

IoT-Based Water Bill Calculation Automation System Prototype for PAMSIMAS

Prototipe Sistem Otomatisasi Perhitungan Tagihan Air Berbasis IoT untuk PAMSIMAS

Ahmad Nur Hilal Shidqi¹

^{1, 2, 3} Universitas Muhamadiyyah Brebes
Email: ahmadnurhilalshidqi25@stmikmpn.ac.id,

Abstract

Water is an essential resource that supports human life and contributes to improving community welfare. Clean water availability is not only required for basic needs but also influences health and social well-being. The Community-Based Drinking Water and Sanitation Program (PAMSIMAS) aims to expand access to clean water in rural areas. However, water usage recording is still performed manually, which is time-consuming, prone to errors, and inefficient. This study aims to develop a prototype of an automated water billing system based on the Internet of Things (IoT) integrated with a website. The system employs a Water Flow Meter sensor connected to a NodeMCU ESP8266 microcontroller to measure water flow, with data transmitted in real-time via the internet and displayed on the website. The website provides features such as water consumption recording, automatic billing based on applicable tariffs, and monthly usage reporting. The research method includes literature study, field observation, hardware design, software development, and system testing. The test results show that the prototype successfully performs all test scenarios, displaying water usage data in real-time, calculating bills automatically, and storing data in a database with 100% accuracy. Therefore, the developed prototype functions properly and meets the research objectives.

Keywords: clean water, PAMSIMAS, Internet of Things (IoT), billing automation

Abstrak

Air merupakan sumber daya vital yang mendukung kehidupan manusia dan berpengaruh pada kesehatan serta kesejahteraan masyarakat. Ketersediaan air bersih tidak hanya memenuhi kebutuhan dasar, tetapi juga berdampak pada peningkatan kualitas hidup. Pemerintah melalui program Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (PAMSIMAS) berupaya memperluas akses air bersih, namun pencatatan penggunaan air masih dilakukan secara manual sehingga kurang efisien, rawan kesalahan, dan memerlukan waktu lama. Penelitian ini bertujuan mengembangkan prototipe sistem otomatisasi perhitungan tagihan air berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terintegrasi dengan website. Sistem memanfaatkan sensor *Water Flow Meter* yang terhubung dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 untuk mengukur debit air, lalu mengirim data secara *real-time* ke website. Website berfungsi sebagai pusat informasi dengan fitur pencatatan konsumsi, perhitungan biaya otomatis sesuai tarif, serta penyajian data pemakaian dan biaya secara *real-time*. Metode penelitian mencakup studi literatur, observasi, perancangan perangkat keras, pengembangan perangkat lunak, dan pengujian sistem. Hasil penelitian menunjukkan sistem mampu menampilkan data penggunaan air secara *real-time*, menghitung tagihan otomatis, serta menyimpan data di database dengan tingkat akurasi 100% dari tiga kali pengujian. Dengan demikian, prototipe yang dirancang berfungsi sesuai tujuan penelitian.

Kata kunci: air bersih, PAMSIMAS, Internet of Things (IoT), otomatisasi penagihan

1. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Secara ilmiah, air merupakan senyawa kimia hasil ikatan antara oksigen dan hidrogen (Lestari & Zafia, n.d.). Air berperan krusial dalam kehidupan sehari-hari, seperti untuk mencuci, memasak, minum, dan mandi. Untuk memastikan ketersediaan air bersih, diperlukan fasilitas sanitasi yang memadai agar air aman dikonsumsi. Pengelolaan sanitasi yang baik juga sangat penting untuk menjamin keberlanjutan ketersediaan air layak minum bagi masyarakat.

Pemerintah melalui program Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (PAMSIMAS) berupaya meningkatkan akses air bersih di pedesaan dengan melibatkan partisipasi aktif masyarakat (Fikriah et al., n.d.). Meskipun demikian, pencatatan penggunaan air pada sistem ini masih dilakukan secara manual dengan mendatangi rumah warga, sehingga memakan waktu, rawan kesalahan, dan menimbulkan ketidaksesuaian antara jumlah pembayaran dengan volume air yang digunakan. Hasil observasi menunjukkan bahwa kesalahan pencatatan dapat menyebabkan ketidaktepatan dalam perhitungan tagihan.

