di bawah 3%, mengindikasikan tingkat akurasi yang tinggi.

B. Pengujian Sensor Air

Pengujian sensor YF-S201 dilakukan setelah kalibrasi, dengan membandingkan pembacaan sensor terhadap volume gelas ukur terkalibrasi.

Gelas Ukur	Volume Sensor	Selisih	Error (%)
1 L	1.00 L	0.00 L	0.00%
4 L	3.90 L	0.10 L	2.50%
10 L	10.00 L	0.00 L	0.00%
20 L	19.93 L	0.07 L	0.35%

Tabel 2. Pengujian YF-S201 vs Gelas Ukur

Pada aliran volume besar, sensor stabil dengan error di bawah 1%. Namun, pada pengujian jangka panjang yang dibandingkan dengan meteran PDAM, terlihat fenomena *under-reading* pada debit kecil yang tidak menggerakkan turbin sensor.

C. Kinerja Web Monitoring

Dashboard web berhasil menampilkan parameter kelistrikan dan laju alir air secara real-time. Informasi dikonversi secara otomatis menjadi kalkulasi akumulatif pemakaian per hari dan estimasi tagihan dalam Rupiah. Log riwayat juga dicatat dalam hitungan menit, dan dapat diekspor dalam format CSV.

V. KESIMPULAN

Sistem monitoring biaya listrik dan air berbasis IoT berhasil dikembangkan dengan ESP8266, PZEM-004T, dan YF-S201. Metode UML efektif memodelkan aliran data perangkat hingga ke Firebase dan web. Pengujian akurasi listrik menunjukkan presisi sangat baik (error < 3%), sedangkan pengujian air menunjukkan keterbatasan pembacaan pada debit sangat rendah. Secara fungsional, fitur kalkulasi biaya otomatis berhasil disajikan secara transparan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] D. N. Putri, A. P. Ramadhani, C. Manurung, B. Purba, "Konsep Konsumsi Energi Di Indonesia Serta Menganalisis Keterkaitannya Dengan Emisi Gas Rumah Kaca," *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 10, no. 14, pp. 338-345, 2024.

[2] M. B. Yusuf et al., "IMPLEMENTASI SISTEM IOT UNTUK MONITORING KONSUMSI ENERGI LISTRIK DI RUMAH PINTAR," *Journal of Digital Business and Technology Innovation*, vol. 2, no. 1, 2025.

[3] W. Yuniarto et al., "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Energi Listrik pada Beban 3 Fasa Menggunakan ESP32 Berbasis IoT," 2023.

[4] N. Imansyah dan S. H. Widiastuti, "Sistem Kontrol dan Monitoring Penggunaan Air Berbasis IoT Menggunakan

Modul ESP8266," *Jurnal Informasi dan Teknologi*, pp. 108-113, 2022.

- [5] M. A. Rofiq et al., "Implementasi Logika Fuzzy Terhadap Kontrol dan Monitoring Pada Konsumsi Energi Listrik

Rumah Tangga," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 15, no. 1, p. 47, 2024.