Sejumlah penelitian sebelumnya telah mengkaji penerapan *Internet of Things (IoT)* dalam sistem monitoring air. Latifah et al. (2021) menggunakan sensor *flow meter* berbasis IoT untuk mengukur debit air secara otomatis. Ramadhan et al. (2024) mengembangkan *Smart Water Meter* berbasis IoT dengan integrasi *cloud* untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi. Dahlan et al. (2023) merancang sistem pemantauan air berbasis ESP32 dengan aplikasi Android yang mampu menampilkan data penggunaan air secara langsung.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan prototipe sistem otomatisasi perhitungan tagihan air berbasis IoT yang terintegrasi dengan website. Sistem memanfaatkan sensor *Water Flow Meter* yang terhubung dengan NodeMCU ESP8266 untuk mengukur volume air dalam satuan liter per menit. Data kemudian dikirimkan secara *real-time* melalui jaringan internet dan ditampilkan pada website. Website berfungsi sebagai pusat informasi, dilengkapi fitur pencatatan penggunaan air, perhitungan biaya otomatis sesuai tarif, serta menampilkan penggunaan air secara *real-time*.

2. METODE PENELITIAN

Metode Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen. Menurut Sugiyono (2019), pendekatan kuantitatif eksperimen dipilih karena memungkinkan peneliti mengetahui “pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi terkontrol” serta menguji hipotesis secara akurat. Dalam penelitian ini, pendekatan kuantitatif eksperimen digunakan untuk mengukur efektivitas sistem otomatisasi perhitungan tagihan dan monitoring penggunaan air berbasis *Internet of Things (IoT)*.

Selain itu, metode pengembangan sistem yang digunakan adalah metode prototyping. Metode ini dipilih karena memungkinkan pengembang melakukan perancangan, pembuatan, dan pengujian sistem secara langsung. Adapun tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut

2.1. Tahapan Penelitian

Penelitian ini memakai metode eksperimen, yang terdiri atas beberapa tahapan sebagai berikut:

2.1.1. Identifikasi Masalah

Tahapan ini dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan utama dalam proses pencatatan dan pemantauan penggunaan air pada sistem PAMSIMAS.

2.1.2. Studi Literatur

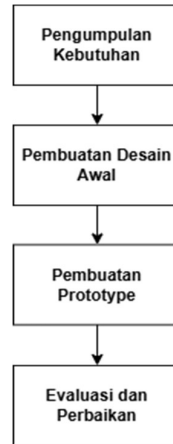
Studi literatur dilaksanakan dengan menelusuri referensi yang relevan seperti jurnal ilmiah, buku, dan sumber pustaka lainnya yang berkaitan dengan teknologi IoT serta membandingkannya dengan penelitian terdahulu

2.1.3. Pengembangan Sistem

Tahapan ini merepresentasikan proses pengembangan sistem otomatisasi perhitungan tagihan air secara otomatis

2.2. Tahapan Pengembang Sistem

Metode yang dipakai dalam merancang sistem merupakan metode prototype. Rosa & Shalahuddin (2018) metode prototype meliputi tahapan pengumpulan kebutuhan, pembuatan dsain, pembuatan prototype, evaluasi pengguna. Adapun langkah-langkah metode prototype telah disajikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Metode Prototipe

2.2.1. Pengumpulan Kebutuhan

Tahapan ini merupakan proses pengumpulan informasi dan data yang dibutuhkan sebagai dasar dalam perancangan sistem

2.2.2. Pembuatan Desain

Tahapan ini merupakan proses pembuatan rancangan awal sistem yang disusun berdasarkan kebutuhan yang telah dikumpulkan.

2.2.3. Pembuatan Prototipe

Tahapan ini merupakan tahap perancangan *hardware* dan *software* berdasarkan desain sistem yang telah dibuat

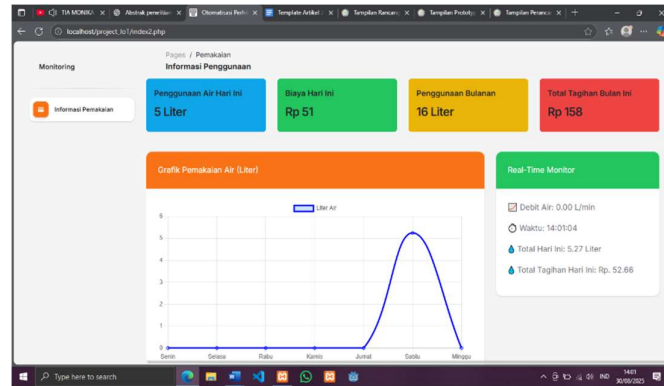
2.2.4. Evaluasi Dan Perbaikan

Tahapan ini merupakan pengujian prototipe yang telah dikembangkan untuk menguji apakah sensor dapat berfungsi dengan baik dalam menerima input dan menghasilkan output.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Prototipe

3.1.1. Pembuatan Website



Gambar 3. 1 Tampilan Website

Berdasarkan Gambar 3.1 menunjukkan tampilan dashboard website sistem monitoring yang menyajikan informasi penggunaan air baik secara real-time maupun historis. Pada sisi kiri terdapat sidebar menu dengan pilihan *Informasi Pemakaian* yang digunakan untuk menampilkan data konsumsi air pengguna. Bagian utama dashboard menampilkan beberapa indikator penting seperti jumlah penggunaan air harian, biaya harian, penggunaan bulanan, serta total tagihan bulanan. Selain itu, terdapat grafik pemakaian air berdasarkan hari yang memudahkan pengguna dalam memahami pola konsumsi, serta fitur *real-time monitor* yang menampilkan debit air, waktu, total penggunaan harian, dan total tagihan harian. Tampilan ini dirancang agar pengguna dapat dengan mudah memantau konsumsi air sekaligus mengetahui akumulasi biaya yang ditimbulkan dari pemakaian.

3.1.2. Pembuatan Alat



Gambar 3. 2 Tampilan Alat

Gambar 3.2 menampilkan prototipe alat IoT yang digunakan dalam sistem otomatisasi perhitungan tagihan air. Alat ini terdiri dari sensor aliran air yang berfungsi untuk mengukur debit dan jumlah air yang digunakan, mikrokontroler sebagai pengendali utama untuk mengolah data sensor, serta modul komunikasi yang mengirimkan data secara *real-time* ke server. Data yang diperoleh kemudian ditampilkan pada dashboard website sebagaimana terlihat pada Gambar 3.1. Prototipe ini dirancang secara sederhana namun fungsional sehingga mampu melakukan pencatatan penggunaan air dengan akurat serta mendukung otomatisasi perhitungan tagihan air berbasis sistem IoT.

3.1.3. Kalibrasi Sensor

Tabel 3.1 menunjukkan tiga tahapan kalibrasi sensor yang dilakukan melalui tiga kali pengujian dengan tiga volume air berbeda. Berdasarkan hasil kalibrasi, sensor *water flow meter*

memiliki tingkat keberhasilan rata-rata sebesar **92,9%**, yang menunjukkan bahwa sensor dapat bekerja dengan cukup akurat meskipun masih terdapat selisih kecil antara volume input dan hasil pembacaan sensor

Tabel 3. 1 Kalibrasi Sensor

No	Input (ml)	Sensor (ml)			Rata-Rata	Presentase(%)
		Pengujian				
		P1	P2	P3		
1	250 ml	200 ml	240 ml	250 ml	230 ml	92%
2	500 ml	460 ml	450 ml	470 ml	460 ml	92%

No	Pengujian	Kriteria keberhasilan	Hasil pengujian			Status
			1	2	3	
1	Apakah sensor flowmeter Rata-Rata mampu membaca debit air secara real-time?	Nilai debit air terbaca pada serial monitor & website tanpa delay signifikan (<2 detik)	B	B	B	Berhasil
					92,9%	
2	Apakah NodeMCU dapat mengirimkan data debit air ke database server?	Data debit air tersimpan di database setiap pembacaan sensor	B	B	B	Berhasil
3	Apakah sistem dapat menghitung total volume air yang digunakan?	Total volume terakumulasi sesuai hasil uji manual menggunakan gelas ukur	B	B	B	Berhasil
4	Apakah perhitungan tagihan air otomatis sesuai tarif per m³?	Tagihan dihitung berdasarkan tarif yang ditentukan di pengaturan	B	B	B	Berhasil
5	Apakah tampilan website menampilkan data volume dan tagihan secara real-time?	Data berubah otomatis saat aliran air berjalan	B	B	B	Berhasil

3.2 Pengujian Seluruh Sensor

Berdasarkan Tabel 3.2, diketahui bahwa sistem telah berjalan dengan baik. Dari lima skenario pengujian yang dilakukan sebanyak tiga kali, seluruh pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan dengan persentase 100%. Hal ini membuktikan bahwa sensor, perangkat keras, serta integrasi sistem secara keseluruhan dapat bekerja sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan.

Tabel 3. 2 Pengujian Keseluruhan Sistem

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, sistem otomatisasi perhitungan tagihan air berbasis IoT terbukti mampu menampilkan data penggunaan air secara *real-time*, menyimpan data ke dalam basis data, serta melakukan perhitungan tagihan secara otomatis dengan tingkat akurasi mencapai 100%. Kelebihan sistem ini terletak pada kemampuannya dalam mengurangi potensi kesalahan pencatatan manual, meningkatkan efisiensi pengelolaan data, serta memberikan kemudahan bagi pengguna dalam melakukan monitoring. Namun demikian, sistem ini masih memiliki keterbatasan, terutama dalam hal skalabilitas penggunaan untuk jumlah pengguna yang lebih besar dan ketergantungan terhadap stabilitas jaringan internet. Oleh karena itu, pengembangan lebih lanjut diperlukan untuk meningkatkan kemampuan sistem agar lebih andal dan dapat diimplementasikan dalam skala yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dahlan, F., Vitra Paputungan, I., & Dwi Irianto, K. (2023). *How to cite: Sistem Monitoring Penggunaan Air Pdam Berbasis Iot*. 7(11). <https://doi.org/10.36418/Syntax-Literate>.
- [2] Latifah, A., Septiana, Y., & Nurhakim, A. A. (2021). Perancangan Sistem Perhitungan Debit Air Otomatis Berbasis Internet of Things pada PDM Tirta Garut. In *Jurnal Sistem Cerdas*. APIC.
- [3] Fikriah, A., Raudah, S., & Urahmah, N. (n.d.). *Efektivitas program penyediaan air minum dan sanitasi berbasis masyarakat (pamsimas) di kecamatan amuntai selatan kabupaten hulu sungai utara*.
- [4] Lestari, A., & Zafia, A. (n.d.). PENERAPAN SISTEM MONITORING KUALITAS AIR BERBASIS INTERNET OF THINGS. In *Journal Informatic and Information Technology* (Vol. 1, Issue 1).
- [5] Ramadhan, irfan wahyu, Stiawan, H., & firdaus. (2024). *Smart Water Meter: Perancangan Sistem IoT Untuk* (Vol. 18).
- [6] Rosa, A. S., & Shalahuddin, M. (2018). *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek* (Edisi Revisi). Informatika.
- [7] Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- [8] Agung Budhi Wibowo, & Ridam Dwi Laksono. (2024). SISTEM MONITORING PENGGUNAAN AIR SAWAH MENGGUNAKAN ARDUINO UNO. *ELECTRA : Electrical Engineering Articles*.
- [9] Alqisyan, N., & Nirmala, I. (2022). *Coding : Jurnal Komputer dan Aplikasi RANCANG BANGUN PROTOTYPE SMART WATER METER PELANGGAN AIR PDAM BERBASIS IOT DAN ANDROID*.
- [10] Lestari, A., & Zafia, A. (n.d.). Penerapan Sistem Monitoring Kualitas Air Berbasis Internet Of Things. In *Journal Informatic and Information Technology* (Vol. 1, Issue 1).
- [11] Maulidin, M. A. R., Ali, T. N., & Mustofa, M. I. (2020). Perancangan Sistem Monitoring Penggunaan Air Pam Berbasis Iot Dengan Bot Telegram. *Indonesian Journal of Technology, Informatics and Science (IJTIS)*, 2(1), 46–50. <https://doi.org/10.24176/ijtis.v2i1.5627>
- [12] Okoli, N. J., & Kabaso, B. (2024). Building a Smart Water City: IoT Smart Water Technologies, Applications, and Future Directions. In *Water (Switzerland)* (Vol. 16, Issue 4). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/w16040557>
- [13] Pressman, R. S. (2014). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (8th ed.). McGraw-Hill Education.
- [14] Ramadhan, irfan wahyu, Stiawan, H., & firdaus. (2024). *Smart Water Meter: Perancangan Sistem IoT Untuk* (Vol. 18).
- [15] Riadi, S., Hastha Sunardi, I., Setiawan, C., & Roni Coyanda, J. (2024). *Pengembangan Prototipe Sistem Monitoring Air Berbasis Internet Of Things Untuk Menghitung Jumlah Konsumsi Dan Biaya Penggunaan*.